ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Горожанкин А. Н.
Пользователь: gorozhankinan
Дата подписания: 13.06.2023

А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.09.01 Режимы нейтрали электрических сетей
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Оптимизация развивающихся систем электроснабжения промышленных предприятий и городов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Горожанкин А. Н.
Пользователь: gorozhankinan
Дата подписания: 13.06.2023

А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Валеев Г. С.
Пользователь: valeevgs
Дата подписания: 12.06.2023

Г. С. Валеев

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является общая подготовка студентов, обучающихся по направлению 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» магистерской программы «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения промышленных предприятий и городов» к самостоятельной производственной, проектной, научно-исследовательской и другой деятельности в области электроснабжения. Ознакомление их с вопросами выбора режимов нейтрали электрических сетей, которыми во многом определяются технико-экономические показатели систем электроснабжения.

Краткое содержание дисциплины

Введение. Общие сведения о режимах нейтрали электрических сетей в Рос-сийской Федерации и за рубежом. Режимы нейтрали сетей напряжением до 1000 В. Обобщённая трёхфазная схема замещения электрических сетей и вывод универсальных выражений для определения основных режимных параметров. Практические способы измерения ёмкостных токов однофазных замыканий на землю (ОЗЗ). Характеристика изолированного режима и резистивного заземления нейтрали электрических сетей, основные выражения по определению режимных параметров, векторные диаграммы, их достоинства и недостатки и приоритетная область их использования. Режим компенсированной нейтрали электрических сетей напряжением 3…35 кВ. Конструкции и характеристики заземляющих дугогасящих реакторов, их сопоставительный анализ. Способы полной компенсации токов ОЗЗ в электрических сетях напряжением до 35 кВ. Вопросы эксплуатации систем компенсации ёмкостных токов ОЗЗ. Режимы нейтрали электрических сетей напряжением 110 и выше кВ.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: особенности работы электрических сетей с различными режимами нейтрали при нормальных и аварийных режимах работы, релейной защиты и автоматики; Имеет практический опыт: управления проектами на различных этапах жизненного цикла; решать вопросы создания систем электроснабжения промышленных предприятий и городов;

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Управление проектами, Моделирование в системах электроснабжения

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 57,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	50,5	50,5
Подготовка к написанию контрольных работ	7,5	7.5
Подготовка к экзамену	18	18
Курсовое проектирование	25	25
Консультации и промежуточная аттестация	9,5	9,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КП

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Общие понятия и определения. Состояние вопросов режима нейтрали в России и в других странах.	1	1	0	0
2	Общая характеристика режимов нейтрали, используемых в электрических сетях России	33	7	10	16
3	Заземляющие дугогасящие реакторы, используемые в системах компенсации ёмкостных токов однофазных замыканий на землю (ОЗЗ).	4	4	0	0
4	Полная компенсация токов ОЗЗ	6	2	4	0
5	Вопросы проектирования и эксплуатации систем компенсации ёмкостных токов	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов

1	1	Введение. Общие понятия и определения. Состояние во-просов режима нейтрали в России и в других странах.	1
2	2	Режимы нейтрали сетей напряжением до 1000 В. Обобщённая трёхфазная схема замещения электрических сетей, основные допущения при её составлении. Вывод универсальных выражений для определения напряжения между нейтралью сети и землёй	1
3	2	Вывод универсального выражения для определения остаточного тока в месте замыкания на землю. Характеристика режима изолированной нейтрали в нормальном режиме работы сети и в режиме замыкания на землю, основные соотношения, векторные диаграммы токов и напряжений. Достоинства и недостатки.	2
4	2	Сети с резистивным заземлением нейтрали, основные со-отношения, векторные диаграммы токов и напряжений. Дос-тоинства и недостатки. Нормальный режим сети с заземлённой через управляемую индуктивность.	2
5	2	Режим однофазного замыкания на землю в сети с компен-сированной нейтралью, основные соотношения, векторные диаграммы токов и напряжений, достоинства и недостатки.	2
6	3	Классификация заземляющих дугогасящих реакторов (ДГР). Основные технические требования, предъявляемые к ним. Дугогасящие реакторы со ступенчатым регулированием индуктивности типа РЗДСОМ и реакторы с мелко дискретным регулированием индуктивности. Конструктивное исполнение, Принцип действия, достоинства и недостатки.	2
7	3	Дугогасящие реакторы с изменяющимся немагнитным зазором в сердечнике типа РЗДПОМ и с подмагничиванием постоянным током. Конструктивное исполнение, принцип действия, достоинства и недостатки. Пути снижения потерь активной мощности в реакторах с подмагничиванием	2
8	4	Полная компенсация токов ОЗЗ. Активные и пассивные способы полной компенсации токов однофазных замыканий на землю, векторные диаграммы токов и напряжений, досто-инства и недостатки.	2
9	5	Вопросы проектирования и эксплуатации систем компенсации ёмкостных токов. Прямой и косвенный способы измерения токов ОЗЗ.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
2	2	Расчёт режимных параметров электрической сети с изолированной нейтралью в режиме замыкания на землю. Выбор параметров заземляющих дугогасящих реакторов.	2
3	2	Расчёты по определению параметров резисторов, включаемых между нейтралью сети и землёй. Оценка степени влияния параметров резисторов на режимные параметры сети в нормальном режиме её работы.	2
4	2	Оценка степени влияния параметров резисторов на режимные параметры сети в режиме однофазного замыкания на землю.	2
5	2	Расчёт режимных параметров компенсированных сетей в нормальном режиме.	2
6	2	Расчёт режимных параметров компенсированных сетей в режиме однофазных замыканий на землю.	2
10	4	Определение параметров элементов пассивного способа компенсации активной составляющей остаточного тока в месте замыкания на землю.	2
12	4	Расчёт электромагнитных параметров элементов пассивного способа полной компенсации тока ОЗЗ при отсутствии системы компенсации ёмкостной	2

		составляющей.	
13	5	Определение величины ёмкостной составляющей тока однофазного замыкания на землю путём проведения косвенных измерений ёмкости фаз сети по отношению к земле	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Исследование характеристик электрических сетей с резистивным заземлением нейтрали в режиме однофазного замыкания на землю.	4
3	2	Исследование характеристик электрических сетей с компенсированной нейтралью в установившихся режимах однофазного замыкания на землю.	4
4	2	Исследование характеристик электрических сетей с компенсированной нейтралью в нормальном режиме их работы.	4
5	2	Исследования по определению предельной величины дополнительной ёмкости, подключаемой к одной из фаз сети с целью косвенного измерения ёмкостного тока металлического однофазного замыкания на землю.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к написанию контрольных работ	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 83-144]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]	2	7,5
Подготовка к экзамену	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 83-180]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]	2	18
Курсовое проектирование	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 111-144]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]	2	25

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1	1	9	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
2	2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2	1	9	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по	экзамен

						БРС, вложенного в фонд оценочных средств	
3	2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 3	1	9	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
4	2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 4	1	9	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
5	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 1	1	8	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
6	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 2	1	8	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
7	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 3	1	8	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
8	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 4	1	8	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
9	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 5	1	8	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
10	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 6	1	8	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
11	2	Бонус	Личное призовое место на олимпиаде, диплом конференции или конкурса (по дисциплине) международного, Российского или университетского уровня уровня	-	15	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
12	2	Бонус	Участие в олимпиадах, конкурсах, научно-практических конференциях, публикации по тематике дисциплины	-	3	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
13	2	Курсовая работа/проект	Введение. Состояние вопроса	-	2	Приведён в Описание балльно-рейтинговой системы оценивания	кур-совые

			режимов нейтрали электрических сетей в Российской Федерации (РФ) и за рубежом.			выполнения и защиты курсовых проектов_	проекты
14	2	Курсовая работа/проект	Описание режимов нейтрали электрических сетей, используемых в России, и их краткая характеристика.	-	5	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
15	2	Курсовая работа/проект	Расчёт токов ОЗЗ на секциях шин ГПП.	-	10	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
16	2	Курсовая работа/проект	Анализ возможных эксплуатационных режимов заданной сети и определение максимально и минимально возможных значений токов ОЗЗ на секциях шин ГПП.	-	5	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
17	2	Курсовая работа/проект	Выбор режима нейтрали сети и технических средств для его реализации.	-	8	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
18	2	Курсовая работа/проект	Выбор системы автоматического управления параметрами установленных технических средств, обеспечивающей оптимальный режим их работы.	-	7	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
19	2	Курсовая работа/проект	Работа над ошибками	-	3	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
20	2	Курсовая работа/проект	Регулярность посещения консультаций и процентовок	-	5	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
21	2	Курсовая работа/проект	Качество оформления завершённой пояснительной записки на момент	-	10	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты

			первой проверки				
22	2	Курсовая работа/проект	Качество оформления завершённой графической части проекта на момент сдачи на проверку	-	10	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
23	2	Курсовая работа/проект	Качество доклада на защите	-	5	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
24	2	Курсовая работа/проект	Качество ответов на вопросы членов комиссии	-	30	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	кур-совые проекты
25	2	Проме-жуточная аттестация	Экзаменационные билеты, в каждом из которых содержится 4 вопроса из разных разделов дисциплины	-	100	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	ЭКЗАМЕН сдаётся в письменной форме. При этом каждому студенту даётся возможность вытянуть из общей колоды один экзаменационный билет, количество вариантов которых превышает количество экзаменуемых студентов. Каждый студент садится за отдельный стол или парту. На написание ответов на заданные в билетах вопросы даётся 1,5 астрономических часа, в течение которых студенты находятся под наблюдением преподавателя. По завершению отведённого времени преподаватель забирает у студентов билеты и тексты с ответами. По завершению проверки ответов объявляются результаты. При несогласии студента с выставленной оценкой за экзамен с ним проводится дополнительное собеседование в устной форме, в котором преподаватель аргументированно комментирует допущенные студентом ошибки в ответах на вопросы экзаменационного билета. Полученное по формуле количество баллов переводится в оценку с использованием шкалы, приведенной в таблице 3 Положения о балльно-рейтинговой системе, принятой в ЮУрГУ. Методика оценивания ответов приведена в описании методики определения итоговой оценки по БРС	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
УК-2	Знает: особенности работы электрических сетей с	+	+	+	+	+	+	+		+				+	+	+	+		+					+	+	+

	различными режимами нейтрали при нормальных и аварийных режимах работы, релейной защиты и автоматики;																								
УК-2	Имеет практический опыт: управления проектами на различных этапах жизненного цикла; решать вопросы создания систем электроснабжения промышленных предприятий и городов;		+		+		+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Маврицын, А. М. Электроснабжение угольных разрезов. - М.: Недра, 1977. - 184 с. ил.
2. Петров, О. А. Режимы нейтрали электрических сетей систем электроснабжения промышленных предприятий Текст Учеб. пособие для студентов-заочников О. А. Петров, А. М. Ершов ; ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Электроснабжение пром. предприятий ; ЮУрГУ. - Челябинск, 1990. - 67 с. ил.
3. Электротехника [Текст] Кн. 3 Электроприводы. Электроснабжение / Н. Ф. Ильинский, Ю. С. Усынин, О. И. Осипов и др. учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. и специальностям в обл. техники и технологии : в 3 кн. под ред. П. А. Бутырина и др. ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Моск. энергет. ин-т (техн. ун-т) ; ЮУрГУ. - Челябинск ; М.: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 638 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Петров, О. А. Режимы нейтрали электрических сетей систем электроснабжения Текст учеб. пособие для студентов специальности 100400 О. А. Петров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 15, [2] с. табл. электрон. версия

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Электротехника [Текст] Кн. 3 Электроприводы. Электроснабжение / Н. Ф. Ильинский, Ю. С. Усынин, О. И. Осипов и др. учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. и специальностям в обл. техники и технологии : в 3 кн. под ред. П. А. Бутырина и др. ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Моск. энергет. ин-т (техн. ун-т) ; ЮУрГУ. - Челябинск ; М.: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 638 с. ил. (Электронный текст раздела "Электроснабжение" размещён на сайте кафедры ЭССиСЭ ЮУрГУ: ses.susu.ru/studentu/)

2. Вайнштейн Р.А., Коломиец Н.В., Шестакова В.В. Режимы заземления нейтрали в электрических системах: Учебное пособие. - Томск. Изд-во ТПУ, 2006 г. - 118 с.
3. Валеев, Г.С. Режимы нейтрали электрических сетей: учебное пособие к лабораторным работам / Г.С. Валеев, Р.Г. Валеев – Челябинск: Издатель-ский центр ЮУрГУ, 2022. – 48 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Электротехника [Текст] Кн. 3 Электроприводы. Электроснабжение / Н. Ф. Ильинский, Ю. С. Усынин, О. И. Осипов и др. учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. и специальностям в обл. техники и технологии : в 3 кн. под ред. П. А. Бутырина и др. ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Моск. энергет. ин-т (техн. ун-т) ; ЮУрГУ. - Челябинск ; М.: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 638 с. ил. (Электронный текст раздела "Электроснабжение" размещён на сайте кафедры ЭССиСЭ ЮУрГУ: ses.susu.ru/studentu/)
2. Валеев, Г.С. Режимы нейтрали электрических сетей: учебное пособие к лабораторным работам / Г.С. Валеев, Р.Г. Валеев – Челябинск: Издатель-ский центр ЮУрГУ, 2022. – 48 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шведов Г.В., Городские распределительные электрические сети: схемы и режимы нейтрали. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2011. — 108 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/72221 — Загл. с экрана.
2	Основная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Раздел "Электроснабжение" в книге: "Электротехника [Текст] Кн. 3 Электроприводы. Электроснабжение / Н. Ф. Ильинский, Ю. С. Усынин, О. И. Осипов и др. учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. и специальностям в обл. техники и технологии : в 3 кн. под ред. П. А. Бутырина и др. ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Моск. энергет. ин-т (техн. ун-т) ; ЮУрГУ. - Челябинск ; М.: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 638 с. ил." http://energynet.susu.ru/studentu/

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,

	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	153 (1)	Универсальные лабораторные стенды, оснащённые компьютерами и прогаммным обеспечением
Практические занятия и семинары	526 (1)	Компьютерная техника с программным обеспечением, мультимедийный экран