

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебной работе  
Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Системы электроснабжения»**  
Направление подготовки бакалавров  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направление (профиль) – электроснабжение  
Тип задач профессиональной деятельности – эксплуатационный

Форма обучения – очная и заочная.

Машиностроительный факультет  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

Рабочая программа дисциплины соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:  
доцент кафедры ЭСиЭ А.С.Енин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭСиЭ  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г., протокол № \_\_.

Заведующий кафедрой ЭСиЭ А.Н.Макаров

Согласовано:

Начальник учебно-методического  
отдела УМУ Д.А. Барчуков

Начальник отдела комплектования  
зональной научной библиотеки О.Ф. Жмыхова

## **1. Цели и задачи дисциплины**

**Основной целью изучения дисциплины** является получение и закрепление студентами знаний о проектировании внутрицеховых систем электроснабжения и оптимизации режимов их работы.

**Задачами дисциплины являются:**

- дать базовые знания физических основ формирования режимов электропотребления;
- изучить основные методы расчета интегральных характеристик режимов и определения расчетных нагрузок, показателей качества электроснабжения, методов достижения заданного уровня надежности оборудования и систем электроснабжения;
- сформировать обобщённое представление о единстве процессов передачи, распределения и потребления электрической энергии и обеспечения оптимальных режимов этих процессов;
- обучить методам управления электропотреблением и энергосбережением как процессами готовности применения полученных знаний в сфере своей профессиональной деятельности;
- сформировать мотивацию способностей для самостоятельного повышения уровня профессиональных знаний.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Для её изучения требуются знания дисциплин «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Общая энергетика», «Электрические машины», "Электрические аппараты".

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы при изучении специальных дисциплин и подготовке дипломного проекта.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-3. Способность участвовать в повышении эффективности производственно-хозяйственной деятельности на объектах энергетики.

ПК-5. Способность контролировать эффективность работы систем технологического управления электрических сетей.

Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-3.1. Определяет виды и сложность производственных работ по техническому перевооружению и модернизации электрооборудования.

ИПК-3.2. Демонстрирует знания по эффективному потреблению ресурсов на объектах энергетики и у потребителей энергоресурсов.

ИПК-5.1. Осуществляет технико-экономическое сравнение вариантов построения электрических сетей.

## Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций ИПК-3.1.

**Знать:** цели и задачи математического моделирования режимов работы цеховых электрических сетей.

**Уметь:** использовать полученные знания для расчёта и выбора основных элементов системы электроснабжения.

## ИПК-3.2.

**Знать:** цели и задачи методов анализа определения расчётных электрических нагрузок.

**Уметь:** использовать полученные знания для определения нагрузок на различных уровнях электроснабжения.

### Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Определения электрических нагрузок на различных уровнях электроснабжения.

## ИПК-5.1.

**Знать:** особенности построения и эксплуатации цеховых электрических сетей

**Уметь:** выполнять технико-экономическое сравнение вариантов построения электрических сетей.

### Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Сравнения вариантов построения электрических сетей.

## 3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, практических занятий, лабораторного практикума, выполнение курсового проекта.

## 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов в 6 семестре	Академических часов в 7 семестре
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	8	108	180
Аудиторные занятия (всего)		60	75
В том числе:			
Лекции		30	30
Практические занятия (ПЗ)		30	30
Семинары (С)		не предусмотрены	не предусмотрены
Лабораторные работы(ЛР)		не предусмотрен	15
Самостоятельная работа (всего)		46+2(зачёт)	69+36 (экзамен)
В том числе:			
Курсовой проект		не предусмотрен	45
Расчетно-графические работы		не предусмотрены	не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен	не предусмотрен
<b>Другие виды самостоятельной</b>			

<b>работы:</b>		23	24
- подготовка к практич. занятиям		23	15
- подготовка к лаб. практикуму		-	9
Контроль итоговый		2 (зачёт)	36 (экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		30	90
В том числе:			
Практические занятия (ПЗ)		30	30
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрен	15
Курсовая работа		не предусмотрена	не предусмотрен
Курсовой проект		не предусмотрен	45

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академ. часов в 5 семестре	Академ. часов в 6 семестре	Академ. часов в 7 семестре
<b>Общая трудоемкость дисциплин.</b>	8	6	102	180
Аудиторные занятия (всего)		6	2	12
В том числе:				
Лекции		4	не предусмотрена.	4
Практические занятия (ПЗ)		2	2	4
Семинары (С)		не предусмотрена	не предусмотрена.	не предусмотрена.
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрена	не предусмотрена.	4
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		не предусмотрена.	96+4(зачёт)	132+36 (экз.)
В том числе:				
Курсовой проект		не предусмотрена	не предусмотрена.	108
Расчетно-графические работы		не предусмотрена	48	не предусмотрена.
Реферат		не предусмотрена.	не предусмотрена.	не предусмотрена.
Другие виды самостоятельной работы, подготовка:				
- к практическим занятиям		не предусмотрена	48	24
- к лабораторному практикуму			48	12
			-	12
Контроль итоговый		не предусмотрена.	4 (зачёт)	36(экзамен)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		2	2	116
В том числе:				
Практические занятия (ПЗ)		2	2	4
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрена	не предусмотрена	4
Курсовая работа		не предусмотрена	не предусмотрена	не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрена	не предусмотрена	108

## 5. Структура и содержание дисциплины.

### 5.1. Структура дисциплины ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд., часы	Лекции	Практ. занятия	Лаб. практ	Сам. работа
	Семестр 6					
1	Модуль 1 Понятие и определение расчётной электрической нагрузки	38	12	10	-	16
2	Модуль 2 Выбор и расчёт основных элементов электрических сетей напряжением до 1000 В	35	10	10	-	15
3	Модуль 3. Расчёт токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В	35	8	10	-	15+2 (зач)
	Всего за 6 семестр	108	30	30	-	46+2(зач)
	Семестр 7					
4	Модуль 4. Режимы напряжения и реактивной мощности электрических сетей напряжением до 1000 В	90	14	14	8	36+18(экз)
5	Модуль 5. Качество электроэнергии в сетях и установках напряжением до 1000В	90	16	16	7	33+18 (экз)
	Всего за 7 семестр	180	30	30	15	69+36 (экз)
	Всего по дисциплине	288	60	60	15	115+2(зач)+36(экз)

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд., часы	Лекции	Практ. занятия	Лаб. практ	Сам. работа
	Семестр 5					
1	Модуль 1 Понятие и определение расчётной электрической нагрузки	6	4	2	-	-
	Всего за 5 семестр	6	4	2	-	-
	Семестр 6					
2	Модуль 1 Понятие и определение расчётной электрической нагрузки	32	-	-	-	32+2(зач)
3	Модуль 2 Выбор и расчёт основных элементов электрических сетей напряжением до 1000 В	34	-	2	-	32+2(зач)
4	Модуль 3. Расчёт токов короткого замыкания в электроустановках напряжение до 1000 В	32	-	-	-	32
	Всего за 6 семестр	102	-	2	-	96+4(зач)
	Семестр 7					
5	Модуль 4. Режимы напряжения и реактивной мощности электрических сетей напряжением до 1000 В	67	2	2	2	79+4(экз)

6	Модуль 5. Качество электроэнергии в сетях и установках напряжением до 1000 В	68	2	2	2	80+5(экз)
	Всего за 7 семестр	180	4	4	4	159+9(экз)
	Всего по дисциплине	288	8	8	4	255+4(зач) +9(экз)

## **5.2. Содержание дисциплины**

### **Модуль 1. Понятие и определение расчётной электрической нагрузки**

Режимы электропотребления и методы расчета интегральных характеристик режимов и определения расчетных значений нагрузок.

Основные вероятностно-статистические модели для описания процессов электропотребления в системе электроснабжения. Принципы формирования расчетных значений электрических нагрузок элементов СЭС по условиям термического воздействия тока.

Практические приемы и методы определения расчетных значений электрических нагрузок в системе электроснабжения различного назначения (метод коэффициента спроса, упорядоченных диаграмм, удельных показателей). Области применения указанных приемов определения расчетных нагрузок с учетом возможностей информационного обеспечения расчетов. Принципы формирования расчетных значений электрических нагрузок элементов систем электроснабжения по условиям термического воздействия тока, влияния на технические и технико-экономические параметры системы электроснабжения. Метод упорядоченных диаграмм: расчёт нагрузок первого, второго и третьего уровня электроснабжения

### **Модуль 2. Выбор и расчёт основных элементов электрических сетей напряжением до 1000 В**

Схемы и конструктивное исполнение электрической сети напряжением до 1000 В. Выбор параметров электрической сети (проводов, кабелей, шинпроводов) и оборудования (силовых трансформаторов, защитных аппаратов) по условию допустимого нагрева. Влияние дополнительных факторов на выбор и расчёт элементов электрических сетей. Проверка по условиям термического воздействия тока и потерям напряжения.

### **Модуль 3. Расчёт токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В**

Цели и задачи расчёта токов короткого замыкания в электрических сетях напряжением до 1000 В. Общие положения действующих нормативных документов по расчёту токов короткого замыкания (ГОСТ 28249-93(2003), РД 153.34.0-20.527). Особенности расчёта токов короткого замыкания в электрических сетях и установках напряжением до 1000 В: допуски и ограничения.

Практические способы расчёта токов короткого замыкания.

#### **Модуль 4. Режимы напряжения и реактивной мощности в электрических сетях напряжением до 1000 В**

Падение и потеря напряжения. Потребители и источники реактивной мощности. Взаимная связь режимов напряжения и реактивной мощности в сетях напряжением до 1000 В. Зависимость потерь напряжения и мощности в электрических сетях от величины передаваемой реактивной мощности. Способы уменьшения величины потребляемой реактивной мощности. Влияние мощности и места установки компенсирующих устройств на величину потерь мощности и напряжения в элементах электрической сети. Влияние мощности и места установки компенсирующих устройств на выбор мощности цеховых трансформаторных подстанций и параметры электрооборудования.

Способы, алгоритмы и устройства для регулирования напряжения в электрических сетях до 1000 В.

Способы, алгоритмы и устройства для регулирования мощности компенсирующих устройств в электрических сетях до 1000 В.

Взаимное регулирование напряжения и мощности компенсирующих устройств.

#### **Модуль 5. Качество электроэнергии в сетях и установках напряжением до 1000 В**

Общие сведения о показателях качества электрической энергии, показатели качества напряжения. Действующие нормативные документы (ГОСТ Р54149-2010).

Влияние показателей качества напряжения на работу оборудования системы электроснабжения.

Нормирование показателей качества напряжения.

Методы и средства обеспечения нормированных показателей качества напряжения: отклонения напряжения, колебания напряжения, коэффициента несимметрии, коэффициента обратной и нулевой последовательности, коэффициента несинусоидальности формы кривой напряжения, коэффициентов отдельных гармонических составляющих.

### **5.3. Лабораторный практикум**

#### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Труд. в часах
Семестр 6	Не предусмотрены	-
Семестр 7		
Модуль 4. Режимы напряжения и реактивной мощности электрических сетей напряжением до 1000 В	Компенсация реактивной мощности в электрических сетях	8



Модуль 5. Качество электроэнергии в сетях и установках напряжением до 1000 В	Исследование качества электрической энергии в сети до 1000 В	7
--	--	---

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Труд. в часах
Семестр 5	Не предусмотрены	-
Семестр 6	Не предусмотрены	-
Семестр 7		
Модуль 4. Режимы напряжения и реактивной мощности электрических сетей напряжением до 1000 В	Компенсация реактивной мощности в электрических сетях	2
Модуль 5. Качество электроэнергии в сетях и установках напряжением до 1000 В	Исследование качества электрической энергии в сети до 1000 В	2

### 5.4. Практические занятия

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а. Практические занятия и их трудоемкость

Наименование модуля	Тематика практикума	Труд., часов
Семестр 6		
Модуль 1 Понятие и определение расчётной электрической нагрузки потребителей напряжением до 1000 В	Расчёт электрической нагрузки первого, второго и третьего уровня методом упорядоченных диаграмм	10
Модуль 2 Выбор и расчёт основных элементов электрических сетей напряжением до 1000 В	1.Выбор и проверка проводников электрической сети 2.Расчёт и выбор силовых трансформаторов цеховой подстанции	10
Модуль 3. Расчёт токов короткого замыкания в электроустановках напряжение до 1000 В	Расчёт токов короткого замыкания в цеховой электрической сети (по ГОСТ 28249-93(2003))	10
Семестр 7		
Модуль 4. Режимы напряжения и реактивной мощности электрических сетей напряжением до 1000 В	1.Расчёт мощности устройств компенсации реактивной мощности 2.Выбор мощности силовых трансформаторов цеховой подстанции с учётом мощности и места установки устройств компенсации реактивной	15

	<p>мощности</p> <p>3.Расчёт потерь напряжения в электрических сетях, содержащих устройства компенсации реактивной мощности</p>	
<p>Модуль 5. Качество электроэнергии в сетях и установках напряжением до 1000В</p>	<p>1.Расчёт показателей качества напряжения (по ГОСТ Р54149-2010)</p> <p>2.Выбор устройств для обеспечения качества электроэнергии в электрических сетях до 1000 В</p>	15

## ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4б. Практические занятия и их трудоемкость

Наименование модуля	Тематика практикума	Труд., часах
Семестр 5		
Модуль 1 Понятие и определение расчётной электрической нагрузки потребителей напряжением до 1000 В	Расчёт электрической нагрузки первого, второго и третьего уровня методом упорядоченных диаграмм	2
Семестр 6		
Модуль 2 Выбор и расчёт основных элементов электрических сетей напряжением до 1000 В	<p>Выбор и проверка проводников электрической сети</p> <p>Расчёт и выбор силовых трансформаторов цеховой подстанции</p>	2
Семестр 7		
Модуль 4. Режимы напряжения и реактивной мощности электрических сетей напряжением до 1000 В	Уточнение мощности силовых трансформаторов цеховой подстанции с учётом мощности и места установки устройств компенсации реактивной мощности	2
Модуль 5. Качество электроэнергии в сетях и установках напряжением до 1000В	Выбор устройств для обеспечения качества электроэнергии в электрических сетях до 1000 В	2

## 6.Самостоятельная работа и текущий контроль успеваемости

### 6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, к поиску, анализу и обобщению информации, новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

## **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям и лабораторному практикуму, в подготовке к защите результатов практических занятий и лабораторных работ, в работе над курсовым проектом, в подготовке к текущему контролю успеваемости, защите курсового проекта и экзамену.

В рамках дисциплины выполняются обязательные практические занятия: на очном обучении в шестом и седьмом семестре, на заочном обучении в пятом, шестом и седьмом семестрах, а также лабораторные работы в седьмом семестре на очном и заочном обучении. Выполненные задания защищаются студентами посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждое выполненное задание – 5 баллов, минимальная – 3 балла. В случае невыполнения практического занятия или лабораторного практикума по уважительной причине студент имеет право выполнить письменный обзор, по согласованной с преподавателем теме по модулю, по которому пропущена работа. Тематическая направленность обзора соответствует теме пропущенного занятия. Оценивание в этом случае осуществляется путем устного опроса. В седьмом семестре на первом занятии студентам выдаются задания на курсовой проект, определяется порядок подготовки доклада, презентации для его защиты.

## **6.3. Текущий контроль успеваемости**

Текущий контроль успеваемости осуществляется при проверке знаний учащихся, необходимых для выполнения практических занятий, лабораторной работы, курсового проекта и при проверке полученных результатов по указанным видам работ. При отрицательных результатах по формам текущего контроля и (или) наличии пропусков преподаватель проводит с обучающимся индивидуальную работу по ликвидации задолженности.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов по напр. подготовки 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Э.А. Киреева. - М. :КноРус, 2011. - 368 с. - Библиогр. : с. 366 - 368. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-406-000858-4 : (ID=83510-68)
2. Гужов, Н. П. Системы электроснабжения : учебник / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 258 с. — ISBN 978-5-7782-2734-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118118> . - (ID=145038-0)

## 7.2. Дополнительная литература

1. Белоусов, А. В. Электроснабжение : учебное пособие / А. В. Белоусов, А. В. Сапрыка. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 155 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80454.html>. - (ID=145040-0)
2. Быстрицкий, Г.Ф.Общая энергетика: энергетическое оборудование : справочник для вузов ; в 2 ч. / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. - Москва :Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - URL: <https://urait.ru/bcode/492348>. - (ID=145034-0)
3. Быстрицкий, Г.Ф.Общая энергетика: энергетическое оборудование : справочник для вузов ; в 2 ч. / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. - Москва :Юрайт, 2022. - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - URL: <https://urait.ru/bcode/492326> . - (ID=145033-0)
4. Быстрицкий, Г.Ф.Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий / Г.Ф. Быстрицкий, Э.А. Киреева. - Москва : Машиностроение, 2011. - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-94275-574-4. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=3313](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=3313). - (ID=111463-0)
5. Вахнина, В. В. Системы электроснабжения : учебно-методическое пособие / В. В. Вахнина, А. Н. Черненко. — Тольятти : ТГУ, 2015. — 46 с. — ISBN 978-5-8259-0915-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140080>. - (ID=145039-0)
6. Качество электроэнергии. ГОСТ 32144-2013 : Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитного питания. Нормы качество электрической энергии в СЭС общего назначения (EN 50160:2010, NEQ) : в составе учебно-методического комплекса. - 2014. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111986>. - (ID=111986-1)
7. Котенев, В. И. Короткие замыкания в системах внешнего электроснабжения : учебное пособие / В. И. Котенев, А. В. Котенев. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 72 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90527.html> . - (ID=145042-0)
8. Лыков, Ю. Ф. Расчеты систем электроснабжения : сборник задач и упражнений / Ю. Ф. Лыков. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 54 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91792.html> . - (ID=145043-0)
9. Правила устройства электроустановок : все действующие разд. шестого и седьмого изд. с изм. и доп. по состоянию на 1 июля 2010 года. - М. :КноРус, 2010. - 487, [1] с. : ил., карт. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-406-01161-4 : 270 p. - (ID=83736-28)

10. Правила устройства электроустановок : все действующие разд. шестого и седьмого изд. с изм. и доп. по состоянию на 1 июля 2010 года. - М. : КноРус, 2010. - CD. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-406-01161-4 : (ID=83739-4)
11. РТМ 36.18.32.4-92 Указания по расчету электрических нагрузок. Проектирование электроустановок о расчете электрических нагрузок (технический циркуляр ВНИГМ Тяжпромэлектропроект № 359-92 от 30 июля 1992 г.) Москва: ВНИИПИ Тяжпромэлектропроект, 1992. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/9/9624/>. - (ID=145041-0)
12. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение : учеб. пособие для электроэнергетич. спец. / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М. : РадиоСофт, 2011. - 327 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-93037-208-3: (ID=84868-50)
13. Электроснабжение и электрооборудование цехов : учеб. пособие для электротехн. спец. по напр. 654500 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В.И. Григорьев [и др.]. - Москва : Мир : Энергоатомиздат, 2003. - 245 с. : ил. - Библиогр. : с. 242 - 245. - Текст : непосредственный. ISBN 5-283-02582-9: (ID=15420-28)

### **7.3. Методические материалы**

1. Системы электроснабжения: метод. указания к контрольным работам для студентов специальности 13.03.02 / сост. А.С. Енин; Тверской гос. техн. ун-т, каф. ЭСиЭ - Тверь: ТвГТУ, 2019. -15 с.-Текст : непосредственный. (ID=134121-45)
2. Системы электроснабжения : метод. указания к контрольным работам для студентов направления подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / сост. А.С. Енин ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - Сервер. - Текст : электронный. - (ID=133326-1)
3. Электроснабжение: метод. указания к курсовому проекту для студентов дневного и заоч. обучения спец. 140400 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ; сост. А.С. Енин - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 16 с. Текст : непосредственный. - (ID=107428-145)
4. Электроснабжение : метод. указания к курсовому проекту для студентов дневного и заоч. обучения спец. 140400 : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; сост. А.С. Енин ; под ред. А.Н. Макарова. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - (ID=107373-1)
5. Электроснабжение: метод. указания к практ. занятиям и лаб. работам для студентов дневной и заоч. форм обучения спец. 140400 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ; сост. А.С. Енин - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 16 с. Текст : непосредственный. - (ID=107429-145)
6. Электроснабжение : метод. указания к практ. занятиям и лаб. работам для студентов дневной и заоч. форм обучения спец. 140400 : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; сост. А.С. Енин. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - (УМК-ЛР). - Сервер. - Текст : электронный. - (ID=107501-1)
7. Электроэнергетика и электротехника: методические указания по выполнению дипломного проекта бакалавров для студентов по направлению 10.03.02. Электроэнергетика и электротехника, профиль подготовки "Электроснабжение", очная и заочная формы обучения / Твер. гос. техн. ун-т. Каф. электроснабжения и электроэнергетики ; сост.: А.Н. Макаров, А.С. Енин, К.Б. Корнеев, А.Ю. Русин,

А.В. Крупнов. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 32 с. - Текст : непосредственный. - (ID=134771-45)

#### **7.4. Программное и коммуникационное обеспечение**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещён: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111887>

#### **8. Материально-техническое обеспечение**

При изучении дисциплины "Системы электроснабжения" оборудование учебного кабинета (для проведения лекционного курса и практических занятий): посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; проекционное оборудование.

#### **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

##### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

## 2. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

### 3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении 1. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

### 5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Режимы электропотребления в электрических сетях и установках напряжением до 1000 В

2. Проверка проводников цеховой СЭС по допустимой потере напряжения

3. Методы сравнительной оценки принципиальных схем цеховой СЭС

4. Практические приемы определения расчетных значений электрических нагрузок в СЭС напряжением до 1000 В

5. Выбор проводников цеховой СЭС.

6. Компьютерные программы для расчёта токов КЗ в цеховой СЭС.

7. Потребители реактивной мощности в системах электроснабжения.

8. Расчёт электрической нагрузки однофазных электроприёмников.

9. Определение места установки источника реактивной мощности для уменьшения потери напряжения в электрической сети.

10. Принципы формирования расчетных значений электрических нагрузок в системах электроснабжения по условиям термического воздействия тока.

11. Составить принципиальную схему цеховой СЭС для двухтрансформаторной подстанции.

12. Выбор алгоритма регулирования мощности компенсирующих устройств

13. Выбор параметров электрической сети (проводов, кабелей, шинпроводов) по условиям допустимого нагрева

14. Выбор силовых трансформаторов цеховой подстанции.

15. Выбор защитных аппаратов цеховой СЭС.

16. Расчёт нагрузки первого уровня методом упорядоченных диаграмм

17. Способы и методы составления схем замещения для расчёта токов КЗ в цеховой СЭС.
18. Расчёт электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм.
19. Особенности расчёта тока однофазного КЗ в цеховой СЭС.
20. Методы оптимизации принципиальных схем цеховой СЭС.
21. Расчёта оптимального уровня компенсации реактивной мощности в цеховой СЭС
22. Расчёт электрических нагрузок методом коэффициента спроса
23. Составление схемы замещения для расчёта токов КЗ в цеховой СЭС
24. Методики выбора типа, числа и мощности силовых трансформаторов цеховой СЭС
25. Расчёт нагрузки второго уровня методом упорядоченных диаграмм.
26. Выбор мощности и места установки устройств компенсации реактивной мощности
27. Методики снижения потерь мощности и энергии в цеховой СЭС
28. Расчёт нагрузки третьего уровня методом упорядоченных диаграмм
29. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов цеховой подстанции
30. Компьютерные программы для расчёта электрических нагрузок в цеховой СЭС.
31. Уточнение мощности силовых трансформаторов цеховой подстанции с учётом места установки компенсирующих устройств.
32. Оптимизация расчётных электрических нагрузок цеховой СЭС.
33. Составление баланса активной мощности СЭС предприятия.
34. Оценка влияния дополнительных факторов на выбор и расчёт элементов электрических сетей.
35. Потребители реактивной мощности в цеховой СЭС.
36. Расчёт потребления реактивной мощности силовым трансформатором.
37. Расчёт потребления реактивной мощности асинхронными двигателями.
38. Конструктивное исполнение электрической сети напряжением до 1000 В.
38. Выбор места установки компенсирующих устройств для уменьшения потерь напряжения в электрической сети
39. Графики электрических нагрузок цеховых СЭС.
40. Расчёт среднесменной мощности узла электрической нагрузки
41. Расчёт потребления электроэнергии цеховых СЭС.
42. Выбор типа и параметров автоматических выключателей.
43. Выбор типа и параметров низковольтных предохранителей.
44. Выбор уставок защитных аппаратов в цеховой СЭС
45. Проверка чувствительности и селективности защитных аппаратов в цеховых СЭС.
46. Нормы качества электроэнергии в цеховых СЭС
47. Способы регулирования напряжения в цеховых СЭС
48. Режимы нейтрали цеховых СЭС
49. Конструкция цеховых комплектных трансформаторных подстанций.
50. Типовые схемы цеховых трансформаторных подстанций.



При ответе на вопросы экзамена допускается использование ПУЭ, справочных данных, ГОСТов в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами (гаджетами) не допускается.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета. Промежуточная аттестация устанавливается преподавателем по результатам текущего контроля знаний, обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей в текущем контроле.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

-база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно:

1. Расчет характеристик режимов в цеховых электрических сетях и установках
2. Расчет нагрузок в электрических сетях и установках напряжением до 1000 В
3. Режимы электропотребления в электрических сетях и установках напряжением до 1000 В.
4. Практические методы определения электрических нагрузок в СЭС напряжением до 1000 В.
5. Расчёт электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм (метод коэффициента максимума и средней мощности)
6. Расчёт электрических нагрузок методом коэффициента спроса
7. Расчёт электрических нагрузок методом удельных показателей
8. Схемы электрической сети напряжением до 1000 В.
9. Конструктивное исполнение электрической сети напряжением до 1000 В.
10. Выбор параметров электрической сети по условию допустимого нагрева.
11. Влияние дополнительных факторов на выбор элементов электрических сетей.
12. Цели и задачи расчёта токов короткого замыкания в электрических сетях напряжением до 1000 В.
13. Особенности расчёта токов короткого замыкания в электрических сетях и установках напряжением до 1000 В.
14. Проверка проводников цеховой СЭС по допустимой потере напряжения.
15. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов цеховой подстанции

16. Выбор мощности устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ)
17. Выбор места установки УКРМ в цеховой СЭС.
18. Уточнение мощности силовых трансформаторов цеховой подстанции с учётом места установки УКРМ.
19. Сравнительная оценка принципиальных схем цеховой СЭС .
20. Оптимизация схем цеховой СЭС .
21. Оценка надёжности схем цеховой СЭС.
22. Выбор типа, числа и мощности силовых трансформаторов цеховой СЭС.
23. Методики выбора оптимального алгоритма регулирования мощности компенсирующих устройств в цеховой СЭС.
24. Выбор алгоритма регулирования мощности УКРМ в цеховой СЭС.
25. Регулирование напряжения в цеховой СЭС.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

-для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 баллов.

Базовый уровень – 1 балл.

-для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 1 балл.

Итоговая оценка оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 15.

Число вопросов – 2.

Продолжительность – 45 минут.

Типовой образец задания для дополнительного итогового контрольного испытания приведен в Приложении 2.

4. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий:

-выполнении и защиты всех лабораторных работ;

-выполнения и защиты всех практических работ.

### **9.3.Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта**

1. Шкала оценивания **курсового проекта**– «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. **Тема курсового проекта:**проектирование системы электроснабжения металлообрабатывающего цеха промышленного предприятия.

Студенту выдаётся индивидуальное задание (по вариантам), включающее в себя план цеха с расположением оборудования, перечень электроприёмников цеха и дополнительные расчётные коэффициенты. Студент по согласованию с

преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсового проекта на базе организации или предприятия, на котором проводится практика.

Курсовой проект может являться этапом подготовки к написанию дипломного проекта.

### 3. Критерии итоговой оценки за курсовой проект.

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
-	Введение, исходные данные	Выше базового – 2; базовый – 1; ниже базового – 0
1	Расчёт электрических нагрузок	Выше базового – 2; базовый – 1; ниже базового – 0
2	Выбор трансформаторов цеховой подстанции	Выше базового – 2; базовый – 1; ниже базового – 0
3	Выбор проводников цеховой электросети	Выше базового – 2; базовый – 1; ниже базового – 0
4	Расчёт токов короткого замыкания	Выше базового – 2; базовый – 1; ниже базового – 0
5	Выбор аппаратов защиты цеховой электросети	Выше базового – 2; базовый – 1; ниже базового – 0
6	Графическая часть курсового проекта	Выше базового – 8; базовый – 4; ниже базового – 0
-	Выводы по работе	Выше базового – 2; базовый – 1; ниже базового – 0
-	Список использованных источников	Выше базового – 2; базовый – 1; ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 20 до 24;

«хорошо» – при сумме баллов от 15 до 20;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 12 до 14;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 12, а также при любой другой сумме, если по любому разделу работа имеет 0 баллов.

4. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления работы и технологию её оценивания.

Требования и методические указания по структуре, содержанию, оформлению и выполнению работы и технология её оценивания оформлены в отдельном выпущенном документе:

-Электроснабжение: метод. указания к курсовому проекту для студентов дневного и заоч. обучения спец. 140400 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ; сост. А.С. Енин - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 16 с. Текст : непосредственный. - (ID=107428-145);

-Электроснабжение: метод. указания к курсовому проекту для студентов дневного и заоч. обучения спец. 140400 : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; сост. А.С. Енин ; под ред. А.Н.

Макарова. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - (ID=107373-1).

Дополнительные сведения:

а) к середине семестра на проверку представляется общая часть курсовой работы, за две недели до защиты – окончательный вариант;

б) проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки курсовой работы, и ее оценку; если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой; оценка проставляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость;

в) защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

г) работа не подлежит обязательному рецензированию.

В процессе выполнения обучающимся курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование по предмету проектирования.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системами единиц балльно-рейтинговой оценки, которые опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебном процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закреплённому за ним модулю дисциплины.

Студентов, изучающих дисциплину, обеспечены учебниками (в том числе электронными), учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических заданий, а также всех видов самостоятельной работы.

## **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»  
Дисциплина «Системы электроснабжения»  
Семестр 7

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №\_\_**

1. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» по разделу «Режимы напряжения и реактивной мощности электрических сетей напряжением до 1000 В» – 0 или 1 или 2 балла:

Потребители реактивной мощности в системах электроснабжения.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Качество электроэнергии в сетях и установках напряжением до 1000 В» - 0 или 1 или 2 балла:

Произвести расчёт электрической нагрузки однофазных электроприёмников.

3. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» по разделу "Выбор и расчёт основных элементов электрических сетей напряжением до 1000 В"– 0 или 1 или 2 балла:

Методика выбора проводников электрической сети по допустимому нагреву.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. ЭСиЭ \_\_\_\_\_ А.С.Енин

Заведующий кафедрой ЭСиЭ: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ А.Н.Макаров

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»  
Дисциплина «Системы электроснабжения»  
Семестр 6

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОВОГО КОНТРОЛЬНОГО  
ИСПЫТАНИЯ №\_**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» по разделу «Понятие и определение расчётной электрической нагрузки» – 0 или 1 балл:

Методы определения расчётной электрической нагрузки.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Выбор и расчёт основных элементов электрических сетей напряжением до 1000 В» - 0 или 1 балл:

Выбрать сечение электрического проводника по длительно допустимому току.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Расчёт токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В» – 0 или 1 балл:

Составить схему замещения для расчёта токов короткого замыкания в цеховой электрической сети.

**Критерии итоговой оценки за зачет:**

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: к.т.н., доцент каф. ЭСиЭ \_\_\_\_\_ А.С.Енин

Заведующий кафедрой ЭСиЭ: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ А.Н.Макаров