



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Чайковский филиал  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
*Н.В. Лобов*

«*07*» *09* 20*20*г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Цифровые подстанции  
(наименование)

Форма обучения: очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

Направленность: Электроснабжение  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

**Цель** учебной дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций в области передачи и распределения электрической энергии, автоматизации и эксплуатации энергосистем, энергосбережения.

**Задачи** изучения дисциплины:

- изучение устройства подстанций с высокой степенью автоматизации;
- изучение первичного и вторичного подстанционного оборудования с высокой степенью автоматизации;
- изучение основ проектирования и расчета подстанций с высокой степенью автоматизации;
- формирование умения самостоятельного анализа, расчета и проектирования состава, состояния и режимов работы подстанций с высокой степенью автоматизации.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные направления цифровизации в электроэнергетике;
- архитектура подстанций с высокой степенью автоматизации;
- интеллектуальное первичное оборудование;
- интеллектуальное вторичное оборудование;
- технологическая шина подстанций с высокой степенью автоматизации;
- информационные связи подстанций с высокой степенью автоматизации.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
<b>ПК-2.1.</b> Способность рассчитывать схемы и режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры		
Знает: схемы цифровых подстанций, состав интеллектуального первичного и вторичного оборудования.	<b>ИД-1</b> ПК-2.1 <b>Знает</b> основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электро-энергетических установок различного назначения.	Зачет
Умеет: проектировать схемы первичного и вторичного оборудования цифровых подстанций.	<b>ИД-2</b> ПК-2.1 <b>Умеет</b> проектировать схемы, электротехнические и электро-энергетические установки.	Защита лабораторной работы
Владеет навыками: расчета схем и режимов работы первичного и вторичного оборудования цифровых подстанций.	<b>ИД-3</b> ПК-2.1 <b>Владеет навыками</b> расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок.	Защита лабораторной работы
<b>ПК-2.3.</b> Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования		
Знает: состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного	<b>ИД-1</b> ПК-2.3 <b>Знает</b> состав, этапы, последовательность и особенности	Зачет

обследования и проектирования первичного и вторичного оборудования цифровых подстанций в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.	предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.	
Умеет: применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования первичного и вторичного оборудования цифровых подстанций в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.	<b>ИД-2</b> пк-2.3 <b>Умеет</b> применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.	Защита лабораторной работы
Владеть навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования первичного и вторичного оборудования цифровых подстанций в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	<b>ИД-3</b> пк-2.3 <b>Владет навыками</b> использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: 1.1. Контактная аудиторная работа, из них:	50	50
- лекции (Л)	20	20
- лабораторные работы (ЛР)	26	26
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	-	-

- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа	-	-
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	56	56
2. Промежуточная аттестация	2	2
Экзамен	-	-
Дифференцированный зачет	-	-
Зачет/контактная работа	2	2
Курсовой проект (КП)	-	-
Курсовая работа (КР)	-	-
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
<b>Раздел 1. Основные направления цифровизации в электроэнергетике.</b> Введение. Тема 1. Новая парадигма функционирования и развития электроэнергетики в условиях цифровизации Тема 2. Современные методы управления оборудованием объектов электроэнергетики Тема 3. Требования, принципы и инструменты, используемые в цифровых системах управления электрическим оборудованием энергетических систем. Тема 4. Современные условия эксплуатации и обслуживания оборудования подстанций.	4	-	-	4
<b>Раздел 2. Принципы построения цифровой подстанции.</b> Тема 5. Архитектура цифровой подстанции. Общие и базовые принципы построения. Функциональное резервирование и самодиагностика оборудования. Основы обеспечения электромагнитной совместимости и информационной безопасности. Типовые решения в части оборудования и протоколов передачи данных, гарантированное время передачи сигналов.. Программное, информационное и метрологическое обеспечение. Тема 6. Идентификация технологических систем подстанций. История и пакеты обобщенной информационной модели СИМ (CommonInformationModel). Перечень иерархия классов модели каталога типов и моделей оборудования. Модель иерархии оборудования подстанции. Идентификация распределительного устройства и его функциональных групп. Идентификация трансформаторных	8	12	-	24

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
функциональных групп. Тема 7. Обзор существующих тенденций при построении цифровой подстанции.				
<b>Раздел 3. Проектирование цифровых подстанций.</b> Тема 8. Основы стандарта МЭК-61850. Содержание глав стандарта. Отличительные особенности стандарта МЭК 61850 по сравнению с другими протоколами обмена данными. Тема 9. Организация информационного обмена с шиной подстанции. Передача данных на верхний уровень по протоколу MMS. Передача данных посредством GOOSE сообщений. Передача мгновенных значений тока и напряжения. Файлы спецификации и конфигурации подстанции SSD, SCD. Выбор и проверка оборудования цифровых подстанций.	8	14	-	28
<b>ИТОГО по 8-му семестру</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>56</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>56</b>

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
	Не предусмотрены

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1.	Интеллектуальное первичное оборудование
2.	Интеллектуальное вторичное оборудование
3.	СИМ-модели в электроэнергетике
4.	Функции, логические узлы, логические интерфейсы, уровни цифровых подстанций
5.	Протоколы передачи данных МЭК 61850 «Сети и системы связи на подстанциях»
6.	Создание файлов спецификации и конфигурации подстанции SSD, SCD с применением системных конфигураторов

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся 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 обучающихся на достижение

целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. 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 лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. 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.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Сажнев. А.М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие / А.М. Сажнев. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт,2018. –139с.	3
2	Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. 797с.	7
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Ананичева С. С., Мезенцев П. Е., Мызин А. Л. Электроэнергетические системы и сети: модели развития : учебное пособие для вузов. Москва Екатеринбург: Юрайт: Изд-во УрФУ, 2019. 148 с. 9,25 усл. печ. л.	6
<b>2.2. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используются.	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используются.	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используются.	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы ЭБС	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Валеев, И. М. Концепция управления цифровыми подстанциями будущего : учебное пособие / И. М. Валеев, В. Г. Макаров. — Казань : КНИТУ, 2019. — 152 с. — ISBN978-5-7882-2587-6. — Текст : электронный	<a href="https://e.lanbook.com/book/166160">https://e.lanbook.com/book/166160</a>	авторизованный доступ
Основная литература	Цифровой переход в электроэнергетике России 2018. Электронный ресурс:	[ <a href="https://energiavita.ru/2017/09/16/cifrovoy-perekhod-v-ehlektroehnergetike-rossii/">https://energiavita.ru/2017/09/16/cifrovoy-perekhod-v-ehlektroehnergetike-rossii/</a> ]	сеть Интернет;
Основная литература	Цифровая подстанция МЭК 61850 Сайт электротехнического завода «Вектор»	[ <a href="https://etz-vektor.ru/storage/documents/files_76_2/pdf">https://etz-vektor.ru/storage/documents/files_76_2/pdf</a> ]	сеть Интернет;
	Сайт «Цифровая подстанция»	[ <a href="http://digitalsubstation.com/">http://digitalsubstation.com/</a> ]	сеть Интернет;
	Сайт компании Теквел	[ <a href="http://tekvel.com/">http://tekvel.com/</a> ]	сеть Интернет.

## 6.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

## 6.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения	Microsoft Office 2007, Лицензия Microsoft Open License №42661567
Система для математических вычислений	SMath Studio in the Cloud, свободная
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Wireshark

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования	Количество единиц
Лекция (ауд. 212)	Рабочие места обучающихся.	20
	Рабочее место преподавателя.	1
	Мультимедиа комплекс в составе мультимедиа проектор потолочного крепления, ноутбук, проекционный экран, аудиоклонки.	1

	Доска для написания мелом	1
Лабораторная Работа Практические занятия (ауд. 212)	Лаборатория, укомплектованная стандартным набором мебели: 20 рабочих мест обучающихся, оснащенная лабораторным оборудованием рабочее место преподавателя.	1
	Технические средства обучения: мультимедиа комплекс в составе мультимедиа проектор потолочного крепления, ноутбук, проекционный экран.	1
	Компьютерная техника в комплекте – 10 персональных компьютеров, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.	1
	лабораторный стенд «Релейная защита и автоматика» ООО НПП «ГАЛСЕН» г. Челябинск;	1
	лабораторный стенд «Электроснабжение промышленных предприятий ЭПП-НР» ООО НПП «Учебная техника - профи» г. Челябинск;	1
	лабораторный стенд ЭОЭ6-С-Р (ИПЦ «Учебная техника» г. Челябинск);	1
	лабораторный стенд «Средства автоматизации и управления» САУ1-Н-К (ИПЦ «Учебная техника» г. Челябинск;	1
	лабораторный стенд «Электроэнергетика–Электроснабжение» ЭЭ1М-Э-С-К (ИПЦ «Учебная техника» г. Челябинск);	1
	осциллограф С9-7, осциллограф С1-67, автотрансформатор типа ЛАТР;	
	наглядно-демонстрационный материал. информационные стенды; учебно-наглядные пособия; доска аудиторная для написания мелом.	1

#### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе



