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

Б1.В.16
(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: 2021

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	9	**Итого**
Форма контроля / **Вид занятий**	экзамен	
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты)		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	4,25	4,25
Самостоятельная работа	131	131
Контроль	8,75	8,75
Итого	144	144

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 733F7000F6B17EB54B77D3BED60E29DB
Владелец: Вахнина Вера Васильевна
Действителен: с 25.09.2024 до 19.06.2039

Рабочую программу составил(и):
доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», к.т.н., Платов В.И.

(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 2026 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «10 сентября 2020 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-3 Способен планировать и проводить энергетические обследования объектов профессиональной деятельности	ПК-3.3 Демонстрирует знание основных потребителей электроэнергии, их характеристик, применяет эти знания в профессиональной деятельности	Знать: методику выполнение работ по энергетическому обследованию оборудования электротехнических систем
		Уметь: подключать аппаратуру, снимать показания при энергетическом обследовании оборудования электротехнических систем
		Владеть: методами обработки и анализа полученной информации

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	9	4	-	-	-
	Ср.	Изучение электронного учебника	9	40	5	-	Ознакомление с электронным учебников
	Ср.	Прохождение промежуточных тестов	9	30	10	-	Промежуточные тесты
	Ср.	Выполнение практических заданий	9	59	55	-	Практические задания
	Контроль	Подготовка к итоговому тесту	9	8,65	-	-	
	ПА	Выполнение итогового теста	9	0,35	30	-	Итоговый тест
	Ср.	Анкетирование (бонусные баллы)	9	2	3	-	Анкета
			Итого:	**144**	**103**		

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Автоматизация систем электроснабжения», используются технологии традиционного обучения:

- лекции в форме вебинаров;
- практические занятия;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по проведению эксперимента, снятию показаний с приборов. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
9	ПК-3	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

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 $P_{НО} = 300\,МВт$ при возникновении дефицита мощности $P_{ДО} = 30$ МВт, если коэффициент регулирующего эффекта нагрузки составляет $K_Н = 1{,}5$: 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

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

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
$P_{НО}$, МВт	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050
$P_{ДО,}$ МВт	70	100	90	75	165	120	260	90	150	240	170	100	140	170	200
$K_{Н}$	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 10

№ п/п	Вопросы к экзамену
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	экзамен	«отлично»	обучающийся обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу
		«хорошо»	обучающийся обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами
		«удовлетворительно»	обучающийся имеет общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения
		«неудовлетворительно»	обучающийся не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения

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

– Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analitics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;

– Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;

– 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 № 1256 от 15.12.2023, срок действия до 31.12.2024 включительно

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	Экран телевизионный, ширма, прожектор 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
	работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)	
2	Аудитория веб-конференций. 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-405)	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма, наушники, компьютер с выходом в Интернет.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Столы, стулья, компьютеры