

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Электроснабжение**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	3	108	32	16	8	0	52	Зач.
6	5	180	32	32	16	0	100	Экз., КП
Итого	8	288	64	48	24	0	152	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Электроснабжение» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

### **1) знать:**

3.1 основные сведения об источниках питания и электрических приемниках промышленных предприятий;

3.2 методы расчета электрических нагрузок, создаваемых потребителями электроэнергии;

3.3 схемы, конструктивное выполнение и защитную аппаратуру внутрицеховых сетей напряжением до 1000 В;

3.4 назначение и особенности электрических сетей внутризаводского электроснабжения напряжением выше 1000 В;

3.5 основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий;

3.6 назначение и возможности специализированного программного обеспечения для расчетов установившихся и переходных режимов систем электроснабжения;

3.7 порядок организации взаимодействия энергоснабжающей организации и потребителей электроэнергии;

### **2) уметь:**

У.1 определять расчетные электрические нагрузки систем электроснабжения различных классов напряжения;

У.2 использовать современную компьютерную технику и программное обеспечение для расчета нормальных, аварийных и послеаварийных режимов работы систем электроснабжения;

У.3 применять технико-экономическое обоснование принимаемых проектных решений;

### **3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 практическими навыками выбора рациональных схем систем электроснабжения, токоведущих элементов и аппаратов защиты, а также методиками согласования их параметров;

В.2 навыками анализа режимов работы систем электроснабжения;

В.3 навыками использования справочной и научно-технической информации при проектировании систем электроснабжения.

## **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Электроснабжение» являются:

формирование знаний об основах электроснабжения, о теории и принципах построения систем электроснабжения промышленных предприятий, получение практических навыков разработки рациональных схем электроснабжения и их эксплуатации.

Основными задачами дисциплины являются:

- овладение методами расчета электрических нагрузок;

- овладение методиками выбора токоведущих элементов систем электроснабжения;

- овладение методиками выбора защитных аппаратов систем электроснабжения;
- овладение методами проектирования рациональных систем электроснабжения

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электроснабжение» (Б1.В.ОД.1.4) - Профессиональный модуль образовательной программы.

## 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>тип задач профессиональной деятельности: проектный</b>			
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования. Анализировать техническое задание на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для системы электроснабжения. Определять характеристики объекта капитального строительства. Подготовить материал для отчета по результатам обследования.	Объекты капитального строительства. Электрические станции и подстанции. Электроэнергетические системы и сети. Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов. Установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии.	<b>ПК-1</b> Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования	<b>З-ПК-1</b> Знать: методы разработки технической документации и нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию <b>У-ПК-1</b> Уметь: осуществлять взаимодействие с проектными, конструкторскими организациями и организациями изготовителями электро-технического оборудования, выполнять анализ проектной документации <b>В-ПК-1</b> Владеть: навыками использования типовых проектов и анализ применимости указанного в проекте электро-технического оборудования для объекта профессиональной деятельности

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<p>Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования. Анализировать техническое задание на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для системы электроснабжения. Определять характеристики объекта капитального строительства. Подготовить материал для отчета по результатам обследования.</p>	<p>Объекты капитального строительства. Электрические станции и подстанции. Электроэнергетические системы и сети. Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов. Установки высокого напряжения различного назначения, электроизоляционные материалы, системы защиты от молнии и перенапряжений, средства обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, высоковольтные электротехнологии. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии.</p>	<p><b>ПК-2</b> Способен проводить обоснование проектных решений</p>	<p><b>З-ПК-2</b> Знать: нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности основного оборудования  <b>У-ПК-2</b> Уметь: оперативно принимать и реализовывать решения (в рамках должностных обязанностей); производить анализ проектной документации и выдавать замечания и предложения  <b>В-ПК-2</b> Владеть: навыками обоснования принятых решений на основании требований нормативной документации</p>

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Электроснабжение» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

## 5 Структура и содержание учебной дисциплины

### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 8, 288 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 5, 6.

Дисциплина (модуль) содержит разделы:

- раздел 1 – «Общие сведения о системах электроснабжения»
- раздел 2 – «Электрические нагрузки»
- раздел 3 – «Подстанции систем электроснабжения промышленных предприятий»
- раздел 4 – «Промышленные электрические сети»
- раздел 5 – «Расчет токов короткого замыкания в сетях и электроустановках до 1000»
- раздел 6 – «Выбор высоковольтных аппаратов»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>5 семестр (18 недель)</b>								
1	Общие сведения о системах электроснабжения	10	2	2	10	2/ЛР1		4
2	Электрические нагрузки	12	6	2	22	4/ЛР2, 3/Д31, 7/Д32	12/КР1	26
3	Подстанции систем электроснабжения промышленных предприятий	10	8	4	20	6/ЛР3, 8/ЛР4, 13/Д33, 17/Д34	17/КР2	30
	Зачет							40
<b>Итого за 5 семестр:</b>		32	16	8	52			100
<b>6 семестр (16 недель)</b>								
4	Промышленные электрические сети	8	14	10	23	5/ЛР5, 9/ЛР6, 2/Д35, 4/Д36, 6/Д37, 8/Д38	9/Т1	27
5	Расчет токов короткого замыкания в	12	8	6	17	11/ЛР7, 15/ЛР8, 10/Д39, 12/Д310	15/Т2	21

	сетях и электроустановках до 1000							
6	Выбор высоковольтных аппаратов	12	10		8	14/Д311, 16/Д312	16/Т3	12
	Курсовой проект				16			
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 6 семестр:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>100</b>			<b>100</b>

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Номера разделов</b>	<b>Аттестационные мероприятия</b>
– Знать: методы разработки технической документации и нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию ( <b>З-ПК-1</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, ЛР2, Д31, Д32, КР1, ЛР4, Д33, Д34, КР2, Зачет (5 сем.), Т1, Т2, Т3, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект
– Уметь: осуществлять взаимодействие с проектными, конструкторскими организациями и организациями изготовителями электро-технического оборудования, выполнять анализ проектной документации ( <b>У-ПК-1</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, ЛР2, Д32, КР1, ЛР3, Д33, Д34, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР5, ЛР6, Д35, Д36, Д37, Д38, Т1, Д310, Т2, Т3, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект
– Владеть: навыками использования типовых проектов и анализ применимости указанного в проекте электро-технического оборудования для объекта профессиональной деятельности ( <b>В-ПК-1</b> )	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР2, Д31, Д32, КР1, ЛР3, ЛР4, Д33, Д34, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР5, ЛР6, Д35, Д36, Д37, Д38, Т1, ЛР7, ЛР8, Д39, Д311, Д312, Т3, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект
– Знать: нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности основного оборудования ( <b>З-ПК-2</b> )	1, 2, 3, 5, 6	ЛР2, КР1, ЛР4, Д33, Д34, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР7, ЛР8, Д39, Д310, Д311, Д312, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект

– Уметь: оперативно принимать и реализовывать решения (в рамках должностных обязанностей); производить анализ проектной документации и выдавать замечания и предложения (У-ПК-2)	1, 2, 3, 4	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, КР1, ЛР3, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР5, ЛР6, Экзамен (6 сем.)
– Владеть: навыками обоснования принятых решений на основании требований нормативной документации (В-ПК-2)	1, 2, 3, 4, 5, 6	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, КР1, ЛР3, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР5, ЛР6, Т1, Т2, Т3, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Общие сведения о системах электроснабжения</b>	
<b>1.1 Основные характеристики ЭП.</b> Введение. Основные термины и определения. Основные характеристики ЭП. Характерные группы ЭП	2
<b>1.2 Режимы нейтрали СЭС .</b> Режимы нейтрали сетей ВН. Режимы нейтрали сетей НН	2
<b>1.3 Основы ТЭР в СЭС.</b> Составляющие затрат. Метод срока окупаемости. Метод приведенных затрат	2
<b>1.4 Источники электроэнергии .</b> Типы традиционных электростанций. Типы возобновляемых источников электроэнергии	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>10</i>
<b>Раздел 2 Электрические нагрузки</b>	
<b>2.1 Общие сведения об электрических нагрузках .</b> Понятия расчетной максимальной нагрузки, пиковой нагрузки, средней за период нагрузки. Графики нагрузок. Коэффициенты графиков нагрузки	2
<b>2.2 Методы расчета нагрузки от 3хфазных ЭП.</b> Метод расчета нагрузки по удельным показателям. Метод коэффициента спроса активной мощности. Метод коэффициента максимума	2
<b>2.3 Методы расчета нагрузки от однофазных ЭП .</b> Понятие симметричной и несимметричной нагрузки. Методы расчета симметричной нагрузки. Методы расчета несимметричной нагрузки	4
<b>2.4 Компенсация реактивной мощности.</b> Суть и цели процесса КРМ. Средства КРМ в сетях пром.предприятий. Методика распределения КУ в сетях пром.предприятий	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>12</i>

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 3 Подстанции систем электроснабжения промышленных предприятий</b>	
<b>3.1 Виды и назначение подстанций .</b> Распределительные пункты и трансформаторные подстанции: РП, ЦРП, ТП, ГПП	2
<b>3.2 Силовые трансформаторы.</b> Типы силовых трансформаторов: масляные, сухие, с негорючим жидким диэлектриком. Структура обозначения трансформатора. Выбор места расположения ТП и РП. Картограмма электрических нагрузок. Методика выбора типа и мощности силовых трансформаторов	2
<b>3.3 Коммутационное оборудование.</b> Высоковольтные выключатели: типы, конструкции, параметры, методика выбора. Разъединители: типы, конструкции, параметры, методика выбора. Отделители: типы, конструкции, параметры, методика выбора. Короткозамыкатели: типы, конструкции, параметры, методика вы	3
<b>3.4 Измерительное оборудование.</b> Трансформаторы тока и напряжения: типы, конструкции, параметры, методика выбора. Счетчики электроэнергии: типы, конструкции, схемы подключения первичных и вторичных счетчиков, методика выбора	3
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>10</i>
<b>Раздел 4 Промышленные электрические сети</b>	
<b>4.1 Схемы силовых сетей напряжением до 1000 В..</b> Режимы заземления нейтрали в сетях до 1000 В. Схемы силовых сетей напряжением до 1000 В. Схемы осветительных сетей. Схемы питания передвижных электроприемников. Система уравнивания потенциалов на вводе в здания. Сети защитного заземления.	4
<b>4.2 Размещение главной понизительной подстанции на генеральном плане предприятия. .</b> Построение картограммы нагрузок. Построение зоны рассеяния центра электрических нагрузок. Расчет потерь мощности в трансформаторах.	4
<i>Итого по разделу 4:</i>	<i>8</i>
<b>Раздел 5 Расчет токов короткого замыкания в сетях и электроустановках до 1000</b>	
<b>5.1 Токи коротких замыканий и защита от них.</b> Цель и особенности расчетов Сопротивления элементов схемы замещения. Приведение сопротивлений к расчетному напряжению. Расчет токов междуфазного короткого замыкания при питании от энергосистемы. Расчет периодической составляющей тока короткого замыкания. Определение ударных токов короткого замыкания. Влияние электродвигателей на токи короткого замыкания. Тепловой импульс тока короткого замыкания. Распределение тока короткого замыкания по параллельно включенным элементам сети. Расчет напряжений при коротких замыканиях.	4
<b>5.2 Расчет токов однофазного короткого замыкания .</b> Расчет токов однофазного короткого замыкания при питании от энергосистемы. Расчет активного и индуктивного сопротивлений силовых кабелей. Сопротивления силовых трансформаторов 10(6)/0,4 кВ с разными схемами соединения обмоток. Расчет однофазного металлического короткого замыкания. Расчет однофазного короткого замыкания через переходные сопротивления.	4



Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>5.3 Расчет токов короткого замыкания при питании от аварийных генераторов.</b> . Расчет токов короткого замыкания при питании от аварийных генераторов. Влияние нагрузки на ток короткого замыкания. Несимметричные короткие замыкания за трансформаторами	4
<i>Итого по разделу 5:</i>	12
<b>Раздел 6 Выбор высоковольтных аппаратов</b>	
<b>6.1 Выбор высоковольтных выключателей..</b>	4
<b>6.2 Выбор разъединителей, короткозамыкателей и отделителей..</b> Выбор высоковольтных предохранителей. Выбор реакторов.	4
<b>6.3 Выбор трансформаторов тока и напряжения.</b>	4
<i>Итого по разделу 6:</i>	12
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>64</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Общие сведения о системах электроснабжения</b>	
<b>1.1 Расчёт расхода электроэнергии предприятия по графику нагрузки.</b>	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
<b>Раздел 2 Электрические нагрузки</b>	
<b>2.1 Режимы работы электроприемников.</b>	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	2
<b>Раздел 3 Подстанции систем электроснабжения промышленных предприятий</b>	
<b>3.1 Автоматические воздушные выключатели .</b>	2
<b>3.2 Электротепловое реле.</b>	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	4
<b>Раздел 4 Промышленные электрические сети</b>	
<b>4.1 Расчет электрических нагрузок цеха.</b>	6
<b>4.2 Выбор сечений проводников и аппаратов защиты в электрических сетях до 1000 В.</b>	4
<i>Итого по разделу 4:</i>	10
<b>Раздел 5 Расчет токов короткого замыкания в сетях и электроустановках до 1000</b>	
<b>5.1 Расчет токов короткого замыкания в сети до 1000 В.</b>	2
<b>5.2 Расчет электрической сети на потерю напряжения.</b>	4
<i>Итого по разделу 5:</i>	6
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>24</b>

## 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Общие сведения о системах электроснабжения</b>	
<b>1.1 Расчет ТЭО методом приведенных затрат и методом срока окупаемости.</b>	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	2
<b>Раздел 2 Электрические нагрузки</b>	
<b>2.1 Расчет электрических нагрузок от 3хфазных ЭП .</b>	2
<b>2.2 Расчет электрических нагрузок от однофазных ЭП.</b>	2
<b>2.3 Расчет электрических нагрузок группы электроприемников .</b>	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
<b>Раздел 3 Подстанции систем электроснабжения промышленных предприятий</b>	
<b>3.1 Выбор и проверка основного оборудования НН.</b>	4
<b>3.2 Выбор и проверка основного оборудования ВН.</b>	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
<b>Раздел 4 Промышленные электрические сети</b>	
<b>4.1 Картограмма и определение центра электрических нагрузок..</b>	2
<b>4.2 Выбор трансформаторов цеховых подстанций..</b> Выбор оптимального числа трансформаторов цеховых подстанций. Определение мощности конденсаторов с целью оптимального снижения потерь. Определение мощности батарей конденсаторов в сетях напряжением выше 1000 В. Расчет потерь мощности в трансформаторах.	4
<b>4.3 Проектирование системы внутривзаводского электроснабжения промышленного предприятия..</b> Схемы и конструктивное исполнение ГПП. Выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия. Выбор мощности трансформаторов.	4
<b>4.4 Выбор сечений воздушных и кабельных линии напряжением выше 1000 В..</b> Выбор сечения линии, питающей ГПП.	4
<i>Итого по разделу 4:</i>	14
<b>Раздел 5 Расчет токов короткого замыкания в сетях и электроустановках до 1000</b>	
<b>5.1 Выбор сечений проводников и аппаратов защиты в электрических сетях до 1000..</b>	4
<b>5.2 Расчет токов КЗ в сетях ВН.</b>	4
<i>Итого по разделу 5:</i>	8
<b>Раздел 6 Выбор высоковольтных аппаратов</b>	
<b>6.1 Выбор высоковольтных выключателей..</b> Выбор высоковольтных выключателей. Выбор разъединителей, короткозамыкателей и отделителей.	4
<b>6.2 Выбор трансформаторов тока и напряжения.</b>	6
<i>Итого по разделу 6:</i>	10
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>48</b>

## 5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовой проект (6 семестр).

Курсовой проект включает в себя следующие этапы:

- 1) Аннотация на русском и иностранном языках.
- 2) Раздел «Введение» .
- 3) Основная часть.
- 4) Заключение по проекту.
- 5) Графическая часть проекта .
- 6) Список использованной литературы.
- 7) Защита курсового проекта.

## 6 Образовательные технологии

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

## 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-1	З-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, КР1, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, КР2, Зачет (5 сем.), Т1, Т2, Т3, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект
ПК-1	У-ПК-1	ЛР1, ЛР2, ДЗ2, КР1, ЛР3, ДЗ3, ДЗ4, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР5, ЛР6, ДЗ5, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, Т1, ДЗ10, Т2, Т3, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект
ПК-1	В-ПК-1	ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, КР1, ЛР3, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР5, ЛР6, ДЗ5, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, Т1, ЛР7, ЛР8, ДЗ9, ДЗ11, ДЗ12, Т3, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект
ПК-2	З-ПК-2	ЛР2, КР1, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР7, ЛР8, ДЗ9, ДЗ10, ДЗ11, ДЗ12, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект
ПК-2	У-ПК-2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, КР1, ЛР3, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР5, ЛР6, Экзамен (6 сем.)
ПК-2	В-ПК-2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, КР1, ЛР3, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, КР2, Зачет (5 сем.), ЛР5, ЛР6, Т1, Т2, Т3, Экзамен (6 сем.), Курсовой проект

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

#### Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР1	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР2	Лабораторная работа	4	2.4
ДЗ1	Домашнее задание	8	4.8
ДЗ2	Домашнее задание	8	4.8
КР1	Контрольная работа	6	3.6
ЛР3	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР4	Лабораторная работа	4	2.4
ДЗ3	Домашнее задание	8	4.8
ДЗ4	Домашнее задание	8	4.8
КР2	Контрольная работа	6	3.6
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Зачет		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

#### Аттестация в 6 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР5	Лабораторная работа	5	3
ЛР6	Лабораторная работа	5	3
ДЗ5	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ6	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ7	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ8	Домашнее задание	3	1.8
Т1	Тестирование	5	3
ЛР7	Лабораторная работа	5	3
ЛР8	Лабораторная работа	5	3
ДЗ9	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ10	Домашнее задание	3	1.8
Т2	Тестирование	5	3
ДЗ11	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ12	Домашнее задание	3	1.8
Т3	Тестирование	6	3.6

<b>Сумма:</b>	<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>		
Экзамен	<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>	<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

#### Вопросы для Зачета (5 семестр):

- 1 Объясните понятия электрической нагрузки, электроустановки, потребителя.
- 2 Перечислите требования к системам электроснабжения.
- 3 Перечислите требования к качеству электрической электроэнергии.
- 4 Перечислите факторы влияющие на выбор напряжения электрической сети.
- 5 Перечислите методы расчета электрических нагрузок и их области применения,
- 6 поясните сущность методов.
- 7 Назовите основные направления в области энергосбережения.
- 8 Классификация электроприемников, по степени надежности.
- 9 Основные характеристики электроприемников.
- 10 Расчетная нагрузка, определение расчетных нагрузок для электроприемников
- 11 работающих в повторно-кратковременном режиме.
- 12 Расчетная нагрузка, определение расчетных нагрузок для однофазных
- 13 электроприемников.
- 14 Объясните основные различия между методами расчета электрических нагрузок
- по
- 15 коэффициенту спроса и методу упорядоченных диаграмм.
- 16 Объясните понятие «графиков электрических нагрузок», укажите их назначение и
- 17 перечислите их характеристики.
- 18 Объясните особенности продолжительного режима работы индивидуального
- 19 электроприемника (S1) по типовым графикам нагрузки и температуры его частей.
- 20 Объясните особенности кратковременного режима работы индивидуального
- 21 электроприемника (S2) по типовым графикам нагрузки и температуры его частей.

- 22 Объясните особенности повторно-кратковременного режима работы индивидуального
- 23 электроприемника (S3) по типовым графикам нагрузки и температуры его частей.
- 24 Опишите порядок определения электрических нагрузок методом упорядоченных
- 25 диаграмм.
- 26 Объясните понятие «эффективного числа электроприемников» и перечислите
- 27 способы его определения.
- 28 Объясните методику выбора плавкого предохранителя.
- 29 Объясните методику выбора автоматического выключателя с тепловым и
- 30 максимально-токовым расцепителем.
- 31 Объясните методику выбора сечения жилы питающего проводника по допустимой
- 32 токовой нагрузке.
- 33 Объясните методику выбора устройства защитного отключения и его принцип
- 34 действия.
- 35 Объясните особенности выбора марки питающего проводника в цеховых
- 36 электросетях.
- 37 Перечислите режимы работы нейтрали цеховой электрической сети и объясните
- 38 особенности этих режимов.
- 39 Назначение предохранителя.
- 40 Назначение автоматического выключателя.
- 41 Конструктивные элементы автоматического выключателя.
- 42 Понятие электроприемника, группы электроприемников, потребителя электрической
- 43 энергии.
- 44 Понятие и сущность расчетной мощности и расчетного тока.
- 45 Назначение графиков электрических нагрузок.
- 46 Классификация графиков электрических нагрузок.

### **Вопросы для Экзамена (6 семестр):**

- 1 Структура электрических систем и сетей (определения электрические сети, системы, СЭПП, т/п, цеховая ТП, глубокий ввод)
- 2 Электротехнические и осветительные установки
- 3 Основные требования к ЭСПП (технические, экономические)
- 4 Уровни электроснабжения промышленных предприятий
- 5 Основные виды и действие токов КЗ.
- 6 Понятие ударного тока КЗ, периодическая и аperiodическая составляющие
- 7 Расчет токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в высоковольтных и низковольтных сетях.
- 8 Потребители и средства компенсации реактивной мощности
- 9 Понятие расчетных нагрузок промышленных предприятий
- 10 Графики нагрузок ЭП, показатели, характеризующие приемники ЭЭ и их графики нагрузки
- 11 Режимы работы ЭП (продолжительный, повторно-кратковременный, кратковременный)
- 12 Выбор компенсирующих устройств
- 13 Режимы работы СЭПП (нормальный установившийся, нормальный переходный, аварийный переходный, послеаварийный установившийся)
- 14 Характеристика ЭП по бесперебойности ЭС
- 15 Напряжения электрических сетей и ЭП
- 16 Назначение и типы электрических станций
- 17 Электрические схемы промышленных ТЭЦ

- 18 Методы определения расчетных нагрузок
- 19 Определение расчетной нагрузки методом упорядоченных диаграмм
- 20 Классификация помещений по окружающей среде
- 21 Основные требования к цеховым электрическим сетям, структура цеховых сетей
- 22 Радиальные и магистральные цеховые сети, достоинства и недостатки
- 23 Конструктивное выполнение цеховых эл.сетей
- 24 Шинопроводы (назначение, конструкция, разновидности)
- 25 Особенности ТЭК России
- 26 Основное электрооборудование внутрицеховых сетей
- 27 Принципиальная электрическая схема магнитного пускателя
- 28 Предохранители (конструкция, назначение, основные характеристики)
- 29 Автоматические воздушные выключатели
- 30 Выбор сечений проводов, кабелей и шин во внутрицеховых электрических сетях
- 31 Режим перегрузок электрических сетей, сети требующие защиты от перегрузок
- 32 Выбор аппаратов защиты цеховых эл.сетей
- 33 Согласование уставок токов срабатывания защитного аппарата с проводником защищаемой сети
- 34 Расчет и выбор электрических сетей по потере напряжения
- 35 Режимы нейтрали электрических сетей
- 36 Выбор электрической сети по экономической плотности тока
- 37 Системы питания промышленных предприятий
- 38 Места установки и схемы цеховых КТП
- 39 Выбор места, числа и мощности цеховых ТП
- 40 Картограмма нагрузок
- 41 Основное электрооборудование п/т ПП
- 42 Выключатели высокого напряжения: основные типы, конструктивные особенности
- 43 Разъединители, короткозамкватели, отделители
- 44 Измерительные трансформаторы тока
- 45 Измерительные трансформаторы напряжения
- 46 Канализация ЭЭ во внутризаводских эл.сетях
- 47 Выбор сечений и защита линий внутризаводских сетей
- 48 Особенности осветительных установок
- 49 Назначение и устройство защитных заземлений и занулений

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Быстрицкий Г. Ф. Электроснабжение. Силовые трансформаторы: Учебное пособие для вузов / Быстрицкий Г. Ф., Кудрин Б. И. - Москва: Юрайт, 2021 - 201 с

Л1.2 Кабышев А. В. Электроснабжение объектов: учебное пособие / А. В. Кабышев; Федеральное агентство по образованию; Томский политехнический университет (ТПУ) - Томск: Изд-во ТПУ, 2007-Ч. 1: Расчет электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования - 185 с.

Л1.3 Кабышев А. В. Электроснабжение объектов: учебное пособие / А. В. Кабышев; Федеральное агентство по образованию; Томский политехнический университет (ТПУ) - Томск: Изд-во ТПУ, 2007-Ч. 2: Расчет токов короткого замыкания в электроустановках до 1000 В - 168 с.

Л1.4 Киреева Э. А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений [Текст]: учебное пособие / Э. А. Киреева - Москва: КноРус, 2016 - 234 с.

Л1.5 Конюхова Е. А. Электроснабжение [Текст]: учебник / Е. А. Конюхова - Москва: Изд-во МЭИ, 2014 - 510 с.

Л1.6 Кудрин Б. И. Электроснабжение [Текст]: учебник / Б. И. Кудрин - Москва: Академия, 2015 - 352 с.

## **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Анчарова Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Текст]: учебник / Т. В. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова - Москва: Форум, 2016 - 416 с.

Л2.2 Киреева Э. А. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений [Текст]: учебное пособие / Э. А. Киреева - Москва: КноРус, 2016 - 234 с.

Л2.3 Коробов Г. В. Электроснабжение. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] / Коробов Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова Н. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 192 с.

Л2.4 Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст]: учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин, В. А. Яшков - Москва: Форум, 2015 - 368 с.

## **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 [www.elti.tpu.ru/lib/EST\\_RZ](http://www.elti.tpu.ru/lib/EST_RZ)

Э2 [www.ptd.siemens.ru](http://www.ptd.siemens.ru)

Э3 [www.ekra.ru/company](http://www.ekra.ru/company)

Э4 Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

Э5 Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Э6 Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

Э7 Электронно-библиотечная система «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/>

## **9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## **10 Учебно-методические рекомендации для студентов**

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лекции.** Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

**Практические занятия.** Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.



На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из сущности данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа и поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

**Лабораторные работы.** Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

1) название работы;

2) цель работы;

3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;

4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;

- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Выполнение домашних заданий
- Подготовка к контрольным работам
- Выполнение индивидуальных заданий
- Выполнение курсового проекта (работы)
- Подготовка к экзамену
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на Зачете должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (6 семестр), Курсовой проект (6 семестр)

В течение 6 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену, КП по дисциплине. Студент на Экзамене, КП должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): В.А. Колчанова