

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.18 Электроснабжение предприятий и электрооборудование

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 4  
Семестр 7

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	44	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	7	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
доцент	ЭП	СОГЛАСОВАНО	А.П. Осташенков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

	(наименование кафедры)		
25.01.2023	протокол №	5	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, Технический директор-главный инженер  
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 01.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности (ОПД) в соответствии с технологией	ПК - 1.1 Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	<b>знания:</b> схем размещения объектов профессиональной деятельности, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики. <b>умения:</b> читать принципиальные схемы объектов профессиональной деятельности, осуществлять проведение технических расчетов объектов профессиональной деятельности. <b>навыки:</b> участия в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства.
2. ПК-3 Готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению по ОПД	ПК - 3.1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	<b>знания:</b> нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК - 3.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	<b>знания:</b> мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности. <b>умения:</b> разрабатывать варианты энергосберегающих решений на объектах профессиональной деятельности. <b>навыки:</b> оценки результатов реализации мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Котельные установки и парогенераторы (ПК-1), Энергетические обследования предприятий и энергетический менеджмент (ПК-3), Энергетический паспорт предприятия (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основные сведения об электроэнергетических системах и системах электроснабжения промышленных предприятий</b>	<b>18</b>	ПК-1, ПК-3
Лекция. Основные понятия и определения. Общие сведения об электроустановках.	2	
Лекция. Напряжения электрических сетей и режимы работы нейтралей.	6	
Лекция. Назначение и типы электрических станций.	2	
Практическое занятие. Приемники и потребители электроэнергии. Графики электрических нагрузок, коэффициенты их характеризующие, параметры электропотребления.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Обозначения на принципиальных электрических схемах. 2. Категории электроприемников в отношении обеспечения надежности электроснабжения.	4	
<b>Электрические сети промышленных предприятий</b>	<b>56</b>	ПК-1, ПК-3
Лекция. Схемы цеховых электрических сетей. Конструктивное выполнение электрических сетей.	6	
Лекция. Основное электрооборудование электрических сетей.	8	
Практическое занятие. Методы определения расчетных электрических нагрузок.	8	
Практическое занятие. Компенсация реактивной мощности.	4	
Практическое занятие. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.	2	
Практическое занятие. Короткие замыкания в системах электроснабжения и выбор токоведущих частей и аппаратов.	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР 1. Коммутационные аппараты до 1 кВ. 2. Коммутационные аппараты выше 1 кВ. 3. Измерительные аппараты. 4. Защитные аппараты. 5. Комплектные распределительные устройства высокого напряжения. 6. Распределительные щиты и щиты управления.	20	
<b>Качество и экономия электроэнергии</b>	<b>18</b>	ПК-3

Лекция. Показатели качества электроэнергии. Регулирование напряжения в сетях промышленных предприятий.	4	ПК-1
Лекция. Экономия электроэнергии.	2	
Практическое занятие. Расчет потерь электроэнергии в силовых трансформаторах	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Влияние отклонения частоты на работу электроприемников. 2. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников. 3. Влияние колебаний напряжения на работу электроприемников. 4. Влияние несинусоидальности напряжения на работу электроприемников. 5. Влияние несимметрии напряжения на работу электроприемников.	10	
<b>Защитное заземление</b>	<b>16</b>	
Лекция. Назначение и устройство защитного заземления.	2	
Практическое занятие. Расчет заземляющих устройств.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР 1. Определения гл. 1.7 ПУЭ. 2. Система заземления TN-C. 3. Система заземления TN-S. 4. Система заземления TN-C-S. 5. Система заземления IT. 6. Система заземления TT. 7. Меры защиты от прямого прикосновения. 8. Меры защиты при косвенном прикосновении.	10	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины. Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным

системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины включает выполнение контрольных работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Будзко, Игорь Александрович. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст] : Учебник для студентов вузов по спец. 311400 "Электрификация и автоматизация сельского хоз-ва" / И. А. Будзко, Т. Б. Лещинская, В. И. Сукманов. М.: Колос, 2000. - 534 с. ISBN 5-10-003172-7. Экземпляры: всего 43.	43
2.	Щербаков, Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / Щербаков Е. Ф., Александров Д. С., Дубов А. Л. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 392 с. ISBN 978-5-8114-3114-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/130498">https://e.lanbook.com/book/130498</a>
3.	Щербаков, Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление в строительстве [Электронный ресурс] / Щербаков Е. Ф., Александров Д. С., Дубов А. Л. 2-е изд., доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 512 с. ISBN 978-5-8114-1390-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211241">https://e.lanbook.com/book/211241</a>
4.	Коробов, Г. В. Электроснабжение. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] / Коробов Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова Н. А. 3-е изд., испр. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. ISBN 978-5-8114-1164-1.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211499">https://e.lanbook.com/book/211499</a>
5.	Рекус, Григорий Гаврилович. Электрооборудование производств [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по неэлектротехн. специальностям направлений подготовки дипломир. специалистов в обл. техники и технологии] / Г. Г. Рекус. М.: Высшая школа, 2005. - 708 с. ISBN 5-06-004414-9. Экземпляры: всего 41.	41
6.	Никитенко, Г. В. Электрооборудование, электротехнологии и электроснабжение сельского хозяйства. Дипломное проектирование [Электронный ресурс] / Никитенко Г. В., Коноплев Е. В. 2-е изд., испр. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 316 с. ISBN 978-5-8114-3077-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/213101">https://e.lanbook.com/book/213101</a>
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
<b>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ</b>		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	216 (II)	Доска аудиторная (1), Доска аудиторная 1500*1000 (1), Комплект кодотранспарантов по курсу "Автоматизированный электропривод" 60 шт. (1), Комплект кодотранспарантов по курсу "Теоретические основы электротехники" 100 шт. (1), Комплект кодотранспарантов по курсу "Электротехника" 106 шт. (1), Ноутбук Satelite C 850-CPR (1), Стол лаб. 5950*1700*600 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	219 (II)	Доска аудиторная 1500*1000 (1), Стеллаж металлический для электрооборудования (1), Стол лаб. 5400*1700*600 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Определите показатель силовой сборки в группе: 4 по 26 кВт, 4 по 6 кВт, 8 по 1 кВт, 3 по 4.5 кВт.

Определите среднюю активную мощность (кВт) группы электроприемников (ЭП) за наиболее загруженную смену, если (коэффициент использования)  $K_i=0,12$ , группа включает ЭП: 3 по 10 кВт, 3 по 6 кВт, 3 по 3 кВт, 4 по 4.5 кВт.

Сварочный трансформатор включен на линейное напряжение:  $S_{\text{пасп}}=4$  кВА;  $P_{\text{Впасп}}=0,25$ ;  $\cos\phi_{\text{пасп}}=0,5$ ;  $U=380$  В. Определите условную трехфазную номинальную мощность сети (кВт).

Определите расчетное значение эффективного числа электроприемников в группе: 8 по 10 кВт, 8 по 6 кВт, 3 по 3 кВт, 3 по 4.5 кВт.

Электроприемник повторно-кратковременного режима работы характеризуется периодом работы 3 мин. и периодом отключения 2 мин. Определите продолжительность включения в процентах.

Определите расчетную реактивную мощность компенсирующего устройства (кВАр), если активная мощность равна 377 кВт,  $\text{tg}\phi$  до компенсации 0,63,  $\text{tg}\phi$  после компенсации должен составлять 0,33.

Определите потери напряжения в линии (%), если ток линии равен 24 А, длина 8 м,  $\cos\phi=0,95$ ;  $\sin\phi=0,31$ ;  $U=380$  В; удельные активное и реактивное сопротивление составляют соответственно 1,95 и 0,095 Ом/км.

Показателями качества электроэнергии, относящимися к колебаниям напряжения, являются...

1. коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности
2. положительное отклонение напряжения электропитания



3. кратковременная доза фликера

4. длительная доза фликера

Несимметрия трехфазной системы напряжений обусловлена...

1. изменениями нагрузки электрической сети

2. несимметрией элементов электрической сети

3. несимметричными нагрузками потребителей электрической энергии

4. нелинейными нагрузками пользователей электрических сетей

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для зачета (7 семестр):

1. Назначение и типы электрических станций.
2. Напряжения электрических сетей.
3. Режимы работы нейтралей.
4. Режимы работы электроприемников.
5. Категории электроприемников в отношении обеспечения надежности электроснабжения.
6. Графики электрических нагрузок, коэффициенты их характеризующие.
7. Коммутационные аппараты до 1 кВ.
8. Коммутационные аппараты выше 1 кВ.
9. Измерительные аппараты.
10. Защитные аппараты.
11. Схемы цеховых электрических сетей.
12. Конструктивное выполнение электрических сетей.
13. Компенсация реактивной мощности.
14. Методы определения расчётных нагрузок по удельным показателям производства.
15. Метод коэффициента спроса.
16. Метод коэффициента формы.
17. Метод упорядоченных диаграмм.
18. Расчет несимметричных электрических нагрузок.
19. Расчет токов короткого замыкания в электроустановках до 1 кВ.
20. Выбор токоведущих частей и аппаратов.
21. Показатели качества электроэнергии.
22. Экономия электроэнергии.

23. Назначение и устройство защитных заземлений.
24. Системы заземления TN-C, TN-S, TN-C-S, IT.
25. Расчет заземляющих устройств.