



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
С.И. Лукьянов  
«27» сентября 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА*

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы  
Электроснабжение

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Заочная

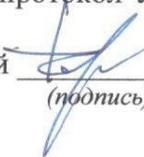
Институт  
Кафедра  
Курс

энергетики и автоматизированных систем  
электроснабжения промышленных предприятий  
3

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 3 сентября 2015 г. № 955.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий «05» сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Г.П. Корнилов/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «27» сентября 2017 г., протокол № 2.

Председатель  / С.И. Лукьянов/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена: Дубиной И.А. – старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий.

 / И.А. Дубина/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук

 / Н.А. Николаев/  
(подпись) (И.О. Фамилия)





## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Электроэнергетика» является ознакомление студентов с особенностями различных типов электростанций, участвующих в выработке электроэнергии, основным электрооборудованием и главными схемами электрических соединений электростанций и районных подстанций, линиями электропередачи переменного и постоянного тока сверхвысокого и ультравысокого напряжений, характеристиками и параметрами электрических сетей и систем, элементами теории передачи энергии по линиям электрической сети.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Электроэнергетика» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения:

Математики: элементы топологии, графы, дифференциальное и интегральное исчисления, матричная алгебра. теория функций комплексного переменного, элементарная теория вероятностей. Статистические методы обработки экспериментальных данных.

Информатики.

Физики: электричество и магнетизм.

Истории электроэнергетики.

Теоретических основ электротехники.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы

Электрические машины.

Математических задач энергетики и применение ЭВМ.

Общая энергетика.

Электрические станции и подстанции.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электроэнергетика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>Способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3)</b>	
Знать	– <i>назначение и классификацию электрических сетей;</i> – <i>способы представления нагрузок в расчетных схемах электрических сетей;</i> – <i>знать основные принципы построения схем замещения линий электрических сетей;</i>
Уметь	– <i>строить графики электрических нагрузок;</i> – <i>определять активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий;</i> – <i>строить схемы замещения двухобмоточных трансформаторов;</i>
Владеть	– <i>навыками построения статических характеристик нагрузки по</i>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<i>напряжению и частоте;</i> – <i>навыками определения активной и емкостной проводимости воздушных и кабельных линий;</i> – <i>навыками построения схем замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов;</i>
<b>Способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6)</b>	
Знать	– <i>принципы регулирования напряжения в электрической цепи;</i> – <i>принципы определения потерь мощности в линиях электропередачи;</i>
Уметь	– <i>определять баланс активных и реактивных мощностей;</i> – <i>определять потери мощности в трансформаторах;</i>
Владеть	– <i>навыками определения зависимости частоты и напряжения от баланса мощностей в электроэнергетической системе;</i> – <i>навыками определения потери электроэнергии в элементах электрической сети.</i>
<b>Готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7)</b>	
Знать	– <i>типы электрических станций;</i> – <i>особенности энергетических систем;</i>
Уметь	– <i>определять основное и вспомогательное оборудование электростанций;</i> – <i>формулировать принципы управления электроэнергетическими системами;</i>
Владеть	– <i>навыками расчета параметров режимов энергосистем;</i>
<b>Способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования (ПК-15)</b>	
Знать	– <i>главные схемы электрических станций;</i> – <i>схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС</i>
Уметь	– <i>давать характеристику главным схемам электрических подстанций;</i> – <i>определять правильность построения схем собственных нужд КЭС и ТЭЦ</i>
Владеть	– <i>навыками формулирования основных требований к главным схемам электроустановок;</i> – <i>навыками составления схем питания собственных нужд подстанций;</i>

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 14,9 акад. часов:
  - аудиторная – 12 акад. часов;
  - внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 120,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Раздел. Производство электрической энергии	3	1	0	2	40	Подготовка к устному опросу № 1	Устный опрос №1	
1.1 Тип электрических станций. Основное оборудование электрических станций и подстанций.	3	0,3	0	0	15	Подготовка к устному опросу № 1	Устный опрос №1	<i>ПК-7 –</i> знать типы электрических станций; уметь определять основное и вспомогательное оборудование электростанций;
1.2. Главные схемы электрических станций и подстанций.	3	0,3	0	2	15	Выполнение практического занятия "Расчет токопроводов."	Защита практического занятия "Расчет токопроводов."	<i>ПК-15 –</i> знать главные схемы электрических станций; уметь давать характеристику главным схемам электрических

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
								подстанций; владеть навыками формулирования основных требований к главным схемам электроустановок;
1.3. Схемы электроснабжения собственных нужд электростанций	3	0,4	0	0	10	Подготовка к устному опросу № 1	Устный опрос №1	ПК-15 – знать схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС; уметь определять правильность построения схем собственных нужд КЭС и ТЭЦ; владеть навыками составления схем питания собственных нужд подстанций;
2. Раздел. Энергетические системы	3	1	0	0	40			
2.1. Режимы энергетических систем. Управление электроэнергетическими системами.	3	0,5	0	0	20	Подготовка к устному опросу № 2	Устный опрос №2	ПК-7 – знать особенности энергетических систем; уметь формулировать

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
								принципы управления электроэнергетическими системами; владеть навыками расчета параметров режимов энергосистем;
2.2. Баланс активных и реактивных мощностей энергетической системы. Зависимость частоты и напряжения от баланса мощностей электроэнергетической системы	3	0,5	0	0	20	Подготовка к устному опросу № 2	Устный опрос №2	ПК-6 – знать принципы регулирования напряжения в электрической цепи; уметь определять баланс активных и реактивных мощностей; владеть навыками определения зависимости частоты и напряжения от баланса мощностей в электроэнергетической системе.
3. Раздел. Передача и распределение электрической энергии.	3	2	4	2	40,4			
3.1. Назначение и классификация	3	0,5	1	2/2И	10	Выполнение практического	Защита практического	ОПК-3 –

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
электрических сетей. Графики электрических нагрузок						занятия " Определение времени использования максимума нагрузки и время максимальных потерь."	занятия " Определение времени использования максимума нагрузки и время максимальных потерь."	<i>знать</i> назначение и классификацию электрических сетей; уметь строить графики электрических нагрузок; владеть навыками построения статических характеристик нагрузки по напряжению и частоте.
3.2. Представление нагрузок в расчетных схемах электрических сетей. Активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий. Активная и емкостная проводимость воздушных и кабельных линий.	3	0,5	1	0	10	Подготовка к устному опросу № 3	Устный опрос №3	<i>ОПК-3</i> – знать способы представления нагрузок в расчетных схемах электрических сетей; уметь определять активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий; владеть навыками определения активной и емкостной проводимости

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
								воздушных и кабельных линий.
3.3. Схемы замещения линий электрических сетей. Схемы замещения трансформаторов.	3	0,5	1/1И	0	10	Подготовка к устному опросу № 2	Устный опрос №2	ОПК-3 – знать основные принципы построения схем замещения линий электрических сетей; уметь строить схемы замещения двухобмоточных трансформаторов; владеть навыками построения схем замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов;
3.4. Потери мощности и энергии в электрических сетях (в линиях, трансформаторах и др. элементах сети). Расчет режимов электрической сети. Расчет линии по току нагрузки. Расчет линии по мощности нагрузки. Приближенные методы определения	3	0,5	1/1И	0	10,4	Подготовка к выполнению лабораторной работы "Определение потерь мощности в электрической сети". Подготовка к выполнению лабораторной работы	Защита лабораторной работы "Определение потерь мощности в электрической сети". Защита к выполнению лабораторной работы "Определение потерь	ПК-6 - знать принципы определения потерь мощности в линиях электропередачи; уметь определять потери мощности в

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
потерь напряжения.						"Определение потерь напряжения в ЛЭП и трансформаторах".	напряжения в ЛЭП и трансформаторах".	трансформаторах; владеть навыками определения потери электроэнергии в элементах электрической сети.
<b>Итого по курсу</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4/2И</b>	<b>4/2И</b>	<b>120,4</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4/2И</b>	<b>4/2И</b>	<b>120,4</b>			

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электроэнергетика» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электроэнергетика» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе оформления отчетов и анализе результатов практических работ, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

*По дисциплине «Электроэнергетика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.*

*Самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.*

### **Примерные вопросы для устных опросов:**

#### **Устный опрос №1 «Производство электрической энергии»**

*№1. Перечислите типы электрических станций, участвующих в выработке электроэнергии.*

*№2. Каковы основные особенности технологического процесса производства электроэнергии на конденсационных электростанциях (КЭС)?*

*№3. Каковы основные особенности технологического процесса производства электроэнергии на теплофикационных электростанциях (ТЭЦ)?*

#### **Устный опрос №2 «Электроэнергетические системы»**

*№1. Сформулируйте назначение и дайте общую характеристику электроэнергетических систем.*

*№2. Каковы преимущества объединенных энергетических систем?*

*№3. Когда началось формирование Единой энергетической системы в России? Что сыграло решающую роль на первом этапе работы?*

#### **Устный опрос №3 «Передача и распределение электрической энергии.»**

*№1. Что принимается за номинальное напряжение электрических сетей, генераторов, трансформаторов?*

*№2. Какие виды графиков электрических нагрузок используются при проектировании? Для чего они служат?*

*№3. Что представляют собой обобщенные статические характеристики мощности нагрузки электрической системы по напряжению и частоте?*

### **Примерные практические задания (ПЗ):**

#### **ПЗ №1 «Расчет токопроводов»**

*№ 1. Выбрать токопровод на напряжение 10 кВ с целью передачи мощности 35 МВт,  $\cos\varphi=0,8$ , на расстояние 500 м. Мощность короткого замыкания на источнике питания составляет 200 МВА.*

*№ 2. Трубчатый токопровод крепится на подвесных изоляторах при симметричном расположении фаз по вершинам равностороннего треугольника. Первоначальное крепление изоляторов осуществляется через 20 м. Определить, является ли принятая длина пролета допустимой.*

*№ 3. Кабельная линия питает двигатель мощностью 25 кВт,  $\cos\varphi=0,91$ , ПВ=60%. Длина линии 15 м. Кабель проложен в канале. Помещение не относится к взрывоопасным. Продолжительность рабочего периода составляет 4 мин. Необходимо выбрать марку и сечение кабельной линии.*

#### **ПЗ №2 «Определение времени использования максимума нагрузки и время максимальных потерь»**

*Для заданного годового графика электрических нагрузок определить по продолжительности определить время использования максимума нагрузки и время максимальных потерь.*

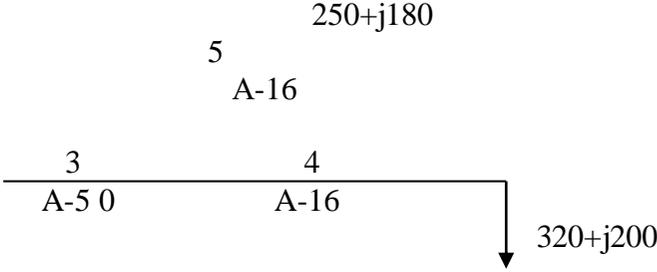
## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>Способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3)</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение и классификацию электрических сетей;</li> <li>– способы представления нагрузок в расчетных схемах электрических сетей;</li> <li>– знать основные принципы построения схем замещения линий электрических сетей;</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение и классификация электрических сетей.</li> <li>2. Основные характеристики электрических нагрузок.</li> <li>3. Представление характеристик в расчетных схемах электрических сетей.</li> <li>4. Активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий.</li> <li>5. Активная и емкостная проводимость воздушных и кабельных линий.</li> <li>6. Схемы замещения линий электрических сетей.</li> <li>7. Схемы замещения трансформаторов.</li> <li>8. Потери мощности в электрических сетях.</li> <li>9. Потери электроэнергии в электрических сетях.</li> <li>10. Натуральная мощность линии электропередачи.</li> <li>11. Дальние электропередачи переменного тока.</li> <li>12. Компенсированные линии переменного тока.</li> <li>13. Круговые диаграммы линий электропередачи.</li> <li>14. Расчет линии по току нагрузки.</li> <li>15. Расчет линии по мощности нагрузки.</li> <li>16. Определение потерь напряжения.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– строить графики электрических нагрузок;</li> <li>– определять активное и индуктивное сопротивление воздушных и кабельных линий;</li> <li>– строить схемы замещения двухобмоточных трансформаторов;</li> </ul>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением <math>U_{ном}=110</math> кВ протяженностью <math>l=35</math> км, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.</li> <li>2. Определить параметры упрощенной схемы замещения трёхобмоточного</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>трансформатора ТДТН-25000/110.</p> <p>3. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяженностью 160 км, выполненной проводом АСО – 400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки (116000+j87000 кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции.</p> <p>Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:</p> <p style="text-align: center;">АСО-400: <math>r_0 = 0,08 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,414 \text{ Ом/км}</math>, <math>q_0 = 0,145 \text{ Мвар}</math> .</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками построения статических характеристик нагрузки по напряжению и частоте;</li> <li>– навыками определения активной и емкостной проводимости воздушных и кабельных линий;</li> <li>– навыками построения схем замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов;</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ПЗ №5 «Определение параметров схем замещения ЛЭП»</b></p> <p>№ 1. Определить параметры схемы замещения линии электропередачи 110 кВ, выполненной проводом АС-70, протяженностью 40 км. Подвеска проводов горизонтальная, расстояние между проводами 4 м. В линии осуществлена транспозиция.</p> <p>№ 2. Линия электропередачи 110 кВ, протяженностью 80 км выполнена проводом АС-150. Определить, как будет изменяться активное сопротивление этой линии в течение года, если минимальная температура воздуха <math>-25^{\circ}\text{C}</math>, а максимальная <math>+30^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>№ 3. Определить, как изменится полное сопротивление воздушной линии электропередачи 220 кВ, выполненной проводом АСО-240 при горизонтальном расположении проводов с расстоянием 8 м, если: а) провода расположить в вершинах равностороннего треугольника; б) линию заменить линией электропередачи постоянного тока.</p>
<b>Способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6)</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы регулирования напряжения в электрической цепи;</li> <li>– принципы определения потерь</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение и условия функционирования энергетических систем.</li> <li>2. Возникновение науки об электроэнергетических системах и их режимах.</li> <li>3. Объединение энергетических систем.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>мощности в линиях электропередачи;</p>	<p>4. Особенности функционирования энергетических систем.            5. Управление электроэнергетическими системами.            6. Планирование и проектирование развития энергетических систем.            7. Режимы энергетических систем.            8. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме.            9. Регулирование частоты и напряжения в энергосистеме.</p>
<p>Уметь</p>	<p>– определять баланс активных и реактивных мощностей;            – определять потери мощности в трансформаторах;</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b>            1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением <math>U_{ном}=110</math> кВ протяжённостью <math>l=35</math> км, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.            2. Определить параметры упрощённой схемы замещения трёхобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.            3. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяжённостью 160 км, выполненной проводом АСО – 400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки (<math>116000+j87000</math> кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции.            Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:            АСО-400: <math>r_0 = 0,08</math> Ом/км, <math>x_0 = 0,414</math> Ом/км, <math>q_0 = 0,145</math> Мвар .</p>
<p>Владеть</p>	<p>– навыками определения зависимости частоты и напряжения от баланса мощностей в электроэнергетической системе;            – навыками определения потери</p>	<p><b>ИДЗ №8 «Расчет линии по мощности нагрузки»</b>            Найти наибольшую потерю напряжения в сети 6 кВ, показанной на рисунке. Мощности нагрузок (кВА) и протяженности участков (км) указаны на схеме.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	электроэнергии в элементах электрической сети.	<div style="text-align: center;">  <p>Рисунок</p> <p>Погонные сопротивления провода:  A-50: <math>r_0 = 0,64 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,355 \text{ Ом/км}</math>.  A-16: <math>r_0 = 1,98 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,377 \text{ Ом/км}</math>.  Выполнить расчет линии по мощности нагрузки.</p> </div>
<b>Готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7)</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– типы электрических станций;</li> <li>– особенности энергетических систем;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация электрических станций.</li> <li>2. Тепловые конденсационные электростанции.</li> <li>3. Теплофикационные электростанции.</li> <li>4. Атомные электростанции.</li> <li>5. Типы и конструктивное исполнение синхронных генераторов.</li> <li>6. Классификация и конструктивное исполнение силовых трансформаторов.</li> <li>7. Синхронные компенсаторы.</li> <li>8. Выключатели высокого напряжения.</li> <li>9. Разъединители высокого напряжения.</li> <li>10. Короткозамыкатели и отделители высокого напряжения.</li> </ol>
Уметь	– определять основное и вспомогательное оборудование электростанций;	<b>Примерные практические задания для экзамена:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	– <i>формулировать принципы управления электроэнергетическими системами;</i>	<p>номинальным напряжением <math>U_{ном}=110</math> кВ протяжённостью <math>l=35</math> км, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.</p> <p>2. Определить параметры упрощённой схемы замещения трёхобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.</p> <p>3. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяжённостью 160 км, выполненной проводом АСО – 400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки (<math>116000+j87000</math> кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции.</p> <p>Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:</p> <p style="text-align: center;">АСО-400: <math>r_0 = 0,08</math> Ом/км, <math>x_0 = 0,414</math> Ом/км, <math>q_0 = 0,145</math> Мвар .</p>
Владеть	– <i>навыками расчета параметров режимов энергосистем;</i>	<p><b>ПЗ №6 «Определение параметров схем замещения трансформаторов»</b></p> <p>№ 1. Определить параметры упрощенной схемы замещения трехобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.</p> <p>№ 2. Определить параметры упрощенной схемы замещения трехфазного автотрансформатора АДЦТН-200000/220/110, у которого номинальные мощности обмоток высшего и среднего напряжения равны номинальной мощности автотрансформатора, а номинальная мощность обмотки низшего напряжения составляет 50 % от номинальной мощности автотрансформатора.</p> <p>№ 3. Определить параметры упрощенной схемы замещения двухобмоточного трансформатора с расщепленными обмотками ТРДЦН-63000/230.</p>
<b>Способностью оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования (ПК-15)</b>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– главные схемы электрических станций;</li> <li>– схемы электроснабжения собственных нужд ТЭС</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация и конструктивное исполнение силовых трансформаторов.</li> <li>2. Синхронные компенсаторы.</li> <li>3. Выключатели высокого напряжения.</li> <li>4. Разъединители высокого напряжения.</li> <li>5. Короткозамыкатели и отделители высокого напряжения.</li> <li>6. Главные и структурные схемы электростанций и подстанций.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– давать характеристику главным схемам электрических подстанций;</li> <li>– определять правильность построения схем собственных нужд КЭС и ТЭЦ</li> </ul>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением <math>U_{ном}=110</math> кВ протяжённостью <math>l=35</math> км, выполненной проводами АС-185/29 на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов. Привести схему замещения. Вычислить зарядный ток и зарядную мощность линии.</li> <li>2. Определить параметры упрощённой схемы замещения трёхобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.</li> <li>3. Главная понижающая подстанция завода питается при напряжении 220 кВ по линии электропередачи протяжённостью 160 км, выполненной проводом АСО – 400. Напряжение на шинах источника питания в момент максимальной нагрузки (<math>116000+j87000</math> кВА) равно 240 кВ. определить потерю и падение напряжения в сети, а также напряжение на шинах понижающей подстанции.</li> </ol> <p>Погонные сопротивления и зарядная мощность провода:</p> <p style="text-align: center;">АСО-400: <math>r_0 = 0,08</math> Ом/км, <math>x_0 = 0,414</math> Ом/км, <math>q_0 = 0,145</math> Мвар .</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками формулирования основных требований к главным схемам электроустановок;</li> <li>– навыками составления схем питания собственных нужд подстанций;</li> </ul>	<p><b>ПЗ №4 «Построение векторной диаграммы ЛЭП»</b></p> <p>Определить активное и индуктивное сопротивления воздушных линий электропередачи номинальным напряжением 10 кВ, протяжённостью 4 км, выполненной стальными проводами ПС-25 с расположением проводов на опоре треугольником. Расстояние между проводами 1 м. Мощность нагрузки, подключенной в конце линии, составляет 560 кВА. Построить векторную диаграмму ЛЭП.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Газизова, О. В. Электроэнергетика : учебное пособие [для вузов] / О. В. Газизова, И. А. Дубина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3817.pdf&show=dcatalogues/1/1530275/3817.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1563-3. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### б) Дополнительная литература:

1. Удалов С.Н. Возобновляемые источники энергии : учеб. пособие / С.Н. Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. - 459 с. (Серия «Учебники НГТУ»). ISBN 978-5-7782-2467-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556622> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

4. Бурман А.П., Основы современной энергетики : в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : учебник для вузов : в 2 т. / - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01338-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013380.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

5. Бортник И.М., Основы современной энергетики в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : учебник для вузов / под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева; под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - 678 с. - ISBN 978-5-383-01044-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010440.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

6. Николаева, С. И. Электроэнергетические сети и системы: Учебное пособие / Николаева С.И. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 64 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007833> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

6. Ершов, Ю. А. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев и др. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492157> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

7. Максимов Б.К., Электроэнергетика России после проведения реформ и основы рынка электроэнергии : учебное пособие для вузов / Максимов Б.К. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01274-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012741.html> (дата обращения: 17.09.2020). - Режим доступа : по подписке.

8. Электроэнергетические системы и сети: модели развития : учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, П. Е. Мезенцев, А. Л. Мызин ; под научной редакцией П. И. Бартоломея. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07671-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455365> (дата обращения: 17.09.2020).

9. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 360 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451023> (дата обращения: 17.09.2020).

10. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» <https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive>

11. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» <http://esik.magtu.ru/ru/>

12. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета" <http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#>

#### в) Методические указания

1. Электроэнергетика : практикум [для вузов] / О. В. Газизова, И. А. . Дубина, А. В. Варганова, Ю. Н. Кондрашова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. – URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4209.pdf&show=dcatalogues/1/1536082/4209.pdf&view=true> (дата обращения: 29.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Перечень программного обеспечения:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Список Интернет-ресурсов, доступ к которым при регистрации обеспечен с любого компьютера:

1) Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2) Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp) (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3) Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

4) Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

5) East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

6) Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7) Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL:

<http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.

8) Экономика. Социология. Менеджмент : Федеральный образовательный портал : сайт. – URL: <http://ecsocman.hse.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

9) Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва : НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

10) Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

11) Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

12) Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

13) Springer Protocols : Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний : сайт. – URL: <http://www.springerprotocols.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

14) SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

15) Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

16) zbMATH : Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике : сайт. – URL: <http://zbmath.org/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

17) Springer Nature : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <https://www.nature.com/siteindex> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

18) Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный концорциум. – Москва : НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

19) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

20) РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

21) ТАСС : информационное агентство России : [сайт]. – Москва, 1999 – . –

Обновляется в течение суток. – URL: <http://tass.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Текст : электронный.

22) Правительство Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://government.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Текст : электронный.

23) Abb.ru : Официальный сайт группы компаний АВВ Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abb.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

24) Elektrozavod.ru : Официальный сайт Уфимского завода «Электроаппарат» [Электронный ресурс]. – Уфа. – Режим доступа: <http://www.elektrozavod.ru/reports/ea>, свободный. – Загл. с экрана.

25) Stps.ru : Официальный сайт ООО «Стройподстанции» [Электронный ресурс]. – М. – Режим доступа: <http://www.stps.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

26) Siemens.com : Официальный сайт компании Siemens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.siemens.com/ru/ru.html>, свободный. – Загл. с экрана.

27) Schneider-electric.com : Официальный сайт компании Schneider Electric [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/ru/ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

28) Magtu.ru : Официальный сайт ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.magtu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

29) Mmk.ru : Официальный сайт ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mmk.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Электроэнергетика» предусмотрены следующие виды занятий: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР), экзамен.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом Microsoft Office; Mathcad, «КАТРАН 7.0», выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электрических измерений (Межфакультетская лаборатория моделирования систем электроснабжения ауд. 217)	1. Стенд лабораторный ЭЭ1-Л-Н-Р «Модель электротехнической системы». 2. Комплект типового оборудования «Модель длинной линии электропередачи».
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования