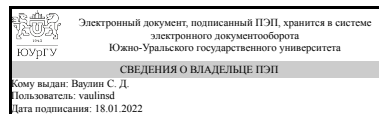


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



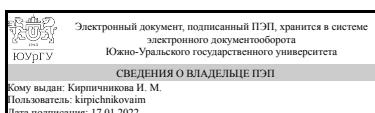
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.08 Электроснабжение  
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Бакалавриат  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

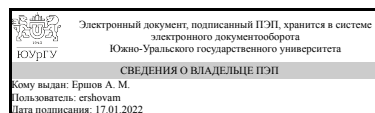
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

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



И. М. Кирпичникова

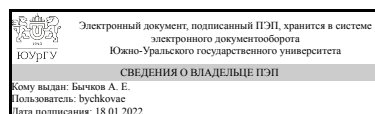
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



А. М. Ершов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
к.техн.н.



А. Е. Бычков

## 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
1.Ф.06 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.06 Электрические машины	Знать принципы действия и устройств электрических машин постоянного и переменного тока, однофазных и трёхфазных трансформаторов; Уметь и владеть навыками составления схем замещения машин и трансформаторов и определения параметров схем замещения через пас-портные параметры указанных элементов.

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 20,5 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 аудиторных занятий (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Выполнение контрольной работы	20	20
Освоение материала по дисциплине и подготовка к экзамену	51,5	51.5
Оформление лабораторных работ и подготовка к защите	16	16

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. Внутризаводское 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. Внутризаводские электрические сети напряжением 6–10 кВ. Радиальные схемы. Магистральные схемы. Конструктивные исполнения внутризаводских 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. Внутрицеховые электрические сети. Конструктивное исполнение внутрицеховых электрических сетей. 4. КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ. Понятие о реактивной мощности. Особенности передачи реактивной мощности по электрическим	2

		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.	
2	2	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.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-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	Электроснабжение: программа курса, контрольные задания, методические указания / составители А.М. Ершов, Р.Г. Валеев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 18 с. Раздел 3. 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. Разделы 2, 3, 5.	8	20
Освоение материала по дисциплине и подготовка к экзамену	Электроснабжение: программа курса, контрольные задания, методические указания / составители А.М. Ершов, Р.Г. Валеев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 18 с. Раздел 2. 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. Все разделы.	8	51,5
Оформление лабораторных работ и подготовка к защите	Ершов, А.М. Системы электроснабжения: учебное пособие к лабораторным работам по курсу «Системы электроснабжения» / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 80 с. Все разделы	8	16

#### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	экзамен

						выставляется оценка 10 баллов (зачёт). При наличии замечаний РГР возвращается студенту для доработки.	
2	8	Текущий контроль	Лабораторные работы: ЛР № 1. Исследование суточных графиков электрических нагрузок. ЛР № 2. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения	1	10	Лабораторные работы (вариант для дисциплины СЭС). Начисление баллов (например, при максимуме 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.	экзамен
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. Оценочные материалы

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		+	+





	пособия для самостоятельной работы студента	методические материалы кафедры	методические указания / составители А.М. Ершов, Р.Г. Валеев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 18 с. <a href="https://energynet.susu.ru/studentu/spravochnyye-materialy/">https://energynet.susu.ru/studentu/spravochnyye-materialy/</a>
2	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>
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Ершов, А.М. Системы электроснабжения: учебное пособие к лабораторным работам по курсу «Системы электроснабжения» / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 80 с. <a href="https://energynet.susu.ru/studentu/spravochnyye-materialy/">https://energynet.susu.ru/studentu/spravochnyye-materialy/</a>

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
Лабораторные занятия	153 (1)	Универсальные лабораторные стенды, компьютеры с программным обеспечением
Лекции	153 (1)	Видеопроектор
Практические занятия и семинары	153 (1)	Видеопроектор