

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизация систем электроснабжения

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Электроснабжение

Форма обучения: заочная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 9 | Итого |
|--|------------|------------|
| Форма контроля | зачет | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 4 | 4 |
| Лабораторные | | |
| Практические | | |
| Руководство: курсовые работы (проекты) | | |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,25 |
| Контактная работа | 4,25 | 4,25 |
| Самостоятельная работа | 100 | 100 |
| Контроль | 3,75 | 3,75 |
| Итого | 108 | 108 |

Рабочую программу составил(и):

доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», к.т.н., Платов В.И.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

старший преподаватель кафедры «Электроснабжение и электротехника» Пономарева З.Р.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «02» октября 2025 г).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование знаний, умений, навыков в области автоматизации систем электроснабжения, а также изучить принципы действия и способы построения автоматических устройств управления нормальными режимами работы электроэнергетических систем и противоаварийного управления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Современные энергетические системы и электронные преобразователи», «Электроэнергетические системы и сети».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: выполнение выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|--|
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов | ПК-1.4 Применяет системы автоматизированного проектирования для разработки проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов | Знать: требования нормативных документов по автоматизации систем электроснабжения и характеристики аппаратуры. |
| | | Уметь: составлять технические задания на проектирование автоматизированных систем электроснабжения. |
| | | Владеть: навыками оформления технических заданий. |

4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---------------------------------------|--------------------|---|---------|------------|------------|----------------|--|
| Автоматизация систем электроснабжения | Лек. | 1. Автоматическое повторное включение 2. Автоматическое включение резервного питания и оборудования 3. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу 4. Автоматическое регулирование режима энергосистемы по частоте 5. Автоматическая частотная разгрузка 6. Оборудование для учета электроэнергии | 9 | 4 | - | - | - |
| | Ср. | Изучение электронного учебника | 9 | 20 | 5 | - | Ознакомление с электронным учебником |
| | Ср. | Прохождение промежуточных тестов | 9 | 30 | 10 | - | Промежуточные тесты |
| | Ср. | Выполнение практических заданий | 9 | 48 | 55 | - | Практические задания |
| | Контроль | Подготовка к итоговому тесту | 9 | 3,75 | - | - | |
| | ПА | Выполнение итогового теста | 9 | 0,25 | 30 | - | Итоговый тест |
| | Ср. | Анкетирование (бонусные баллы) | 9 | 2 | 3 | - | Анкета |
| Итого: | | | | 108 | 103 | | |

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются:

- технология традиционного обучения в форме лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы по изучению теоретического материала и оформлению отчетов о выполнении лабораторных работ;
- технология дистанционного обучения в системе «Росдистант» ТГУ.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Общие методические указания по освоению дисциплины.

Обучающимся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, целью дисциплины, компетенциями, формируемыми дисциплиной, индикаторами компетенций, а также методическими разработками по дисциплине и условиями контроля

6.2. На лекциях, представленных в форме электронного учебника, излагается теоретический материал в предметной области. По всем темам лекционного материала проводятся опросы в тестовой форме. Баллы за ответы на вопросы к электронному учебнику входят в текущий рейтинг и учитываются при расчете итогового балла за курс.

Практические занятия посвящаются выполнению практических заданий. Практические задания являются одной из форм текущей аттестации. Баллы за правильно выполненные практические задания входят в текущий рейтинг и учитываются при расчете итогового балла за курс.

6.3. Методические указания к самостоятельной работе.

Самостоятельная работа в дисциплине «Автоматизация систем электроснабжения» необходима для выполнения практических заданий, самостоятельному изучению основной и дополнительной литературы, а также для подготовки к сдаче зачета.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|--|---|
| 9 | ПК-1 | Вопросы к зачету № 1 – 40 Решение практических заданий № 1-4 |

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1 Практические работы

(наименование оценочного средства)

1. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу
2. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов
3. Автоматическая частотная разгрузка электроэнергетических систем
4. Автоматизация учета электроэнергии

Практические задания – выполняются в соответствии с методическими указаниями (<https://edu.rosdistant.ru/>). Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся получил правильный ответ в ходе самостоятельного выполнения практического задания и представил подробный ход решения.

- оценка «не зачтено» если при выполнении практического задания допущены грубые ошибки.

7.2.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

Пример. В энергосистеме в исходном состоянии соблюдается баланс генерации и потребления при номинальной частоте. Определить изменение частоты в энергосистеме с мощностью нагрузки $P_{HO} = 300 \text{ МВт}$ при возникновении дефицита мощности $P_{ДО} = 30 \text{ МВт}$, если коэффициент регулирующего эффекта нагрузки составляет $K_H = 1,5$: а) без АЧР; б) после действия АЧР-1; в) после действия АЧР-1 и АЧР-2.

Решение.

а). Установившееся изменение частоты энергосистемы при отсутствии АЧР

$$\Delta f_{\infty} = \frac{30 \cdot 50}{300 \cdot 1,5} = 3,33 \text{ Гц.}$$

Частота энергосистемы уменьшится до значения

$$f_{\min} = 50 - 3,33 = 46,67 \text{ Гц.}$$

б). Необходимый объем очередей АЧР-1 составляет

$$P_{АЧР1} = 1,05 \cdot P_{ДО} = 31,5 \text{ МВт.}$$

Регулирующий эффект АЧР-1

$$n_{АЧР1} = \frac{31,5}{300} \cdot \frac{50}{(49 - 46,5)} = 2,1.$$

Количество очередей АЧР-1

$$K_{очр} = \frac{49 - 46,5}{0,1} = 25.$$

Количество сработавших очередей АЧР-1

$$K_{очр.ср} = \frac{49 - 46,67}{0,1} \cong 23.$$

Суммарная мощность отключенной в результате срабатывания АЧР-1 нагрузки

$$\Delta P_{\Sigma} = \frac{23}{25} \cdot 31,5 = 28,98 \text{ МВт.}$$

Мощность генерации энергосистемы после возникновения дефицита

$$P_{ГО} = 300 - 30 = 270 \text{ МВт.}$$

Мощность оставшейся после срабатывания АЧР-1 нагрузки

$$P_{НО} = 300 - 28,98 = 271,02 \text{ МВт.}$$

Установившееся после действия АЧР-1 значение частоты энергосистемы

$$f_{\infty} = \frac{270 \cdot 50 - 271,02 \cdot (50 - 1,5 \cdot 50 - 49 \cdot 2,1)}{271,02 \cdot (1,5 + 2,1)} = 49,36 \text{ Гц.}$$

Сохранившийся после действия АЧР-1 дефицит мощности величиной 1,01 МВт препятствует восстановлению номинального значения частоты энергосистемы.

в) Рекомендуемый объем очередей АЧР-2

$$P_{АЧР2} = 0,4 \cdot P_{АЧР1} = 0,4 \cdot 31,5 = 12,6 \text{ МВт.}$$

Все очереди АЧР-2 срабатывают одновременно в момент снижения частоты энергосистемы до значения 49,2 Гц, а затем с различными выдержками по времени производят отключение присоединенных потребителей. В результате действия АЧР-2 дополнительно отключаются 12,6 МВт, а мощность оставшейся нагрузки составит

$$P_{НО} = 271,02 - 12,6 = 258,42 \text{ МВт.}$$

Установившееся после действия АЧР-1 и АЧР-2 значение частоты энергосистемы при сохранившемся уровне генерации $P_{ГО} = 270$ МВт составит

$$f_{\infty} = \frac{270 \cdot 50 - 258,42 \cdot (50 - 1,5 \cdot 50 - 49 \cdot 2,1)}{258,42 \cdot (1,5 + 2,1)} = 50,04 \text{ Гц.}$$

Таким образом, автоматическая частотная разгрузка является эффективным средством поддержания частоты энергосистемы.

| № варианта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| $P_{НО}, \text{ МВт}$ | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 |
| $P_{ДО}, \text{ МВт}$ | 70 | 100 | 90 | 75 | 165 | 120 | 260 | 90 | 150 | 240 | 170 | 100 | 140 | 170 | 200 |
| K_H | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,7 | 1,5 |

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 9

| п/п | Вопросы к зачету |
|-----|---|
| 1 | Автоматизированные системы управления энергосбережением и электроснабжением |
| 2 | История возникновения и современные проблемы автоматизации электроснабжения |
| 3 | Автоматика повторного включения. Назначение, принцип действия. |
| 4 | Автоматические устройства повторного включения. Способы осуществления АПВ |
| 5 | Основные технические требования к устройствам АПВ |
| 6 | Автоматические устройства включения резерва |
| 7 | Фазы функционирования автоматики предотвращения нарушения устойчивости |
| 8 | Общая функциональная структура АПНУ |
| 9 | Назначение устройств автоматического предотвращения нарушения устойчивости |
| 10 | Воздействия устройств автоматического предотвращения нарушений устойчивости |
| 11 | Причины возникновения аварийных режимов |
| 12 | Устройства для выявления аварийных возмущений |
| 13 | Автоматизированные системы регистрации аварийных ситуаций |
| 14 | Автоматика ликвидации асинхронного режима. Требования к устройствам. |
| 15 | Требования к размещению и настройке устройств автоматики ликвидации асинхронного режима |
| 16 | Принцип работы устройства автоматики ликвидации асинхронного режима |
| 17 | Микропроцессорные регуляторы реактивной мощности конденсаторных батарей |
| 18 | Микропроцессорные автоматические синхронизаторы для включения синхронных генераторов на параллельную работу |
| 19 | Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения синхронных генераторов |
| 20 | Микропроцессорная автоматизированная система управления гидроэлектростанциями |
| 21 | Микропроцессорная АСУ тепловыми станциями |
| 22 | Цифровая АСУ частотой и активной мощностью электроэнергетической системы |
| 23 | Особенности автоматики предотвращения нарушения устойчивости |
| 24 | Автоматическая частотная разгрузка. Понятие. Нормативные требования. Длительность работы. |
| 25 | Последствия снижения частоты |
| 26 | Структура устройства АЧР |
| 27 | Требования, предъявляемые к АЧР |
| 28 | Автоматическое повторное включение после АЧР |
| 29 | Назначение и функции автоматизированных систем диспетчерского управления |
| 30 | Автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера энергетического объекта |
| 31 | Средства сбора, передачи и обработки информации |
| 32 | Дистанционное и телемеханическое управление |
| 33 | Диспетчерский пункт. Щиты управления энергообъекта |
| 34 | Структура АСКУЭ |
| 35 | Задачи автоматизации учёта электроэнергии |
| 36 | Задачи коммерческого и технического учёта электроэнергии. Учёт выработанной и потреблённой электроэнергии. |
| 37 | Автоматизация учета энергоносителей |
| 38 | Программное обеспечение для сбора данных |
| 39 | Метрологическое и нормативное обеспечение учёта электроэнергии и энергоресурсов. |
| 40 | Требования, предъявляемые к автоматизированным системам учета электроэнергии |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|---------|--|-------------------------|---|
| 9 | зачет, накопительный балл по итогам прохождения курса | «зачтено» | Обучающийся набрал в сумме 55-100 баллов. |
| | | «не зачтено» | Обучающийся набрал в сумме 0-54 баллов. |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|---|---|---|-------------|---|
| 1 | Аполлонский С. М., Куклев Ю. В., Фролов В. Я. | Электрические аппараты управления и автоматики | Учебное пособие | 2022 | ЭБС "Лань" |
| 2 | Шойко В. П. | Автоматическое регулирование в электрических системах | Учебное пособие | 2018 | ЭБС "IPRbooks" |
| 3 | Коротков В. Ф. | Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах | Учебное пособие | 2017 | ЭБС "Консультант студента" |
| 4 | Сост. Козлов А.Н. | Автоматика управления режимами электроэнергетических систем | Учебное пособие | 2017 | ЭБС "IPRbooks" |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|---------------------------------|---|---|-------------|---|
| 1 | Овчаренко Н. И. | Автоматика энергосистем | Учебник | 2017 | ЭБС "Консультант студента" |
| 2 | Богданов А. В. Бондарев А.В. | Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах | Учебное пособие | 2016 | ЭБС "IPRbooks" |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|--|---|
| 1 | Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 2 | Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition | договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно |
| 3 | Mirapolis Human Capital Management | лицензионный договор № 1346 от 24.12.2024, срок действия – до 31.12.2025 |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|-------|---|--|
| 1 | Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705) | Экран телевизионный, ширма, проектор на штативе, камера, стол преподавательский, стул преподавательский, транспарант-перетяжка, системный блок |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|---|--|
| 2 | <p>Аудитория веб-конференций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Э-405)</p> | <p>Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.</p> |
| 3 | <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)</p> | <p>Столы, стулья, компьютеры</p> |
| 4 | <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)</p> | <p>Столы, стулья, компьютеры</p> |