



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет

Кафедра микропроцессорных средств автоматизации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Электрические станции и подстанции 2»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы бакалавриата:

Электроснабжение

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации

Форма обучения:

очная

Курс: 4

Семестр(ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4

ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

144

ч

Виды контроля:

Экзамен: —
Диф. зачёт: 7 семестр

Курсовой проект: —
Курсовая работа: —

Учебно-методический комплекс дисциплины «Электрические станции и подстанции 2» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «03» сентября 2015 г. номер приказа «955» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;

- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённой «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённого «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Диагностика и надёжность электротехнических и электроэнергетических систем, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Электроснабжение, Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Производственное оборудование и его эксплуатация, Автоматизация проектирования, Энергоснабжение, Информационное обеспечение систем управления, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии, Микропроцессорные средства автоматизации в электроэнергетике, Средства автоматизации и управления, Электроэнергетическое оборудование, Электроэнергетические системы и сети.

Разработчики	канд. техн. наук (ученая степень, звание)	 (подпись)	А.В. Ромодин (инициалы, фамилия)
		 (подпись)	И.С. Калинин (инициалы, фамилия)
Рецензент	д-р техн. наук, доц. (ученая степень, звание)	 (подпись)	В.П. Казанцев (инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «06» сентября 2017 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой, ведущей дисциплину	канд. техн. наук, доц. (ученая степень, звание)	 (подпись)	А.Б. Петроченков (инициалы, фамилия)
--	--	---	---

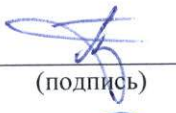
Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «14» 09 2017 г., протокол № 4.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

канд. техн. наук, доц. (ученая степень, звание)	 (подпись)	А.Л. Гольдштейн (инициалы, фамилия)
--	---	--

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой МСА

канд. техн. наук, доц. (ученая степень, звание)	 (подпись)	А.Б. Петроченков (инициалы, фамилия)
--	---	---

Начальник управления образовательных программ

канд. техн. наук, доц. (ученая степень, звание)	 (подпись)	Д.С. Репецкий (инициалы, фамилия)
--	---	--------------------------------------

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины— освоение дисциплинарных компетенций в области разработки и проектирования схем вторичных соединений и конструктивной части распределительных устройств электрических станций и подстанций.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет части следующих компетенций:

- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- изучение принципов разработки и основ проектирования схем вторичных соединений электрических станций и подстанций, конструкций распределительных устройств, критериев выбора электрооборудования вторичных цепей;
- формирование умений разработки схем вторичных соединений электрических станций и подстанций, выбора электрооборудования вторичных цепей;
- формирование навыков использования справочной и нормативно-технической литературы по разработке схем вторичных соединений электрических станций и подстанций, работы с типовыми программными комплексами по проектированию электрических схем.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- схемы вторичных соединений электрических станций и подстанций;
- основное и вспомогательное электрооборудование схем вторичных соединений электрических станций и подстанций, режимы работы и условия выбора такого оборудования;
- конструкции распределительных устройств основных электрических станций и подстанций;
- нормативно-техническая документация в области разработки и проектирования схем вторичных соединений электрических станций и подстанций, конструкций распределительных устройств основных электрических станций и подстанций.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Электрические станции и подстанции 2» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) и является дисциплиной по выбору студентов при освоении ОПОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки «Электроснабжение».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

- **знать:**
 - виды систем оперативного тока, их назначение и требования к ним;
 - основные понятия и принципы построения систем управления, контроля и сигнализации;
 - типовые схемы систем управления, контроля и сигнализации;
 - принципы монтажа и маркировки вторичных цепей;
 - основные понятия, принципы сооружения и характерные особенности конструкций распределительных устройств, требования к ним;
 - состав и критерии выбора электрооборудования систем питания оперативных цепей электрических станций и подстанций;
 - устройство, особенности и указания к применению типовых схем питания оперативных цепей;

– состав и критерии выбора электрооборудования систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций;

– устройство, особенности и типовые решения по разработке электрических схем систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций;

• **уметь:**

– проводить сравнительный анализ решений, обосновывать принятые решения и полученные результаты по основным разделам проекта вторичных цепей электрических станций и подстанций;

– использовать типовые электрические схемы при разработке разделов проекта вторичных цепей электрических станций и подстанций.

– проводить выбор электрооборудования систем питания оперативных цепей электрических станций и подстанций;

– проводить выбор электрооборудования систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций;

– разрабатывать электрические схемы питания оперативных цепей на основе типовых схем;

– разрабатывать электрические схемы питания систем управления, контроля и сигнализации на основе типовых схем;

• **владеть:**

– навыками проектирования вторичных цепей электрических станций и подстанций с использованием типовых программных комплексов по проектированию электрических схем;

– навыками использования справочной и нормативно-технической литературы по проектированию вторичных цепей электрических станций и подстанций.

– навыками разработки электрических схем питания оперативных цепей и схем систем управления, контроля и сигнализации с использованием типовых программных комплексов по проектированию электрических схем;

– навыками использования справочной и нормативно-технической литературы по выбору электрооборудования систем питания оперативных цепей, систем управления, контроля и сигнализации; разработке электрических схем питания оперативных цепей и схем систем управления, контроля и сигнализации.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Электроэнергетическое оборудование, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Электроснабжение, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Организация и планирование производств в электро-технике и электроэнергетике, Информационное обеспечение систем управления

ПК-4	Способность проводить обоснование проектных решений	Электроэнергетическое оборудование, Электрические станции и подстанции 1, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Организация и планирование производств в электроэнергетике и электротехнике
------	---	---	---

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-3, ПК-4.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код	Формулировка компетенции
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-3.Б1.ДВ.05.2	Способность принимать участие в проектировании объектов электроэнергетики, формировать основные разделы проекта вторичных цепей электрических станций и подстанций; работать над основными разделами проекта вторичных цепей электрических станций и подстанций, конструктивной части распределительных устройств.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – виды систем оперативного тока, их назначение и требования к ним; – основные понятия и принципы построения систем управления, контроля и сигнализации; – типовые схемы систем управления, контроля и сигнализации; – принципы монтажа и маркировки вторичных цепей; – основные понятия, принципы сооружения и характерные особенности конструкций распределительных устройств, требования к ним.	Лекции. Самостоятельная работа студентов.	Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: – проводить сравнительный анализ решений, обосновывать принятые решения и полученные результаты по основным разделам проекта вторичных цепей электрических станций и подстанций; – использовать типовые электрические схемы при разработке разделов проекта вторичных цепей электрических станций и подстанций.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Типовые задания к практическим занятиям. Практические задания к контрольным работам для промежуточного контроля.

Владеет: – навыками проектирования вторичных цепей электрических станций и подстанций с использованием типовых программных комплексов по проектированию электрических схем; – навыками использования справочной и нормативно-технической литературы по проектированию вторичных цепей электрических станций и подстанций.	Практические занятия. Лабораторные занятия. Самостоятельная работа студентов.	Типовые задания к практическим занятиям. Типовые задания к лабораторным работам.
--	---	---

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код	Формулировка компетенции
ПК-4	Способность проводить обоснование проектных решений

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-4. Б1.ДВ.05.2	Способность проводить обоснование проектных решений при выборе состава оборудования вторичных цепей, разработке схем вторичных соединений электрических станций и подстанций.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – состав и критерии выбора электрооборудования систем питания оперативных цепей электрических станций и подстанций; – устройство, особенности и указания к применению типовых схем питания оперативных цепей; – состав и критерии выбора электрооборудования систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций; – устройство, особенности и типовые решения по разработке электрических схем систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций.	Лекции. Самостоятельная работа студентов.	Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: – проводить выбор электрооборудования систем питания оперативных цепей электрических станций и подстанций; – проводить выбор электрооборудования систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций; – разрабатывать электрические схемы питания оперативных цепей на основе типовых схем; – разрабатывать электрические схемы питания систем управления, контроля и сигнализации на основе типовых схем.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Типовые задания к практическим занятиям. Практические задания к контрольным работам для промежуточного контроля.
Владеет: – навыками разработки электрических схем питания оперативных цепей и схем систем управления, контроля и сигнализации с использованием типовых программных комплексов по	Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.	Типовые задания к практическим занятиям. Типовые задания к лабораторным

проектированию электрических схем; – навыками использования справочной и нормативно-технической литературы по выбору электрооборудования систем питания оперативных цепей, систем управления, контроля и сигнализации; разработке электрических схем питания оперативных цепей и схем систем управления, контроля и сигнализации.		работам.
--	--	----------

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		7 семестр	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная) работа	68	68
	- лекции (Л)	14	14
	- практические занятия (ПЗ)	18	18
	- лабораторные работы (ЛР)	36	36
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
	- изучение теоретического материала	26	26
	- расчётно-графические работы	–	–
	- курсовой проект	–	–
	- курсовая работа	–	–
	- реферат	–	–
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)	37	37
	- подготовка отчетов по лабораторным работам (практическим занятиям)	9	9
	- индивидуальные задания	–	–
	- другие виды самостоятельной работы (указать, какие)	–	–
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: диф. зачет	–	–
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	144	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4	4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- пли- ны	Номер темы дисцип- лины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудо- ёмкость, ч / 3Е
			аудиторная работа				КСР	итого- вый кон- троль	само- стоя- тель- ная рабо- та	
			все- го	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	0,5	0,5	–	–	–	–	–	0,5
		1	0,5	0,5	–	–	–	–	1	1,5
		2	5	1	4	–	–	–	3	8
		3	5	1	4	–	–	–	3	8
	Итого по моду- лю:		11	3	8	–	1	–	7	19 / 0,53
2	2	4	1	1	–	–	–	–	1	2
		5	1	1	–	–	–	–	1	2
		6	1	1	–	–	–	–	1	2
		7	5	1	4	–	–	–	2	7
		8	16	2	2	12	–	–	11	27
		9	16	2	2	12	–	–	11	27
		10	–	–	–	–	–	–	4	4
		11	16	2	2	12	–	–	11	27
		12	0,5	0,5	–	–	–	–	1	1,5
	Итого по моду- лю:		56,5	10,5	10	36	2	–	43	101,5 / 2,82
3	3	13	–	–	–	–	–	–	2	2
		14	–	–	–	–	–	–	4	4
		15	–	–	–	–	–	–	4	4
		16	–	–	–	–	–	–	4	4
		17	–	–	–	–	–	–	4	4
		18	–	–	–	–	–	–	4	4
		Заключе- ние	0,5	0,5	–	–	–	–	–	0,5
	Итого по моду- лю:		0,5	0,5	–	–	1	–	22	23,5 / 0,65
Промежуточная аттеста- ция			–	–	–	–	–	–	– / –	
Всего:			68	14	18	36	4	–	72	144 / 4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Оперативный ток на электрических станциях и подстанциях.

Л – 3 часа, ПЗ – 8 часов, СРС – 7 часов, КСР – 1 час

Раздел 1. Оперативный ток на электрических станциях и подстанциях.

Введение. Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины и определения.

Тема 1. Классификация систем оперативного тока.

Классификация и область применения систем оперативного тока, требования к ним.

Тема 2. Системы постоянного оперативного тока.

Классификация и режимы работы стационарных аккумуляторных батарей, схемы подключения аккумуляторных установок. Методики выбора аккумуляторных батарей – расширенная и упрощенная. Выбор зарядных агрегатов. Распределение постоянного оперативного тока.

Тема 3. Системы переменного оперативного тока.

Особенности питания вторичных цепей переменным оперативным током. Схемы питания оперативных цепей от трансформаторов напряжения и трансформаторов собственных нужд. Схема комбинированного блока питания с трансформаторами напряжения и тока. Схемы типовых блоков питания.

Модуль 2. Управление, контроль и сигнализация на электрических станциях и подстанциях.

Л – 10,5 часов, ПЗ – 10 часов, ЛР – 36 часов, СРС – 43 часа, КСР – 2 часа

Раздел 2. Управление, контроль и сигнализация на электрических станциях и подстанциях.

Тема 4. Назначение систем управления, контроля и сигнализации.

Основные понятия систем управления. Основные понятия систем контроля. Основные понятия систем сигнализации. Структурная схема взаимосвязей вспомогательных систем, человека-оператора и управляемого объекта. Назначение систем управления, контроля и сигнализации. Функции систем управления. Функции систем контроля. Функции систем сигнализации. Отличия систем управления от диспетчерского управления.

Тема 5. Принципы построения систем управления, контроля и сигнализации.

Структура систем управления. Формы организационной структуры оперативного управления. Цеховая структура оперативного управления, примеры. Блочная структура оперативного управления, примеры. Централизованная структура оперативного управления, примеры. Принципы построения систем управления. Пример схемы цепей управления. Структура систем контроля. Принципы построения систем контроля. Пример схемы цепей контроля. Структура систем сигнализации. Принципы построения систем сигнализации. Пример схемы сигнализации.

Тема 6. Щиты управления.

Назначение щитов управления. Выбор типа щитов управления в зависимости от типа электростанции, мощности электростанции и структуры ее оперативного управления. Внешний вид щитов управления. Расположение и конфигурация панелей и пультов на щитах управления. Главный щит управления. Функции главного щита управления. Примеры вариантов расположения панелей на главном щите управления. Аппараты управления на щитах управления. Помещения для щитов управления и основные требования для помещений щитов управления. Расположение щитов управления в зависимости от форм организационной структуры оперативного управления.

Тема 7. Контрольно-измерительные приборы.

Назначение контрольно-измерительных приборов. Типы контрольно-измерительных приборов. Условные графические обозначения основных типов контрольно-измерительных приборов. Структурная схема контрольно-измерительных систем. Контрольно-измерительные приборы для различных частей станций (линий электропередачи, трансформаторов, шин и др.).

Тема 8. Сигнализация.

Сигнализация положения коммутационных аппаратов. Условные графические обозначения на схемах сигнализаций. Реализация сигнализации положения коммутационных аппаратов на примере сигнализации положения разъединителя и ее принцип действия. Реализация сигнализации положения коммутационных аппаратов на примере сигнализации положения выключателя и ее действие. Пример схемы сигнализации положения выключателя при использовании релейной защиты.

Сигнализация аварийного отключения выключателей. Принцип построения сигнализации аварийного отключения выключателей. Реализация аварийной сигнализации отключения выключателя на примере схемы аварийной сигнализации с реле РИС-Э2М и ее принцип действия.

Предупреждающая сигнализация. Принцип построения предупреждающей сигнализации. Реализация предупреждающей сигнализации на примере схемы управления и сигнализации выключателя с ключом ПМОВФ и ее принцип действия.

Тема 9. Блокировка.

Понятия блокировки. Основные назначения блокировки. Основные виды блокировки.

Блокировка безопасности. Назначения блокировки безопасности. Виды блокировок безопасности. Пример схемы блокировки безопасности.

Оперативные блокировки. Назначение оперативной блокировки. Виды оперативных блокировок. Реализация блокировки безопасности на примере схемы механической замковой блокировки разъединителей и ее принцип действия. Реализация блокировки безопасности на примере схемы электромагнитной блокировки разъединителей и ее принцип действия.

Назначение блокировки от многократных включений. Принципиальная схема устройства блокировки от многократного включения.

Тема 10. Ключи управления.

Устройство ключей управления. Особенности устройства ключей управления. Устройство ключа управления на примере ключа серии ПМОВ-222555/1Д62. Диаграмма и схема ключа ПМОВ-222555/1Д62. Основные типы ключей, применяемых в электроустановках.

Тема 11. Дистанционное управление выключателями и разъединителями.

Основные требования к системам дистанционного управления выключателями и разъединителями. Реализация команд в системе диспетчерского и технологического управления.

Основные свойства выключателя с электромагнитным приводом. Пример схемы управления выключателем с электромагнитным приводом и ее действие.

Основные свойства воздушных выключателей. Пример схемы дистанционного трехфазного управления воздушным выключателем.

Пример схемы управления разъединителем на постоянном и переменном токе. Примеры схем управления отделителями и короткозамыкателями.

Тема 12. Принцип монтажа и маркировки вторичных цепей.

Основные этапы осуществления монтажа вторичных цепей. Понятия монтажных схем вторичных цепей. Виды маркировок. Смысловая маркировка. Цифровая маркировка. Смешанная маркировка.

Модуль 3. Конструкции распределительных устройств.

Л – 0,5 часа, СРС – 22 часа, КСР – 1 час

Раздел 3. Конструкции распределительных устройств.

Тема 13. Понятие распределительного устройства.

Понятие конструкции распределительного устройства. Классификация конструкций РУ по классу напряжения, месту расположения, типу компоновки.

Тема 14. Общие требования и основные принципы сооружения РУ.

Способы обеспечения требований к конструкциям РУ (надежность, безопасность, ремонтопригодность, экономичность). Виды РУ (закрытые и открытые). Преимущества и недостатки конструкций открытых и закрытых РУ. Правила устройства РУ. Основные размеры конструкций РУ. Обеспечение безопасности обслуживания и локализации аварий в распределительных устройствах.

Тема 15. Характерные особенности конструкций открытых распределительных устройств (ОРУ) напряжением 110–1150 кВ.

Принципы расстановки основного оборудования РУ. Опорные конструкции и подвесные системы. Опорные, подвесные и проходные изоляторы. Токоведущие части ОРУ. Область применения ОРУ. Преимущества и недостатки различных типов ОРУ. Понятие ошиновки. Виды ошиновки. Сравнительный анализ гибкой и жесткой ошиновки. Конструкции ОРУ по схемам «Две рабочие и обходная система шин», «3/2» и «4/3».

Тема 16. Характерные особенности конструкций закрытых распределительных устройств (ЗРУ) напряжением 6–220 кВ.

Размещение основного оборудования в ЗРУ. Область применения ЗРУ. Преимущества и недостатки различных типов ЗРУ.

Тема 17. Комплектные РУ (КРУ) 6–500 кВ.

Комплектные распределительные устройства (КРУ) 6–500 кВ внутренней и наружной установки с воздушной и элегазовой изоляцией. Классификации КРУ. Ячейки КРУ, элегазовые комплектные распределительные устройства (КРУЭ) и камеры сборные одностороннего обслуживания (КСО). Преимущества и недостатки КРУ, КРУЭ, КСО. Особенности конструкций. Области применения.

Тема 18. Комплектные трансформаторные подстанции (КТП).

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП), блочные комплектные трансформаторные подстанции (КТПБ), модульные комплектные трансформаторные подстанции (КТПМ), бетонные комплектные трансформаторные подстанции (БКТП), подстанции киоскового типа. Достоинства и недостатки комплектных подстанций различных конструкций.

Заключение.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
3	2	Выбор оборудования и расчет режимов работы цепей постоянного оперативного тока
4	3	Выбор оборудования и расчет режимов работы цепей переменного оперативного тока
5	7	Выбор контрольно-измерительных приборов
7	8	Разработка схемы сигнализации
8	9	Разработка схемы блокировки
9	11	Разработка схемы дистанционного управления

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	8	Реализация схем сигнализации в среде <i>LabVIEW</i>
2	9	Реализация схем блокировки в среде <i>LabVIEW</i>
3	11	Реализация схем дистанционного управления в среде <i>LabVIEW</i>
4	8	Реализация схем сигнализации в среде <i>Multisim</i>
5	9	Реализация схем блокировки в среде <i>Multisim</i>
6	11	Реализация схем дистанционного управления в среде <i>Multisim</i>
7	8	Реализация схем сигнализации в среде <i>Vijeo Citect</i>
8	9	Реализация схем блокировки в среде <i>Vijeo Citect</i>
9	11	Реализация схем дистанционного управления в среде <i>Vijeo Citect</i>

4.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект не предусмотрен.

4.6. Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.7. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
2	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	3
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
3	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	3
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
4	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
5	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
6	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
7	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	2
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
8	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	8
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	3
9	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	8

	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	3
10	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	—
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	—
11	Самостоятельное изучение теоретического материала.	—
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	8
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	3
12	Самостоятельное изучение теоретического материала.	—
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	—
13	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	—
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	—
14	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	—
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	—
15	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	—
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	—
16	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	—
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	—
17	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	—
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	—
18	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	—
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	—
	Итого: в ч / в ЗЕ	72 / 2

5.2 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Модуль 3. Конструкции распределительных устройств.

Раздел 3. Конструкции распределительных устройств.

Тема 13. Понятие распределительного устройства.

Понятие конструкции распределительного устройства. Классификация конструкций РУ по классу напряжения, месту расположения, типу компоновки.

Тема 14. Общие требования и основные принципы сооружения РУ.

Способы обеспечения требований к конструкциям РУ (надежность, безопасность, ремонтпригодность, экономичность). Виды РУ (закрытые и открытые). Преимущества и недостатки конструкций открытых и закрытых РУ. Правила устройства РУ. Основные размеры конструкций РУ. Обеспечение безопасности обслуживания и локализации аварий в распределительных устройствах.

Тема 15. Характерные особенности конструкций открытых распределительных устройств (ОРУ) напряжением 110–1150 кВ.

Принципы расстановки основного оборудования РУ. Опорные конструкции и подвесные системы. Опорные, подвесные и проходные изоляторы. Токоведущие части ОРУ. Область применения ОРУ. Преимущества и недостатки различных типов ОРУ. Понятие ошиновки. Виды ошиновки. Сравнительный анализ гибкой и жесткой ошиновки. Конструкции ОРУ по схемам «Две рабочие и обходная система шин», «3/2» и «4/3».

Тема 16. Характерные особенности конструкций закрытых распределительных устройств (ЗРУ) напряжением 6–220 кВ.

Размещение основного оборудования в ЗРУ. Область применения ЗРУ. Преимущества и недостатки различных типов ЗРУ.

Тема 17. Комплектные РУ (КРУ) 6–500 кВ.

Комплектные распределительные устройства (КРУ) 6–500 кВ в.у.т.р. и наружной установки с воздушной и элегазовой изоляцией. Классификации КРУ. Ячейки КРУ, элегазовые комплектные распределительные устройства (КРУЭ) и камеры сборные одностороннего обслуживания (КСО). Преимущества и недостатки КРУ, КРУЭ, КСО. Особенности конструкций. Области применения.

Тема 18. Комплектные трансформаторные подстанции (КТП).

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП), блочные комплектные трансформаторные подстанции (КТПБ), модульные комплектные трансформаторные подстанции (КТПМ), бетонные комплектные трансформаторные подстанции (БКТП), подстанции киоскового типа. Достоинства и недостатки комплектных подстанций различных конструкций.

5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области разработки и проектирования схем вторичных соединений электрических станций и подстанций, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, программных комплексов по проектированию схем вторичных соединений, навыков выполнения графической части проектов и оформления технической документации.

Проведение лабораторных и практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме текущего тестирования для анализа усвоения материала предыдущей лекции. Средствами контроля являются тестовые вопросы для текущего контроля.

6.2 Промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в форме промежуточного тестирования и промежуточной контрольной работы с практическими заданиями. Средствами оценки являются тестовые вопросы для промежуточного контроля и практические задания к контрольным работам.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

6.3.1 Зачёт

Оценка за дифференцированный зачёт выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и при выполнении заданий всех практических и лабораторных работ, а также самостоятельной работы.

6.3.2 Экзамен

Не предусмотрен.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, промежуточного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТТ	ПТ	КР	ПЗ	ЛР	Диф. зачет
Знает:						
виды систем оперативного тока, их назначение и требования к ним	+	+				
основные понятия и принципы построения систем управления, контроля и сигнализации	+	+				
типовые схемы систем управления, контроля и сигнализации	+	+				
принципы монтажа и маркировки вторичных цепей	+	+				
основные понятия, принципы сооружения и характерные особенности конструкций распределительных устройств, требования к ним	+	+				
состав и критерии выбора электрооборудования систем питания оперативных цепей электрических станций и подстанций	+	+				
устройство, особенности и указания к применению типовых схем питания оперативных цепей	+	+				
состав и критерии выбора электрооборудования систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций	+	+				
устройство, особенности и типовые решения по разработке электрических схем систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций.	+	+				
Умеет:						
проводить сравнительный анализ решений, обосновывать принятые решения и полученные результаты по основным разделам проекта вторичных цепей электрических станций и подстанций;				+		+

использовать типовые электрические схемы при разработке разделов проекта вторичных цепей электрических станций и подстанций.				+		+
проводить выбор электрооборудования систем питания оперативных цепей электрических станций и подстанций;			+	+		+
проводить выбор электрооборудования систем управления, контроля и сигнализации электрических станций и подстанций;			+	+		+
разрабатывать электрические схемы питания оперативных цепей на основе типовых схем;			+	+		+
разрабатывать электрические схемы питания систем управления, контроля и сигнализации на основе типовых схем.			+	+		+
Владеет:						
навыками проектирования вторичных цепей электрических станций и подстанций с использованием типовых программных комплексов по проектированию электрических схем;					+	+
навыками использования справочной и нормативно-технической литературы по проектированию вторичных цепей электрических станций и подстанций.				+	+	+
навыками разработки электрических схем питания оперативных цепей и схем систем управления, контроля и сигнализации с использованием типовых программных комплексов по проектированию электрических схем;					+	+
навыками использования справочной и нормативно-технической литературы по выбору электрооборудования систем питания оперативных цепей, систем управления, контроля и сигнализации; разработке электрических схем питания оперативных цепей и схем систем управления, контроля и сигнализации.				+	+	+

Примечание:

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

ПТ – промежуточное тестирование по модулю (контроль знаний);

КР – промежуточная контрольная работа по модулю с практическими заданиями (оценка умений);

ПЗ – выполнение практических занятий (оценка умений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения).

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

[illegible]

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДР.05.2 Электрические станции и подстанции 2	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины)							
(индекс и полное название дисциплины)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> ☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> ☐ обязательная ☒ по выбору студента </td> </tr> </table>	☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла	☐ обязательная ☒ по выбору студента					
☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла	☐ обязательная ☒ по выбору студента							
13.03.02 (код направления подготовки / специальности)	«Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» (полное название направления подготовки / специальности)							
ЭЭ / ЭС (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> специалист бакалавр магистр		x		Форма обучения: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td></tr> </table> очная заочная очно-заочная	x	x	
x								
x								
x								
2016 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр(-ы): <u>7</u>	Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>25</u>						

1. Калинин Иван Сергеевич, старший преподаватель, ЭТФ
кафедра МСА, тел.: 239 18 22
2. Трушников Кирилл Павлович, ассистент, ЭТФ
кафедра МСА, тел.: 239 18 22

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник : учебное пособие для вузов / Г. Н. Ополева .— Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2009 .— 479 с	16
2	Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учебник для среднего профессионального образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова .— 5-е изд., стер .— М. : Академия, 2008 .— 447 с.	20
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Электротехнический справочник : в 4 т. / Московский энергетический институт; Под ред. В. Г. Герасимова .— 9-е изд., стер .— Москва : Изд-во МЭИ, 2003 . Т. 2: Электротехнические изделия и устройства / Э. Т. Ларина [и др.] ; Под ред. А. И. Попова .— 2003 .— 517 с.; 2007	34
2	Электротехнический справочник : в 4 т. / Московский энергетический институт; Под ред. В. Г. Герасимова .— 8-е изд., стер .— М. : Изд-во МЭИ, 2002 . Т. 3: Производство, передача и распределение электрической энергии .— 2002 .— 963 с.; 2004; 2009	39
3	Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций : справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : учебное пособие для вузов / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков .— 5-е изд., стер .— Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2013 .— 607 с.	3
2.2 Периодические издания		
	Не используются.	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	СТО 56947007-29.240.30.010-2008. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 КВ. Типовые решения (электронное издание)	Консультант Плюс
2	СТО 56947007-29.240.30.047-2010. Рекомендации по применению типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций 35 – 750 кВ (электронное издание)	Консультант Плюс
3	СТО 56947007-29.240.10.028-2009. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС) (электронное издание)	Консультант Плюс
2.4 Официальные издания		
	Не используются.	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	
---	--	--

Основные данные об обеспеченности на

_____ (дата составления рабочей программы)

основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

_____ (дата составления рабочей программы)

основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

88.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	ЛР	Microsoft Office Visio Professional 2007	41786522	Программный комплекс предназначен для построения схем с выбором встроенных наборов элементов.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

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

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория моделирования объектов и систем автоматического управления	кафедра МСА	100	38	12

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Системный блок с монитором	12	Оперативное управление	100

Лист регистрации изменений

№ г.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		