

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.05

Электроэнергетика

Учебный план:

ФГОС3++z130302-23_21-15.plx

Кафедра:

30

Автоматизированного электропривода и электротехники

Направление подготовки:
(специальность)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки:
(специализация)

Электропривод и автоматика

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	4	6	53	9	2	Экзамен
	РПД	4	6	53	9	2	
4	УП	6	8	121	9	4	Курсовая работа, Экзамен
	РПД	6	8	121	9	4	
Итого	УП	10	14	174	18	6	
	РПД	10	14	174	18	6	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144

Составитель (и):

профессор

Сафронов А.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизированного
электропривода и электротехники

Благодарный Н.С.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Благодарный Н.С.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области электроэнергетики, дать ему профессиональные знания об устройстве электростанций и подстанций, электрооборудовании промышленных предприятий, релейной защиты и автоматики.

1.2 Задачи дисциплины:

1. Рассмотреть электроснабжение промышленных объектов, конструктивное выполнение электрических сетей и подстанций, вопросы автоматизации и релейной защиты, а также способы компенсации реактивной мощности.

2. Изучить графики электрических нагрузок, порядок расчёта потерь напряжения в электрических сетях и токов короткого замыкания, расчёт и выбор площади сечения проводников и заземляющих устройств.

3. Ознакомиться с перспективными направлениями электроэнергетики.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Электрические машины

Электроника

Автоматизация технологических процессов и производств

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен участвовать в разработке мероприятий по совершенствованию и модернизации электротехнического оборудования, улучшения его эксплуатационных характеристик

Знать: Правила эксплуатации электротехнического оборудования. Схемы расположения электротехнического оборудования на объектах профессиональной деятельности.

Уметь: Анализировать информацию, формировать представление о ситуации.

Владеть: Методами анализа условно постоянных затрат на эксплуатацию электротехнического оборудования.

ПК-2: Готовность к выполнению работ по монтажу, наладке и испытанию электротехнического оборудования

Знать: Назначение и принцип действия автоматических и регулирующих устройств, технологических защит, блокировок и сигнализации, установленных на электротехническом оборудовании.

Уметь: Излагать техническую информацию при составлении служебных документов.

Владеть: Навыками работы по монтажу и наладки электротехнических устройств.

ПК-4: Готовность к выполнению работ по эксплуатации электротехнического оборудования

Знать: Основное оборудование трансформаторных подстанций и элементы релейной защиты электрооборудования.

Уметь: Составлять планы развития систем электроэнергетики на кратко- и среднесрочную перспективы в соответствии с поставленными задачами

Владеть: Навыками работы с основным электротехническим оборудованием.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Общие вопросы электроэнергетики.	3				
Тема 1. Общие сведения об электроэнергетических системах. Основные определения. Режимы работы электроэнергетических систем и управление ими. Схема электроснабжения промышленного района. Приёмники и потребители электрической энергии. Графическое обозначение элементов в электрических цепях.		2		12	ГД
Тема 2. Электроэнергетические системы и сети. Подстанции промышленных предприятий. Схемы главных понижающих подстанций и подстанций глубокого ввода. Цеховые трансформаторные подстанции. Конструкция электрических сетей. Электрический расчёт сетей.			3	13	
Раздел 2. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения и меры электробезопасности.					
Тема 3. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения. Баланс активных и реактивных мощностей. Способы компенсации реактивной мощности. Распределение и регулирование мощности компенсирующих устройств. Схемы соединения конденсаторных батарей. Повышение коэффициента мощности электроустановок. Расчёт мощности потребляемой нагрузкой и компенсирующих устройств.		2		14	
Тема 4. Защитные меры электробезопасности. Режимы работы нейтралей в системах электроснабжения. Защитное заземление и способы его выполнения. Защитное отключение. Конструкция и расчет заземляющих устройств.			3	14	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4	6	53	

Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5	6,5	
Раздел 3. Короткое замыкание и релейная защита в системах электроснабжения.				
Тема 5. Токи короткого замыкания. Виды коротких замыканий. Однофазное короткое замыкание. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания. Расчет токов короткого замыкания в различных системах электроснабжения.		4	32	
Тема 6. Расчет токов короткого замыкания. Система относительных единиц. Расчетные схемы и определение результирующих сопротивлений цепи короткого замыкания. Расчет токов короткого замыкания в разных системах электроснабжения.	4	4	32	
Раздел 4. Релейная защита в системах электроснабжения.				
Тема 7. Релейная защита электроустановок. Параметры релейной защиты. Элементы релейной защиты. Защита трансформаторов подстанций.		2	28	
Тема 8. Устройство сетевой автоматики. Автоматическое включение резерва. Автоматическое повторное включение. Автоматическая разгрузка по частоте и току.		4	29	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		6	8	121
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Экзамен)		2,5	6,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		29	187	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Получение практических навыков при проектировании современных автоматизированных электроприводов.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта):

1. Расчет токов короткого замыкания в разных системах электроснабжения
2. Расчет районной электрической системы
3. Сравнительный анализ потерь электроэнергии переменного и постоянного тока, при передачи на разные расстояния
4. Расчет компенсирующего устройства в системах электроснабжения с активно-индуктивной нагрузкой
5. Расчет системы заземления трансформаторной подстанции

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка представляет собой текстовый документ, выполняемый в соответствии с требованиями ЕСКД. Общий объем пояснительной записки должен составлять примерно 15-20 листов формата

A4. Расчетные формулы и необходимые вычисления записываются по тексту изложения материала. Текст

состоит из разделов и имеет сквозную нумерацию страниц, рисунков, таблиц. Раздел «Введение» является первым листом пояснительной записки. Текст печатается через 1,0 интервал, поля сверху, снизу – по 2 см, слева – 2,5 см, справа – 1,5 см. шрифт 14 п.к. (Times New Roman). Графическая часть может выполняться на отдельных листах или миллиметровой бумаге, располагается по тексту записки.

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие структурные элементы в приведенной последовательности:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание (оглавление);
- введение;
- теоретическая часть;
- экспериментальная часть;
- заключение;
- список литературы.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Хорошо понимает правила использования электротехнического оборудования. Показывает умение анализировать и сформировать сведения о ситуации. Демонстрирует владение методами анализа условно постоянных затрат на эксплуатацию электротехнического оборудования.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задачи. Курсовая работа
ПК-2	Понимает назначение и принцип действия автоматических и регулирующих устройств, защит, блокировок и сигнализации, которые установлены на электротехническом оборудовании. Умеет излагать информацию технического характера при составлении служебных документов. Обладает навыками работы по монтажу и наладки электротехнических устройств и оборудования.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задачи. Курсовая работа
ПК-4	Использовать основное оборудование трансформаторных подстанций и элементы релейной защиты электрооборудования. Демонстрирует навыки составления планов развития систем электроэнергетики на кратко- и среднесрочную перспективы в соответствии с поставленными задачами. Обладает навыками работы с основным электротехническим оборудованием.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задачи. Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся дает полный исчерпывающий ответ, демонстрирует хорошие знания электроэнергетических систем промышленных предприятий, глубокое понимание предмета «электроэнергетика».	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемой электропривода. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний электрооборудования промпредприятий, но допускает незначительные погрешности при	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные

	ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	результаты связаны с базовыми понятиями в области электропривода. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся лекционный материал освоил слабо, при рассмотрении схем релейной автоматики путается в названиях реле. При ответах на вопросы требует постоянных подсказок экзаменатора.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не усвоил значительную часть дисциплины «электроэнергетика», не может ответить на вопросы без помощи экзаменатора, плохо ориентируется в схемах релейной автоматики.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя.

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 3	
1	Техника высоких напряжений.
2	Понятие о блуждающих токах.
3	Перенапряжения и молниезащита.
4	Искусственные и естественные заземлители.
5	Устройство защитного отключения.
6	Типы схем заземления.
7	Режимы работы нейтралей в системах электроснабжения: - с изолированной нейтралью; - с глухозаземленной нейтралью; - с компенсированной нейтралью.
8	Повышение коэффициента мощности электроустановок.
9	Измерение мощности в цепи трехфазного тока.
10	Конструкция и схемы соединения конденсаторных батарей.
11	Компенсация реактивной мощности при резкопеременных нагрузках.
12	Регулирование мощности компенсирующих устройств.
13	Способы компенсации реактивной мощности.
14	Параметры режимов электрических систем.
15	Баланс активных и реактивных мощностей.
16	Особенности схем электрического освещения.
17	Выбор сечений проводников по экономической плотности тока.
18	Выбор электрических сетей по потере напряжения.
19	Особенности расчета сетей напряжением более 35 кВ.
20	Расчет электрических сетей напряжением менее 35 кВ.
21	Токопроводы и шинопроводы.
22	Воздушные и кабельные линии.
23	Характерные повреждения силовых трансформаторов.
24	Трансформаторы тока и напряжения.
25	Конструктивное исполнение ТП и распределительных устройств.
26	Параллельная работа трансформаторов.
27	Группы соединения обмоток трансформатора.
28	Цеховые трансформаторные подстанции.
29	Схемы подстанций глубокого ввода.
30	Схемы главных понижающих подстанций.

31	Выбор трансформаторных подстанций (ТП).
32	Подстанции промышленных предприятий.
33	Расчет электрических нагрузок.
34	Коэффициенты, характеризующие режимы работы нагрузок.
35	Графики электрических нагрузок.
36	Типы схем распределения электроэнергии.
37	Графическое обозначение элементов в электрических цепях.
38	Категории потребителей по надежности электроснабжения.
39	Классификация потребителей электроэнергии.
40	Схема электроснабжения промышленного района.
41	Шкалы номинальных напряжений.
42	Состав и режимы работы энергосистемы.
Курс 4	
43	Автоматическое повторное включение.
44	Автоматическое включение резерва.
45	Защита трансформаторов подстанций.
46	Элементы релейной защиты.
47	Параметры релейной защиты.
48	Влияние качества электроэнергии на работу потребителей.
49	Основные показатели качества электроэнергии.
50	Коммутационная аппаратура напряжением менее 1 кВ.
51	Коммутационная аппаратура напряжением более 1 кВ.
52	Методы ограничения токов КЗ.
53	Расчет токов КЗ в именованных единицах.
54	Расчет токов КЗ в относительных единицах.
55	Термическое действие токов КЗ.
56	Электродинамическое действие токов КЗ.
57	Виды коротких замыканий (КЗ). Однофазное КЗ.
58	Контрольно-измерительная аппаратура в системе электроснабжения.
59	Автоматическая разгрузка по частоте и току.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определить сечение трехфазной воздушной линии для передачи мощности 30 кВт. Напряжение $U=380$ В, допустимые потери напряжения $\Delta U \approx 5\%$, длина линии $l=250$ м, $\cos\varphi=0,8$. Провода медные ($\gamma=57$ Н/(Ом*мм²)).

2. Вольтметр на 100 В со шкалой на 100 делений подключен ко вторичной обмотке трансформатора напряжения с $U_{ном}=6000$ В.

3. Определить напряжение сети, если стрелка прибора остановилась на 96 делении. Нарисовать схему включения трансформатора напряжения.

4. Нарисовать схему ограничения токов короткого замыкания с реактором и трансформатором, подключенным к шине 6 кВ.

Для электроустановки напряжением до 1 кВ нарисовать систему заземления TN-S с подключенной нагрузкой.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 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»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☒ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться списком разрешенных формул;

Время на подготовку ответа по билету 30 минут.

В течение семестра выполняются контрольные работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Ушаков, В. Я.	Современные проблемы электроэнергетики	Томск: Томский политехнический университет	2014	http://www.iprbookshop.ru/34715.html
Синюкова, Т. В.	Электроснабжение	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2013	http://www.iprbookshop.ru/22950.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
В.И. Королев	Расчет мощностей электропривода БКСМ методом тяговых усилий [Текст]: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2010	http://nizrp.narod.ru/mu2736.pdf

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://engenegr.ru/oks/elektrotehnika>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional 2013

MicrosoftWindows 8

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска