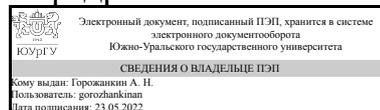


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



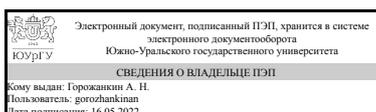
А. Н. Горожанкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М2.09.01 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

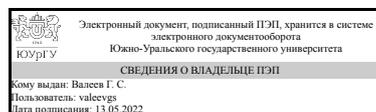
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



А. Н. Горожанкин

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



Г. С. Валева

## 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	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	
<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	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Курсовое проектирование	25	25	
Подготовка к экзамену	18	18	
Подготовка к написанию контрольных работ	7,5	7,5	
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

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		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 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, 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 составляющей.	2
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
Курсовое проектирование	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 111-144]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]	2	25
Подготовка к экзамену	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 83-180]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]	2	18
Подготовка к написанию контрольных работ	Осн. ПУМЛ: [1, стр. 83-144]; [2, стр. 1-60]; [3 стр. 526-540]	2	7,5

## 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	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 БРС, вложенного в фонд оценочных средств	экзамен
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	-	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 режимов нейтрали электрических сетей в Российской Федерации (РФ) и за рубежом.	-	2	Приведён в Описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов_	курсовые 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	курсовые 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	курсовые 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	курсовые 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	курсовые 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	курсовые проекты
19	2	Курсовая работа/проект	Работа над ошибками	-	3	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	курсовые проекты
20	2	Курсовая работа/проект	Регулярность посещения консультаций и процентовок	-	5	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых проектов	курсовые проекты
21	2	Курсовая работа/проект	Качество оформления завершённой	-	10	Приведён в описании балльно-рейтинговой системы оценивания выполнения и защиты курсовых	курсовые проекты





(Электронный текст раздела "Электроснабжение" размещён на сайте кафедры ЭССиСЭ ЮУрГУ: [ses.susu.ru/studentu/](http://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.

*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/](http://ses.susu.ru/studentu/) )

### 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: <a href="http://e.lanbook.com/book/72221">http://e.lanbook.com/book/72221</a> — 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." <a href="http://energynet.susu.ru/studentu/">http://energynet.susu.ru/studentu/</a>

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 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
Лабораторные занятия	153 (1)	Универсальные лабораторные стенды, оснащённые компьютерами и программным обеспечением

Практические занятия и семинары	526 (1)	Компьютерная техника с программным обеспечением, мультимедийный экран
---------------------------------	------------	---