

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 12.09.2021

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Пятигорского института

(филиал) СКФУ

Шебзухова Т.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Устройство цифровых подстанций

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика

Направленность (профиль)

и электротехника

Передача и распределение электрической

энергии в системах электроснабжения

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год начала обучения

2021

Реализуется в 8 семестре

Пятигорск, 2021 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины «Устройства цифровых подстанций» является изучение технологий цифровой коммуникации, применяемых на объектах электроэнергетики. Рассматриваются основные принципы построения и функционирования микропроцессорных устройств, их назначение в рамках цифровой подстанции

Задачами изучения дисциплины является изучение:

- современной концепции построения интеллектуальных электроэнергетических систем на основе технологий Smart Grid;
- источники и закономерности движения и преобразования информационных потоков в современных цифровых системах управления объектами электроэнергетики;
- цифровые протоколы связи, назначение и структуры пакета передачи данных;
- МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции;

Содержание дисциплины посвящено вопросам организации систем сбора и передачи информации для обеспечения работы автоматизированных систем диспетчерского управления, включая вопросы передачи и преобразования информации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.17.05 «Устройства цифровых подстанций» входит в дисциплины направленности (профиля) "Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения" вариативной части учебного плана подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Её освоение происходит в 8 семестре.

3. Связь с предшествующими дисциплинами

Изучение данной дисциплины основано на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Электрические станции и подстанции.

4. Связь с последующими дисциплинами

Последующих дисциплин нет.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

5.1 Наименование компетенции

Индекс	Формулировка:
ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов
ИД-2ПК-1	Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов

5.2. Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
--	-------------------------

Знает: – источники и закономерности движения и преобразования информационных потоков в современных цифровых системах управления объектами электроэнергетики; – цифровые протоколы связи, назначение и структуры пакета передачи данных; – структуру и архитектуру микропроцессорных и интеллектуальных электронных устройств (МПУ РЗА и ИЭУ) цифровой подстанции; – области применения МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции; – программное обеспечение, необходимое для разработки и проектирования систем МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1}
Умеет: – использовать возможности МПУ РЗА и ИЭУ для реализации стандартных задач защиты, автоматики, управления, учета и мониторинга ЦП; – выполнять расчеты уставок микропроцессорных устройств РЗА с использованием промышленных программ анализа нормальных и аварийных режимов сети и подстанций, файлов регистрации аварийных и нормальных режимов подстанции;	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1}
Владеет: – навыками решения задач параметрирования и конфигурирования МПУ РЗА, ИЭУ и АСУ ПС цифровой подстанции	ПК-1 ИД-2 _{ПК-1}

6. Объем учебной дисциплины/модуля

	Астр. часов	
Объем занятий: Итого	81ч.	3 з.е.
В т.ч. аудиторных	36 ч.	
Из них:		
Лекций	18 ч.	
Лабораторных занятий	18 ч.	
Самостоятельной работы	45 ч.	
Зачет с оценкой - 8 семестр		

7. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества астрономических часов и видов занятий

7.1 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов	Самостоятельная
---	--------------------------	-------------------------	---	-----------------

			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
	8 семестр						
	Раздел 1. КОНЦЕПЦИЯ SMART GRID В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ						
1	Тема 1. Понятие и основные положения концепции Smart Grid	ПК-1	3,0				9,0
	Раздел 2. ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ И СТАНДАРТЫ СВЯЗИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ						
2.	Тема 2. Базовые принципы организации цифровых систем	ПК-1	6,0				9,0
3.	Тема 3. Специализированные протоколы обмена данными	ПК-1	3,0				9,0
4.	Тема 4. Высоковольтное оборудование на цифровых подстанциях	ПК-1	3,0		9,0		9,0
5.	Тема 5. Вопросы создания и внедрения цифровых подстанций	ПК-1	3,0		9,0		9,0
Итого за 8 семестр			18		18		45
Итого			18		18		45

7.2 Наименование и содержание лекций

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
	8 семестр		
	Раздел 1. КОНЦЕПЦИЯ SMART GRID В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ		
1	Тема 1. Понятие и основные положения концепции Smart Grid. Основные предпосылки становления новой (инновационной) концепции развития электроэнергетики Smart Grid за рубежом. Ключевые ценности новой электроэнергетики.	1,5	
	Функциональные свойства энергосистемы на базе концепции Smart Grid. Экономическая оценка основных эффектов от реализации концепции Smart Grid.	1,5	
	Раздел 2. ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ И СТАНДАРТЫ СВЯЗИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ		
2	Тема 2. Базовые принципы организации цифровых систем. Принципы построения системы сбора и обмена цифровой информацией в рамках подстанции.	1,5	
	Требования к цифровым системам противоаварийного управления.	1,5	
	Иерархическая структура протоколов передачи данных.	1,5	
	Протоколы Ethernet и TCP/IP.	1,5	

3	Тема 3. Специализированные протоколы обмена данными Организация информации в рамках протокола МЭК 61850. Основные типы сигналов: Sampled Value, GOOSE, MMS.	1,5	
	Назначение различных типов сигналов, отличительные черты. Особенности применения протокола Ethernet для обмена информацией.	1,5	
4	Тема 4. Высоковольтное оборудование на цифровых подстанциях Особенности силового оборудования, используемого на цифровых подстанциях. Оптические системы измерения тока и напряжения. Датчики состояния оборудования.	1,5	
	Принцип построения автоматической системы управления на базе интеллектуальных электронных устройств (ИЭС, IED).	1,5	
5	Тема 5. Вопросы создания и внедрения цифровых подстанций. Примеры реализации цифровых подстанций. Особенности настройки систем автоматического управления.	1,5	
	Программные комплексы для обслуживания и проектирования цифровой модели цифровой подстанции в рамках протокола МЭК 61850.	1,5	
Итого за 4 семестр		18	
Итого		18	

7.3 Наименование лабораторных работ

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
1	Лабораторная работа № 1. Автоматическое повторное включение линии электропередачи	3,0	Виртуальная лабораторная работа
2	Лабораторная работа № 2. Автоматическое включение резерва питающего присоединения	3,0	
3	Лабораторная работа № 3. Автоматическое регулирование частоты вращения синхронного генератора	3,0	
4	Лабораторная работа № 4. Автоматическое регулирование возбуждения синхронного генератора	3,0	
5	Лабораторная работа № 5. Автоматическая синхронизация генератора с сетью	3,0	Виртуальная лабораторная работа
6	Лабораторная работа № 6. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии в централизованных комплексах диспетчерского управления.	3,0	Виртуальная лабораторная работа
Итого за 8 семестр		18	7,5
Итого		18	7,5

7.4 Наименование практических занятий

Не предусмотрены.

7.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки*	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
8 семестр						
ПК-1	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-5	Конспект	Собеседование	35,64	3,96	39,6
	Подготовка к лабораторным работам	Отчет (письменный)	Собеседование	4,86	0,54	5,4
Итого за 8 семестр				40,5	4,5	45

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить уровень сформированности компетенций, размещен в УМК дисциплины «Устройства цифровых подстанций» на кафедре «Физики, электротехники и электроэнергетики» и представлен следующими компонентами:

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№темы)	Средства и технологии оценки	Тип контроля (текущий/промежуточный)	Вид контроля (устный, письменный или с использованием технических средств)	Наименование оценочного средства
ПК-1	1-8	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования

8.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сфорсированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ПК-1					
Базовый	<i>Знает:</i>	<i>Не знает:</i>	<i>Знает:</i>	<i>Знает:</i>	

	– источники и закономерности движения и преобразования информационных потоков в современных цифровых системах управления объектами электроэнергетики; – цифровые протоколы связи, назначение и структуры пакета передачи данных; – структуру и архитектуру микропроцессорных и интеллектуальных электронных устройств (МПУ РЗА и ИЭУ) цифровой подстанции; – области применения МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции	– источники и закономерности движения и преобразования информационных потоков в современных цифровых системах управления объектами электроэнергетики; – цифровые протоколы связи, назначение и структуры пакета передачи данных; – структуру и архитектуру микропроцессорных и интеллектуальных электронных устройств (МПУ РЗА и ИЭУ) цифровой подстанции; области применения МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции	– источники и закономерности движения и преобразования информационных потоков в современных цифровых системах управления объектами электроэнергетики; – цифровые протоколы связи, назначение и структуры пакета передачи данных; - области применения МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции	– источники и закономерности движения и преобразования информационных потоков в современных цифровых системах управления объектами электроэнергетики; – цифровые протоколы связи, назначение и структуры пакета передачи данных; – структуру и архитектуру микропроцессорных и интеллектуальных электронных устройств (МПУ РЗА и ИЭУ) цифровой подстанции; области применения МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции	
	Умеет: – использовать возможности МПУ РЗА и ИЭУ для реализации стандартных задач защиты, автоматики, управления, учета и мониторинга ЦП; – выполнять расчеты уставок микропроцессорных устройств РЗА с использованием промышленных программ анализа аварийных режимов сети и подстанций	Не умеет: – использовать возможности МПУ РЗА и ИЭУ для реализации стандартных задач защиты, автоматики, управления, учета и мониторинга ЦП; выполнять расчеты уставок микропроцессорных устройств РЗА с использованием промышленных программ анализа нормальных и аварийных режимов сети и подстанций	Умеет: – использовать возможности МПУ РЗА и ИЭУ для реализации стандартных задач защиты, автоматики, управления, учета и мониторинга ЦП; с посторонней помощью выполнять расчеты уставок микропроцессорных устройств РЗА с использованием промышленных программ анализа нормальных и аварийных режимов сети и подстанций	Умеет: – использовать возможности МПУ РЗА и ИЭУ для реализации стандартных задач защиты, автоматики, управления, учета и мониторинга ЦП; выполнять расчеты уставок микропроцессорных устройств РЗА с использованием промышленных программ анализа нормальных и аварийных режимов сети и подстанций	

	рийных режимов сети и подстанций				
	Владеет: – навыками решения задач параметрирования и конфигурирования МПУ РЗА, ИЭУ и АСУ ПС цифровой подстанции	Не владеет: – навыками решения задач параметрирования и конфигурирования МПУ РЗА, ИЭУ и АСУ ПС цифровой подстанции	Владеет: – Базовыми навыками решения задач параметрирования и конфигурирования МПУ РЗА, ИЭУ и АСУ ПС цифровой подстанции	Владеет: – навыками решения задач параметрирования и конфигурирования МПУ РЗА, ИЭУ и АСУ ПС цифровой подстанции	
Повышенный	Знает: – источники и закономерности движения и преобразования информационных потоков в современных цифровых системах управления объектами электроэнергетики; – цифровые протоколы связи, назначение и структуры пакета передачи данных; – структуру и архитектуру микропроцессорных и интеллектуальных электронных устройств (МПУ РЗА и ИЭУ) цифровой подстанции; – области применения МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции; программное обеспечение, необходимое для разработки и проектирования систем МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции				Знает: – источники и закономерности движения и преобразования информационных потоков в современных цифровых системах управления объектами электроэнергетики; – цифровые протоколы связи, назначение и структуры пакета передачи данных; – структуру и архитектуру микропроцессорных и интеллектуальных электронных устройств (МПУ РЗА и ИЭУ) цифровой подстанции; – области применения МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции; программное обеспечение, необходимое для разработки и проектирования систем МПУ РЗА и ИЭУ цифровой подстанции
	Умеет: – ис-				Умеет: – ис-

	пользовать возможности МПУ РЗА и ИЭУ для реализации стандартных задач защиты, автоматики, управления, учета и мониторинга ЦП; – выполнять расчеты уставок микропроцессорных устройств РЗА с использованием промышленных программ анализа нормальных и аварийных режимов сети и подстанций, файлов регистрации аварийных и нормальных режимов подстанции;				пользовать возможности МПУ РЗА и ИЭУ для реализации стандартных задач защиты, автоматики, управления, учета и мониторинга ЦП; – выполнять расчеты уставок микропроцессорных устройств РЗА с использованием промышленных программ анализа нормальных и аварийных режимов сети и подстанций, файлов регистрации аварийных и нормальных режимов подстанции;
	Владеет: – навыками решения задач параметрирования и конфигурирования МПУ РЗА, ИЭУ и АСУ ПС цифровой подстанции; готовностью обслуживать цифровые подстанции				Владеет: – навыками решения задач параметрирования и конфигурирования МПУ РЗА, ИЭУ и АСУ ПС цифровой подстанции; готовностью обслуживать цифровые подстанции

Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость обучающихся по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль

Рейтинговая оценка знаний студента

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
4 семестр			
1.	Лабораторное занятие № 4 Автоматическое регу-	3 неделя	10

	лирование возбуждения синхронного генератора		
2.	Лабораторное занятие № 5 Автоматическая синхронизация генератора с сетью	4 неделя	15
3.	Лабораторное занятие № 6 Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии в централизованных комплексах диспетчерского управления.	5 неделя	15
	Итого за 4 семестр		55
	Итого		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой.

Процедура дифференцированного зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля. Зачет выставляется по результатам работы в семестре, при сдаче всех контрольных точек, предусмотренных текущим контролем успеваемости. Если по итогам семестра обучающийся имеет от 33 до 60 баллов, ему ставится отметка «зачтено». Обучающемуся, имеющему по итогам семестра менее 33 баллов, ставится отметка «не зачтено».

При дифференцированном зачете используется шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине в оценку по 5-балльной системе.

Шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине в оценку по 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
88 – 100	Отлично
72 – 87	Хорошо
53 – 71	Удовлетворительно
<53	Неудовлетворительно

8.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущая аттестация студентов проводится преподавателем, ведущим лабораторные и практические занятия по дисциплине. К практическому занятию студент должен подготовить ответы на вопросы, выполнить задания по теме занятия. Максимальное количество баллов студент получает, если он активно участвует в работе, владеет материалом, умеет логично и четко излагать мысли, творчески подходит к решению основных вопросов темы, показывает самостоятельность мышления.

Основанием для снижением оценки являются:

- слабое знание темы и основной терминологии;
- пассивность участия в групповой работе;
- отсутствие умения применить теоретические знания для решения практических задач;
- несвоевременность предоставления выполненных работ.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности. Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет- ресурсы
1	Самостоятельное изучение литературы	1-3	1,2	2	1-10
3	Подготовка к лабораторным занятиям	1-3	1,2	1	1-10

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

10.1.1. Перечень основной литературы:

1. Смурнов, Е.С. Автоматизация и диспетчеризация систем электроснабжения / Е.С. Смурнов. – Москва : Лаборатория книги, 2010. – 101 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=86340>
2. Богданов, А.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах / А.В. Богданов, А.В. Бондарев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет, Кумертауский филиал ОГУ. – Оренбург : ОГУ, 2016. – 82 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481747>
3. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007- 29.240.10.248, 2017. http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.240.10.248-2017.pdf

10.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы / И.А. Елизаров, А.А. Третьяков, А.Н. Пчелинцев и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444643>

2. Кулеева, Л.И. Проектирование подстанции [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.И. Кулеева, С.В. Митрофанов, Л.А. Семенова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : ОГУ, 2016. - 111 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468847>

10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "**Устройства цифровых подстанций**".

2. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине "**Устройства цифровых подстанций**".

10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Университетская библиотека онлайн <http://www.biblioclub.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные технологии: презентации к лекциям, мультимедийные системы, интернет-ресурсы.

Информационные справочные системы:

1. <http://www.fsk-ees.ru/>
2. <http://www.interrao.ru/>
3. <http://www.rosseti.ru/>
4. <http://so-ups.ru/>
5. <http://www.kids.myenergy.ru>
6. <http://www.rosenergoatom.ru/>
7. <http://minenergo.gov.ru/>
8. <http://www.it-energy.ru/>
9. <http://digitalsubstation.ru/>
10. <http://www.rushydro.ru/>

Программное обеспечение

. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Срок поддержки (обновления) до 11.04.2023г.

2. Microsoft Windows Профессиональная. Бессрочная лицензия. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Срок поддержки (обновления) до 10.01.2023г.

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

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием:

1.Комплект типового лабораторного оборудования «Электроэнергетика – Электрические станции и подстанции» ЭЭ1-ЭСП-С-К.