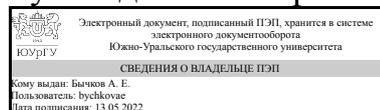


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



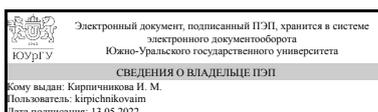
А. Е. Бычков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.07 Электроснабжение  
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Бакалавриат  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

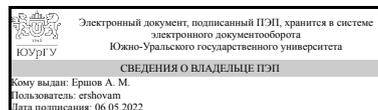
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. М. Кирпичникова

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



А. М. Ершов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника», к практической деятельности в области электроснабжения промышленных предприятий, городов, сельского хозяйства и других объектов. Задачей дисциплины является ознакомление студентов с: принципами построения схем внешнего, внутризаводского и внутрицехового электроснабжения промышленного предприятия; методами расчёта электрических нагрузок; методами расчёта мощности трансформаторов, устанавливаемых на ПС и в ТП, кабельных линий напряжением выше 1 кВ и ниже 1 кВ; вопросами компенсации реактивной мощности, качества электроэнергии, электроосвещения, пуска электродвигателей, режимов нейтрали электрических сетей, исполнения заземляющих устройств, защиты от перенапряжений, энергопотребления и энергосбережения.

### Краткое содержание дисциплины

Общие понятия и определения. Общие понятия о системе электроснабжения. Требования, предъявляемые к системам электроснабжения (СЭС). Графики электрических нагрузок. Коэффициенты, характеризующие режимы работы электроприёмников. Определение расчётной активной и реактивной мощности на различных уровнях СЭС. Основные принципы построения электрических сетей СЭС. Типовые схемы внешнего и внутреннего электроснабжения, область использования, достоинства и недостатки. Типовые расчёты СЭС: выбор сечения кабельных линий; выбор типа, числа и мощности силовых трансформаторов, устанавливаемых в цехах промышленных предприятий и ГПП; выбор коммутационных и защитных аппаратов. Компенсация реактивной мощности. Качество электрической энергии. Пуск и самозапуск электродвигателей. Освещение. Режимы нейтрали электрических сетей. Заземляющие устройства. Защита от перенапряжений. Электропотребление и энергосбережение.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности.	Знает: Основные источники информации по направлению профессиональной деятельности Умеет: Анализировать и систематизировать информацию, извлечённую из различных источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов Имеет практический опыт: Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения
ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Знает: Основные принципы построения электрических сетей систем электроснабжения, типовые схемы и приоритетные области их использования, достоинства и недостатки

	типовых схем Умеет: Пользоваться при эксплуатации СЭС справочной литературой и нормативными материалами Имеет практический опыт: Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов
--	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.02 Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике, 1.Ф.02 Общая энергетика, 1.Ф.09 Электрические и электронные аппараты, ФД.03 Проектирование электрических сетей, 1.Ф.04 Электрический привод, 1.Ф.03 Физические основы электроники, 1.Ф.05 Электрические машины	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.04 Электрический привод	Знает: Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов, Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока Умеет: Использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов, Применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов Имеет практический опыт: Расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем, Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов
1.Ф.03 Физические основы электроники	Знает: Принцип действия диодов, транзисторов, тиристоров, интегральных микросхем, их

	<p>характеристики и параметры; основы расчета простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей Умеет: Использовать методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей для расчета простейших схем силовых преобразователей на основе полупроводниковых приборов Имеет практический опыт: Моделирования простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей</p>
1.Ф.05 Электрические машины	<p>Знает: Виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; инструментарий для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; показатели качества технологического процесса и методы их определения, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин, Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета Умеет: Контролировать правильность получаемых данных и выводов; применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования: электрических машин; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями, Сформулировать требования к параметрам и выходным характеристикам электрических машин с учетом работы их в конкретных электротехнологических установках, Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения Имеет практический опыт: Использования современных технических средства в профессиональной области; опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований; опытом экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники, Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения, Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink</p>
1.Ф.02 Общая энергетика	<p>Знает: Методы и средства для получения информации об электростанциях различных видов, принципах работы и устройства энергетических установок, основных видах энергетических ресурсов Умеет: Выполнять расчет и анализ основных параметров электростанций Имеет практический опыт: Расчёта основных характеристик и показателей</p>

	работы различных электростанций, навыками использования источников информации по дисциплине и компьютера как средства работы с ней
1.Ф.09 Электрические и электронные аппараты	Знает: Основные характеристики аппаратов, которые применяются в современной электроэнергетике. Умеет: Выбирать основные типы электрических аппаратов для коммутации и защиты электрических цепей объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Экспериментального исследования электрических аппаратов.
ФД.03 Проектирование электрических сетей	Знает: Методы расчета установившихся и переходных режимов электрических сетей Умеет: Рассчитывать режимы электрической сети с применением ЭВМ Имеет практический опыт: Алгоритмизации решения математических задач, связанных с проектированием электрических сетей
ФД.02 Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике	Знает: Физико-математический аппарат и методы анализа электромагнитных процессов в схемах выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и др. преобразователей; методы экспериментального исследования управляемых выпрямителей, автономных инверторов, Соотношение для токов и напряжений вентилей, трансформатора, фильтра в зависимости от номинальных параметров нагрузки Умеет: Составить схему замещения преобразователя для определения выходного напряжения, напряжения на вентиле, на сглаживающем фильтре, Выбрать вентили, фильтр, трансформатор и прочие элементы силовой полупроводниковой техники по справочным данным Имеет практический опыт: Экспериментального исследования при помощи осциллографа, измерительных приборов, автономных датчиков тока и напряжения, Компьютерных расчетов характеристик выбранного преобразователя

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 12,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия, семинары и (или) другие виды	4	4

аудиторных занятий (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа (СРС)	87,5	87,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Выполнение контрольной работы	20	20
Оформление лабораторных работ и подготовка к защите	16	16
Освоение материала по дисциплине и подготовка к экзамену	51,5	51,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Общие понятия и определения. Электрические нагрузки. Методы определения расчётных нагрузок. Системы электроснабжения. Подстанции напряжением 110–220/6–10 кВ. Внутривзаводское электроснабжение на напряжении 6–10 кВ. Внутрицеховые трансформаторные подстанции напряжением 6–10/0,4 кВ. Внутрицеховое электроснабжение.	6	2	2	2
2	Компенсация реактивной мощности. Качество электрической энергии. Пуск и самозапуск электродвигателей. Освещение. Режимы нейтрали электрических сетей. Заземляющие устройства. Защита от перенапряжений. Электропотребление и энергосбережение.	6	2	2	2

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ. Применение электрической энергии в промышленности. Развитие электроэнергетики на Южном Урале. Современное состояние электроэнергетики. Основные понятия об энергосистеме и системе электроснабжения. Характеристики потребителей электроэнергии 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ. Понятие об электрических нагрузках систем электроснабжения. Основные характеристики потребителей электрической энергии. Коэффициенты, характеризующие графики электрических нагрузок. Методы расчета электрических нагрузок. Методы, основанные на применении технологических данных. Усовершенствованный метод упорядоченных диаграмм. Расчёт пиковых токов. Расчет электрических нагрузок при наличии однофазных электроприёмников. 3. СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ. Исходные положения и определения. Принципы построения систем электроснабжения. Внешнее электроснабжение промышленных предприятий. Подстанции систем электроснабжения. Распределительное устройство высшего напряжения. Силовые трансформаторы с первичным напряжением 35–110–220 кВ. Распределительное устройство низшего напряжения. Конструктивное исполнение подстанций. Выбор числа и мощности трансформаторов подстанции. Внутривзаводские электрические сети	2

		<p>напряжением 6–10 кВ. Радиальные схемы. Магистральные схемы. Конструктивные исполнения внутривозовских электрических сетей. Расчёты электрических сетей. Расчет питающих линий. Расчёт токов трёхфазного короткого замыкания. Расчёты потерь напряжения, мощности и электроэнергии. Цеховые трансформаторные подстанции. Типы цеховых ТП. Типы трансформаторов, устанавливаемых в ТП. Схемы и основное оборудование ТП. Конструктивное исполнение ТП. Выбор мощности трансформаторов цеховых ТП. Внутривозовские электрические сети. Конструктивное исполнение внутривозовских электрических сетей. 4. КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ. Понятие о реактивной мощности. Особенности передачи реактивной мощности по электрическим сетям. Эффективность компенсации реактивной мощности. Потребители реактивной мощности. Асинхронные электродвигатели. Силовые трансформаторы. Электротехнологические установки. Потребители реактивной мощности в СЭС со специфическими нагрузками. Источники реактивной мощности. Энергосистема и ТЭЦ. Синхронные компенсаторы. Синхронные двигатели. Статические конденсаторы. Определение мощности компенсирующих устройств. О регулировании реактивной мощности на промышленном предприятии.</p>	
2	2	<p>5. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. Состояние качества электрической энергии в СЭС. Продолжительные изменения характеристик напряжения. Отклонения частоты. Медленные изменения напряжения. Колебания напряжения. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия напряжений. Случайные события. Прерывания напряжения. Провалы напряжения. Перенапряжения. Импульсные перенапряжения. Направления улучшения качества электрической энергии. 6. ПУСК И САМОЗАПУСК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ. Общие положения. Определение остаточного напряжения при пуске или самозапуске ЭД. Способы пуска электродвигателей. Типовые статические нагрузки электропривода. Прямой пуск электродвигателей. Тиристорные устройства безударного пуска по схеме регулятора напряжения. Тиристорные устройства частотного безударного пуска. Система частотно-регулируемого электропривода. 7. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ. Краткая история развития искусственного освещения. Цветовая температура света. Источники света. Лампы накаливания. Газоразрядные лампы низкого давления. Газоразрядные лампы высокого давления. Светодиодные лампы. 8. РЕЖИМЫ НЕЙТРАЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ. Пять способов заземления нейтрали электрических сетей. Критерии выбора режима нейтрали. Электрическая сеть с изолированной нейтралью. Электрическая сеть с резистивным заземлением нейтрали. Электрическая сеть с компенсированной нейтралью. Электрическая сеть с глухо заземлённой нейтралью. Электрическая сеть с эффективно заземлённой нейтралью. 9. ЗАЗЕМЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО. Общие положения. Параметры заземляющих устройств. Основные требования ПУЭ к заземляющим устройствам. Конструктивные исполнения заземляющих устройств. Расчёт заземляющего устройства отдельно стоящей трансформаторной подстанции напряжением 10/0,4 кВ. 10. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ. Основные положения. Удары молнии. Молниезащита. Защита ограничителями перенапряжений. 11. ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. Электробаланс промышленного предприятия. Вопросы экономии потерь ЭЭ в СЭС ПП. Методы определения потерь ЭЭ в СЭС. Тарифы на электрическую энергию. Взаимоотношения энергосистемы с потребителями ЭЭ. Системы учета ЭЭ.</p>	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№	№	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-
---	---	---	------

занятия	раздела		во часов
1	1	Расчёт электрических нагрузок. Выбор мощности трансформаторов ТП. Выбор сечения кабелей до и выше 1 кВ. Расчёт токов КЗ. Выбор плавких предохранителей, автоматических выключателей на напряжении до 1 кВ и измерительной и коммутационной аппаратуры выше 1 кВ.	2
2	2	Расчёт потерь напряжения, мощности, электроэнергии в линиях и трансформаторах. Расчёт остаточного напряжения при пуске двигателя.	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Исследование суточных графиков электрических нагрузок	2
2	2	Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения	2

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение контрольной работы	ПУМД, осн. лит. 1: разделы 2-6, стр. 28-178	8	20
Оформление лабораторных работ и подготовка к защите	ПУМД, осн. лит. 1: раздел 2, стр.28-52; раздел 4, стр. 117-141	8	16
Освоение материала по дисциплине и подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит. 1: Разделы 1-11, стр. 7-245.	8	51,5

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Расчётно-графическая работа	1	10	Расчётно-графическая часть. При правильном выполнении всех расчётов согласно задания на РГР выставляется оценка 10 баллов (зачёт). При наличии замечаний РГР возвращается студенту для доработки.	экзамен
2	8	Текущий контроль	Лабораторные работы: ЛР № 1. Исследование	1	10	Лабораторные работы (вариант для дисциплины СЭС). Начисление баллов (например, при максимуме	экзамен

			суточных графиков электрических нагрузок. ЛР № 2. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения			10 баллов): за правильное проведение измерений и обработку полученных данных – до 3 баллов; за анализ и обсуждение полученных результатов, составления заключения – до 3 баллов; за ответы на вопросы при защите отчёта – до 4 баллов.	
3	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	100	При ответе на оценку «отлично» получает 85–100 баллов, «хорошо» – 75–84 балла, «удовлетворительно» – 60–74 балла (при условии, что на каждый вопрос должен быть получен удовлетворительный ответ). Если нет правильного ответа на вопрос или студент отказывается отвечать на билет, то ответ оценивается в 0 баллов.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Промежуточная аттестация – экзамен. Студент заочной формы обучения проходит процедуру экзамена. На экзамене студент получает билет с двумя вопросами и ему даётся время 60 минут для подготовки.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-1	Знает: Основные источники информации по направлению профессиональной деятельности	+		
ПК-1	Умеет: Анализировать и систематизировать информацию, извлечённую из различных источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов	+		
ПК-1	Имеет практический опыт: Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения	+		
ПК-2	Знает: Основные принципы построения электрических сетей систем электроснабжения, типовые схемы и приоритетные области их использования, достоинства и недостатки типовых схем		+	+
ПК-2	Умеет: Пользоваться при эксплуатации СЭС справочной литературой и нормативными материалами		+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов		+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

1. Ершов, А. М. Системы электроснабжения [Текст] Ч. 1 Основы электроснабжения курс лекций для бакалавров по направлению "Электроэнергетика и электротехника" А. М. Ершов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2017. - 244, [1] с. ил. электрон. версия

### б) дополнительная литература:

1. Федоров, А. А. Электроснабжение промышленных предприятий Текст Учебник для вузов по спец. "Электропривод и автоматизация пром. установок" А. А. Федоров, Э. М. Ристхейн. - М.: Энергия, 1981. - 360 с. ил.
2. Конюхова, Е. А. Электроснабжение [Текст] учебник для вузов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" Е. А. Конюхова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014. - 508, [1] с. ил.
3. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий [Текст] Учеб. для вузов "Электроснабжение пром. предприятий" Б. И. Кудрин. - 2-е изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2006. - 670, [1] с. ил.

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

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

1. Ершов, А.М. Электроснабжение: учебное пособие к лабораторным работам / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 40 с.
2. Ершов А.М. Электроснабжение: программа курса, контрольные задания, методические указания / составитель А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 20 с.

### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ершов, А.М. Электроснабжение: учебное пособие к лабораторным работам / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 40 с.
2. Ершов А.М. Электроснабжение: программа курса, контрольные задания, методические указания / составитель А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 20 с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Ершов, А. М. Системы электроснабжения [Текст] Ч. 1 : Основы электроснабжения : курс лекций для бакалавров по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. М. Ершов. Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2017 <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000557579">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000557579</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная	Конюхова, Е. А. Электроснабжение : учебник / Е. А. Конюхова. — Москва : МЭИ, 2014. — 510 с. — ISBN 978-5-383-00897-3. —

	система издательства Лань	Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/72338">https://e.lanbook.com/book/72338</a> (дата обращения: 09.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
--	---------------------------------	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	153 (1)	Видеопроектор
Лабораторные занятия	153 (1)	Универсальные лабораторные стенды, компьютеры с программным обеспечением
Практические занятия и семинары	153 (1)	Видеопроектор