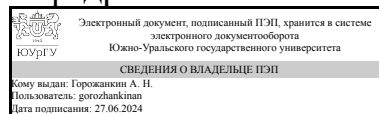


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



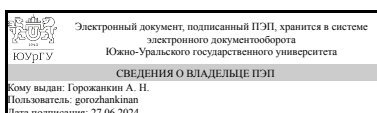
А. Н. Горожанкин

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

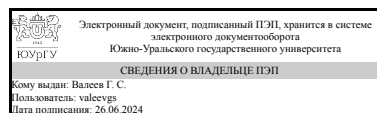
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



А. Н. Горожанкин

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



Г. С. 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	Схемотехника преобразователей с высокими энергетическими показателями, 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
<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
Курсовое проектирование	25	25
Подготовка к написанию контрольных работ	10	10
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	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	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 тепловой расчёт. Определение стоимости реактора.	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 продольным подмагничиванием с использованием метода физического	4

		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	Проектирование 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
Курсовое проектирование	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 4-20, 22-60]; [3, стр. 90-114, 162-167, 268-323, 358-372, 406-443]	2	25
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

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	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 конференции или конкурса (по дисциплине)	-	15	Приведен в описании методики определения итоговой оценки по БРС, вложенном в фонд оценочных средств дисциплины	экзамен

			международного, Российского или университетского уровня уровня				
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 работа/проект	Определение геометрических размеров гладкого бака и объёма	-	4	Приведен в файле: "Балльная система оценивания выполнения и защиты КП_по дисциплине Проектирование управляемых	курсовые проекты

			трансформаторного масла			дугогасящих реакторов"	
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"	курсовые 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"	курсовые 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"	курсовые 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"	курсовые 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"	курсовые 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"	курсовые 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 экзаменационный билет, количество вариантов которых превышает количество экзаменуемых студентов. Каждый студент садится за отдельный стол или парту. На написание	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	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.	
--	---	--

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 трансформаторов систем электроснабжения	+	+	+	+					+		+	+				+	+	+	+	+	+							+

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. 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

2. 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

из них: *учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. 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

2. 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

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	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Маклиман, В. Проектирование трансформаторов и дросселей. Справочник. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2016. — 476 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90127 — Загл. с экрана.

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
Лекции	526 (1)	Компьютер и мультимедийный экран
Лабораторные занятия	526 (1)	Компьютеры с программным обеспечением
Практические занятия и семинары	526 (1)	Компьютерная техника с программным обеспечением