

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Цифровые подстанции
(наименование)

Форма обучения: 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 дисциплины - освоение дисциплинарных компетенций в области передачи и распределения электрической энергии, автоматизации и эксплуатации энергосистем, энергосбережения.

Задачи учебно 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:

- 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

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1 ПК-2.1	Знать: схемы цифровых подстанций, состав интеллектуального первичного и вторичного оборудования	Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения	Зачет
	ИД-2 ПК-2.1	Уметь: проектировать схемы первичного и вторичного оборудования цифровых подстанций	Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки	Защита лабораторной работы
	ИД-3 ПК-2.1	Владеть навыками: расчета схем и режимов работы первичного и вторичного оборудования	Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электро-	Защита лабораторной работы

		ния цифровых подстанций	технических установок	
ПК-2.3	ИД-1 ПК-2.3	Знать: состав, этапы, последовательность и особенности 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	Знает состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативнотехнической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Зачет
	ИД-2 ПК-2.3	Уметь: 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	Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативнотехнической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Защита лабораторной работы
	ИД-3 ПК-2.3	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	Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативнотехнической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и	Защита лабораторной работы

		экологические требова- ния	и экологические тре- бования	
--	--	-------------------------------	---------------------------------	--

3. Объем и виды учебной работы очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	50	50
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- 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	58	58
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)		
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачёт		
Зачёт	+	+
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

4. Содержание дисциплины очная форма обучения

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				
Раздел 1. Современные системы эксплуатации и обслуживания электротехнического оборудования электрических сетей.	4	6	0	4
Введение. Тема 1. Современные условия эксплуатации и обслуживания оборудования подстанций. Тема 2. Системы ремонтно-эксплуатационного обслуживания подстанций. Виды ремонтов электрооборудования. Периодичность технического обслуживания. Планирование проведения технического обслуживания. Системы организации ремонтов. Тема 3. Оперативные переключения и управление подстанционным оборудованием. Тема 4. Предупреждение и ликвидация технологических нарушений				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
Раздел 2. Принципы построения цифровой подстанции.	8	8	0	24
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 обобщённой информационной модели СИМ (CommonInformationModel). Перечень и иерархия классов модели каталога типов и моделей оборудования. Модель иерархии оборудования подстанции. Идентификация распределительного устройства и его функциональных групп. Идентификация трансформаторных функциональных групп. Тема 7. Обзор существующих тенденций при построении цифровой подстанции.				
Раздел 3. Проектирование цифровых подстанций.	8	12	0	30
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.				
Итого по 8 -му семестру:	20	26	0	58
Итого по дисциплине:	20	26	0	58

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
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. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Угрюмов, Е.П. Цифровая схемотехника : учеб. пособие для вузов / Е.П. Угрюмов. - СПб. : БХВ Санкт-Петербург, 2002. - 528 с. : ил	30
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Павлов, В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств : учеб. для вузов / В.Н. Павлов, В.Н. Ногин. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия - Телеком, 2003. - 320 с.	
2.2. Периодические издания		

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	Не используются	
	2.3. Нормативно-технические издания	
	Не используется	
	3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины	
	Не используется	
	4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента	
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Чижма, С. Н. Цифровые подстанции : учебное пособие / С. Н. Чижма, А. И. Захаров. — Калининград : БФУ им. И.Канта, 2022. — 80 с.	https://e.lanbook.com/book/310145	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Белоус, А. И. Кибербезопасность объектов топливноэнергетического комплекса. Концепции, методы и средства обеспечения / А. И. Белоус. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 644 с.	https://e.lanbook.com/book/148386	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Валеев, И. М. Концепция управления цифровыми подстанциями будущего : учебное пособие / И. М. Валеев, В. Г. Макаров. — Казань : КНИТУ, 2019. — 152 с.	https://e.lanbook.com/book/166160	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Тюрин С. Ф. Схемотехника : учебное пособие / С. Ф. Тюрин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	https://e.lanbook.com/book/160716	сеть Интернет/ авторизованный
Дополнительная литература	Васильев, С. А. Основы цифровой схемотехники в информационных системах : учебное пособие / С. А. Васильев, И. Л. Коробова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 81 с.	https://www.iprbookshop.ru/122974.html	сеть Интернет/ авторизованный
периодические издания	Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2023 гг.	http://vestnik.pstu.ru/elinf/about/inf/	сеть Интернет/ авторизованный
периодические издания	Научно-технический журнал «Известия высших учебных заведений. Электроника» Москва : Изд-во МИЭТ, 1996 - 2022	https://miet.ru/structure/s/894	Сеть Интернет/ свободный

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
периодические издания	ЭЛЕКТРОНИКА: НАУКА, ТЕХНОЛОГИЯ, БИЗНЕС АО "Рекламно-издательский центр "Техносфера" (Москва) Архив номеров с 1996-2022	https://elibrary.ru/contents.asp?id=49932470	сеть Интернет/ авторизованный

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

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения	Программный комплекс – Microsoft Office (Академическая лицензия); Windows 7 – Подписка Azure Tools for Teaching; Scilab-5.5.2; Electronics Workbench v5.12

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

Наименование БД	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	http://e.lanbook.ru/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция, лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя Доска аудиторная для написания мелом Компьютер Проектор Экран настенный	

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Приложение 1

3. Объем и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		10
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	20	20
- лабораторные работы (ЛР)	20	20
- 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)	64	64
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачёт		
Зачёт	+	+
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

4. Содержание дисциплины (очно-заочная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
10-й семестр				
Раздел 1. Современные системы эксплуатации и обслуживания электротехнического оборудования электрических сетей.	4	4	0	6
Введение. Тема 1. Современные условия эксплуатации и обслуживания оборудования подстанций. Тема 2. Системы ремонтно-эксплуатационного обслуживания подстанций. Виды ремонтов электрооборудования. Периодичность технического обслуживания. Планирование проведения технического обслуживания. Системы организации ремонтов. Тема 3. Оперативные переключения и управление подстанционным оборудованием. Тема 4. Предупреждение и ликвидация технологических нарушений				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
Раздел 2. Принципы построения цифровой подстанции.	8	6	0	26
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 и иерархия классов модели каталога типов и моделей оборудования. Модель иерархии оборудования подстанции. Идентификация распределительного устройства и его функциональных групп. Идентификация трансформаторных функциональных групп. Тема 7. Обзор существующих тенденций при построении цифровой подстанции.				
Раздел 3. Проектирование цифровых подстанций.	8	10	0	32
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.				
Итого по 10-му семестру:	20	20	0	64
Итого по дисциплине:	20	20	0	64

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
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

Приложение 2

3. Объем и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		10
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	14	14
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:		
- лекции (Л)	6	6
- лабораторные работы (ЛР)	6	6
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)		
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
- контрольная работа	+	+
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет		
Зачет	4	4
Курсовой проект (КП)		
Курсовая работа (КР)		
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

4. Содержание дисциплины (заочная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
10-й семестр				
Раздел 1. Современные системы эксплуатации и обслуживания электротехнического оборудования электрических сетей.	2	2	0	10
Введение. Тема 1. Современные условия эксплуатации и обслуживания оборудования подстанций. Тема 2. Системы ремонтно-эксплуатационного обслуживания подстанций. Виды ремонтов электрооборудования. Периодичность технического обслуживания. Планирование проведения технического обслуживания. Системы организации ремонтов. Тема 3. Оперативные переключения и управление подстанционным оборудованием. Тема 4. Предупреждение и ликвидация технологических нарушений				
Раздел 2. Принципы построения цифровой подстанции.	2	2	0	36
Тема 5. Архитектура цифровой подстанции. Общие и базовые принципы построения. Функциональное				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
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 и иерархия классов модели каталога типов и моделей оборудования. Модель иерархии оборудования подстанции. Идентификация распределительного устройства и его функциональных групп. Идентификация трансформаторных функциональных групп. Тема 7. Обзор существующих тенденций при построении цифровой подстанции.				
Раздел 3. Проектирование цифровых подстанций.	2	2	0	44
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.				
Итого по 10-му семестру:	6	6	0	90
Итого по дисциплине:	6	6	0	90

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Интеллектуальное первичное оборудование
2	СИМ-модели в электроэнергетике
3	Протоколы передачи данных МЭК 61850 «Сети и системы связи на подстанциях»