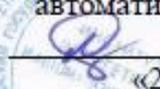


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института энергетики и  
автоматизированных систем  
 С.И. Лукьянов  
«27» сентября 2017 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ*

Направление подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы  
Электроснабжение

Уровень высшего образования – бакалавриат  
Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Заочная

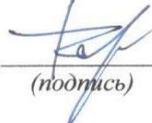
Институт  
Кафедра  
Курс

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.

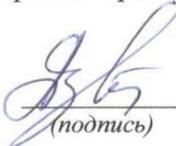
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий «05» сентября 2017 г., протокол № 1.

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.

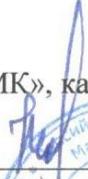
Председатель  / С.И. Лукьянов/  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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)

Целями освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» являются: подготовка обучающихся в вопросах, связанных с изучением основных источников питания электроэнергией объектов, структурных схем главных понижающих подстанций, районных электрических сетей питающих энергосистем, распределительных электрических сетей внутривозовского электроснабжения, режимов работы электрических сетей.

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

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения физики, теоретических основ электротехники, общей энергетики, электрических машин.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин «Электрические станции и подстанции», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электроснабжение», «Управление качеством электрической энергии», «Надежность систем электроснабжения», для написания выпускной квалификационной работы.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) "Электроэнергетические системы и сети» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>Способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1)</b>	
Знать	Основные определения и понятия в электроэнергетических системах. Основные методы исследований, используемых в расчетах электрических сетях. Основные нормы и правила при оформлении расчетно-графических работ.
Уметь	Обсуждать способы и средства для эффективного решения задач; Распознавать эффективное решение от неэффективного; Выявлять типичные модели поставленных задач; Применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне; Анализировать параметры установившихся эксплуатационных режимов. Рассчитывать допустимые нагрузки оборудования электрических сетей в нормальных и аварийных режимах
Владеть	Навыками расчета допустимых нагрузок оборудования электрических сетей в нормальных и аварийных режимах – Навыками определения параметров установившихся эксплуатационных режимов
<b>Способностью обрабатывать результаты экспериментов(ПК-2)</b>	
Знать	Приборы для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей Особенности работы приборов для измерения и контроля параметров

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	режимов электрических сетей Методы работы приборами для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей и об их погрешностях при обработке результатов эксперимента
Уметь	Использовать приборы для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей Применять приборы для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей Рассчитывать погрешности приборов и применять приборы для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей
Владеть	Навыками работы с приборами для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей Навыками работы с приборами для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей, а также их наладки Методами работы приборами для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей и оценки их погрешностей
<b>Способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования(ПК-3)</b>	
Знать	Требования к допустимой перегрузке ЛЭП, трансформаторов в нормальном и аварийном режимах Требования по допустимым потерям напряжения и мощности в сетях различного уровня напряжения
Уметь	Пользоваться нормативно-технической документацией с целью определения допустимых нагрузок оборудования Применять навыки расчета потерь напряжения и мощности в электрических сетях различных уровней напряжения
Владеть	Навыками проверки оборудования по допустимым нагрузкам в нормальных и послеаварийных режимах. Навыками расчета потерь напряжения и мощности в электрических сетях различных уровней напряжения Навыками расчета целесообразных отпаек РПН и ПБВ трансформаторов, мощностей, количества и места установки компенсирующих устройств
<b>Способностью проводить обоснование проектных решений(ПК-4)</b>	
Знать	Основные технико-экономические показатели электрических сетей Критерии технико-экономического обоснования принятого целесообразного варианта сети Основы технико-экономического обоснования выбора экономически целесообразного варианта электрической сети
Уметь	Определять основные технико-экономические показатели электрических сетей Применять критерии технико-экономического обоснования с целью принятия целесообразного варианта сети Определять экономически целесообразного варианта электрической сети с использованием основных технико-экономических обоснований
Владеть	Навыками расчета технико-экономические показатели электрических сетей

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	Навыками технико-экономического обоснования с целью принятия целесообразного варианта сети Навыками определения экономически целесообразного варианта электрической сети с использованием основных технико-экономических обоснований
<b>Способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности(ПК-6)</b>	
Знать	Основные параметры режима электрических сетей Методы расчета электрических сетей Методы расчета электрических сетей с двухсторонним питанием
Уметь	Анализировать величины параметров установившихся режимов Применять методы расчета электрических сетей Применять методы расчета электрических сетей с двухсторонним питанием
Владеть	Методами расчета отдельных параметров установившегося режима Методами расчета электрических сетей Методами расчета электрических сетей с двухсторонним питанием

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа 14,4 акад. часов:
  - аудиторная – 10 акад. часов;
  - внеаудиторная – 4,4 акад. часов
- самостоятельная работа – 192,9 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				
Тема 1. Основные источники питания электроэнергией объектов. Современные и перспективные источники электроэнергии. Типы электрических станций, участвующих в выработке электроэнергии. Основные особенности различных типов электростанций. Основные требования к главным схемам электроустановок. Главные схемы ТЭЦ. Главные понижающие подстанции, их структуры, схемы. Выбор числа и мощности трансформаторов связи на ТЭЦ и подстанциях. Основное электрооборудование.	3				6	Подготовка к входному контролю	АКР№1	ПК-1(3,В), ПК-6(3,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				
Тема 2. Общие сведения об электроэнергетических системах. Особенности электроэнергетических систем, их классификация. Типы конфигураций электрических сетей. Объединение энергетических систем. Управление электроэнергетическими системами. Планирование и проектирование развития энергосистем. Режимы электроэнергетической системы. Балансы активных и реактивных мощностей в энергосистеме, меры по их обеспечению. Принципы обеспечения надежности, резервирования и качества электроэнергии в электроэнергетической системе.	3				8	Подготовка к контрольной работе	АКР№1	ПК-1(З,У,В), ПК-2(З,У,В), ПК-4(З,У,В), ПК-6(З,У,В),
Тема 3. Передача и распределение электроэнергии Электрические нагрузки узлов электрических сетей, представление нагрузок в расчетных схемах электрических сетей. Схемы замещения линий, трансформаторов и автотрансформаторов. Определение параметров схем замещения различных	3	2			8	Изучение схем замещения	Решение задач ,АКР№2	ПК-1(З,У,В), ПК-2(З,У,В), ПК-3(З,У,В), ПК-4(З,У,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				
элементов электрических сетей. Элементы теории передачи энергии по линиям электрической сети. Линии электропередачи переменного и постоянного тока высоких, сверхвысоких и ультравысоких напряжений. Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах. Понижительные, повысительные, преобразовательные и инверторные подстанции электроэнергетических систем. Принципиальные схемы электрических соединений районных подстанций. Пути повышения пропускной способности электропередач. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе. Общие сведения по оптимизации режимов электроэнергетических систем.							ПК-6(З,У,В)	
Тема 4. Конструктивное выполнение линий электрических сетей. Общая характеристика условий работы воздушных линий. Провода, изоляция,	3		2/1И		8	Изучение конструктивного исполнения воздушных и кабельных сетей, промышленных токопроводов	устный опрос	ПК-3(З,У,В), ПК-4(З,У,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				
линейная арматура воздушных линий, опоры ЛЭП. Характеристика кабельных линий и условия их работы. Основные сведения о конструкциях кабелей и кабельной арматуры. Токопроводы промышленных предприятий. Внутренние электрические линии, выполненные проводами, шнурами.								
Тема 5. Расчет районных и местных распределительных сетей. Параметры электрических сетей. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем, включая выбор схемных решений, параметры основного электрооборудования. Особенности расчета местных сетей. Схемы замещения воздушных и кабельных линий силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет замкнутых электрических сетей; распределение мощностей в линиях с двухсторонним питанием, распределение мощностей в линиях с двухсторонним питанием при разных напряжениях в питательных пунктах; распределение	3	2		8	РГР№1 "Расчет местных сетей"	Защита РГР№1, АКР№3	ПК-3(З,У.В), ПК-4(З,У.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				
мощностей с учетом потерь мощности на участках сети. Распределение мощностей в сложных замкнутых сетях. Расчеты основных режимов и регулирования напряжения.								
Тема 6. Выбор сечений жил проводов ВЛЭП и кабелей – Основы выбора сечений проводов и кабелей. Выбор экономически целесообразных сечений проводов и кабелей; выбор сечений проводников в местных сетях по допустимой потере напряжения; области применения дополнительных условий при выборе сечений по допустимой потере напряжения. Проверка сечений проводов и кабелей по условиям нагрева.	3				8	Подготовка к решению задач по выбору марки и сечения проводов	АКР№4, отчет по лабораторным работам	ПК-3(З,У.В), ПК-4(З,У.В)
Тема 7. Техничко-экономические расчеты электрических сетей – Основные технико-экономические показатели и критерии выбора оптимального варианта электрической сети. Вероятность перерывов электроснабжения и надежность элементов электрической сети. Учет фактора надежности при	3				8	Подготовка к устному опросу	Устный опрос	ПК-3(З,У.В), ПК-4(З,У.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				
проектировании электрической сети. Основные мероприятия по снижению потерь электроэнергии.								
Тема 8. Режимы работы электрических сетей в составе энергетической системы Общие сведения о работе электрических систем. Регулирование напряжения и реактивной мощности. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях. Баланс активной и реактивной мощностей электроэнергетических систем. Регулирование частоты. Особенности регулирования напряжения в электросетях, основы компенсации реактивных нагрузок. Современные источники реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий. Выбор мощности источников реактивной мощности и экономически целесообразное размещение их в электросетях. Качество электрической энергии и его обеспечение в электросетях	3		2/1И		9,4	Изучение режимов работы электрических сетей	Отчет и сдача лабораторных работ по данной теме	ПК-1(З,У,В), ПК-2(З,У,В), ПК-3(З,У,В), ПК-4(З,У,В), ПК-6(З,У,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				
промышленных предприятий. Влияние качества электрической энергии на работу электроприемников и электроаппаратов. Показатели качества.								
Итого за 5-й семестр		4	4/2И		63,4			
Тема 9. Выбор номинального напряжения и конфигурации сети	3			2/2И	13	Изучение методов выбора номинального напряжения электрических сетей	Устный опрос	ПК-1(З,У.В), ПК-2(З,У.В), ПК-3(З,У.В), ПК-4(З,У.В), ПК-6(З,У.В)
Тема 10. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов понизительных подстанций, их проверка по нагрузочной способности	3				13	Изучение конструктивных особенностей силовых трансформаторов на подстанциях	Устный опрос	ПК-1(З,У.В), ПК-2(З,У.В), ПК-3(З,У.В), ПК-4(З,У.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				
								ПК-6(З,У,В)
Тема 11. Выбор воздушных линий электропередачи	3				13	Расчет ЛЭП	Устный опрос	ПК-1(З,У,В), ПК-2(З,У,В), ПК-3(З,У,В), ПК-4(З,У,В), ПК-6(З,У,В)
Тема 12. Выбор рационального варианта электрической сети	3				13	Изучение схем соединения электрических сетей	Устный опрос	ПК-1(З,У,В), ПК-2(З,У,В), ПК-3(З,У,В), ПК-4(З,У,В), ПК-6(З,У,В)
Тема 13. Расчет технико-экономических показателей вариантов электрической сети	3				13	Изучение технико-экономических показателей	Устный опрос	ПК-1(З,У,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				
						элементов электрических сетей		ПК-2(З,У.В), ПК-3(З,У.В), ПК-4(З,У.В), ПК-6(З,У.В)
Тема 14. Уточненный расчет принятого варианта электрической сети	3				13	Изучение стандартов и ГОСТов при оформлении электрических схем	Устный опрос	ПК-1(З,У.В), ПК-2(З,У.В), ПК-3(З,У.В), ПК-4(З,У.В), ПК-6(З,У.В)
Тема 15. Выбор компенсирующих устройств	3				13	Изучение способов и средств компенсации реактивной мощности	Устный опрос	ПК-1(З,У.В), ПК-2(З,У.В), ПК-3(З,У.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				
								ПК-4(З,У,В), ПК-6(З,У,В)
Тема 16. Выбор коммутационных аппаратов и схемы подключения подстанции к сети	3				13	Изучение конструкции высоковольтного оборудования	Устный опрос	ПК-1(З,У,В), ПК-2(З,У,В), ПК-3(З,У,В), ПК-4(З,У,В), ПК-6(З,У,В)
Тема 17. Оформление пояснительной записки	3				13			ПК-1(З,У,В), ПК-2(З,У,В), ПК-3(З,У,В), ПК-4(З,У,В), ПК-6(З,У,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				
Тема 18. Защита курсового проекта	3				12,5		Защита курсового проекта	ПК-1(З,У,В), ПК-2(З,У,В), ПК-3(З,У,В), ПК-4(З,У,В), ПК-6(З,У,В)
Итого за 6-й семестр				2/2И	129,5		Экзамен	
Итого по дисциплине		4	4/2И	2/2И	192,9		Курсовой проект, экзамен	

## **5 Образовательные и информационные технологии**

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электроэнергетические системы и сети» 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.

При проведении практических занятиях используются работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки расчетно-графических работ, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

**АКР №1 Выбор числа и мощности трансформаторов связи на ТЭЦ и подстанциях**

**Выбрать силовые трансформаторы на понизительных подстанциях и станциях**

№ варианта	Номинальное высшее напряжение сети, кВ	Номинальное напряжение нагрузки, кВ	Номинальная мощность генератора, МВА	Расчетная мощность нагрузки, МВА	Соотношение потребителей по категориям надежности, %		
					1	2	3
16	110	10	160( $\cos\varphi=0.85$ )	83	70	6	24

2. Выбрать трансформаторы на ГПП, если номинальное напряжение рассматриваемой подстанции равно 35 кВ, а нагрузка составляет  $S=33+j18$  МВА. Определить параметры упрощенной схемы замещения выбранного трансформатора, подсчитать потери мощности в трансформаторе.

### **АКР №2 Схемы замещения ЛЭП и трансформаторов**

1. Определить параметры упрощенной схемы замещения трехобмоточного трансформатора ТДТН-25000/110.

2. Определить, как изменятся погонные индуктивное сопротивление и емкостная проводимость линии электропередачи 330 кВ при горизонтальном расположении проводов и расстоянии между ними 10 м, если вместо провода АСО-600 в каждой фазе подвесить два провода АСО-300 с расстоянием между проводами  $a_{cp} = 40$  см.

### **АКР №3 Определение параметров схем замещения**

1. Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением 35 кВ протяженностью 21 км, выполненной на двух одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов, район по гололеду. На линии подвешены провода марки АС-95/16. Вычертить схему замещения рассматриваемой линии. Проверить выдержит ли данная линия нагрузку  $S=21+j11$  МВА. Подсчитать потери мощности и напряжения в линии.

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.

#### АКР №4 Расчет токопроводов и выбор марки сечения проводов

1. Выбрать марку и сечение проводов для воздушной линии электропередач напряжением 110 кВ, проверить выдержит данная линия нагрузку  $S=80+j50$  МВА.

2. Выбрать токопровод на напряжение 10 кВ с целью передачи мощности 35 МВт,  $\cos\varphi=0.8$ , на расстояние 700 м. мощность короткого замыкания на источнике питания составляет 200 МВА.

#### Расчетно-графическая работа №1

Магистральная сеть с несколькими нагрузками выполнена воздушными линиями электропередачи, с расположением проводов на железобетонных опорах по вершинам равностороннего треугольника. Схема сети представлена на рис. 1. Требуется определить сечение проводов на участках сети по допустимой потере напряжения, равной 5%:

- 1) при условии равенства сечения проводов на всех участках сети;
- 2) при условии минимума расхода металла на провода сети;
- 3) при условии постоянства плотности тока на всех участках сети.

Выбрать экономически целесообразный вариант электрической сети.

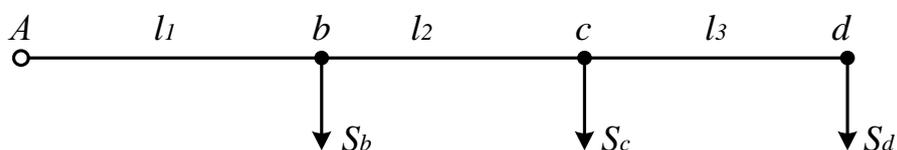


Рис. 1

Исходные данные

$$U_{ном} = 6 \text{ кВ};$$

Марка провода: А;

Расстояние между проводами на опоре: 0.8 м;

Время использования наибольшей нагрузки: 4200 ч;

Длина участков сети:  $l_1 = 1.6$  км;  $l_2 = 2$  км;  $l_3 = 1$  км;

Нагрузка сети:  $S_b = 2.0 + j1.7$  МВА;  $S_c = 2.2 + j0.8$  МВА;  $S_d = 1.0 + j0.7$  МВА;

Стоимость потерянной электроэнергии: 1.50 руб./кВт·ч.

## 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 участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1)</b>		
Знать	<p>Основные определения и понятия в электроэнергетической системе.</p> <p>Основные методы исследований, используемых в расчетах электрических сетях.</p> <p>Основные нормы и правила при оформлении расчетно графических работ.</p>	<p align="center"><b>Перечень контрольных вопросов к экзамену</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изоляция воздушных и кабельных ЛЭП. Габариты воздушных линий электропередачи. Механический расчет.</li> <li>2. Воздушные линии эл. передач. Конструктивное исполнение воздушных ЛЭП.</li> <li>3. Регулирование напряжения в электрических сетях изменением напряжения на шинах эл. станций.</li> <li>4. Кабельные линии. Способы прокладки.</li> <li>5. Схемы замещения линий электропередачи и трансформаторов. Расчет линий электропередачи по схеме замещения с учетом трансформаторов.</li> <li>6. Методы определения места повреждения кабелей</li> <li>7. Выбор сечений проводов и кабелей. Методы выбора.</li> <li>8. Режимы работы нейтрали в электрических сетях.</li> </ol>
Уметь	<p>Обсуждать способы и средства для эффективного решения задач;</p> <p>Распознавать эффективное решение от неэффективного;</p> <p>Выявлять типичные модели поставленных задач;</p> <p>Применять полученные знания в профессиональной деятельности;</p> <p>использовать их на междисциплинарном уровне;</p> <p>Анализировать параметры установившихся эксплуатационных режимов</p>	<p><b>Решить задачу: Задача №1</b></p> <p>Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением 35 кВ протяженностью 21 км, выполненной на двух одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов, район по гололеду 2. На линии подвешены провода марки АС-95/16. Вычертить схему замещения рассматриваемой линии. Проверить выдержит ли данная линия нагрузку <math>S=21+j11</math> МВА. Подсчитать потери мощности и напряжения в линии.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	Рассчитывать допустимые нагрузки оборудования электрических сетей в нормальных и аварийных режимах	
Владеть	<p>Навыками расчета допустимых нагрузок оборудования электрических сетей в нормальных и аварийных режимах</p> <p>Навыками определения параметров установившихся эксплуатационных режимов.</p>	<p><b>Содержание курсового проекта</b></p> <p>В курсовом проекте проектируется местная электрическая сеть, согласно заданию. Назначение курсового проекта состоит в усвоении методов расчета разомкнутых и замкнутых местных электросетей, выбора сечений проводов и кабелей, определении мощности и распределения компенсирующих устройств, технико-экономических расчетов электрических сетей, способов регулирования напряжения.</p> <p>Курсовой проект включает пояснительную записку объемом до 50 стр. и графическую часть.</p> <p>На работу над курсовым проектом отводится 59 час. самостоятельной работы.</p> <p>Курсовой проект содержит следующие разделы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор номинального напряжения и конфигурации сети.</li> <li>2. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов понизительных подстанций, их проверка по нагрузочной способности.</li> <li>3. Выбор воздушных линий электропередачи.</li> <li>4. Выбор коммутационных аппаратов и схемы подключения подстанции к сети.</li> <li>5. Выбор рационального варианта электрической сети.</li> <li>6. Расчет технико-экономических показателей вариантов электрической сети.</li> <li>7. Уточненный расчет принятого варианта электрической сети.</li> <li>8. Выбор компенсирующих устройств.</li> <li>9. Выполнение листа графической части проекта.</li> </ol>
<b>Способностью обрабатывать результаты экспериментов(ПК-2)</b>		
Знать	Приборы для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей Особенности работы приборов для	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение сечений проводов по допустимой потере напряжения по условию равенства плотности тока на всех участках сети.</li> <li>2. Регулирование напряжения в эл. сетях и системах.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>измерения и контроля параметров режимов электрических сетей  Методы работы приборами для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей и об их погрешностях при обработке результатов эксперимента</p>	<p>3. Определение вероятности перерывов ЭС потребителей в связи с повреждаемостью элементов.  4. Регулирование напряжения изменением коэффициента трансформаторов.  5. Регулирование напряжения перераспределением реактивной мощности.  6. Методы определения места повреждения кабелей</p>
Уметь	<p>Использовать приборы для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей  Применять приборы для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей  Рассчитывать погрешности приборов и применять приборы для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей</p>	<p><b>Задача №1</b>  Определить параметры схемы замещения воздушной линии электропередачи номинальным напряжением 110 кВ протяженностью 22 км, выполненной на одноцепных П-образных опорах с горизонтальным расположением проводов, район по гололеду 1. На линии подвешены провода марки АС-150/24. Вычертить схему замещения рассматриваемой линии. Проверить выдержит ли данная линия нагрузку <math>S=41+j30</math> МВА. Подсчитать потери мощности и напряжения в линии</p>
Владеть	<p>Навыками работы с приборами для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей  Навыками работы с приборами для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей, а также их наладки  Методами работы приборами для измерения и контроля параметров режимов электрических сетей и оценки их погрешностей</p>	<p>Определить место повреждения в кабельной линии с помощью "измерителя неоднородности линий Р5/10"</p>
<p><b>Способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования(ПК-3)</b></p>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	<p>Требования к допустимой перегрузке ЛЭП, трансформаторов в нормальном и аварийном режимах</p> <p>Требования по допустимым потерям напряжения и мощности в сетях различного уровня напряжения</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Регулирование напряжения изменением коэффициента трансформаторов.</li> <li>2. Регулирование напряжения перераспределением реактивной мощности.</li> <li>3. Регулирование напряжения в электрических сетях изменением напряжения на шинах эл. станций.</li> <li>4. Выбор сечения проводов по условию постоянства сечения проводов на всех участках сети.</li> <li>5. Регулирование напряжения в эл. сетях изменением сопротивления элементов сети.</li> <li>6. Трансформаторы с устройством РПН.</li> <li>7. Выбор ответвлений трансформатора.</li> </ol>
Уметь	<p>Пользоваться нормативно-технической документацией с целью определения допустимых загрузок оборудования</p> <p>Применять навыки расчета потерь напряжения и мощности в электрических сетях различных уровней напряжения</p>	<p>Решить задачу :</p> <p>Нагрузка, потребляющая мощность 26 кВт, питается по четырехпроводной воздушной линии длиной 200 м при напряжении 380/220 В. Линия выполнена алюминиевыми проводами , причем сечение фазных проводов равно 16 мм<sup>2</sup>, а сечение нулевого провода – 10 мм<sup>2</sup>. Определить потерю напряжения в линии (в вольтах и процентах).</p> <p>Погонные сопротивления провода: А-16: <math>r_0 = 1,98 \text{ Ом/км}</math>, <math>x_0 = 0,377 \text{ Ом/км}</math>.</p>
Владеть	<p>Навыками проверки оборудования по допустимым нагрузкам в нормальных и послеаварийных режимах</p> <p>Навыками расчета потерь напряжения и мощности в электрических сетях различных уровней напряжения</p> <p>Навыками расчета целесообразных отпаяк РПН и ПБВ трансформаторов, мощностей, количества и места установки</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор ответвлений трансформатора.</li> <li>2. Трансформаторы с устройством РПН.</li> <li>3. Регулирование напряжения изменением коэффициента трансформаторов.</li> <li>4. Регулирование напряжения в эл. сетях и системах.</li> <li>5. Качество электроэнергии. Показатели качества</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	компенсирующих устройств	
<b>Способностью проводить обоснование проектных решений(ПК-4)</b>		
Знать	<p>Основные технико-экономические показатели электрических сетей</p> <p>Критерии технико-экономического обоснования принятого целесообразного варианта сети</p> <p>Основы технико-экономического обоснования выбора экономически целесообразного варианта электрической сети</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы технико-экономических расчетов эл.сети.</li> <li>2. Определение вероятности перерывов ЭС потребителей в связи с повреждаемостью элементов</li> <li>3. Народнохозяйственный ущерб от перерывов электроснабжения</li> <li>4. Основные требования к схемам электроснабжения. Выбор схем и напряжений электрических сетей.</li> <li>5. Главные задачи проектирования и эксплуатации систем ЭС.</li> <li>6. Качество электроэнергии. Показатели качества.</li> <li>7. Факторы, определяющие построение схем ЭС.</li> </ol>
Уметь	<p>Определять основные технико-экономические показатели электрических сетей</p> <p>Применять критерии технико-экономического обоснования с целью принятия целесообразного варианта сети</p> <p>Определять экономически целесообразного варианта электрической сети с использованием основных технико-экономических обоснований</p>	<p>Определить технико-экономические показатели электрической сети по исходным данным на курсовое проектирование</p>
Владеть	<p>Навыками расчета технико-экономические показатели электрических сетей</p> <p>Навыками технико-экономического обоснования с целью принятия целесообразного варианта сети</p> <p>Навыками определения экономически</p>	<p>Рассчитать замкнутые и разомкнутые электрические сети по индивидуальным исходным данным на курсовое проектирование</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	целесообразного варианта электрической сети с использованием основных технико-экономических обоснований	
<b>Способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности(ПК-6)</b>		
Знать	Основные параметры режима электрических сетей Методы расчета электрических сетей Методы расчета электрических сетей с двухсторонним питанием	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Баланс активных и реактивных мощностей в эл. сети и в системе.</li> <li>2. Схемы замещения линий электропередачи и трансформаторов. Расчет линий электропередачи по схеме замещения с учетом трансформаторов.</li> <li>3. Главные задачи проектирования и эксплуатации систем ЭС.</li> </ol>
Уметь	Анализировать величины параметров установившихся режимов Применять методы расчета электрических сетей Применять методы расчета электрических сетей с двухсторонним питанием	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Регулирование напряжения в эл. сетях и системах</li> <li>2. Выбор сечения проводов по условию минимума расхода металла.</li> <li>3. Выбор сечения проводов по условию постоянства сечения проводов на всех участках сети</li> <li>4. Выбор сечений проводов и кабелей. Методы выбора.</li> <li>5. Определение мощности компенсирующих устройств по условию экономической целесообразности их размещения.</li> <li>6. Порядок расчета замкнутых местных сетей.</li> </ol>
Владеть	Методами расчета отдельных параметров установившегося режима Методами расчета электрических сетей Методами расчета электрических сетей с двухсторонним питанием	<p><b>Содержание курсового проекта</b></p> <p>В курсовом проекте проектируется местная электрическая сеть, согласно заданию. Назначение курсового проекта состоит в усвоении методов расчета разомкнутых и замкнутых местных электросетей, выбора сечений проводов и кабелей, определении мощности и распределения компенсирующих устройств, технико-экономических расчетов электрических сетей, способов регулирования напряжения.</p> <p>Курсовой проект включает пояснительную записку объемом до 50 стр. и графическую часть.</p> <p>На работу над курсовым проектом отводится 59 час. самостоятельной работы.</p> <p>Курсовой проект содержит следующие разделы:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор номинального напряжения и конфигурации сети.</li> <li>2. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов понизительных подстанций, их проверка по нагрузочной способности.</li> <li>3. Выбор воздушных линий электропередачи.</li> <li>4. Выбор коммутационных аппаратов и схемы подключения подстанции к сети.</li> <li>5. Выбор рационального варианта электрической сети.</li> <li>6. Расчет технико-экономических показателей вариантов электрической сети.</li> <li>7. Уточненный расчет принятого варианта электрической сети.</li> <li>8. Выбор компенсирующих устройств.</li> <li>9. Выполнение листа графической части проекта.</li> </ol>

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

**Примерная структура и содержание пункта:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

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.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Электроэнергетические системы и сети». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

**Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

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

### а) Основная литература:

1. Антонов, С.Н. Проектирование электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Антонов, Е.В. Коноплев, П.В. Коноплев, А.В. Ивашина; Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь, 2014. – 104 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/514943> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Дубина, И. А. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / И. А. Дубина, А. В. Варганова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3178.pdf&show=dcatalogues/1/1136593/3178.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### б) Дополнительная литература:

1. Дубина, И. А. Проектирование районных и местных электрических сетей : учебное пособие / И. А. Дубина, О. В. Газикова, А. В. Кочкина. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=988.pdf&show=dcatalogues/1/1119140/988.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / И. А. Дубина, О. В. Газикова, А. В. Кочкина, Ю. Н. Кондрашова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 159 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1143.pdf&show=dcatalogues/1/1120746/1143.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0566-5. - Имеется печатный аналог.

3. 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.

4. Николаева, С. И. Расчет режимов электрических сетей: Практикум / Николаева С.И. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 60 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007827> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

5. Антонов, С.Н. Проектирование электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Антонов, Е.В. Коноплев, П.В. Коноплев, А.В. Ивашина; Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь, 2014. – 104 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/514943> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

6. Ананичева, С. С. Электроэнергетические системы и сети. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07672-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455366> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

7. 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). – Режим доступа: по подписке.

8. Электроэнергетические системы. Всережимный моделирующий комплекс реального времени : учебное пособие для вузов / М. В. Андреев [и др.] ; ответственный редактор М. В. Андреев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 115 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10916-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454516> (дата обращения: 17.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

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). — Режим доступа: по подписке.

10. Ушаков, В. Я. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для вузов / В. Я. Ушаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 446 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00649-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451327> (дата обращения: 17.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

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

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

#### **в) Методические указания:**

1. Буланова, О.В. Определение параметров установившегося режима электрической сети с односторонним питанием [Текст]: Методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Электропитающие системы и электрические сети» для студентов специальности 140211 всех форм обучения и направления 140200 / О.В. Буланова, И.А. Дубина, А.В. Кочкина. - Магнитогорск: : Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 14 с.

2. Буланова, О.В. Определение потерь электрической энергии в распределительных сетях [Текст]: Методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Электропитающие системы и электрические сети» для студентов специальности 140211 всех форм обучения и направления 140200 / О.В. Буланова, И.А. Дубина, А.В. Кочкина. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 13 с.

3. Дубина, И. А. Проектирование районных и местных электрических сетей : учебное пособие / И. А. Дубина, О. В. Газикова, А. В. Кочкина. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=988.pdf&show=dcatalogues/1/1119140/988.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / И. А. Дубина, О. В. Газикова, А. В. Кочкина, Ю. Н. Кондрашова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 159 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1143.pdf&show=dcatalogues/1/1120746/1143.pdf&view=true> (дата обращения: 14.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0566-5. - Имеется печатный аналог.

#### **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/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 консорциум. – 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

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» предусмотрены следующие виды занятий: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР), курсовой проект и зачет.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электрических измерений (Межфакультетская лаборатория моделирования систем электроснабжения ауд. 217)	Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: 1. Стенд лабораторный 1.КЭЭСЭСТ1 –С-К «Качество электроэнергии в системах электроснабжения». 2. Комплект типового лабораторного оборудования «Определение повреждений кабельных линий». 3. Стенд лабораторный ЭЭ1-Л-Н-Р «Модель электротехнической системы». 4. 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
Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования