

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01

Эксплуатация, монтаж и наладка управляемых электротехнических комплексов

Учебный план: _____ ФГОС3++m130401.30-2_24-12.plx

Кафедра: Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Электротехническое оборудование энергетических комплексов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
3	УП	17	17	17	56,75	0,25	3	Зачет
	РПД	17	17	17	56,75	0,25	3	
Итого	УП	17	17	17	56,75	0,25	3	
	РПД	17	17	17	56,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Ковалёв Е.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного
электропривода и электротехники

Благодарный Н.С.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области эксплуатации и наладки систем электропривода типовых технологических процессов.

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть основные правила и требования монтажа систем электропривода;

Раскрыть принципы наладки и эксплуатации систем электропривода;

Продemonстрировать особенности применения существующих аппаратных и программных средств при наладке систем электропривода.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Электротехническое оборудование теплоэнергетических производств

Современные технологии управления

Современные проблемы электроэнергетики и электротехники

Учебная практика, практика по получению первичных навыков работы с программным обеспечением применительно к области профессиональной деятельности

Микропроцессорное управление электрооборудованием

Математическое моделирование рабочих процессов в теплоэнергетических установках

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен формировать инженеринговые решения по замене и модернизации электротехнического оборудования объектов профессиональной деятельности
Знать: основные типовые схемы систем управления электротехническими комплексами, структуры и функции, а также способы анализа качества управления электротехническими комплексами
Уметь: выбирать технические и программные средства для управления системами электропривода, применять методы идентификации параметров электротехнических комплексов
Владеть: навыками выбора программно-аппаратных средств для реализации системы управления электротехническими комплексами
ПК-2: Способен осуществлять подготовку к выполнению работ по пуску и наладке объектов профессиональной деятельности
Знать: методы проектирования систем управления электротехническими комплексами, общие требования к автоматизированным системам проектирования, а также методы защитного заземления и молниезащиты для пуска-наладочных работ
Уметь: применять оборудование типовых защитных функций электроприводов в оборудовании электротехнических комплексов для пуска-наладочных работ
Владеть: навыками автоматической и ручной наладки управляемых электротехнических комплексов

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Проектирование шкафов управления электротехнических комплексов	3					О
Тема 1. Требования электромагнитной совместимости, требования степеней защиты оборудования. Уровни напряжений, частоты в системах питания электроприводов.		1	1		2,75	
Тема 2. Вопросы расчёта и выбора основного оборудования шкафов. Понятие электромагнитной совместимости. Компоновка шкафов. Разработка однолинейной схемы шкафа электропривода.		2	2		5,5	
Раздел 2. Требования к электротехническому оборудованию на производственных площадках						О
Тема 3. Вопросы заземления и молниезащиты. Требования к главной заземляющей шине.		1	1		4	
Тема 4. Оборудование безопасности. Назначение контура заземления, требования к конструкции.		1	1		2	
Тема 5. Требования к прокладке кабелей. Типы заземлителей и глубина их заложения.		1			2	
Тема 6. Оборудование пультов управления. Оборудование локальных пультов управления приводами БДМ, их связь с общим управляющим контроллером.		1	1		2	
Тема 7. Установка и подключение технологических датчиков. Учёт условий окружающей среды при выборе технологических датчиков			1		2	
Раздел 3. Защитные функции электроприводов						Л,К
Тема 8. Стандартные функции защиты. Защитные функции электроприводов. STO, SBC, SS1, SS2, SOS, SLS Лабораторная работа №1: «Автоматическая и ручная настройка контуров регулирования привода постоянного тока».		1	2	2	4	

Тема 9. Интеграция в систему управления электрооборудованием: Реле безопасности, контроллеры безопасности.	1	1		4	
Раздел 4. Типовые задачи наладки электрооборудования					
Тема 10. Первоначальный контроль связи управляющего контроллера с датчиками, пультами управления, SCADA системой. Лабораторная работа №2: «Настройка частотного привода в скалярном режиме».	1	2	2	4,5	
Тема 11. Автоматическая и ручная настройка контуров регулирования приводов. Алгоритм автоматической настройки регулятора тока якоря. Лабораторная работа №3: «Автоматическая и ручная настройка привода переменного тока»	1	1	2	4	
Тема 12. Задачи распределения задания скорости в многодвигательных системах управления приводами. Лабораторная работа №4: «Распределение заданий в многодвигательной системе электропривода».	1	1	2	4	Л
Тема 13. Распределение нагрузок в многодвигательных системах управления приводами. Лабораторная работа №5: «Распределение моментов в связанной двухдвигательной системе электропривода»	1	1	4	4	
Тема 14. Наладка технологических регуляторов в составе системы управления электрооборудования. Лабораторная работа №6: «Настройка привода с регулятором технологического параметра»	1	1	5	4	
Раздел 5. Системы регистрации и диагностики электрооборудования.					
Тема 15. Встроенные в цифровые приводы системы диагностики. Система предупреждений и аварийных сообщений в цифровых системах управления электрооборудованием.	1			4	О
Тема 16. Регистрация сообщений и диагностика в многоуровневых системах электропривода. Встроенные в преобразователи постоянного и переменного тока функции диагностики.	1	1		2	

Тема 17. Промышленные аппаратно-программные комплексы регистрации диагностики электрооборудования.		1			2	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	17	56,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		51,25			56,75	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-1	Показывает знания принципов выбора основного, вспомогательного оборудования и технологической оснастки для выполнения технологических операций объектов профессиональной деятельности. Умеет разрабатывать мероприятия по совершенствованию и модернизации электротехнического оборудования, оценивать результаты их реализации. Владеет методами совершенствования и модернизации электротехнического оборудования, улучшения его эксплуатационных характеристик
ПК-2	Показывает знания принципов работы электроприводов постоянного и переменного тока с цифровым управлением и основных характеристик и параметров выбранных компонентов электропривода. Демонстрирует умение применять знания в области теории автоматизированного электропривода для обоснованного выбора оборудования электропривода переменного и постоянного тока; Демонстрирует способности применять полученные знания для освоения дисциплин профессионального цикла. Показывает владение навыками работы с оборудованием электроприводов, а также методами проектирования оборудования систем электропривода.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает достаточные знания дисциплины: • Хорошо знает основные тенденции развития цифровых электроприводов, типовые методы наладки цифровых регуляторов для электроприводов; основы методов защиты электроустановок. • Может выполнять анализ точностных и динамических характеристик цифровых систем управления электроприводами, выполнять типовые настройки приводов постоянного и переменного тока • Владеет навыками наладки систем управления приводами.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины: • Не знает основные тенденции развития цифровых электроприводов, типовые методы наладки цифровых регуляторов для электроприводов; основы методов защиты электроустановок. • Не может выполнять анализ	

	точностных и динамических характеристик цифровых систем управления электроприводами, выполнять типовые настройки приводов постоянного и переменного тока • Не владеет навыками наладки систем управления приводами.	
--	--	--

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Типовые схемы питания электроустановок.
2	Уровни напряжений, частоты в системах питания электроприводов.
3	Причины высокочастотных помех.
4	Механизмы воздействия помех.
5	Помехи при использовании преобразователей.
6	Понятие электромагнитной совместимости.
7	Определение первого и второго окружения.
8	Разработка однолинейной схемы шкафа электропривода.
9	Выбор степени защиты шкафа.
10	Выбор шкафного оборудования и компоновка шкафа.
11	Выбор оборудования для охлаждения электропривода.
12	Виды внутреннего разделения электрошкафов ограждениями и перегородками.
13	Обеспечение оптимальной влажности внутри шкафа.
14	Режимы работы нейтралей электрических сетей.
15	Системы уравнивание потенциалов размещённого оборудования.
16	Структура системы заземления производственного здания.
17	Требования к главной заземляющей шине.
18	Назначение контура заземления, требования к конструкции.
19	Типы заземлителей и глубина их заложения.
20	Нормы сопротивлений заземляющих устройств.
21	Влияние характеристик грунтов на выбор заземлителей
22	Уровни защиты от прямых ударов молнии.
23	Типы кабелей в системах управления электрооборудованием, предъявляемые к кабелям требования.
24	Оборудование для обустройства кабельных трасс.
25	Требования по прокладке кабелей в кабельных трассах.
26	Оборудование локальных пультов управления приводами БДМ, их связь с общим управляющим контроллером.
27	Оборудование диспетчерских пультов управления БДМ.
28	Оборудование пультов управления станков с ЧПУ.
29	Учёт условий окружающей среды при выборе технологических датчиков.
30	Требования к монтажу датчиков, установленных «по месту».
31	Обеспечение помехоустойчивости измерительных каналов.
32	Защитные функции электроприводов. STO, SBC, SS1, SS2, SOS, SLS
33	Назначение, устройство и принцип действия реле безопасности.
34	Алгоритм автоматической настройки регулятора тока якоря.
35	Алгоритм автоматической настройки регулятора скорости.
36	Порядок ручной настройки регулятора тока.
37	Порядок ручной настройки регулятора скорости.
38	Порядок ручной настройки технологического регулятора в составе привода.
39	Объяснить алгоритм подхвата привода на лету.
40	Объяснить алгоритм компенсации скольжения.
41	Как надо настроить преобразователь, чтобы скомпенсировать момент инерции, приведённый к валу двигателя?

42	Как распределяются задания отдельным приводам многодвигательной системы при последовательном ведении заданий?
43	Составьте конфигурацию распределения моментов между тремя приводами Sinamics S120 с использованием Droop – функции.
44	Составьте конфигурацию распределения моментов с применением блока ограничения момента ведомого привода.
45	Система предупреждений и аварийных сообщений в цифровых системах управления электрооборудованием.
46	Встроенные в преобразователи постоянного и переменного тока функции диагностики.
47	Принципы диагностики и наладки преобразователей семейства Sinamics с применением приложений Starter, StartDrive.
48	Принципы диагностики и наладки преобразователей семейства Altivar с применением приложения SoMove.
49	Принципы диагностики и наладки преобразователей Gefran с применением приложения GF_eXpress.

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определить номинальные первичное и вторичное напряжения питающего трансформатора для преобразователя частоты, подключенного к асинхронному электродвигателю 90 кВт, 400В, $\cos\varphi=0,8$
2. Рассчитать сечение и выбрать тип кабеля для преобразователя частоты 160кВт, 380В
3. Обосновать степень защиты шкафа с преобразователем частоты, установленным в производственном помещении БДМ
4. Как надо изменить ёмкость конденсаторов синус-фильтра на выходе преобразователя частоты при уменьшении частоты модуляции с 8 до 2 кГц?
5. Изобразить однолинейную схему подключения преобразователя частоты с асинхронным двигателем. Обоснуйте параметры оборудования защиты преобразователя.
6. Определить допустимую нагрузку на подключенный к преобразователю частоты асинхронный двигатель 90 кВт, 380В, если преобразователь работает при температуре окружающей среды 50°C
7. Определить необходимые элементы со стороны питающей сети и со стороны двигателя для установки частотно-регулируемого привода 90 кВт, 380В в здании торгово-развлекательного комплекса.
8. Выбрать мощность установки кондиционирования для помещения с частотно-регулируемыми преобразователями БДМ. Перечень приводов в Приложении 1.
9. Выбрать вентиляторы для охлаждения электромонтажного шкафа с инвертором SinamicsS120: 6SL3320-1TE32-1AA3.
10. Рассчитать суммарный расход воды для охлаждения системы двигателей с водяным охлаждением. Мощность каждого асинхронного двигателя 45 кВт, количество двигателей -12. Допустимая разность температуры воды на входе и выходе системы охлаждения 10 градусов. Теплоёмкость воды 4202 Дж/(кг•град).
11. Изобразить структуру ПИ регулятора скорости привода с искусственным статизмом. Каким параметром можно регулировать величину статизма?
12. Изобразить структуру ПИ регулятора скорости привода с компенсацией момента сопротивления. Опишите порядок настройки цепи компенсации момента сопротивления.
13. Изобразить структуру ПИ регулятора скорости привода с компенсацией момента инерции. Опишите порядок настройки цепи компенсации момента инерции.
14. Изобразить структуру системы двухдвигательного привода с распределением нагрузок через Droop-функцию. Каким образом можно регулировать соотношение моментов двигателей этой системы?
15. Изобразить структуру системы двухдвигательного привода с распределением нагрузок через регулирование ограничения регулятора тока.
16. Определить максимально возможный период дискретизации тренда тока якоря преобразователя SinamicsDCM для анализа настройки регулятора тока
17. Изобразить структуру распределения задания скорости БДМ. Перечень приводов в Приложении 1. Учесть связанные приводы сетки (п.1, п.2, п.3) и прессы 3 (п.6 и п.7).
18. Изобразить структуру регулятора скорости с функцией SpeedUp, объяснить назначение этой функции.
19. Через день после наладки в редукторе привода сушильной группы появился стук. Какие изменения в настройке регуляторов привода следует сделать, чтобы устранить стук в редукторе?
20. Привод транспортера работает со значительной статической ошибкой по скорости. Увеличение коэффициента усиления, а также уменьшение постоянной интегрирования регулятора скорости приводят к недопустимым колебаниям скорости. Какие изменения следует внести в структуру регулятора скорости для повышения точности регулирования?

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Все лабораторные работы выполнены и защищены.

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☒ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными материалами;

Время на подготовку ответа 30 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Назаров, В. Н., Третьяков, А. А., Елизаров, И. А., Погонин, В. А.	Монтаж, наладка, эксплуатация систем автоматизации	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2018	http://www.iprbookshop.ru/94352.html
Бирюков, В. В.	Источники вторичного питания в электротехнических комплексах	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2021	https://www.iprbookshop.ru/126497.html
Малозёмов, Б. В., Вильбергер, М. Е., Малозёмова, Б. В.	Диагностика и надёжность электротехнических комплексов	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2017	https://www.iprbookshop.ru/91194.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Назарычев, А. Н., Андреев, Д. А., Таджибаев, А. И.	Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей	Вологда: Инфра- Инженерия	2006	http://www.iprbookshop.ru/5073.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

ГОСТ База стандартов. Общероссийский классификатор стандартов. Электротехника. [Электронный ресурс]. URL: <https://engeneer.ru/oks/elektrotehnika>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
-----------	-----------

Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
A-101	Лабораторные стенды по исследованию электрических цепей постоянного и переменного тока. Лабораторные стенды по исследованию трансформаторов и машин переменного и постоянного тока. Лабораторный стенд испытания двигателя и генератора постоянного тока