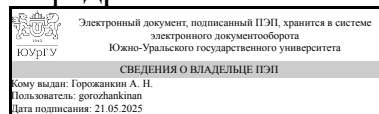


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



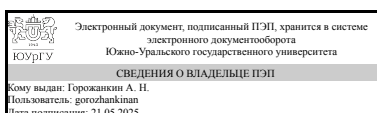
А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.09.02 Проектирование управляемых дугогасящих реакторов
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

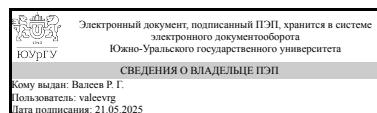
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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 конструкторской деятельности в области электроснабжения. Ознакомление их с вопросами выбора режимов нейтрали электрических сетей, которыми во многом определяются технико-экономические показатели систем электроснабжения, методиками исследования и проектирования управляемых однофазных электрических реакторов, применяемых в качестве заземляющих дугогасящих аппаратов.

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). Режим компенсированной нейтрали электрических сетей напряжением 3...35 кВ. Конструкции и характеристики заземляющих дугогасящих реакторов, их сопоставительный анализ. Основы проектирования заземляющих дугогасящих реакторов с мелкодисcretным регулированием индуктивности и продольным подмагничиванием постоянным током с использованием метода физического подобия. Исследование характеристик физических моделей реакторов с продольным подмагничиванием и методика построения универсальных расчётных кривых для заданной кратности регулирования тока реактора. Определение основных геометрических размеров магнитопроводов и числа витков обмоток управления реакторов с подмагничиванием с использованием метода физического подобия и универсальных расчётных кривых. Электромагнитный и тепловой расчёт обмоток реакторов, выбор конструктивных параметров бака реактора и его тепловой расчёт. Оптимизация параметров трёхстержневых реакторов с продольным подмагничиванием. Исследование характеристик реакторов и тепловые испытания в реальных сетях.

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: основные вопросы проектирования силовых трансформаторов систем электроснабжения промышленных предприятий и городов; Умеет: применять методы управления проектами разработки объектов профессиональной деятельности; подготовить проект и сформировать заявку на реализацию; Имеет практический опыт: управления

	проектами разработки объектов профессиональной деятельности;
--	--

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
Подготовка к экзамену	15,5	15,5
Подготовка к написанию контрольных работ	10	10
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.	0,5	0,5	0	0
2	Режимы нейтрали сетей среднего напряжения (3 - 35 кВ), используемых в электрических сетях России	7,5	3,5	4	0
3	Заземляющие дугогасящие реакторы, используемые в системах	2	2	0	0

	компенсации ёмкостных токов однофазных замыканий на землю (ОЗЗ).				
4	Основы проектирования дугогасящих реакторов с дискретным регулированием индуктивности	6	2	4	0
5	Основы проектирование дугогасящих реакторов с продольным подмагничиванием	28	8	8	12
6	Оптимизация параметров реакторов с продольным подмагничиванием	4	0	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Общие понятия и определения. Режимы нейтрали электрических сетей, применяемых в России и за рубежом. Их влияние на технико-экономические показатели систем электроснабжения (СЭС)	0,5
2	2	Режимы нейтрали сетей среднего напряжения 3 - 35 кВ. Обобщённая трёхфазная схема замещения электрических сетей, основные допущения при её составлении. Вывод универсальных выражений для определения напряжения между нейтралью сети и землёй и остаточного тока в месте однофазного замыкания на землю	1,5
3	2	Режим компенсированной нейтрали. Основные соотношения, векторные диаграммы. Понятие о компенсации ёмкостных токов, достоинства и недостатки режима компенсированной нейтрали.	2
4	3	Заземляющие дугогасящие реакторы (ЗДР). Классификация, основные требования, предъявляемые к ЗДР. Конструктивное исполнение их и принцип действия. Анализ технико-экономических характеристик реакторов.	2
5	4	Основы проектирования дугогасящих аппаратов с дискретным регулированием индуктивности и продольным подмагничиванием постоянным током	2
6	5	Создание физических моделей ДР и исследование их характеристик. Методика построения универсальных расчётных кривых. Определение основных конструктивных параметров ДР с использованием метода физического подобия и удельных показателей.	2
7	5	Определение геометрических размеров сечений стержней и ярем плоскошихтованных магнитопроводов и радиальношихтованных подмагничиваемых стержней.	1
8	5	Электромагнитный и тепловой расчёт обмоток компенсации и управления дугогасящих реакторов	2
9	5	Определение размеров гладкого бака и их тепловой расчёт. Оценка стоимости реакторов.	3

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 компенсированной нейтралью	4
2	4	Расчёт основных параметров активной части реактора с дискретным регулированием индуктивности (обмоток и магнитопровода)	4
3	5	Расчёты по определению основных конструктивных параметров реакторов с	4

		продольным подмагничиванием с использованием метода физического подобия. Электромагнитный и тепловой расчёт обмоток трёхстержневого дугогасящего реактора с подмагничиванием.	
6	5	Определение размеров гладкого бака трёхстержневого реактора с подмагничиванием постоянным током. Тепловой расчёт бака.	4

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	5	Составление электронной модели определения геометрических размеров сечений стержней и ярем магнитопроводов дугогасящих реакторов (на примере трёхстержневого ДГР с продольным подмагничиванием постоянным током)	4
2	5	Составление электронной модели электромагнитного и теплового расчётов обмоток дугогасящих реакторов (на примере трёхстержневого ДГР с продольным подмагничиванием)	4
5	5	Составление электронной модели расчётов по определению геометрических размеров гладкого бака и теплового расчёта дугогасящего реактора (на примере трёхстержневого ДГР продольным подмагничиванием постоянным током)	4
7	6	Составление электронной модели расчётов по определению оптимальных геометрических размеров магнитопровода и обмоточных данных трёхстержневого дугогасящего реактора с продольным подмагничиванием постоянным током	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 экзамену	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 4-20, 22-60]; [3, стр. 90-114, 162-167, 268-323, 358-372, 406-443]; [5, стр. 227-282]	2	15,5
Подготовка к написанию контрольных работ	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 4-20, 22-60]; [3, стр. 90-114, 162-167, 268-323, 358-372, 406-443]	2	10
Курсовое проектирование	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 4-20, 22-60]; [3, стр. 90-114, 162-167, 268-323, 358-372, 406-443]	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)

№	Се-	Вид	Название	Вес	Макс.	Порядок начисления баллов	Учи-
---	-----	-----	----------	-----	-------	---------------------------	------

КМ	местр	контроля	контрольного мероприятия		балл		тыва- ется в ПА
1	2	Текущий контроль	Посещение лекционных и практических занятий	1	8	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС,, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
2	2	Текущий контроль	Посещение лабораторных занятий	1	1	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
3	2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1	1	9	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
4	2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2	1	9	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
5	2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 3	1	9	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
6	2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 4	1	9	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
7	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 1	1	8	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
8	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 2	1	8	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
9	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 3	1	8	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
10	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 4	1	8	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
11	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 5	1	8	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
12	2	Текущий контроль	Контрольная работа № 6	1	8	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
13	2	Бонус	Личное призовое место на олимпиаде, диплом	-	15	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд	экзамен

			конференции или конкурса (по дисциплине) международного, Российского или университетского уровня			оценочных средств дисциплины	
14	2	Бонус	Участие в олимпиадах, конкурсах, научно-практических конференциях, публикации по тематике дисциплины	-	1	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен
15	2	Курсовая работа/проект	Введение. Состояние вопроса режимов нейтрали электрических сетей в Российской Федерации (РФ) и за рубежом.	-	1	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	курсовые проекты
16	2	Курсовая работа/проект	Краткое описание конструкций наиболее распространённых дугогасящих реакторов и принципа их действия	-	1	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	курсовые проекты
17	2	Курсовая работа/проект	Выбор основных электромагнитных параметров ДГР и определение конструктивных параметров их магнитопроводов	-	3	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	курсовые проекты
18	2	Курсовая работа/проект	Электромагнитные расчёты обмоток дугогасящего реактора	-	12	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	курсовые проекты
19	2	Курсовая работа/проект	Тепловой расчёт обмоток реактора	-	10	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	курсовые проекты
20	2	Курсовая работа/проект	Уточнение геометрических размеров магнитопровода и определении потерь активной мощности в нём	-	4	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	курсовые проекты
21	2	Курсовая	Определение	-	4	Приведен в файле: "Балльная	кур-

		работа/проект	геометрических размеров гладкого бака и объёма трансформаторного масла			система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	совые проекты
22	2	Курсовая работа/проект	Тепловой расчёт бака	-	5	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	кур-совые проекты
23	2	Курсовая работа/проект	Качество оформления завершённой графической части проекта на момент сдачи на проверку	-	10	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	кур-совые проекты
24	2	Курсовая работа/проект	Качество оформления завершённой пояснительной записки на момент первой проверки	-	10	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	кур-совые проекты
25	2	Курсовая работа/проект	Регулярность посещения в указанное преподавателем время проведения процентов и успешность их прохождения	-	5	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	кур-совые проекты
26	2	Курсовая работа/проект	Качество доклада на защите	-	5	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	кур-совые проекты
27	2	Курсовая работа/проект	Качество ответов на вопросы членов комиссии	-	30	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых дугогасящих реакторов"	кур-совые проекты
28	2	Промежуточная аттестация	Экзаменационные билеты, в каждом из которых содержится 4 вопроса из разных разделов дисциплины	-	100	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	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	В соответствии с пп. 2.5, 2.6

	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. В экзаменационных билетах напротив каждого вопроса указано максимальное количество баллов, которое может набрать студент при правильном ответе на заданный вопрос (с записью расчётных выражений и формул или их выводом в зависимости от формулировки вопроса в билете, полным текстовым описанием определений, физических процессов, протекающих в системах электроснабжения и их элементах, схем и т.д., в тех случаях, когда не требуется сопровождение ответа выводами формул и расчётных выражений). Суммарное количество баллов, которое может быть получено студентом за экзамен при правильных и полных ответах на все вопросы составляет 100 баллов. При наличии в ответах ошибок в рассуждениях и записях расчётных выражений, выводах формул начисляемые студенту баллы за ответы будут тем меньше, чем грубее допущенные ошибки и их количество. Оценивание начисляемых баллов за ответы на вопросы экзаменационного билета Рэкз осуществляется с учётом следующих критериев: – полные и обстоятельные ответы на все 4 вопроса – 100 баллов; – полные и обстоятельные ответы на 3 из 4-х вопросов в билете с выводами расчётных формул и выражений и частичный ответ 4-й вопрос – от 85 до 99 баллов; – полные и обстоятельные ответы на 3 из 4-х вопросов или на 2 из 4-х вопросов в билете с выводами расчётных формул и выражений и частичный ответ на один или два других вопроса – от 75 до 85 баллов; – полный ответ на один из ключевых вопросов билета или на 2 вопроса в билете без выводов расчётных формул и выражений и отсутствии ответов на остальные вопросы билета – от 60 до 75 баллов; – неполные ответы с грубыми ошибками или полное отсутствие ответов – от 0 до 60 баллов. 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.	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	26	27	28
УК-2	Знает: основные вопросы проектирования силовых	+	+	+		+				+			+	+				+	+	+	+	+	+						+

фак.: В 2 ч. М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский. - 2-е изд. - М.; Л.: Энергия, 1964. - 548 с. ил.

2. Гончарук, А. И. Расчет и конструирование трансформаторов Учеб. для техникумов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 256,[1] с. ил.

3. Васютинский, С. Б. Вопросы теории и расчета трансформаторов. - Л.: Энергия. Ленинградское отделение, 1970. - 432 с. черт.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Монюшко, Н. Д. Проектирование трансформаторов [Текст] Ч. 1 метод. указ. к курсовому проектированию Н. Д. Монюшко, Э. А. Сигалов, А. С. Важенин ; под ред. Н. Д. Монюшко ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Электр. машины и аппараты ; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 47 с. электрон. версия

2. Монюшко, Н. Д. Проектирование трансформаторов [Текст] Ч. 2 метод. указ. к курсовому проектированию Н. Д. Монюшко, Э. А. Сигалов, А. С. Важенин ; под ред. Н. Д. Монюшко ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Электр. машины и аппараты ; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 47 с. электрон. версия

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Монюшко, Н. Д. Проектирование трансформаторов [Текст] Ч. 1 метод. указ. к курсовому проектированию Н. Д. Монюшко, Э. А. Сигалов, А. С. Важенин ; под ред. Н. Д. Монюшко ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Электр. машины и аппараты ; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 47 с. электрон. версия

2. Монюшко, Н. Д. Проектирование трансформаторов [Текст] Ч. 2 метод. указ. к курсовому проектированию Н. Д. Монюшко, Э. А. Сигалов, А. С. Важенин ; под ред. Н. Д. Монюшко ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Электр. машины и аппараты ; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 47 с. электрон. версия

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная 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/

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

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
Лабораторные занятия	526 (1)	Компьютеры с программным обеспечением
Лекции	526 (1)	Компьютер и мультимедийный экран