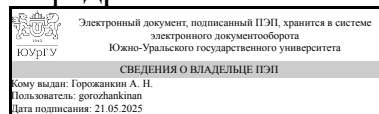


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



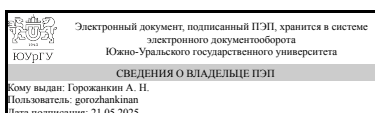
А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.09.01 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

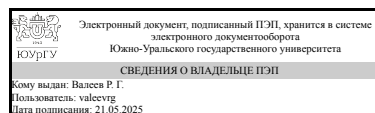
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



А. Н. Горожанкин

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



Р. Г. Валеев

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 Российской 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	Моделирование в системах электроснабжения, Схемотехника преобразователей с высокими энергетическими показателями

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
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	50,5	50,5
Курсовой проект	25	25
Подготовка к написанию контрольных работ	7,5	7,5
Подготовка к экзамену	18	18
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	29	7	10	12
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	8	2	2	4

5.1. Лекции

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

1	1	Введение. Общие понятия и определения. Состояние вопросов 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 соотношения, векторные диаграммы токов и напряжений. Достоинства и недостатки. Нормальный режим сети с заземлённой через управляемую индуктивность.	2
5	2	Режим однофазного замыкания на землю в сети с компенсированной 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, достоинства 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
1	2	Расчёт режимных параметров электрической сети с изолированной нейтралью в режиме замыкания на землю. Выбор параметров заземляющих дугогасящих реакторов.	2
2	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
3	2	Оценка степени влияния параметров резисторов на режимные параметры сети в режиме однофазного замыкания на землю.	2
4	2	Расчёт режимных параметров компенсированных сетей в нормальном режиме.	2
5	2	Расчёт режимных параметров компенсированных сетей в режиме однофазных замыканий на землю.	2
6	4	Определение параметров элементов пассивного способа компенсации активной составляющей остаточного тока в месте замыкания на землю.	2
7	4	Расчёт электромагнитных параметров элементов пассивного способа полной компенсации тока ОЗЗ при отсутствии системы компенсации ёмкостной	2

		составляющей.	
8	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 нормальном режиме и в режиме однофазного замыкания на землю.	4
2	2	Исследование характеристик электрических сетей с компенсированной нейтралью в нормальном режиме их работы.	4
3	2	Исследование характеристик электрических сетей с компенсированной нейтралью в установившихся режимах однофазного замыкания на землю.	4
4	5	Исследования по определению предельной величины дополнительной ёмкости, подключаемой к одной из фаз сети с целью косвенного измерения ёмкостного тока металлического однофазного замыкания на землю, при заданной величине методической погрешности.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Курсовой проект	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 111-144]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]; Осн. Эл. УМЛ [2, стр. 526-540; 3, стр. 91-123, 160-167, 209-231]	2	25
Подготовка к написанию контрольных работ	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 83-144]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]; Эл.УМЛ [2, стр. 526-540; 3, стр. 33-42, 78-100, 120-145, 160-167]	2	7,5
Подготовка к экзамену	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 83-180]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]; Осн. Эл. УМЛ [2, стр. 526-540; 3, стр. 33-42, 78-100, 120-145, 160-167]	2	18

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	Учитывается в
------	----------	--------------	-----------------------------------	-----	------------	---------------------------	---------------

							ПА
1	2	Лабораторная работа	Лабораторная работа №1	1	9	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
2	2	Лабораторная работа	Лабораторная работа №2	1	9	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
3	2	Лабораторная работа	Лабораторная работа №3	1	9	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
4	2	Лабораторная работа	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	-	15	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
12	2	Бонус	Участие в олимпиадах, конкурсах, научно-	-	3	Приведён в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенного в фонд	экзамен

			практических конференциях, публикации по тематике дисциплины			оценочных средств	
13	2	Курсовая работа/проект	Введение. Состояние вопроса режимов нейтрали электрических сетей в Российской Федерации (РФ) и за рубежом.	-	2	Приведён в Описание балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов_	кур- совые проекты
14	2	Курсовая работа/проект	Описание режимов нейтрали электрических сетей, используемых в России, и их краткая характеристика	-	5	Приведён в Описание 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 Описание 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	-	5	Приведён в Описание 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 Описание 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 Описание балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов_	кур- совые проекты
19	2	Курсовая работа/проект	Работа над ошибками	-	3	Приведён в Описание балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов_	кур- совые проекты
20	2	Курсовая работа/проект	Регулярность посещения консультаций и	-	5	Приведён в Описание балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых	кур- совые проекты

			процентовок			проектов_	
21	2	Курсовая работа/проект	Качество оформления завершённой пояснительной записки на момент первой проверки	-	10	Приведён в Описание балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов_	курсовые проекты
22	2	Курсовая работа/проект	Качество оформления завершённой графической части проекта на момент сдачи на проверку	-	10	Приведён в Описание балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов_	курсовые проекты
23	2	Курсовая работа/проект	Качество доклада на защите	-	5	Приведён в Описание балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов_	курсовые проекты
24	2	Курсовая работа/проект	Качество ответов на вопросы членов комиссии	-	30	Приведён в Описание балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов_	курсовые проекты
25	2	Промежуточная 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 : 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 : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. и специальностям в обл. техники и технологии : в 3 кн. . Кн. 3 / 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. Валеев Г. С. Режимы нейтрали электрических сетей : учеб. пособие к лаб. работам для магистрантов направления 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. С. Валеев, Р. Г. Валеев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2022. - 46, [2] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=00454454k

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

1. Электрические станции : произв.-техн. журн. / Рос. АО энергетики и электрификации, Науч.-техн. ассоц. "Энергопрогресс", Федерация энерг. и электротехн. обществ. - М. : НТА "Энергопрогресс", 1930-. -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 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: energynet.susu.ru/studentu/)

2. Валеев Г. С. Режимы нейтрали электрических сетей : учеб. пособие к лаб. работам для магистрантов направления 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. С. Валеев, Р. Г. Валеев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2022. - 46,

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 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: energynet.susu.ru/studentu/)

2. Валеев Г. С. Режимы нейтрали электрических сетей : учеб. пособие к лаб. работам для магистрантов направления 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. С. Валеев, Р. Г. Валеев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2022. - 46,

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	ЭБС 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/
3	Основная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Ершов, А.М. Е804 Режимы нейтрали электрических сетей: монография / А.М. Ершов, А.И. Сидоров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2024. – 281 с. http://energynet.susu.ru/studentu

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	526 (1)	Компьютерная техника с программным обеспечением, мультимедийный экран
Лекции	526 (1)	Компьютеры и мультимедийный экран
Лабораторные занятия	153 (1)	Универсальные лабораторные стенды, оснащённые компьютерами и программным обеспечением