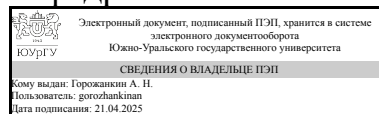


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



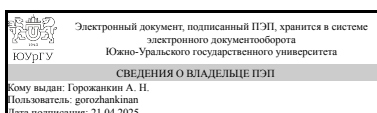
А. Н. Горожанкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.01 Инновационное электрооборудование  
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Магистратура  
магистерская программа Интеллектуальные электроэнергетические системы и  
сети  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения**

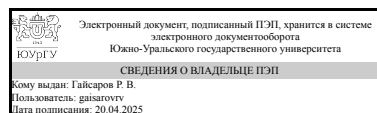
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



А. Н. Горожанкин

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



Р. В. Гайсаров

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины "Электрооборудование высоковольтных подстанций" заключается в изучении теории коммутации электрических цепей, устройства и принципа работы коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения. Задачи дисциплины: научить студентов правильно рассчитывать режимы работы электрооборудования и правильно выбирать электрические аппараты в соответствии с расчетными режимами, привить навыки выполнения проектных работ.

## Краткое содержание дисциплины

Коммутация электрических цепей. Коммутационные аппараты. Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы напряжения.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способен принимать организационно-управленческие решения при работе на объектах профессиональной деятельности | <p>Знает: Технологическую часть электрических станций, выполненных по современным технологиям: газотурбинные электростанция с комбинированным циклом, ветро- и солнечные электростанции, гидроэлектростанции и малая генерация. Главные электрические схемы электрических станций и подстанций. Системы собственных нужд электростанций и подстанций. Современные технологии коммутации электрических цепей и гашения электрической дуги, современные коммутационные аппараты. Инновационные системы измерений и перспективные измерительные приборы, такие как цифровые и оптические измерительные трансформаторы тока, измерительные трансформаторы напряжения, комбинированные устройства измерения.</p> <p>Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития объектов электроэнергетической системы с применением современного электрооборудования.</p> <p>Имеет практический опыт: Сравнения и оценки технических и стоимостных показателей технологических схем и электрооборудования для объектов электроэнергетической системы.</p> |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                     | Перечень последующих дисциплин, видов работ     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Устойчивость электроэнергетических систем, Интеллектуальные электроэнергетические | Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов, |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| системы | <p>Автоматизированные системы управления технологическим процессом,</p> <p>Оптимальное управление электрическими системами на базе иерархических моделей,</p> <p>Системная и противоаварийная автоматика,</p> <p>Релейная защита и автоматика цифровых подстанций,</p> <p>Цифровые технологии оперативного управления режимами,</p> <p>Эксплуатационная надежность и диагностика,</p> <p>Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения,</p> <p>Производственная практика (преддипломная) (5 семестр)</p> |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

| Дисциплина                                     | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Устойчивость электроэнергетических систем      | <p>Знает: Особенности развития и моделирования переходных процессов в электроэнергетических системах. Основные понятия об устойчивости энергосистемы, синхронного генератора, узла асинхронной нагрузки, знает виды устойчивости. Современные средства и способы обеспечения устойчивости электроэнергетических систем.</p> <p>Умеет: Применять практические методики расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах с использованием справочной или иной информации для оценки допустимости режимов работы электроэнергетических систем.</p> <p>Оценивать допустимость режимов по условиям устойчивости. Имеет практический опыт: Анализа устойчивости электроэнергетических систем с применением ЭВМ и специализированных программных средств, а также регулирования режимов в простейших электроэнергетических системах.</p> |
| Интеллектуальные электроэнергетические системы | <p>Знает: Основное оборудование сложноразомкнутых электрических сетей и систем, выполненных с применением устройств интеллектуального управления. Схемы замещения и математические модели высоковольтных линий электропередачи, трансформаторов, синхронных генераторов, нагрузок, применяемые в расчетах установившихся режимов. Методы расчета и моделирования установившихся режимов сложноразомкнутых электрических сетей. Способы и методы регулирования и оптимизации параметров режимов электрических сетей и основы компенсации реактивной мощности в электрических сетях., Методы исследования и анализа режимов интеллектуальных</p>                                                                                                                                                                                                 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>электроэнергетических сетей и систем Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития электроэнергетических сетей и систем. Выполнять расчеты и оптимизировать режимы работы электрических сетей и систем, выполненных с применением устройств интеллектуального управления., Анализировать режимы и условия работы электрооборудования путем обобщения результатов исследования Имеет практический опыт: Техничко-экономического расчета и анализа режимов сложнзамкнутых электрических сетей с применением ЭВМ и специализированных программных средств., Исследования режимов и условий работы электрооборудования интеллектуальных электроэнергетических сетей и систем</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 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>                                                 | 12          | 12                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 6           | 6                                  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 6           | 6                                  |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 89,75       | 89,75                              |
| Освоение учебного материала на темам                                       | 42          | 42                                 |
| Подготовка к зачету                                                        | 47,75       | 47.75                              |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 6,25        | 6,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                                                       | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                                                        | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Коммутационные аппараты: - коммутация электрических цепей, - выключатели, - предохранители.                                            | 0                                         | 0 | 0  | 0  |
| 2         | Измерительные трансформаторы: - общая информация по измерительным трансформаторам, - трансформаторы тока, - трансформаторы напряжения. | 0                                         | 0 | 0  | 0  |
| 3         | Токопроводы электроустановок: - термическое действие                                                                                   | 12                                        | 6 | 6  | 0  |

|  |                                                                                        |  |  |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|  | электрических токов, - динамическое действие электрических токов, - кабельные изделия. |  |  |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                           | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Определение коммутации. Электрическая дуга (определение, свойства).               | 0            |
| 2        | 1         | Процессы ионизации и деионизации в дуге. Характеристики дуги.                     | 0            |
| 3        | 1         | Условия гашения дуги. Факторы, способствующие гашению дуги.                       | 0            |
| 4        | 2         | Назначение, устройство, требования к измерительным трансформаторам.               | 0            |
| 5        | 2         | Изоляционные, проводниковые, магнитные материалы в измерительных трансформаторах. | 0            |
| 6        | 2         | Погрешности измерительных трансформаторов.                                        | 0            |
| 7        | 2         | Зависимость погрешности измерительных трансформаторов от нагрузки.                | 0            |
| 8        | 2         | Зависимость погрешности измерительных трансформаторов от первичных величин.       | 0            |
| 9        | 2         | Классы точности измерительных трансформаторов.                                    | 0            |
| 10       | 3         | Нагрев проводников при протекании по ним электрических токов.                     | 2            |
| 11       | 3         | Динамические силы в проводниках при протекании по ним электрических токов.        | 2            |
| 12       | 3         | Допустимые токи, термическая и динамическая стойкость проводников.                | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара          | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Электромагнитные и масляные выключатели.                                     | 0            |
| 2         | 1         | Воздушные и автогазовые выключатели.                                         | 0            |
| 3         | 1         | Элегазовые выключатели.                                                      | 0            |
| 4         | 1         | Вакуумные выключатели.                                                       | 0            |
| 5         | 1         | Предохранители                                                               | 0            |
| 6         | 2         | Устройства, конструкции трансформаторов тока.                                | 0            |
| 7         | 2         | Номинальные токи, схемы соединения обмоток трансформаторов тока.             | 0            |
| 8         | 2         | Устройства, конструкции трансформаторов напряжения.                          | 0            |
| 9         | 2         | Номинальные напряжения, схемы соединения обмоток трансформаторов напряжения. | 0            |
| 10        | 2         | Антирезонансные трансформаторы напряжения.                                   | 0            |
| 11        | 3         | Конструкции кабелей                                                          | 2            |
| 12        | 3         | Выбор кабеля при заданных условиях.                                          | 4            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС |                                |         |      |
|----------------|--------------------------------|---------|------|
| Подвид СРС     | Список литературы (с указанием | Семестр | Кол- |

|                                      | разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | во часов |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|
| Освоение учебного материала на темам | Электрическая часть станций и подстанций Учеб. для вузов по спец."Электрические станции" Под ред. А. А. Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 575 с. ил. Основы теории электрических аппаратов: Учеб. для вузов по спец. "Электрические аппараты" / И.С.Таев, Б.К.Буль, А.Г.Годжелло и др.; Под ред. И.С.Таева. - М.: Высш. шк., 1987. - 352 с.: ил. | 2 | 42       |
| Подготовка к зачету                  | Электрическая часть станций и подстанций Учеб. для вузов по спец."Электрические станции" Под ред. А. А. Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 575 с. ил. Основы теории электрических аппаратов: Учеб. для вузов по спец. "Электрические аппараты" / И.С.Таев, Б.К.Буль, А.Г.Годжелло и др.; Под ред. И.С.Таева. - М.: Высш. шк., 1987. - 352 с.: ил. | 2 | 47,75    |

## 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-мestr | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                           | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 2        | Текущий контроль | Выбор выключателя                 | 1   | 15         | Для заданной преподавателем схемы распределительного устройства студент должен выбрать выключатель в цепи линии электропередач, питающей электропотребителя с заданной нагрузкой. В зависимости от качества выполненной работы начисляются баллы от 0 до 15.        | зачет            |
| 2    | 2        | Текущий контроль | Выбор трансформатора тока         | 1   | 15         | Для заданной преподавателем схемы распределительного устройства студент должен выбрать трансформатор тока в цепи линии электропередач, питающей электропотребителя с заданной нагрузкой. В зависимости от качества выполненной работы начисляются баллы от 0 до 15. | зачет            |
| 3    | 2        | Текущий контроль | Выбор трансформатора напряжения   | 1   | 15         | Для заданной преподавателем схемы распределительного устройства (РУ) студент должен выбрать трансформатор                                                                                                                                                           | зачет            |

|   |   |                          |                       |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|---|---|--------------------------|-----------------------|---|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                       |   |    | напряжения, подключенный к сборным шинам РУ. В зависимости от качества выполненной работы начисляются баллы от 0 до 15.                                                                                                                                                                                                               |       |
| 4 | 2 | Текущий контроль         | Выбор силового кабеля | 1 | 15 | Для заданной преподавателем схемы распределительного устройства студент должен выбрать силовой кабель в цепи линии электропередач, питающей электропотребителя с заданной нагрузкой. В зависимости от качества выполненной работы начисляются баллы от 0 до 15.                                                                       | зачет |
| 5 | 2 | Промежуточная аттестация | Зачет                 | - | 40 | Тест - "Инновационное электрооборудование". Контрольный тест по дисциплине «Инновационное электрооборудование» содержит 10 заданий. Время тестирования — 10 минут. Предоставляется две попытки для прохождения теста. Тест считается успешно пройденным, если студенты дали не менее 60 % правильных ответов (т.е. набрали 24 балла). | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Для получения зачета необходимо в установленное время пройти контрольный тест "Инновационное электрооборудование". Контрольный тест по дисциплине «Инновационное электрооборудование» содержит 10 заданий. Время тестирования — 10 минут. Студентам предоставляется две попытки для прохождения теста. Тест считается успешно пройденным, если студенты дали не менее 60 % правильных ответов (т.е. набрали 24 балла). | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | № КМ |   |   |   |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ПК-1        | Знает: Технологическую часть электрических станций, выполненных по современным технологиям: газотурбинные электростанция с комбинированным циклом, ветро- и солнечные электростанции, гидроэлектростанции и малая генерация. Главные электрические схемы электрических станций и подстанций. Системы собственных нужд электростанций и подстанций. Современные технологии коммутации электрических цепей и гашения электрической дуги, современные коммутационные аппараты. Инновационные системы измерений и перспективные измерительные приборы, такие как цифровые и оптические измерительные трансформаторы тока, измерительные трансформаторы напряжения, комбинированные устройства измерения. | +    | + | + | + | + |
| ПК-1        | Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития объектов электроэнергетической системы с применением современного                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | +    | + | + | + | + |

|      |                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|      | электрооборудования.                                                                                                                                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ПК-1 | Имеет практический опыт: Сравнения и оценки технических и стоимостных показателей технологических схем и электрооборудования для объектов электроэнергетической системы. | + | + | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Электрическая часть станций и подстанций Учеб. для вузов по спец."Электрические станции" Под ред. А. А. Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 575 с. ил.
2. Электрическая часть электростанций Учеб. для вузов по спец."Электрические станции" С.В. Усов, Б. Н. Михалев, А. К. Черновец; Под ред. С. В. Усова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1987. - 616 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций Учеб. по специальностям 1001 "Электрические станции, сети и системы", 2102 "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2005. - 446,[1] с.
2. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций Учеб. для электроэнерг. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 640 с. ил.
3. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций Справ. материалы для курс. и диплом. проект.: Учеб. пособие для вузов по спец."Электрические станции". - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с. ил.

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

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 2. Гайсаров Р.В., Коржов А.В., Лежнева Л.А., Лисовская И.Т. Проектирование электрических станций и подстанций: Методические указания к курсовому проекту. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 46 с.
2. 3. Гайсаров Р.В., Лисовская И.Т. Выбор электрической аппаратуры, токоведущих частей и изоляторов: Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. 59 с.
3. 1. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Методические указания к лабораторным работам / Составители: Р.В.Гайсаров, М.Е.Гольдштейн, Ю.В.Коровин, И.Т.Лисовская, Л.В.Хахина; Под ред. М.Е.Гольдштейна. – Челябинск: ЮУрГУ, 1999. – Ч.1. – 24 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 2. Гайсаров Р.В., Коржов А.В., Лежнева Л.А., Лисовская И.Т. Проектирование электрических станций и подстанций: Методические указания к курсовому проекту. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 46 с.
2. 3. Гайсаров Р.В., Лисовская И.Т. Выбор электрической аппаратуры, токоведущих частей и изоляторов: Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. 59 с.

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Не предусмотрено