



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г.  
Разумовского  
(Первый казачий университет)»  
(ФГБОУ ВО МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ))

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор



*О.В. Керимова*  
(подпись) \_\_\_\_\_ О.В. Керимова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

Дополнительная профессиональная образовательная программа  
профессиональной переподготовки  
«Электроэнергетика и электротехника»  
(в объеме 1024 часа)

Пенза – 2022



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 7b576f38bc1127cae7310e98f36343efe18bfc89  
Владелец Керимова Оксана Владимировна  
Должность: Директор  
Действителен с 03.02.2022 по 03.05.2023

Дополнительная профессиональная образовательная программа профессиональной переподготовки «Электроэнергетика и электротехника» (с применением дистанционных образовательных технологий) разработана рабочей группой в составе:  
Долотин А.И. к.т.н.


Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки составлена на основании профессионального стандарта по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «28» февраля 2018 г. № 144.

Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство  
(наименование области профессиональной деятельности)


строительство, проектирование  
(наименование квалификации/ вид деятельности)

Выдаваемый документ: диплом о профессиональной переподготовке с присвоением квалификации «Специалист в сфере проектирования систем электроснабжения»

Согласовано:

Заместитель директора по УМР  М.К. Сайфетдинова

Начальник УО  Е.А. Гусарова

Руководитель центра ДО  Е.А. Гуреева

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b><u>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ</u></b>	<b>4</b>
<b><u>2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ</u></b>	<b>7</b>
<b><u>3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА</u></b>	<b>28</b>
<b><u>4.ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ</u></b>	<b>31</b>
<b><u>5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ</u></b>	<b>36</b>
<b><u>6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ</u></b>	<b>36</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

## 1.1. Цель реализации Программы

Целью образовательной программы является совершенствование знаний, умений и навыков в сфере проектирования и обслуживания систем электроснабжения работников, имеющих профессиональное образование, в связи с повышением требований к уровню их квалификации и необходимостью освоения ими новых способов решения профессиональных задач.

## 1.2. Характеристика дополнительных профессиональных компетенций

Характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, формирующихся в результате освоения Программы.

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

## 1.3 Требования к результатам освоения Программы

В качестве планируемых результатов освоения Программы приводятся:

Результаты обучения	
индекс	содержание
РО-1	Умение эффективного проектирования электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
РО-2	Проектирование систем электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

Области знаний, умений и навыков, которые формируют указанные компетенции.

Компетенция		Результаты обучения			
индекс	содержание компетенции	индекс	знать	уметь	владеть
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/электротехнологических установок	РО-1	Знает требования законодательства Российской Федерации, нормативные правовые акты и технические документы, правила устройства и технической эксплуатации электроустановок, правила разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений	Умеет решать проектные задачи при разработке проектной и рабочей документации с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок	Имеет навыки проектирования систем электроснабжения

ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений	РО-2	Знает принципы разработки стратегических, тактических и оперативных решений применительно к управлению деятельностью объекта электроснабжения	Умеет использовать современные методы организации, планирования и управления деятельностью объекта электроснабжения	Имеет навыки принятия рациональных управленческих решений в деятельности объекта электроснабжения
-------	---	------	---	---	---

#### 1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения Программы

К освоению дополнительных профессиональных Программ допускаются: лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

#### 1.5. Срок освоения Программы

*Трудоемкость программы – 1024 часов.*

*Количество недель за весь период обучения – 1 неделя.*

#### 1.6 Календарный учебный график

№ п/п	Наименование разделов (модулей)	ТО, дней	П, дней	ПА, дней	ИА, дней	Всего, дней
1.	Качество электрической энергии	10	3	1		14
2.	Надежность электроснабжения	8	2			10
3.	Переходные процессы в электроэнергетических системах	8	2			10
4.	Релейная защита	8	2			10
5	Силовая электроника	8	2			10
6	Теоретические основы электротехники	10	3	1		14
7	Производственная практика		48			48
8	Системы электроснабжения	8	2			10
9	Электрические аппараты	8	2			10
10	Электрические станции и подстанции	10	3	1		14
11	Электрическое освещение	8	2			10
12	Электромагнитная совместимость	8	2			10
13	Оборудование систем электроснабжения	8	2			10
14	Электроснабжение	10	3	1		14
15	Электроэнергетические системы и сети	8	2			10

19	Дипломное проектирование (консультации ИАР)		52			52
20	Зачетная неделя					
21	Защита ИАР				1	1
	Всего	120	132	4	1	257

Условные обозначения	
ТО	Теоретическое обучение
П	Практика
ПА	Промежуточная аттестация
ИА	Итоговая аттестация

### 1.7 Форма обучения

Очно-заочная (с отрывом от работы), с использованием дистанционных образовательных технологий.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование учебной дисциплины	Общая трудоемкость в час	Всего часов аудиторных	Самостоятельная работа	Форма аттестации (текущий контроль, промежуточная аттестация)
1.	2	3	4	5	6
2.	Качество электрической энергии	56	10	46	экзамен
3.	Надежность электроснабжения	40	8	32	зачет
4.	Переходные процессы в электроэнергетических системах	40	8	32	зачет
5	Релейная защита	40	8	32	зачет
6	Силовая электроника	40	8	32	зачет
7	Теоретические основы электротехники	56	10	46	экзамен
8	Производственная практика	192			зачет
9	Системы электроснабжения	40	8	32	зачет
10	Электрические аппараты	40	8	32	зачет
11	Электрические станции и подстанции	56	10	46	экзамен
12	Электрическое освещение	40	8	32	зачет
13	Электромагнитная совместимость	40	8	32	зачет
14	Оборудование систем электроснабжения	40	8	32	
15	Электроснабжение	52	10	46	зачет
19	Электроэнергетические системы и сети	40	8	32	
20	Дипломное проектирование (консультации ИАР)	208	24	184	экзамен
	Защита ИАР	0,5 (на одного слушателя)			Экзамен/ защита ИАР

### 2.2 Учебно-тематический план

Наименование разделов (модулей) и тем	Общая трудоемкость, час	Контактная работа, час.				Итоговая аттестация, час.	Форма аттестации (текущий контроль, промежуточная аттестация)
		Всего, час	Занятия лекционного типа	Лабораторные занятия	Занятия семинарского типа (практические занятия/семинары)		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1. Качество электрической энергии</b>	<b>56</b>	<b>10</b>	<b>6</b>		<b>4</b>		
1.1 Структура современных рынков ЭЭ, правовые вопросы электроснабжения потребителей ЭЭ	14	2	1		1		Опрос
1.2 Показатели качества электрической энергии и их оценка	14	2	1		1		Опрос
1.3 Измерительный комплекс: система учета электроэнергии, его структура, схемы подключения элементов комплекса и условия их выбора	16	4	2		2		Опрос
1.4 Анализ современных систем учета и оценка погрешностей учета ЭЭ	12	2	1		1		Опрос
<b>2. Надежность электроснабжения</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
2.1 Модели для анализа надежности элементов и систем электроснабжения	20	4	2		1		Опрос
2.2 Расчетные методы анализа надежности элементов и систем электроснабжения	20	4	2		1		Опрос
<b>3. Переходные процессы в электроэнергетических системах</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
3.1. Основные положения теории переходных процессов в электроэнергетических системах	10	2	2				Опрос
3.2 Трехфазное короткое замыкание в простейшей энергетической цепи	10	2	2				Опрос
3.3 Переходный процесс синхронного генератора при трехфазном коротком замыкании	10	2	1		1		Опрос
3.4 Приближенные методы расчета режимов короткого замыкания в трехфазных системах	10	2	1		1		Опрос
<b>4. Релейная защита</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
4.1. Сведения о релейной защите и автоматизации электроэнергетических систем	12	2	2				Опрос
4.2. Токовые защиты	14	2	2				Опрос
4.3. Защиты воздушных линий и кабельных передач	14	4	2		2		Опрос
<b>5. Силовая электроника</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
5.1 Полупроводниковые приборы для устройств силовой электроники	10	2	2				Опрос



5.2 Силовые схемы вентильных преобразователей переменного тока в постоянный и расчет их основных параметров и характеристик	10	2	1		1		Опрос
5.3. Импульсные преобразователи	10	2	2				Опрос
5.4. Преобразователи частоты	10	2	1		1		Опрос
<b>6. Теоретические основы электротехники</b>	<b>56</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>			
6.1 Электрические цепи при постоянном токе	12	2	2				Опрос
6.2 Методы расчета электрических цепей	14	4	2	2			Опрос
6.3 Трехфазные цепи	10	2	1	1			Опрос
6.4 Нелинейные электрические и магнитные цепи при постоянном и переменном токе	10	2	1	1			Опрос
<b>7 Системы электроснабжения</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
7.1 Общая характеристика систем электроснабжения	10	2	2				Опрос
7.2 Методы расчета электрических нагрузок	10	2	1		1		Опрос
7.3 Схемы электроснабжения объектов	10	2	2				Опрос
7.4 Расчет режимов схем электроснабжения	10	2	1		1		Опрос
<b>8 Электрические аппараты</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
8.1 Назначение и классификация электрических аппаратов	14	2	2				Опрос
8.2 Тепловые и электродинамические явления в электрических аппаратах	14	2	2				Опрос
8.3 Приводы электрических аппаратов	12	4	2		2		Опрос
<b>9 Электрические станции и подстанции</b>	<b>56</b>	<b>10</b>	<b>6</b>		<b>4</b>		
9.1 Типы, технологические схемы и оборудование электростанций	16	2	2				Опрос
9.2 Режимы работы и компоновки электростанций	20	4	2		2		Опрос
9.3 Схемы и выбор оборудования подстанций переменного тока	20	4	2		2		Опрос
<b>10 Электрическое освещение</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
10.1 Светотехнические установки	20	6	4		2		Опрос
10.2 Системы освещения	20	2	2				Опрос
<b>11 Электромагнитная совместимость</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
11.1 Основные понятия об электромагнитной совместимости. Источники и каналы передачи электромагнитных помех	14	2	2				Опрос
11.2 Меры по обеспечению электромагнитной совместимости	14	2	2				Опрос
11.3 Испытание и нормирование электромагнитных помех и электромагнитной совместимости	12	4	2		2		Опрос
<b>12 Оборудование систем электроснабжения</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
12.1 Трансформаторы	12	2	2		2		Опрос
12.2 Асинхронные и синхронные двигатели	14	2	2				Опрос
12.3 Машины постоянного тока	14	4	2				Опрос
<b>13 Электроснабжение</b>	<b>56</b>	<b>10</b>	<b>6</b>		<b>4</b>		
13.1 Общие вопросы электроснабжения	16	2	2				Опрос
13.2 Приемники электроэнергии на объекте	20	4	2		2		Опрос
13.3 Внутренние электрические сети	20	4	2		2		Опрос

<b>14 Электроэнергетические системы и сети</b>	<b>40</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>2</b>		
14.1 Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы	12	2	2				Опрос
14.2 Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей	12	2	2				Опрос
14.3 Оптимизация режимов электроэнергетических систем и электрических сетей	16	4	2		2		Опрос
Итоговая аттестация	Защита итоговой аттестационной работы					<b>2</b>	
Итого	<b>624</b>	120	<b>84</b>	<b>4</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	

## 2.3. Содержание Программы

### Раздел 1 «Качество электрической энергии»

#### 1) Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	основные сведения о показателях качества электроэнергии;- требование стандарта к контролю качества электроэнергии	выполнять схемы включения приборов контроля качества электроэнергии;	навыками работы со справочной литературой и нормативно-техническими материалами
РО-2	основное оборудование для контроля качества электроэнергии	работать с оборудованием для контроля качества электроэнергии	навыками выполнения оптимизационных схем электроснабжения объектов для повышения качества электроэнергии

#### 2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

3) Тема 1. Структура современных рынков ЭЭ, правовые вопросы электроснабжения потребителей ЭЭ: Электрическая энергия как товар и его оборот на рынках электроэнергии; Общие положения и требования к учету электрической энергии и порядка организации измерения и учета ЭЭ. Тарифы на электроэнергию; Измерение электроэнергии и мощности в СЭС; Характеристика современных измерительных устройств.

Тема 2. Показатели качества электрической энергии и их оценка: Показатели качества напряжения и их влияние на показатели функционирования электрооборудования; Оценка отклонений напряжения и частоты на эффективность работы электрооборудования.

Тема 3. Измерительный комплекс: система учета электроэнергии, его структура, схемы подключения элементов комплекса и условия их выбора: Характеристика счетчиков ЭЭ и рекомендации по их выбору; Характеристика трансформаторов тока и рекомендации по их выбору. Определение погрешностей от влияющих факторов; Характеристика трансформаторов напряжения и рекомендации по их выбору и оценке погрешностей. Определение расчетных нагрузок вторичных цепей ТН.

Тема 4. Анализ современных систем учета и оценка погрешностей учета ЭЭ: Структура автоматизирования систем учета, принцип их построения и характеристика АСКУЭ – быт, АСКУЭ – подстанции; Оценка реальных погрешностей учета электроэнергии СУЭ.

#### 4) Задания для занятий семинарного типа

Тема 1. Структура современных рынков ЭЭ, правовые вопросы электроснабжения потребителей ЭЭ:

1. Общие положения и требования к учету электрической энергии и порядка организации измерения и учета ЭЭ. Тарифы на электроэнергию;

2. Измерение электроэнергии и мощности в СЭС; Характеристика современных измерительных устройств.

Тема 2. Показатели качества электрической энергии и их оценка:

1. Показатели качества напряжения и их влияние на показатели функционирования электрооборудования;

2. Оценка отклонений напряжения и частоты на эффективность работы электрооборудования.

Тема 3. Измерительный комплекс: система учета электроэнергии, его структура, схемы подключения элементов комплекса и условия их выбора:

1. Характеристика счетчиков ЭЭ и рекомендации по их выбору;

2. Характеристика трансформаторов тока и напряжения, рекомендации по их выбору.

Тема 4. Анализ современных систем учета и оценка погрешностей учета ЭЭ:

1. Структура автоматизирования систем учета, принцип их построения и характеристика

2. Оценка реальных погрешностей учета электроэнергии СУЭ.

## Раздел 2 «Надежность электроснабжения»

### 1) Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	- физические основы анализа надежности электроэнергетических систем; - методы расчета показателей надежности электроэнергетических систем;	- рассчитывать показатели уровня надежности электроэнергетических систем;	- навыками составления расчетных схем замещения для расчета показателей надежности электроэнергетических систем и сетей.
РО-2	- методы синтеза электроэнергетических систем и сетей по заданному уровню надежности;	- синтезировать схемы электроэнергетических систем по заданному уровню надежности;	- навыками проектирования систем электроснабжения с учетом требований надежности.

## 2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

3) **Тема 1. Модели для анализа надежности элементов и систем электроснабжения**

Основные сведения из теории вероятностей и математической статистики. Особенности случайных процессов, используемых при решении задач надежности в электроэнергетике. Модели отказов элементов систем: внезапных и постепенных. Модели отказов установок. Резервирование релейно-контактных элементов. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Модель состояний Маркова, применение графов в качестве моделей. Составление структурных схем, графов возможных состояний. Модель нерезервированной схемы из  $n$  элементов (последовательное соединение элементов). Модель надежности установки, системы из резервируемых восстанавливаемых элементов (параллельное соединение элементов). Модель надежности системы с восстановлением и профилактикой (системы с последовательным соединением элементов, системы с резервированием элементов). Марковские модели восстановления и оценки готовности электроэнергетических систем. Модель "Дерево событий".

**Тема 2. Расчетные методы анализа надежности элементов и систем электроснабжения**

Общая характеристика методов. Метод путей и минимальных сечений. Структурный анализ и формальные приемы декомпозиции сложных схем. Аналитический метод расчета надежности систем электроэнергетики. Вероятностные методы расчета надежности: таблично-аналитический, структурно-аналитический, структурно-вероятностный, таблично-логический, метод деревьев отказов, топологические методы расчета.

## 4) Задания для занятий семинарного типа.

**Тема 1. Модели для анализа надежности элементов и систем электроснабжения**

Модели отказов установок. Резервирование релейно-контактных элементов. Составление структурных схем, графов возможных состояний. Модель нерезервированной схемы из  $n$  элементов (последовательное соединение элементов). Модель надежности установки, системы из резервируемых восстанавливаемых элементов (параллельное соединение элементов).

**Тема 2. Расчетные методы анализа надежности элементов и систем электроснабжения**

Метод путей и минимальных сечений. Аналитический метод расчета надежности систем электроэнергетики. Вероятностные методы расчета надежности: таблично-аналитический, структурно-аналитический, структурно-вероятностный, таблично-логический, метод деревьев отказов, топологические методы расчета.

**Раздел 3 «Переходные процессы в электроэнергетических системах»**

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть

РО-1	классификацию переходных процессов в электроэнергетических системах; условия возникновения нормальных и аварийных переходных процессов в электроэнергетических системах;	составлять схемы замещения участков электроэнергетических систем для расчета нагрузок в переходных режимах; рассчитывать нагрузку электрооборудования при переходных процессах в электроэнергетических системах;	методами расчета устойчивости работы электроэнергетических систем; методами анализа режимов работы электроэнергетического .
РО-2	методы прогнозирования устойчивости работы электроэнергетических систем;	применять, эксплуатировать и производить выбор приемников электроэнергии для устойчивой работы электроэнергетических систем;	методикой включения в энергетическую цепь различной нагрузки;

## 2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

## 3) Тема 1. Основные положения теории переходных процессов в электроэнергетических системах

Основные понятия; причины возникновения и последствия переходных процессов. Нормальные и аварийные переходные процессы. Назначение расчетов переходных процессов и требования, предъявляемые к ним. Выбор расчетных условий. Понятия о схемах замещения энергетических систем. Основные допущения при расчетах. Преобразование схем замещения.

### Тема 2 Трехфазное короткое замыкание в простейшей энергетической цепи

Простейшая трехфазная цепь и схема ее замещение. Понятие о симметричном коротком замыкании. Трехфазное короткое замыкание в простейшей цепи, подключенной к источнику бесконечной мощности. Периодическая и аperiodическая составляющие тока короткого замыкания. Законы изменения периодической и аperiodической составляющих тока в функции времени. Определение начального значения аperiodической составляющей тока и его постоянной времени. Ударный ток короткого замыкания. Влияние начальных условий на значение ударного тока. Особенности режимов однофазного и двухфазного коротких замыканий в простейшей энергетической цепи. Вероятность возникновения однофазного, двухфазного и трехфазного коротких замыканий в трехфазной энергетической цепи.

### Тема 3 Переходный процесс синхронного генератора при трехфазном коротком замыкании

Системы автоматического регулирования возбуждения синхронного генератора и их влияние на переходный процесс. Управление магнитным полем системы возбуждения синхронного генератора в переходном процессе. Понятие установившегося режима короткого замыкания. Влияние системы автоматического регулирования возбуждения на установившийся ток короткого замыкания синхронного генератора. Расчет установившегося режима короткого замыкания синхронного генератора с автоматическим регулированием возбуждения.

#### **Тема 4 Приближенные методы расчета режимов короткого замыкания в трехфазных системах**

Допущения в практических методах расчета коротких замыканий в трехфазных системах. Влияние начальных условий нагрузки трехфазной сети на значения ударного тока. Аналитический метод расчета начального сверхпереходного тока. Расчет ударного тока. Приближенный учет параметров системы при расчетах переходного тока короткого замыкания. Метод расчетных кривых.

4) Задания для занятий семинарного типа.

#### **Тема 3 Переходный процесс синхронного генератора при трехфазном коротком замыкании**

Расчет установившегося режима короткого замыкания синхронного генератора с автоматическим регулированием возбуждения.

#### **Тема 4 Приближенные методы расчета режимов короткого замыкания в трехфазных системах**

Аналитический метод расчета начального сверхпереходного тока. Расчет ударного тока. Приближенный учет параметров системы при расчетах переходного тока короткого замыкания. Метод расчетных кривых.

#### **Раздел 4 «Релейная защита»**

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	методы определения параметров электроэнергетического оборудования	Применять на практике методики расчета параметров электроэнергетического оборудования	Навыками определения параметров электроэнергетического оборудования
РО-2	методы обеспечения требуемых режимов работы с соблюдением заданных параметров технологического процесса по заданной методике	Применять на практике методики обеспечения требуемых режимов работы с соблюдением заданных параметров технологического процесса	Навыками обеспечения требуемых режимов работы с соблюдением заданных параметров технологического процесса по заданной методике

2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок

ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений
-------	---

### 3) Тема 1. Сведения о релейной защите и автоматизации электроэнергетических систем

Система противоаварийного управления, основное предназначение комплекса. Релейная защита. Системная автоматика. Режимная автоматика. Противоаварийная автоматика. Автоматическое повторное включение линий электропередачи. Автоматический ввод резерва. Автоматика регулирования частоты и мощности. Автоматика регулирования напряжения. Электрическая система генераторов и нагрузки. Автоматический ввод генераторов при возникновении аварийной ситуации в электрической системе. Специальная автоматика отключения нагрузки. Автоматическая частотная разгрузка.

#### Тема 2. Токовые защиты

Схема трехступенчатой максимально-токовой защиты. Карта селективности максимально-токовой защиты. Схема максимально-токовой защиты с разделением третьей ступени. Схема максимально-токовой защиты несимметричной системы векторов токов. Схема максимально-токовой защиты с блокировкой по напряжению. Схема максимально-токовой защиты с двухсторонним питанием потребителей. Схема максимально-токовой защиты с контролем направления мощности.

Реле тока мгновенного действия. Реле тока с выдержкой времени. Индукционное электромеханическое реле. Схема МТЗ с дешунтированием соленоида отключения выключателя. Специальные реле тока. Реле времени. Промежуточное реле. Конструкция сигнальных реле. Токовая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Логическая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Фильтр напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности при подаче на вход фильтра несимметричного напряжения. Схема МТЗ, у которой первая ступень блокируется по направлению. Принципиальная схема операционного усилителя. Векторная диаграмма операционного усилителя. Схема компаратора. Характеристика компаратора. Схема многофункциональной микропроцессорной МТЗ. Разделительно-преобразовательное устройство дискретных сигналов. Схема устройства разделения и преобразования аналоговых сигналов.

#### Тема 3. Защиты воздушных линий и кабельных передач

Схема звуковой и световой сигнализации замыкания на землю. Токовые цепи, образующие узел, в котором соединяются все токи фаз. Схема оперативных цепей. Векторная диаграмма, показывающая соотношения между напряжением и током нулевой последовательности при КЗ на землю. Продольные дифференциальные защиты. Дифференциально-фазная высокочастотная защита. Поперечная дифференциальная защита параллельных ВЛ. Блок-схема защит с ВЧ блокировкой.

Газовая защита. Дифференциальная защита. Резервные защиты. Схема дифференциальной защиты генератора. Схема поперечной дифференциальной защиты. Защиты от замыкания одной фазы на землю. Защита обмотки ротора генератора. Защита генераторов от токов обратной последовательности.

Схема защиты одиночной системы шин. Схема дифференциальной защиты. Схема защиты секционированной системы шин. Схема логической дифференциальной защиты шин. Схема дуговой защиты шин. Устройства резервирования отказа выключателя. Схема трансформатора с подмагничиванием. Выбор предохранителей для защиты электродвигателей. Схема защиты электродвигателей с использованием предохранителей. Защиты электродвигателя с помощью автоматического выключателя. Схема защиты электродвигателей с использованием автомата.

Автоматическое повторное включение ВЛ. Блок-схема алгоритма АПВ с обходными связями. Автоматический ввод резерва. Схема соединений подстанции. Алгоритм действия

АВР. Общая блок-схема телемеханики. Упрощенные схемы передачи сигналов. Устройства, предназначенные для передачи телеуправляющих сигналов. Оперативное обслуживание. Техническое обслуживание.

4) Задания для занятий семинарного типа.

### Тема 3. Защиты воздушных линий и кабельных передач

Схема оперативных цепей. Векторная диаграмма, показывающая соотношения между напряжением и током нулевой последовательности при КЗ на землю.

Схема дифференциальной защиты генератора. Схема поперечной дифференциальной защиты. Защиты от замыкания одной фазы на землю. Защита обмотки ротора генератора. Защита генераторов от токов обратной последовательности.

Выбор предохранителей для защиты электродвигателей. Схема защиты электродвигателей с использованием предохранителей. Защиты электродвигателя с помощью автоматического выключателя. Схема защиты электродвигателей с использованием автомата.

## Раздел 5 «Силовая электроника»

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	методики определения характеристик устройств силовой электроники при различных режимах работы.	выполнять расчеты по определению параметров элементов силовой электроники для технических проектов систем электроснабжения	навыками составления отчета по результатам выполненного обследования преобразовательных устройств
РО-2	статические и динамические свойства преобразовательных устройств и техническую реализацию функциональных блоков	проводить анализ экспериментальных данных по результатам исследования различных устройств преобразовательной техники.	навыками оформления графических и текстовых разделов по определению параметров элементов силовой электроники в технических проектах

2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

3) **Тема 1 Полупроводниковые приборы для устройств силовой электроники**

Ключевой режим работы полупроводниковых приборов. Полупроводниковые диоды. Тиристоры. Полевые транзисторы. Биполярные транзисторы с изолированным затвором. Управление силовыми транзисторами с изолированным затвором

**Тема 2 Силовые схемы вентильных преобразователей переменного тока в постоянный и расчет их основных параметров и характеристик**



Управляемые выпрямители. Основные расчетные параметры. Расчет регулировочных характеристик выпрямителей. Анализ работы трехфазных выпрямителей с учетом коммутационных процессов. Расчет внешних характеристик. Реверсивные преобразователи. Способы управления комплектами реверсивного преобразователя. Датчики закрытого состояния вентилях. Логическое переключающее устройство. Изучение технической реализации основных узлов системы управления. Инверторы, ведомые сетью. Анализ работы трехфазного нулевого инвертора с учетом коммутационных процессов.

### **Тема 3. Импульсные преобразователи**

Принципы построения импульсных преобразователей. Последовательные и параллельные импульсные преобразователи. Реверсивные импульсные преобразователи. Законы коммутации. Тиристорные регуляторы переменного напряжения.

### **Тема 4. Преобразователи частоты**

Преобразователи частоты, их классификация. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока. Автономные инверторы напряжения (АИН). Способы формирования выходного напряжения. Автономные инверторы тока. Преобразователи частоты с непосредственной связью (ПЧНС). Принцип работы ПЧНС с однофазным выходом. Законы формирования кривой выходного напряжения

4) Задания для занятий семинарного типа.

### **Тема 2 Силовые схемы вентильных преобразователей переменного тока в постоянный и расчет их основных параметров и характеристик**

Исследование внешних характеристик трехфазных выпрямителей в различных режимах работы. Анализ экспериментальных данных по результатам исследования. Составление отчета по результатам обследования преобразовательного устройства. Исследование трехфазного инвертора, ведомого сетью

### **Тема 4. Преобразователи частоты**

Исследование однофазного мостового инвертора с симметричным законом коммутации. Исследование трехфазного мостового инвертора с симметричным законом управления. Расчет электромеханических характеристик.

## **Раздел 6 «Теоретические основы электротехники»**

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	– основные понятия и методы дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексных переменных; – методы численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений; основные физические явления и законы электротехники;	– применять методы математического анализа, компьютерную технику и информационные технологии при решении инженерных задач;	– пользоваться инструментарием при решении математических и физических задач в области электротехники.
РО-2	– методы численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений; основные физические явления и законы электротехники;	– выявлять физическую сущность явлений и процессов в различных устройствах;	- использовать результаты расчетов параметров электрических цепей при проектировании систем электроснабжения

## 2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

3) **Тема 1 Электрические цепи при постоянном токе**

Электрическая цепь и ее характеристики. Цепи постоянного тока. Цепи синусоидального тока.

**Тема 2 Методы расчета электрических цепей**

Комплексный метод расчета простых цепей синусоидального тока. Методы расчета сложных цепей синусоидального тока

**Тема 3 Трехфазные цепи**

Трехфазные электрические цепи. Метод симметричных составляющих

**Тема 4 Нелинейные электрические и магнитные цепи при постоянном и переменном токе**

Нелинейные электрические цепи при постоянном токе. Магнитные цепи при постоянном токе. Нелинейные цепи при переменном токе. Установившиеся процессы в нелинейных цепях при переменном токе. Переходные процессы в нелинейных электрических цепях

## 4) Задания для лабораторных работ.

**Тема 2 Методы расчета электрических цепей**

Определение параметров простых цепей синусоидального тока комплексным методом. **Тема 3**

**Трехфазные цепи**

Определение параметров трехфазные электрических цепей методом симметричных составляющих

**Тема 4 Нелинейные электрические и магнитные цепи при постоянном и переменном токе**

Определение параметров установившихся и переходных процессов в нелинейных цепях при переменном токе.

**Раздел 7 «Системы электроснабжения»**

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть

РО-1	о принципиальных особенностях систем электроснабжения предприятий пищевой промышленности; о методах проектирования систем электроснабжения; о методах расчета электрических нагрузок, о методах достижения требуемой степени надежности и бесперебойности электроснабжения;	Применять на практике общие требования, предъявляемые к системам электроснабжения различного назначения; Применять на практике принципы проектирования электроснабжения  Применять на практике положения Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Правил технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ) и Правил техники безопасности (ПТБ), строительных норм и правил (СН и П), других нормативных документов;	критериями выбора элементов схемы электроснабжения; порядком расчета мощности силовых трансформаторов;
РО-2	об использовании обязательных нормативных, руководящих и справочных материалах при принятии решений по выполнению технических, социально-экономических и экологических требований к системам электроснабжения; об основных научно-технических проблемах и перспективах развития электроснабжения объектов различного назначения	Применять на практике назначение, типы, режимы работы потребителей электрической энергии; Применять на практике устройство систем электроснабжения, конструкцию, области применения электрооборудования;	порядком организации проектирования систем электроснабжения; функциональными, конструктивными и технологическими аспектами проектирования электроснабжения

## 2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

## 3) Тема 1 Общая характеристика систем электроснабжения

Характеристика системы электроснабжения. Структура систем электроснабжения. Основные требования, предъявляемые к СЭС.

Тема 2 Методы расчета электрических нагрузок

Методы расчета электрических нагрузок; Графики электрических нагрузок; Режимы работы электроприемников;

Потери мощности на передачу электрической энергии; Реактивные нагрузки в системах электроснабжения;

Тема 3 Схемы электроснабжения объектов

Схемы внешнего электроснабжения. Схемы внутреннего электроснабжения.

Тема 4 Расчет режимов схем электроснабжения

Методы расчета электрических нагрузок с помощью коэффициент одновременности. Расчет потерь электроэнергии в ВЛ. Выбор сечений проводов. Электрооборудование и его выбор. Регулирование напряжения.

4) Задания для занятий семинарного типа.

### Тема 2 Методы расчета электрических нагрузок

Расчет электрических нагрузок; построение графиков электрических нагрузок; определение потерь мощности на передачу электрической энергии;

### Тема 4 Расчет режимов схем электроснабжения

Расчет электрических нагрузок с помощью коэффициента одновременности. Расчет потерь электроэнергии в ВЛ. Расчет и выбор сечений проводов. Расчет и выбор электрооборудования.

## Раздел 8 «Электрические аппараты»

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	принцип работы электрических аппаратов цепей низкого и высокого напряжения;	Выполнять расчеты параметров аппаратов для выполнения конкретных задач	навыками проведения расчетов отдельных узлов электрических и электронных аппаратов
РО-2	устройство электрических аппаратов цепей низкого и высокого напряжения;	производить выбор аппаратов для выполнения конкретных задач	навыками выбора электрических и электронных аппаратов для выполнения конкретных задач

2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

3) **Тема 1 Назначение и классификация электрических аппаратов**

Области применения электрических аппаратов. Классификация электрических аппаратов.

Конструктивные особенности электрических аппаратов.

**Тема 2 Тепловые и электродинамические явления в электрических аппаратах**

Нагрев токоведущих частей и методы его расчёта. Электродинамические усилия в электрических аппаратах.

**Тема 3 Приводы электрических аппаратов**

Классификация приводов. Электромагнитный привод. Пневматический привод.

4) Задания для занятий семинарного типа.

**Тема 3 Приводы электрических аппаратов**

Расчет параметров электромагнитного привода. Расчет параметров пневматического привода.

**Раздел 9 «Электрические станции и подстанции»**

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	аспекты выбора оборудования при проектировании электрических станций и подстанций.	осуществлять выбор оборудования при проектировании электрических станций и подстанций.	Способностью осуществлять выбор оборудования при проектировании электрических станций и подстанций
РО-2	варианты технических решений при проектировании электрических станций и подстанций.	Разрабатывать варианты технических решений в сфере проектирования электрических станций и подстанций.	Способностью разрабатывать варианты технических решений в сфере проектирования электрических станций и подстанций

2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

3) **Тема 1 Типы, технологические схемы и оборудование электростанций**

Основное электрооборудование электростанций. Общие сведения. Системы охлаждения генераторов. Системы возбуждения синхронных генераторов. Нормальные режимы работы генераторов.

**Тема 2 Режимы работы и компоновки электростанций**

Компоновки электростанций. Структура генерального плана электростанций.

**Тема 3 Схемы и выбор оборудования подстанций переменного тока**

Выбор схем подстанций. Главные схемы на высшем напряжении. Главные схемы на низшем напряжении. Схемы собственных нужд.

4) Задания для занятий семинарного типа.

**Тема 2 Режимы работы и компоновки электростанций**

Разработка генерального плана электростанций.

### Тема 3 Схемы и выбор оборудования подстанций переменного тока

Разработка схем подстанций: главных схем на высшем напряжении, главных схем на низшем напряжении, схемы собственных нужд.

### Раздел 10 «Электрическое освещение»

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	как влияет качество питающего напряжения на производительность осветительнооблучательных установок, технологического оборудования и электроустановок; как влияют на качество питающего напряжения электротехнологические установки; методы и средства защиты от аварийных режимов.	пределять причины возникновения аварийных режимов в осветительнооблучательных и электротехнологических установках; выбирать средства защиты от аварийных режимов; прогнозировать отказы в работе осветительнооблучательных и электротехнологических установок, с учетом продолжительности их эксплуатации.	методами технического обслуживания осветительнооблучательных и электротехнологических установок; методами расчета нагрузок и потерь электроэнергии в электрических сетях; методами расчета аварийных режимов; современными системными методами повышения надежности работы осветительнооблучательных и электротехнологических установок.
РО-2	как сказываются нарушения в работе осветительнооблучательных и электротехнологических установок на продуктивности и состоянии здоровья животных; современные методы монтажа и наладки осветительнооблучательных и электротехнологических установок; теоретические основы управления электрифицированным и автоматизированными технологическими процессами; методы определения устойчивости систем.	определять причины отказов осветительнооблучательных и электротехнологических установок, задействованных в технологических процессах, непосредственно связанных с биологическими объектами; производить замену морально или физически устаревшего оборудования; корректировать режимы работы отдельных машин и установок, входящих в состав технологических линий.	современными методами монтажа и наладки осветительнооблучательных и электротехнологических установок; методами стабилизации параметров рабочих машин и установок в составе технологических линий; основными методами работы с биологическими объектами.

2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

### 3) Тема 1 Светотехнические установки

Световые приборы и облучатели. Расчет светотехнических установок. Точечный метод. Порядок расчета светотехнических установок.

### Тема 2 Системы освещения

Виды и системы освещения. Расчет и проектирование систем освещения.

4) Задания для занятий семинарного типа.

### Тема 1 Светотехнические установки

Выбор световых приборов и облучателей. Расчет светотехнических установок.

## Раздел 11 «Электромагнитная совместимость»

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	Знать критерии оценки эффективности работы электромеханической системы.	Уметь выявлять источники помех, влияющие на работу электромеханической системы.	владеть навыками расчета показателей качества электроэнергии
РО-2	методы повышения энергоэффективности и оборудования электромеханической системы.	Рассчитывать значения помех, влияющих на работу электромеханической системы.	владеть навыками определения электромагнитных помех, вносимых в электрическую сеть полупроводниковыми преобразователями тока и напряжения.

2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок

ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений
-------	---

**3) Тема 1 Основные понятия об электромагнитной совместимости. Источники и каналы передачи электромагнитных помех**

Количественная оценка и классификация электромагнитных помех. Каналы передачи электромагнитных помех.

**Тема 2 Меры по обеспечению электромагнитной совместимости**

Чувствительность технических средств к электромагнитным помехам. Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости.

**Тема 3 Испытание и нормирование электромагнитных помех и электромагнитной совместимости**

Нормирование электромагнитных помех и электромагнитной совместимости.

4) Задания для занятий семинарного типа.

**Тема 3 Испытание и нормирование электромагнитных помех и электромагнитной совместимости**

Виды испытаний на помехоустойчивость. Защита персонала от воздействия электромагнитных полей.

**Раздел 12 «Оборудование систем электроснабжения»**

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	виды оборудования, используемого для систем электроснабжения	осуществлять выбор оборудования систем электроснабжения исходя из проектных задач	навыки расчета необходимого оборудования при проектировании систем электроснабжения
РО-2	Методики расчета и выбора оборудования систем	Применять на практике методы расчета оборудования систем электроснабжения исходя из проектных задач	навыки выбора необходимого оборудования при проектировании систем электроснабжения

2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений



3) **Тема 1 Трансформаторы**

Общие сведения. Исходные уравнения. Схема замещения. Характеристики

**Тема 2 Асинхронные и синхронные двигатели**

Общие сведения. Исходные уравнения. Схемы замещения. Механические характеристики.

Пуск. Регулирование.

**Тема 3 Машины постоянного тока**

Общие сведения. Генераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока.

## 4) Задания для занятий семинарного типа.

**Тема 1 Трансформаторы**

Расчет и выбор трансформаторов, исходя из требований проектируемых систем электроснабжения

**Раздел 13 «Электроснабжение»**

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	знать	уметь	владеть
РО-1	терминологию, основные понятия и определения; основные сведения об электрических приемниках и источниках питания промышленного предприятия; методы расчета электрических нагрузок потребителей электроэнергии; схемы,	определять расчетные электрические нагрузки и выбирать стандартное электрооборудование; выполнять расчеты рабочих и послеаварийных режимов схем электроснабжения промышленных предприятий; выполнять технико-экономические расчеты различных вариантов схем электроснабжения промышленных предприятий;	навыками работы со справочной литературой и нормативно–техническими работами со справочной литературой и нормативно-техническими материалами;
РО-2	конструктивное выполнение и защитную аппаратуру для цеховых сетей напряжением до 1000 В; назначение и особенности электрических сетей внутризаводского электроснабжения напряжением выше 1000 В; основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий;	выполнять схемы включения приборов контроля электроэнергии, аппаратуры защиты и автоматики; использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин;	навыками оптимизации схем электроснабжения объектов.

## 2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

3) **Тема 1 Общие вопросы электроснабжения**

Структура электроэнергетической отрасли России. Понятие о системах электроснабжения и потребителях электроэнергии. Структура электрических систем и сетей. Уровни электроснабжения промышленных предприятий. Назначение и типы электрических станций. Электротехнологические и осветительные установки.

**Тема 2 Приемники электроэнергии на объекте**

Режимы работы промышленных потребителей электроэнергии. Электрические нагрузки промышленных установок. Графики нагрузки. Методы расчета электрических нагрузок. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения. Расчет однофазных нагрузок.

**Тема 3 Внутренние электрические сети**

Устройство и конструктивное выполнение сетей напряжением до 1000 В. Выбор сечения проводов и кабелей по допустимому нагреву электрическим током. Электрооборудование внутрицеховых сетей. Защитная аппаратура для сетей напряжением до 1000 В. Потери мощности и напряжения в электрических сетях. Назначение и устройство защитных заземлений и занулений

## 4) Задания для занятий семинарного типа.

**Тема 2 Приемники электроэнергии на объекте**

Расчет режимов работы промышленных потребителей электроэнергии.

**Тема 3 Внутренние электрические сети**

Расчет и выбор сечения проводов и кабелей по допустимому нагреву электрическим током. Расчет защитных заземлений и занулений

**Раздел 14 «Электроэнергетические системы и сети»**

Планируемые результаты обучения

В результате обучения слушатель должен:

Результаты обучения			
индекс	Знать	уметь	владеть

РО-1	принципы передачи и распределения электроэнергии; основу конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях,	определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей;	навыками использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей.
РО-2	общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей;	выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети	навыками проектирования районных электрических сетей,

## 2) Формируемые компетенции:

Изучение модуля направлено на развитие и формирование следующих компетенций:

Компетенции	
индекс	описание
ДПК-1	Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций/ электротехнологических установок
ДПК-2	Способен проектировать системы электроснабжения с учетом требований законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов и технических документов, правил устройства и технической эксплуатации электроустановок, правил разработки комплектов проектной и рабочей документации с учетом знаний о существующих системах электроснабжения и типовых проектных решений

## 3) Тема 1 Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы

Схемы замещения (математические модели) элементов электрических сетей. Схемы замещения ЛЭП с равномерно распределенными и сосредоточенными параметрами. Погонные параметры ЛЭП: активное сопротивление, индуктивное сопротивление, активная и реактивная проводимость. Упрощения в схемах замещения ЛЭП. Определение параметров схемы замещения ЛЭП. Паспортные величины (каталожные данные) и схемы замещения трансформаторов: двух обмоточных, с расщепленной обмоткой, трех обмоточных. Понятия об автотрансформаторе. Определение параметров схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Графики электрических нагрузок. Понятие времени максимальных нагрузок ( $T_m$ ). Модели нагрузок. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте. Модели генераторов при расчетах установившихся режимов. Потери мощности в элементах электрической сети (линиях, трансформаторах)

## Тема 2 Технико-экономические основы проектирования электрических сетей

Методика технико-экономических расчетов в электроэнергетике. Составляющие капитальных затрат на сеть. Составляющие эксплуатационных расходов на сеть. Приведенные расчетные

затраты. Выбор номинального напряжения Экономическая плотность тока. Метод экономических интервалов. Типовые схемы сетей. Область применения.

### **Тема 3 Оптимизация режимов электроэнергетических систем и электрических сетей**

Методы расчета потерь электроэнергии. Время максимальных потерь. Потери электроэнергии в линиях и трансформаторах. Методы снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. Компенсация реактивной мощности. Типы компенсирующих устройств. Экономико-математические модели компенсирующих устройств. Оптимизация размещения компенсирующих устройств. Принудительное распределение потоков мощности в замкнутых сетях. Оптимизация режимов электрических станций совместно с режимами электрических сетей.

4) Задания для занятий семинарного типа.

### **Тема 3 Оптимизация режимов электроэнергетических систем и электрических сетей**

Расчет потерь электроэнергии. Время максимальных потерь. Потери электроэнергии в линиях и трансформаторах. Методы снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. Компенсация реактивной мощности.

## **3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

Итоговая аттестация проводится в виде выполнения и защиты итоговой аттестационной работы.

### **3.1 Оценка качества освоения программы**

Оценка качества освоения обучающимися программы профессиональной переподготовки включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию обучающихся.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с Типовым положением о вузе.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей программы вуз создает фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Эти фонды могут включать: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, лабораторных и контрольных работ, коллоквиумов, зачетов и экзаменов; тесты и компьютерные тестирующие программы; примерную тематику курсовых работ/проектов, рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся.

Итоговая аттестация высшего учебного заведения является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме.

Итоговая аттестация включает защиту итоговой аттестационной работы (ИАР) в формате дипломного проекта.

Оценка качества освоения программы включает текущую, промежуточную и итоговую аттестацию обучающихся.

Приводятся конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний, умений и навыков, которые разрабатываются организацией самостоятельно и доводятся до сведения обучающихся (в течение первого месяца обучения).

Приводятся сведения об оценочных средствах, включающих типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Целесообразно использовать современные способы и формы оценивания обучающихся, включая создание единой информационной среды с электронными формами контроля и оценки.

Текущий контроль промежуточной аттестации осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме зачета, экзамена, собеседования.

Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа экзаменатор может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы. На подготовку к ответу по вопросам билета обучающемуся дается 30 минут с момента получения им билета. Положительным также будет стремление обучающимся изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней.

Отметка *«отлично»* выставляется за ответ, содержание которого основано на глубоком и всестороннем знании предмета, основной и дополнительной литературы, изложено логично, аргументированно и в полном объеме. Основные понятия, выводы и обобщения сформулированы убедительно и доказательно.

Отметка *«хорошо»* — за ответ, содержание которого основано на знании предмета, ответы на вопросы изложены логично, но не всегда аргументированно и в полном объеме.

Отметка *«удовлетворительно»* — за ответ, содержание которого демонстрирует знание по крайней мере большую часть основных понятий дисциплины, но отсутствует глубокое и всестороннее знание предмета, основной и дополнительной литературы, изложение ответов на вопросы фрагментарно, не логично, не достаточно аргументированно и не в полном объеме.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется за ответ, в котором обнаружено незнание основных проблем и категорий предмета согласно учебной программе, содержание основного материала не усвоено, обобщений и выводов нет. Обучающейся не может или отказывается отвечать на поставленные вопросы.

В соответствии с Типовым положением о вузе оценка качества освоения обучающимися образовательных программ включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию обучающихся.

Нормативно-методическое обеспечение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с Типовым положением о вузе.

### **Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля, успеваемости и промежуточной аттестации**

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям в вузе созданы следующие фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

1) методические рекомендации для преподавателей по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) образовательной программы (заданий для контрольных работ, вопросов для коллоквиумов, тематики докладов, эссе, рефератов и т.п.);

2) методические рекомендации для преподавателей по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ОП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.);

3) программы проведения практических занятий по дисциплинам учебного плана;

4) вопросы и задания для контрольных работ по дисциплинам учебного плана;

5) вопросы к зачетам и экзаменам по дисциплинам учебного плана;

6) контрольные тесты по дисциплинам учебного плана;

7) программа междисциплинарного итогового экзамена.

### **3.2. Выбор темы итоговой аттестационной работы**

Первоначальным, ответственным и важным этапом является продуманный выбор темы исследования. Тематика ИАР разрабатывается и ежегодно обновляется выпускающей кафедрой, утверждается Ученым советом и оформляется приказом ректора университета.

1. Тема ИАР должна быть актуальной. Объект и предмет научного поиска должны представлять исследовательский, научный интерес, быть актуальными и отличаться новизной, затрагивать текущие проблемы рекламы и связей с общественностью и намечать перспективные направления исследования. Выбор темы происходит на основе примерной тематики выпускных

квалификационных работ, разрабатываемой выпускающей кафедрой.

2 При выборе темы ИАР обучающийся может обращаться за консультациями к заведующему кафедрой. Обучающийся вправе предложить свою тему ИАР для включения в общую тематику ИАР кафедры, с обоснованием ее актуальности, научной и практической значимости, а также целесообразности ее разработки в качестве темы исследования.

### Примерные темы ИАР.

№ п/п	Тема ИАР
1.	Проектирование электрической сети для предприятий (отрасль промышленности).
2.	Анализ режимов работы системы электроснабжения предприятия
3.	Оптимизация и повышение эффективности работы электрооборудования предприятия
4.	Разработка проекта модернизации электрооборудования промышленного предприятия
5.	Проектирование системы электроснабжения промышленного предприятия (производственного цеха.).
6.	Оценка влияния качества электроэнергии на работу электрооборудования промышленного предприятия
7.	Разработка мероприятий по рациональному использованию электроэнергии на предприятиях (организациях, учреждениях)
8.	Проектирование электрического освещения помещений предприятия (организации, учреждения).
9.	Проектирование системы электроснабжения торгово-развлекательного центра.
10.	Проектирование системы электроснабжения многоэтажного жилого (административного) здания.
11.	Проектирование системы электроснабжения района (микрорайона) города
12.	Разработка мероприятий по рациональному использованию электроэнергии на предприятии.
13.	Проектирование системы электроснабжения многоэтажного жилого (административного) здания.
14.	Проектирование системы электроснабжения промышленного предприятия (отрасль промышленности).
15.	Оптимизация режимов работы системы электроснабжения предприятия.
16.	Реконструкция электрической части подстанции 110/10 кВ.
17.	Разработка проекта компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий (электроэнергетической системы).
18.	Проектирование системы электроснабжения производственного цеха.
19.	Проектирование автономной системы электроснабжения.
20.	Проектирование системы электроснабжения торгово-развлекательного центра.
21.	Проектирование электрической сети для предприятия (отрасль промышленности).
22.	Проектирование электрической сети для нескольких промышленных предприятий.
23.	Проектирование электрической сети города (района)
24.	Анализ эффективности работы электроэнергетической системы.
25.	Проектирование электрической сети нескольких районных подстанций.
26.	Разработка мероприятий по повышению устойчивости электроэнергетической системы
27.	Разработка мероприятий по повышению надежности электроэнергетической системы
28.	Оптимизация режима работы электроэнергетической системы
29.	Оптимизация загрузки электрической сети в электроэнергетической системе.
30.	Обеспечение качества электроснабжения объектов

**Итоговая аттестация** включает защиту итоговой аттестационной работы, в том числе подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Цель итоговой аттестации заключается в установлении соответствия уровня профессиональной подготовленности выпускника к решению профессиональных задач, а также требованиям к результатам освоения программы на основе профстандарта.

Итоговая аттестационная работа представляет собой самостоятельно выполненную выпускником графическую работу, содержащую решение задачи либо результаты анализа проблемы, имеющей значение для соответствующей области профессиональной деятельности.

Требования к содержанию, объему и структуре итоговой аттестационной работы определяются Университетом на основании действующего Положения об итоговой аттестации слушателей программ профессиональной переподготовки.

Итоговая аттестационная работа в соответствии с образовательной программой представляет собой логически завершенную работу, связанную с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится слушатель.

При выполнении итоговой аттестационной работы слушатель должен показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения. Слушатель, подтвердивший в рамках итоговой аттестации высокий уровень сформированности профессиональных компетенций, необходимых для решения профессиональных задач, оканчивает обучение по указанной программе уровня образования с получением диплома о переподготовке дающий право на ведение новой профессиональной деятельности в сфере атель получает диплом о профессиональной переподготовке с присвоением квалификации «с присвоением квалификации «Специалист в сфере проектирования систем электроснабжения»

## 4.ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

### 4.1 Кадровое обеспечение Программы

Долотин А.И. – к.т.н., доцен кафедры «Технический сервис и электроэнергетика» Пензенского казачьего института технологий.

К реализации Программы привлекаются научно-педагогические работники (НПР), имеющие высшее образование, соответствующее профилю Программы, отвечающие квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональным стандартам, а также практические работники, осуществляющие трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности Программы, в соответствии со статьей 331 Трудового кодекса Российской Федерации.

### 4.3 Учебно-методическое и информационное обеспечение Программы

- Литература:

а) Основная литература

1. Абдулвелеев, И. Р. Основы электробезопасности в электроэнергетике: учебное пособие / И. Р. Абдулвелеев, Г. П. Корнилов. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. — 88 с. — ISBN 978-5-9967-1824-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162560>.
2. Аполлонский, С. М. Электрические аппараты управления и автоматики : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-4601-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123467>.
3. Белов, Н. В. Электротехника и основы электроники : учебное пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1225-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168400>.

4. Бобров, А. В. Основы эксплуатации электрооборудования : учебное пособие / А. В. Бобров, В. П. Возовик. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 168 с. - ISBN 978-5-7638-3945-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1818926>.
5. Бойчук, В. С. Электрооборудование энергетических систем : учебное пособие / В. С. Бойчук, А. В. Куксин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 268 с. - ISBN 978-5-9729-0761-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1840498>.
6. Борисовский, А. П. Современные средства компенсации реактивной мощности / А. П. Борисовский, В. В. Литвинов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 26 (264). — С. 61-63. — URL: <https://moluch.ru/archive/264/61163/>.
7. Боцман, В. В. Электроснабжение : 2019-08-27 / В. В. Боцман. — Белгород : БелГАУ им.В.Я.Горина, 2019. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123352>.
8. Бычкова Ю.А., Золотницкий В.М., Соловьева Е.Б. Справочник по основам теоретической электротехники. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 408 с.
9. Газизова, О. В. Специальные вопросы электроснабжения : учебное пособие / О. В. Газизова, Ю. Н. Кондрашова, А. Н. Шеметов. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020 — Часть 1 — 2020. — 294 с. — ISBN 978-5-9967-1858-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162564>.
10. Герасименко, А. А. Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии [Электронный ресурс] : монография / А. А. Герасименко, В. Б. Нешатаев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 218 с. - ISBN 978-5-7638-2630-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492442>.
11. Гужов, Н. П. Системы электроснабжения : учебник / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 258 с. — ISBN 978-5-7782-2734-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118118>.
12. Дайнеко, В. А. Технология ремонта и обслуживания электрооборудования: Учебное пособие / Дайнеко В.А. - Минск :РИПО, 2018. - 375 с.: ISBN 978-985-503-700-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/977910>.
13. Демин, В. И. Электробезопасность : учебное пособие / В. И. Демин. — Краснодар : КубГТУ, 2018. — 219 с. — ISBN 978-5-8333-0809-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151173>.
14. Дробов, А. В. Электробезопасность : учебное пособие / А. В. Дробов, В. Н. Галушко. - 2-е изд., стер. - Минск : РИПО, 2021. - 203 с. - ISBN 978-985-7253-47-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1854761>.
15. Дробова, Ю. Электрические машины: Учебное пособие / Дробова Ю., Галушко В.Н. - Минск :РИПО, 2015. - 292 с.: ISBN 978-985-503-540-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/949811>.
16. Дубицкий, М. А. Резервы мощности в электроэнергетических системах : учебное пособие / М. А. Дубицкий. — Иркутск : ИРНИТУ, 2018. — 308 с. — ISBN 978-5-8038-1262-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164006>.
17. Ершов, А. М. Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ : учебное пособие для практических расчетов / А. М. Ершов. - 2-е изд., перераб. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 608 с. - ISBN 978-5-9729-0511-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168545>.
18. Кабышев А.В. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий. - 1-е изд. - Томск: Томский политехнический институт, 2012. - 233 с.
19. Клевцов, А. В. Основы рационального потребления электроэнергии : учебное пособие / А. В. Клевцов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 232 с. - ISBN 978-5-9729-0406-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168510>.
20. Клевцов, А. В. Основы рационального потребления электроэнергии : учебное пособие / А. В. Клевцов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 232 с. - ISBN 978-5-9729-0406-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168510>.



21. Ковалев, В. З. Электрические машины : учебное пособие / В. З. Ковалев, А. Г. Щербаков. — Ханты-Мансийск : ЮГУ, 2018. — 286 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148998>.
22. Коновалов, Ю. В. Электротехнические устройства : учебное пособие / Ю. В. Коновалов. — Иркутск : ИРНИТУ, 2019. — 100 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217082>.
23. Лыкин, А. В. Распределительные электрические сети : учебное пособие / А. В. Лыкин. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 115 с. — ISBN 978-5-7782-3537-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118193>.
24. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебник / А. В. Лыкин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 403 с. — ISBN 978-5-7782-3037-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118089>.
25. Малафеев, А. В. Организация эксплуатации и ремонта электроэнергетического оборудования : учебное пособие / А. В. Малафеев. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2018. — 52 с. — ISBN 978-5-9967-1424-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162559>.
26. Малафеев, С. И. Надежность электроснабжения : учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-9040-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183737>.
27. Малиновский, А. К. Электроэнергетика и энергоэффективность : методические указания к написанию квалификационной (бакалаврской) работы / А. К. Малиновский, А. В. Пичуев, Г. М. Петров. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2015. - 16 с. - ISBN 978-5-87623-917-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1246694> (дата обращения: 29.05.2022). – Режим доступа: по подписке.
28. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 т. Т. 1 : Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 574 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/11305. - ISBN 978-5-16-009061-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1222080>.
29. Надежность электроснабжения : учебное пособие / И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко, И. К. Шарипов, С. В. Аникуев. — Ставрополь : СтГАУ, 2018. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/141610>.
30. Непша, Ф. С. Противоаварийная автоматика энергосистем : учебное пособие / Ф. С. Непша. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 76 с. — ISBN 978-5-00137-060-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122221>.
31. Новиков, Ю. Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях : учебное пособие / Ю. Н. Новиков. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-1184-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210584>.
32. Пискунов, В. М. Общая энергетика : учебное пособие / В. М. Пискунов. - Москва : ИЦ РИОР : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 134 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/561337>.
33. Плащанский, Л. А. Основы электроснабжения : Раздел "Релейная защита электроустановок": Учебное пособие / Плащанский Л.А., - 4-е изд., стер. - Москва :МГТУ, 2008. - 143 с.: ISBN 978-5-7418-0403-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/995602>.
34. Проектирование систем электроснабжения : учебное пособие / Т. Ф. Малахова, С. Г. Захаренко, С. А. Захаров, Д. С. Кудряшов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 81 с. — ISBN 978-5-00137-045-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122215>.
35. Сибикин, Ю. Д. Основы электроснабжения объектов : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин. - 3-е изд. стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 328 с. - ISBN 978-5-4499-0768-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/>.

36. Сибикин, Ю. Д. Охрана труда и электробезопасность : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин. - 3-е изд. стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 400 с. - ISBN 978-5-4499-0770-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870850>.
37. Сибикин, Ю. Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 383 с. - ISBN 978-5-00091-740-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1186715>.
38. Суворин, А.В. Монтаж и эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения : учеб. пособие / А.В. Суворин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 400 с. - ISBN 978-5-7638-3813-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/>.
39. Теоретические основы электротехники : учебник / И. Я. Лизан, К. Н. Маренич, И. В. Ковалева [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 628 с. - ISBN 978-5-9729-0663-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1840496>.
40. Цуркан, Н. В. Электрофизические основы электроэнергетики : учебное пособие / Н. В. Цуркан, С. С. Шевченко, Н. В. Щеглов. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 120 с. — ISBN 978-5-7782-3990-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152179>.
41. Щербаков, Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях : учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров, А.Л. Дубов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 495 с. - ISBN 978-5-00091-650-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058248>.
42. Экономическая сущность компенсации реактивной мощности // Школа для электрика URL: <http://electricalschool.info/main/drugoe/1381-jekonomicheskaja-sushhnost-kompensacii.html>.
43. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : СтГАУ, 2018. — 168 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107240>.
44. Эксплуатация электрических сетей и систем электроснабжения : учебное пособие / составители А. Н. Козлов [и др.]. — 2-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 145 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156442>.
45. Электробезопасность работников электрических сетей: Учебное пособие / Привалов Е.Е., Ефанов А.В., Ястребов С.С. - Ставрополь:СтГАУ - "Параграф", 2018. - 296 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/>.
46. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / О.М. Ларин, В.И. Бирюлин, А.Н. Горлов [и др.]. — 3-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 130 с. - ISBN 978-5-16-108184-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058860>.
47. Эксплуатация электрических сетей и систем электроснабжения : учебное пособие / составители А. Н. Козлов [и др.]. — 2-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 145 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156442>.
48. Энергосберегающие технологии в электроэнергетике : учебное пособие / Г. П. Корнилов, М. М. Лыгин, Р. А. Закирова, И. Р. Абдулвелеев. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. — 104 с. — ISBN 978-5-9967-1906-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162567>.
49. Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике : учебное пособие / В. П. Луппов, Т. В. Мятеж, Ю. М. Сидоркин [и др.]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. - 107 с. - ISBN 978-5-7782-4034-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1869127>.
50. Эффективность устройств компенсации реактивной мощности // МатикЭлектро URL: <https://matic.ru/clients/articles/the-efficiency-of-the-devices-of-reactive-power-compensation-07-11-06-g>.

б) Дополнительная литература

51. Сибикин, Ю. Д. Охрана труда и электробезопасность : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин. - 3-е изд. стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 400 с. - ISBN 978-5-4499-0770-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870850>.
52. Сибикин, Ю. Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 383 с. - ISBN 978-5-00091-740-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1186715>.
53. Суворин, А.В. Монтаж и эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения : учеб. пособие / А.В. Суворин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 400 с. - ISBN 978-5-7638-3813-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/>.
54. Теоретические основы электротехники : учебник / И. Я. Лизан, К. Н. Маренич, И. В. Ковалева [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 628 с. - ISBN 978-5-9729-0663-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1840496>.
55. Цуркан, Н. В. Электрофизические основы электроэнергетики : учебное пособие / Н. В. Цуркан, С. С. Шевченко, Н. В. Щеглов. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 120 с. — ISBN 978-5-7782-3990-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152179>.
56. Щербаков, Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях : учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров, А.Л. Дубов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 495 с. - ISBN 978-5-00091-650-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058248>.
57. Экономическая сущность компенсации реактивной мощности // Школа для электрика URL: <http://electricalschool.info/main/drugoe/1381-jekonomicheskaja-sushhnost-kompensacii.html>.
58. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь : СтГАУ, 2018. — 168 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107240>.
59. Эксплуатация электрических сетей и систем электроснабжения : учебное пособие / составители А. Н. Козлов [и др.]. — 2-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 145 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156442>.
60. Электробезопасность работников электрических сетей: Учебное пособие / Привалов Е.Е., Ефанов А.В., Ястребов С.С. - Ставрополь:СтГАУ - "Параграф", 2018. - 296 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/>.
61. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / О.М. Ларин, В.И. Бирюлин, А.Н. Горлов [и др.]. — 3-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 130 с. - ISBN 978-5-16-108184-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058860>.
62. Эксплуатация электрических сетей и систем электроснабжения : учебное пособие / составители А. Н. Козлов [и др.]. — 2-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 145 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156442>.
63. Энергосберегающие технологии в электроэнергетике : учебное пособие / Г. П. Корнилов, М. М. Лыгин, Р. А. Закирова, И. Р. Абдулвелеев. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. — 104 с. — ISBN 978-5-9967-1906-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162567>.
64. Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике : учебное пособие / В. П. Луппов, Т. В. Мятеж, Ю. М. Сидоркин [и др.]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. - 107 с. - ISBN 978-5-7782-4034-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1869127>.
65. Эффективность устройств компенсации реактивной мощности // МатикЭлектро URL: <https://matic.ru/clients/articles/the-efficiency-of-the-devices-of-reactive-power-compensation-07-11-06-g>.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Microsoft Internet Explorer (или другой браузер)
2. Microsoft Windows XP
3. Microsoft Office 2007 и выше

4. ГАРАНТ – Законодательство (кодексы, законы, указы, постановления) РФ, аналитика [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
5. «Консультант Плюс» – законодательство РФ: кодексы, законы, указы, постановления [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

### **5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

1. Компьютерный класс, оргтехника для проведения семинарских занятий и текущего контроля; доступ к сети Интернет (во время самостоятельной подготовки).
2. Аудитория, оборудованная мультимедийным комплексом необходимым техническим оборудованием.

### **6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

№ п/п	Содержание изменения	Реквизиты документа об утверждении изменения	Дата введения изменения