

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.11.02.01 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 3 семестр - 16 часов; |
| Практические занятия | 3 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 59,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Семинар | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 3 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

| | | |
|---|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Гужов С.В. |
| | Идентификатор | Rd88495da-GuzhovSV-eed93f0e |

С.В. Гужов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной
программы

| | | |
|---|--|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Мезин С.В. |
| | Идентификатор | R420ae592-MezinSV-dc40cfee |

С.В. Мезин

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|---|--|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Мезин С.В. |
| | Идентификатор | R420ae592-MezinSV-dc40cfee |

С.В. Мезин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов, средств и нормативно-технической документации проектирования автоматизированных транспортно-технологических комплексов в энергетике.

Задачи дисциплины

- освоение классификации и базовых методов диагностики электрических приводов автоматизированных транспортно-технологических комплексов в энергетике;
- освоение классификации робототехнических манипуляторов;
- приобретение навыков разработки руководящей документации для проведения диагностики и обоснования выбора методов и средств диагностики оборудования автоматизированных транспортно-технологических комплексов в энергетике.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-1 Способен участвовать в организации и эксплуатации систем управления технологическими объектами | ИД-4 _{ПК-1} Демонстрирует знание современных и перспективных направлений автоматизации объектов энергетики | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- виды технической диагностики оборудования энергетики;- основные средства и методы проведения диагностики, определения технического состояния, выявления неисправностей и дефектов оборудования энергетики. основные нормативно-технические документы организации и проведения диагностики оборудования;- назначение и функциональные особенности информационных систем, применяемых в процессе диагностики объектов энергетики. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- обосновывать выбор методов и средств диагностики оборудования энергетики;- применять среды инженерных расчетов для решения задач построения моделей диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|----------|--|--------------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|----------------------|---|---|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | электрические приводы | 24 | 3 | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: - Взаимовлияние электрических двигателей и показателей качества электрической энергии - Виды регулирования электрических двигателей <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 1-272 | |
| 1.1 | Типы и особенности строения электрических двигателей | 12 | | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |
| 1.2 | Взаимовлияние электрических двигателей и показателей качества электрической энергии | 12 | | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |
| 2 | Виды регулирования электрических двигателей | 24 | | 4 | - | 8 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: - канал передачи данных RS-485, их преимущества и недостатки - канал передачи данных CAN, их преимущества и недостатки - канал |
| 2.1 | Виды регулирования электрических двигателей | 12 | | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |
| 2.2 | Виды датчиков, каналы передачи данных | 12 | | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|------|------|--|
| | | | | | | | | | | | | | передачи данных PLC, их преимущества и недостатки <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 1-376 [7], 1-60 |
| 3 | Манипуляторы, траволаторы и особенности функционирования электрического привода в них | 12 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: - Манипуляторы - сортировщики - Ленточные транспортеры - траволаторы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 1-87 [5], 1-63 |
| 3.1 | Манипуляторы и сортировщики, переходные процессы в электрических двигателях | 12 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 4 | Краны, лифты и особенности функционирования электрического привода в них | 30 | 6 | - | 12 | - | - | - | - | - | 12 | - | |
| 4.1 | Краны козловые и полярные | 15 | 3 | - | 6 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: - Краны козловые - Краны полярные <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 48-112 [6], 1-70 |
| 4.2 | Лифтовые установки | 15 | 3 | - | 6 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| | Зачет с оценкой | 18.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | |
| | Всего за семестр | 108.0 | 16 | - | 32 | - | - | - | - | 0.3 | 42 | 17.7 | |
| | Итого за семестр | 108.0 | 16 | - | 32 | - | - | - | - | 0.3 | 59.7 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. электрические приводы

1.1. Типы и особенности строения электрических двигателей

Введение. Типы электрических двигателей. Характерное применение электрических двигателей в зависимости от их электрической мощности. Асинхронные электрические двигатели, принцип действия и устройство. Конструктивная схема сердечника статора. Скольжение асинхронного двигателя. Информация шильдика. Пуск асинхронного электрического двигателя. Некоторые виды сечений проводников беличьей клетки глубокопазных АД. Синхронные машины: устройство и принцип действия. Пуск синхронного двигателя. Различные конструкции маломощных синхронных двигателей. Вентильно-индукторный привод..

1.2. Взаимовлияние электрических двигателей и показателей качества электрической энергии

ГОСТ 32144-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Отклонение частоты. Медленные изменения напряжения. Колебания напряжения электропитания. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия напряжений в трехфазных системах. Провалы напряжения и перенапряжения. Влияние ПКЭ на элементы ЛЭП. Влияние ПКЭ на трансформатор. Влияние ПКЭ на батареи конденсаторов. Влияние ПКЭ на устройства релейной защиты. Влияние ПКЭ на оборудование потребителей. Влияние ПКЭ на коэффициент мощности..

2. Виды регулирования электрических двигателей

2.1. Виды регулирования электрических двигателей

Повышение энергетической эффективности при пуске асинхронных двигателей. Регулирование симметричным понижением напряжения питания. Регулирование понижением напряжения питания каждой из фаз. Регулирование изменением сопротивления цепи ротора. Тиристорные пусковые устройства (устройства плавного пуска). Частотное регулирование асинхронного двигателя. Циклоконвертер. Схема переключения электродвигателя со звезды на треугольник. Регулирование оборотов изменением числа пар полюсов. ЭД с двойным питанием через вентильные устройства..

2.2. Виды датчиков, каналы передачи данных

Виды датчиков: шунтовые; трансформаторы тока; датчики на эффекте холла; датчики компенсационного типа на эффекте холла. Беспроводное Управление по ИК-каналу. ZigBee. Bluetooth и WiFi. RS-485 / RS-232. CAN..

3. Манипуляторы, траволаторы и особенности функционирования электрического привода в них

3.1. Манипуляторы и сортировщики, переходные процессы в электрических двигателях

Переходные процессы: колебательные или апериодические. Модель электропривода для исследования динамики. 4 группы переходных процессов. Манипуляционный робот. Обобщенная схема робота. Многопозиционная система управления. Контурная система управления. Метод Teach-In. Метод Playback. Offline программирование.. Ленточные транспортеры и траволаторы, проверка электрических двигателей. Приемо-сдаточные испытания электродвигателя. ГОСТ Р 53472-2009 «Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний». Три основных режима: продолжительный,

кратковременный и повторно-кратковременный. Проверка электрических двигателей по нагрузке. Проверка электрических двигателей по перегрузочной способности. Проверка электрических двигателей по нагреву в продолжительном режиме. Проверка электрических двигателей по нагреву в повторно-кратковременном режиме. Траволатор. Система электрического контроля и оборудование безопасности траволаторов. Ленточные транспортеры. Подсистемы технологического контроля и представления информации.

4. Краны, лифты и особенности функционирования электрического привода в них

4.1. Краны козловые и полярные

Краны козловые. Краны полярные. Транспортно-технологические и ремонтные особенности кранов козловых и полярных. Козловой кран: элементы, назначение, три типа крана по способу опирания, типы грузозахватных механизмов. Краны козловые: система управления с силовыми кулачковыми контроллерами. Системы управления с преобразователями частоты (ПЧ - АД). Системы управления с тиристорными преобразователями напряжения и электродвигателями постоянного тока (ТП - ДП). Краны козловые: схема реверсирования и управления; пульты радиоуправления..

4.2. Лифтовые установки

Лифтовые установки: устройство. Классификация по назначению. Конструкции лифтов: выжимные. пассажирские лифты. тротуарные. ножницеvidные. корабельные. парковочные системы. Общая характеристика систем управления лифтов. Двухуровневые и скоростные лифтовые установки. Дополнительные функции..

3.3. Темы практических занятий

1. Использование справочно-нормативных систем для определения целесообразности применения типов электрического привода в автоматизированных транспортно-технологических комплексах в энергетике;
2. Использование справочно-нормативных систем для определения пусковых характеристик электрического привода;
3. Использование справочно-нормативных систем для определения рабочих характеристик электрического привода;
4. Использование справочно-нормативных систем для определения потерь в двигателях и КПД.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Типы и особенности строения электрических двигателей
2. Регулирование понижением напряжения питания каждой из фаз. Регулирование изменением сопротивления цепи ротора. Тиристорные пусковые устройства (устройства плавного пуска). Частотное регулирование асинхронного двигателя. Циклоконвертер. Схема переключения электродвигателя со звезды на треугольник.
3. Обобщенная схема работы. Многопозиционная система управления. Контурная система управления.
4. Конструкции лифтов: выжимные. пассажирские лифты. тротуарные. ножницеvidные. корабельные. парковочные системы.

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|----------------------|--|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| назначение и функциональные особенности информационных систем, применяемых в процессе диагностики объектов энергетики | ИД-4 _{ПК-1} | | + | | | Семинар/КМ-2 |
| основные средства и методы проведения диагностики, определения технического состояния, выявления неисправностей и дефектов оборудования энергетики. основные нормативно-технические документы организации и проведения диагностики оборудования | ИД-4 _{ПК-1} | | + | | | Семинар/КМ-3 |
| виды технической диагностики оборудования энергетики | ИД-4 _{ПК-1} | + | | | | Семинар/КМ-1 |
| Уметь: | | | | | | |
| применять среды инженерных расчетов для решения задач построения моделей диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования | ИД-4 _{ПК-1} | | | | + | Семинар/КМ-4 |
| обосновывать выбор методов и средств диагностики оборудования энергетики | ИД-4 _{ПК-1} | + | | + | | Семинар/КМ-3 |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Устная форма

1. КМ-1 (Семинар)
2. КМ-2 (Семинар)
3. КМ-3 (Семинар)
4. КМ-4 (Семинар)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Основы диагностики технических устройств и сооружений : [монография] / Г. А. Бигус, [и др.] . – 2-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018 . – 445 с. - ISBN 978-5-7038-4804-3 .;
2. Малкин, В. С. Техническая диагностика : учебное пособие / В. С. Малкин . – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань-Пресс, 2015 . – 272 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1457-4 .;
3. Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие / В. В. Носов . – 4-е изд., стер. – СПб. : Лань-Пресс, 2017 . – 376 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-1269-3 .;
4. Крюков, О. В. Диагностика и прогнозирование технического состояния электроэнергетических систем компрессорных станций. Ч. 1 / О. В. Крюков . – М. : Энергопрогресс : Энергетик, 2018 . – 87 с. – (Библиотечка электротехника, приложение к журналу "Энергетик" ; вып. 1(229)) . - ISBN 0013-7278 .;
5. Крюков, О. В. Диагностика и прогнозирование технического состояния электроэнергетических систем компрессорных станций. Ч. 2 / О. В. Крюков . – М. : Энергопрогресс : Энергетик, 2018 . – 63 с. – (Библиотечка электротехника, приложение к журналу "Энергетик" ; вып. 2(230)) . - ISBN 0013-7278 .;
6. Крюков, О. В. Диагностика и прогнозирование технического состояния электроэнергетических систем компрессорных станций. Ч. 3 / О. В. Крюков . – М. : Энергопрогресс : Энергетик, 2018 . – 70 с. – (Библиотечка электротехника, приложение к журналу "Энергетик" ; вып. 3(231)) . - ISBN 0013-7278 .;
7. А. В. Крюков, В. П. Закарюкин- "Электроснабжение и электропитание нетяговых потребителей железнодорожного транспорта", Издательство: "Директ-Медиа", Москва,

Берлин, 2020 - (294 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572456>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Acrobat Reader.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--------------------------------------|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | А-410, Учебная аудитория "А" | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | А-410, Учебная аудитория "А" | парта, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | В-210/6, Лаборатория "АСУТП" | стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, доска меловая, сервер, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | С-302, Учебная аудитория | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, multifunctional center, ноутбук, компьютер персональный |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-201, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | В-210/7в, Преподавательская | кресло рабочее, стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, стол для совещаний, экран, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | В-210/8а, Архив | шкаф |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы робототехники в энергетике

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1 (Семинар)

КМ-2 КМ-2 (Семинар)

КМ-3 КМ-3 (Семинар)

КМ-4 КМ-4 (Семинар)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 6 | 8 | 10 | 14 |
| 1 | электрические приводы | | | | | |
| 1.1 | Типы и особенности строения электрических двигателей | | + | | | |
| 1.2 | Взаимовлияние электрических двигателей и показателей качества электрической энергии | | | | + | |
| 2 | Виды регулирования электрических двигателей | | | | | |
| 2.1 | Виды регулирования электрических двигателей | | | | + | |
| 2.2 | Виды датчиков, каналы передачи данных | | | + | | |
| 3 | Манипуляторы, траволаторы и особенности функционирования электрического привода в них | | | | | |
| 3.1 | Манипуляторы и сортировщики, переходные процессы в электрических двигателях | | | | + | |
| 4 | Краны, лифты и особенности функционирования электрического привода в них | | | | | |
| 4.1 | Краны козловые и полярные | | | | | + |
| 4.2 | Лифтовые установки | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |