

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 15.04.2024 12:05:46  
Уникальный программный ключ:  
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО**  
**УНИВЕРСИТЕТА**

## Кафедра транспортно-энергетических систем



# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Надёжность электроснабжения»**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки	<b>13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»</b> (код и наименование направления подготовки)
Направленность (профиль) подготовки	<b>«Электроснабжение»</b> (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная, заочная</b>
Год начала обучения	<b>2024</b>

Чебоксары, 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 144 от 28 февраля 2018 г. зарегистрированный в Минюсте 22 марта 2018 года, рег. номер 50467 (далее – ФГОС ВО).

- учебным планом (очной, заочной форм обучения) по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Рабочая программа дисциплины включает в себя оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (п.8 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины)

Автор Михеев Г.М., д.т.н., доцент, профессор кафедры ТЭС

(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)

Программа одобрена на заседании кафедры (протокол № 07 от 16.03.2024).

**1. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (Цели освоения дисциплины)**

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) Надежность электроснабжения являются: получение знаний о современной теории надежности в технике и применении её методов в системах электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства и транспортных систем.

**Задачами дисциплины являются:**

- познакомить с экономикой фактора надежности систем электроснабжения;
- дать информацию о теоретических основах анализа надежности систем электроснабжения;
- научить синтезу систем электроснабжения по заданному уровню надежности.

1.2. Области профессиональной деятельности и(или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность:

16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство;

20 Электроэнергетика.

1.3. К основным задачам изучения дисциплины относится подготовка обучающихся к выполнению трудовых функций в соответствии с профессиональными стандартами:

Наименование профессиональных стандартов (ПС)	Код, наименование и уровень квалификации ОТФ, на которые ориентирована дисциплина	Код и наименование трудовых функций, на которые ориентирована дисциплина
16.019 «Техническое обслуживание и ремонт электротехнических устройств, оборудования и установок», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 25 апреля 2023 г. N 329н (зарегистрировано в Минюсте РФ 25 мая 2023 г. регистрационный N 73448)	С Руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, 6	С/01.6 Организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов  С/02.6 Планирование и контроль деятельности по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов  С/03.6 Координация деятельности персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт трансформаторных подстанций и распределительных пунктов
	D Управление	D/01.6 Организация и выполнение

Наименование профессиональных стандартов (ПС)	Код, наименование и уровень квалификации ОТФ, на которые ориентирована дисциплина	Код и наименование трудовых функций, на которые ориентирована дисциплина
	деятельностью по контролю режимов и по оперативному управлению режимами муниципальных электрических сетей, 6	<p>работ по контролю режимов муниципальных электрических сетей и оперативному управлению ими</p> <p>D/02.6 Организация и контроль работы оперативных работников</p> <p>D/03.6 Специальная подготовка работников, занимающихся контролем режимов и оперативным управлением режимами муниципальных электрических сетей</p>
20.041 «Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 14 мая 2019 г. №327н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 16 июля 2019г., регистрационный №55292)	Е Организация деятельности по оперативно-технологическому управлению в рамках смены, 6	<p>E/01.6 Организация и контроль выполнения функций по оперативно-технологическому управлению</p> <p>E/02.6 Организация деятельности сменного персонала</p>

#### 1.4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
Теоретическая и практическая подготовка	ОПК-4Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1 Использует методы анализа моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока	<p><i>на уровне знаний:</i> знать этические нормы поведения личности, особенности работы научного коллектива в области сельского хозяйства и смежных наук.</p> <p><i>на уровне умений:</i> уметь формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива,</p>

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
			<p>анализировать и представлять полученные при этом результаты.</p> <p><i>на уровне навыков:</i>            владеть систематическими знаниями по выбранной направленности подготовки, навыками проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива.</p>
		<p>ОПК-4.2 Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами, демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств</p>	<p><i>на уровне знаний:</i>            знать этические нормы поведения личности, особенности работы научного коллектива в области сельского хозяйства и смежных наук.</p> <p><i>на уровне умений:</i>            уметь формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты.</p> <p><i>на уровне навыков:</i>            владеть систематическими знаниями по выбранной направленности подготовки, навыками проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе научного коллектива.</p>
		<p>ОПК-4.3 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик и применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>	<p><i>на уровне знаний:</i>            знать этические нормы поведения личности, особенности работы научного коллектива в области сельского хозяйства и смежных наук.</p> <p><i>на уровне умений:</i>            уметь формулировать конкретные задачи и план действий по реализации поставленных целей, проводить исследования, направленные на решение поставленной задачи в рамках научного коллектива, анализировать и представлять полученные при этом результаты.</p> <p><i>на уровне навыков:</i>            владеть систематическими знаниями по выбранной направленности подготовки, навыками проведения исследовательских работ по предложенной теме в составе</p>

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
			научного коллектива.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

В рабочем учебном плане дисциплина «Надежность электроснабжения» находится в базовой части профессионального цикла.

Для прохождения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения следующих дисциплин учебного плана: «Математика», «Физика», «Общая энергетика», «Электроснабжение», «Электрические станции и подстанции», «Эксплуатация систем электроснабжения». Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 академических часа), в том числе

### очная форма обучения:

Семестр	7
лекции	16
лабораторные занятия	16
семинары и практические занятия	16
контроль: контактная работа	-
контроль: самостоятельная работа	-
расчетно-графические работы, курсовые работы (проекты): контактная работа	-
расчетно-графические работы, курсовые работы (проекты): самостоятельная работа	-
консультации	-
<i>Контактная работа</i>	48
<i>Самостоятельная работа</i>	60

Вид промежуточной аттестации (форма контроля): зачет

### заочная форма обучения:

Семестр	10
лекции	6
лабораторные занятия	6
семинары и практические занятия	-
контроль: контактная работа	-
контроль: самостоятельная работа	4
расчетно-графические работы, курсовые работы (проекты): контактная работа	-
расчетно-графические работы, курсовые работы (проекты): самостоятельная работа	-
консультации	-
Контактная работа	12
Самостоятельная работа	92

Вид промежуточной аттестации (форма контроля): зачет

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

### Очная форма обучения

Тема (раздел)	Распределение часов			Самостоя- тельная работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторны е занятия	Практические занятия		
Надежность электроснабжения: задачи и исходные положения оценки надёжности	2	-	2	12	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Надежность электроснабжения: факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания	2	4	2	12	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Надежность электроснабжения: математические модели и количественные описания	4	4	4	12	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Надежность электроснабжения: математические модели и количественные расчёты надёжности систем	4	4	4	12	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Надежность электроснабжения: технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надёжного электроснабжения	4	4	4	12	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Контроль (зачёт)				0	
<b>Итого:</b>	16	16	16	60	

### Заочная форма обучения

Тема (раздел)	Распределение часов			Самостоя- тельная работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторны е занятия	Практические занятия		
Надежность электроснабжения: задачи и исходные положения оценки надёжности	1	-	-	18	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Надежность электроснабжения: факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания	1	2	-	18	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Надежность электроснабжения: математические модели и количественные описания	1	1	-	18	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Надежность электроснабжения: математические модели и количественные расчёты надёжности систем	1	2	-	19	ПК-12, ПК- 14, ПК-15, ПК-17
Надежность электроснабжения:	2	1	-	19	ПК-12, ПК- 14, ПК-15,

Тема (раздел)	Распределение часов			Самостоятельная работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		
технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надёжного электроснабжения					ПК-17
Контроль (зачёт)				4	
<b>Итого:</b>	6	6	-	92	

## 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся: реферат, устный опрос, контрольная работа.

По дисциплине «Надёжность электроснабжения» доля занятий, проводимых в интерактивной форме составляет 50 % от общего числа аудиторных занятий:

Вид занятия	Тема занятия	Количество часов	Интерактивная форма	Формируемые компетенции (код)
Лекция	Надёжность электроснабжения: задачи и исходные положения оценки надёжности	2	2	ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17
Лекция	Надёжность электроснабжения: факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания	2	2	ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17
Лекция	Надёжность электроснабжения: математические модели и количественные описания	4	2	ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17
Практика	Надёжность электроснабжения: математические модели и количественные расчёты надёжности систем	4	2	ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17
Лекция	Надёжность электроснабжения: технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надёжного электроснабжения	4	2	ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17



## **6. Практическая подготовка**

Практическая подготовка реализуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Объем занятий в форме практической подготовки составляет 16 часа (по очной форме обучения), 6 часа (по заочной форме обучения)

## **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом по дисциплине в объеме 60 часов (очная форма обучения) и 92 часов (заочная форма обучения).

С целью обеспечения условия для осуществления инклюзивного образования и обеспечения выполнения учебного плана студентами, обучающимися индивидуально и по заочной форме обучения, а также в случаях возникновения задолженностей по дисциплине и создания условий их ликвидации, для обучающихся этих категорий разработаны индивидуальные задания для самостоятельного выполнения, которые представлены на сайте института <http://sdo.polytech21.ru/>. В течении учебного года на кафедре проводятся консультации согласно графику консультаций и по «Дням заочника», с помощью электронной почты кафедры и преподавателей, а также через систему дистанционного обучения <http://sdo.polytech21.ru/>.

### Тематика самостоятельной работы:

- 1.Определение количественных показателей надежности по статистическим данным об отказах электроустановок.
- 2.Аналитическое определение количественных показателей надежности.
- 3.Последовательное соединение элементов в систему.
- 4.Расчет надежности системы с постоянным резервированием.
- 5.Расчет надежности с поэлементным резервированием.
- 6.Расчет показателей надежности резервированных систем с учетом восстановления.

### Индивидуальные задания:

#### **Варианты заданий к контрольной работе**

Система состоит из пяти последовательно соединенных элементов. Данные надежности каждого элемента приведены в таблице.

Определить:

1. вероятность безотказной работы системы;
2. среднее время безотказной работы системы;
3. интенсивность отказов системы;
4. плотность распределения времени до отказа системы.

Решение представить в аналитическом виде.

Вариант	Элементы				
	1	2	3	4	5
1	TN(390;100)	$\Gamma(9;65)$	$\text{Exp}(8 \cdot 10^{-5})$	$R(2 \cdot 10^{-5})$	$W(5; 200)$
2	$R(1 \cdot 10^{-5})$	$W(4,5; 180)$	$\Gamma(8; 77)$	TN(400; 92)	$\text{Exp}(1 \cdot 10^{-4})$
3	$\Gamma(10; 70)$	$\text{Exp}(5 \cdot 10^{-5})$	TN(375; 86)	$R(3 \cdot 10^{-5})$	$W(4,8; 190)$
4	TN(380;100)	$R(1,6 \cdot 10^{-5})$	$W(7; 210)$	$\text{Exp}(2 \cdot 10^{-4})$	$\Gamma(9; 85)$
5	$W(6; 195)$	TN(410; 95)	$\text{Exp}(2 \cdot 10^{-5})$	$\Gamma(18; 75)$	$R(2,5 \cdot 10^{-5})$
6	TN(390;80)	$\Gamma(10;65)$	$\text{Exp}(9 \cdot 10^{-5})$	$R(1,2 \cdot 10^{-5})$	$W(8,9; 200)$
7	$R(2 \cdot 10^{-5})$	$W(5; 180)$	$\Gamma(9; 75)$	TN(322; 76)	$\text{Exp}(8,3 \cdot 10^{-4})$
8	$\Gamma(11; 80)$	$\text{Exp}(6 \cdot 10^{-5})$	TN(321; 77)	$R(4 \cdot 10^{-5})$	$W(8,8; 190)$
9	TN(310;79)	$R(1,1 \cdot 10^{-5})$	$W(7,4; 210)$	$\text{Exp}(8,2 \cdot 10^{-4})$	$\Gamma(30; 88)$
10	$W(6,6; 195)$	TN(320; 78)	$\text{Exp}(8,1 \cdot 10^{-5})$	$\Gamma(19; 74)$	$R(6 \cdot 10^{-5})$
11	TN(323;75)	$\Gamma(11;65)$	$\text{Exp}(8,4 \cdot 10^{-5})$	$R(5 \cdot 10^{-5})$	$W(5; 200)$
12	$R(3 \cdot 10^{-5})$	$W(5,1; 180)$	$\Gamma(7; 65)$	TN(325; 92)	$\text{Exp}(1,6 \cdot 10^{-4})$
13	$\Gamma(12; 70)$	$\text{Exp}(7 \cdot 10^{-5})$	TN(324; 74)	$R(7 \cdot 10^{-5})$	$W(8,6; 190)$
14	TN(326;73)	$R(8,3 \cdot 10^{-5})$	$W(7,5; 210)$	$\text{Exp}(1,7 \cdot 10^{-4})$	$\Gamma(35; 91)$
15	$W(6,7; 195)$	TN(328; 71)	$\text{Exp}(2,5 \cdot 10^{-5})$	$\Gamma(20; 73)$	$R(7,5 \cdot 10^{-5})$
16	TN(327;72)	$\Gamma(12;65)$	$\text{Exp}(8,9 \cdot 10^{-5})$	$R(8 \cdot 10^{-5})$	$W(8,7; 200)$
17	$R(4 \cdot 10^{-5})$	$W(5,2; 180)$	$\Gamma(6; 55)$	TN(331; 69)	$\text{Exp}(1,7 \cdot 10^{-4})$
18	$\Gamma(13; 60)$	$\text{Exp}(6,8 \cdot 10^{-5})$	TN(330; 70)	$R(8,3 \cdot 10^{-5})$	$W(8,4; 190)$
19	TN(329;71)	$R(9 \cdot 10^{-5})$	$W(7,6; 210)$	$\text{Exp}(6,3 \cdot 10^{-4})$	$\Gamma(40; 93)$
20	$W(6,8; 195)$	TN(333; 67)	$\text{Exp}(1,2 \cdot 10^{-5})$	$\Gamma(21; 72)$	$R(8,8 \cdot 10^{-5})$
21	TN(332; 68)	$\Gamma(13;65)$	$\text{Exp}(5,3 \cdot 10^{-5})$	$R(8,4 \cdot 10^{-5})$	$W(8,5; 200)$
22	$R(5 \cdot 10^{-5})$	$W(5,3; 180)$	$\Gamma(5; 45)$	TN(338; 63)	$\text{Exp}(5,4 \cdot 10^{-4})$
23	$\Gamma(14; 50)$	$\text{Exp}(5,8 \cdot 10^{-5})$	TN(337; 64)	$R(7,4 \cdot 10^{-5})$	$W(8,3; 190)$
24	TN(335; 66)	$R(8,7 \cdot 10^{-5})$	$W(7; 210)$	$\text{Exp}(6,1 \cdot 10^{-4})$	$\Gamma(42; 90)$
25	$W(6,9; 195)$	TN(336; 65)	$\text{Exp}(2,2 \cdot 10^{-5})$	$\Gamma(22; 71)$	$R(7 \cdot 10^{-5})$
26	TN(339;62)	$\Gamma(14;65)$	$\text{Exp}(7,7 \cdot 10^{-5})$	$R(8,2 \cdot 10^{-5})$	$W(8,2; 200)$
27	$R(6 \cdot 10^{-5})$	$W(6,2; 180)$	$\Gamma(4; 35)$	TN(350; 60)	$\text{Exp}(1,6 \cdot 10^{-4})$
28	$\Gamma(15; 40)$	$\text{Exp}(5,6 \cdot 10^{-5})$	TN(340; 61)	$R(8,6 \cdot 10^{-5})$	$W(8,1; 190)$
29	TN(355;50)	$R(7,7 \cdot 10^{-5})$	$W(7,7; 210)$	$\text{Exp}(5,9 \cdot 10^{-4})$	$\Gamma(44; 94)$
30	$W(7,2; 195)$	TN(354; 51)	$\text{Exp}(2,8 \cdot 10^{-5})$	$\Gamma(23; 68)$	$R(7,9 \cdot 10^{-5})$
31	TN(360;55)	$\Gamma(15;65)$	$\text{Exp}(8,8 \cdot 10^{-5})$	$R(9,1 \cdot 10^{-5})$	$W(8; 200)$
32	$R(7 \cdot 10^{-5})$	$W(6,5; 180)$	$\Gamma(17; 25)$	TN(374; 41)	$\text{Exp}(3,3 \cdot 10^{-4})$
33	$\Gamma(16; 30)$	$\text{Exp}(4,9 \cdot 10^{-5})$	TN(375; 40)	$R(8,4 \cdot 10^{-5})$	$W(7,9; 190)$
34	TN(370;45)	$R(7,8 \cdot 10^{-5})$	$W(7,8; 210)$	$\text{Exp}(3,2 \cdot 10^{-4})$	$\Gamma(43; 95)$
35	$W(7,3; 195)$	TN(385; 49)	$\text{Exp}(3,4 \cdot 10^{-5})$	$\Gamma(24; 64)$	$R(9,5 \cdot 10^{-5})$

### Пример решения контрольной задачи

Таблица 1. - Законы распределения времени работы до отказа

№ элемента	1	2	3	4	5
Закон распределения времени до отказа	$\Gamma(14; 50)$	$\text{Exp}(5,8 \cdot 10^{-5})$	TN(337; 64)	$R(7,4 \cdot 10^{-5})$	$W(8,3; 190)$

Вычислим начальные моменты распределения: математические ожидания и средние квадратические отклонения.

$$1) m = \alpha \cdot \beta = 14 \cdot 50 = 700 \text{ час} \quad \sigma = \sqrt{\alpha} \cdot \beta = \sqrt{13} \cdot 60 = 216 \text{ час}$$

$$2) m = \sigma = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{6,8 \cdot 10^{-5}} = 14706 \text{ час}$$

$$k = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \left(0,5 + \frac{1}{2\pi} \int_0^{\frac{m_0}{\sigma_0}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx\right)} e^{-\frac{m_0^2}{2\sigma_0^2}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \left(0,5 + \frac{1}{2\pi} \int_0^{\frac{330}{70}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx\right)} e^{-\frac{330^2}{2 \cdot 70^2}} = 8,5 \cdot 10^{-6}$$

3)

$$m = m_0 + k \cdot \sigma_0 = 330 + 8,5 \cdot 10^{-6} \cdot 70 = 330 \text{ час}$$

$$\sigma = \sigma_0 \sqrt{1 + k \frac{m_0}{\sigma_0} - k^2} = 70 \cdot \sqrt{1 + 8,5 \cdot 10^{-6} \frac{330}{70} - (8,5 \cdot 10^{-6})^2} = 70 \text{ час}$$

$$4) \quad m = \sqrt{\frac{\pi}{4\lambda}} = \sqrt{\frac{\pi}{4 \cdot 8,3 \cdot 10^{-5}}} = 96 \text{ час} \quad \sigma = \sqrt{\frac{4 - \pi}{4\lambda}} = \sqrt{\frac{4 - \pi}{4 \cdot 8,3 \cdot 10^{-5}}} = 50 \text{ час}$$

$$5) \quad m = \beta \cdot \int_0^{\infty} x^{(1+\frac{1}{\alpha})-1} e^{-x} dx = 190 \cdot \int_0^{\infty} x^{(1+\frac{1}{8,4})-1} e^{-x} dx = 179,35 \text{ час}$$

$$\sigma = \beta \cdot \sqrt{\int_0^{\infty} x^{(1+\frac{2}{\alpha})-1} e^{-x} dx - \left(\int_0^{\infty} x^{(1+\frac{1}{\alpha})-1} e^{-x} dx\right)^2} = 190 \cdot \sqrt{\int_0^{\infty} x^{(1+\frac{2}{8,4})-1} e^{-x} dx - \left(\int_0^{\infty} x^{(1+\frac{1}{8,4})-1} e^{-x} dx\right)^2} = 25,4 \text{ час}$$

час

Полученные значения сведены в табл. 2.

Таблица 2. – Параметры законов распределения времени до отказов элементов

Номер элемента	1	2	3	4	5
Среднее время безотказной работы, час	780	14706	330	96	179,4
Среднее квадратическое отклонение времени безотказной работы, час	216	14706	70	50	25,1

Вычислим вероятность безотказной работы элементов.

$$1) \quad P1 := 1 - \frac{1}{\int_0^{\infty} x^{12} \cdot e^{-x} dx} \cdot \int_0^{\frac{t}{60}} x^{12} \cdot e^{-x} dx$$

2)

$$P2 := e^{-0,01 \cdot 100} = 0,9048$$

3)

$$P3 := \frac{0,5 - \frac{1}{\int_0^{\frac{330}{70}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx}}{\int_0^{\frac{330}{70}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx} = 0,077$$

$$0,5 + \frac{1}{\int_0^{\frac{330}{70}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx}$$

4)

$$P_4 := e^{-0,5 \cdot 10^{-3} \cdot t} = 0,027$$

5)

$$P_5 := e^{-\frac{1}{1000} \cdot t} = 0,0192$$

Вероятность безотказной работы системы определяется как произведение вероятностей всех элементов системы.

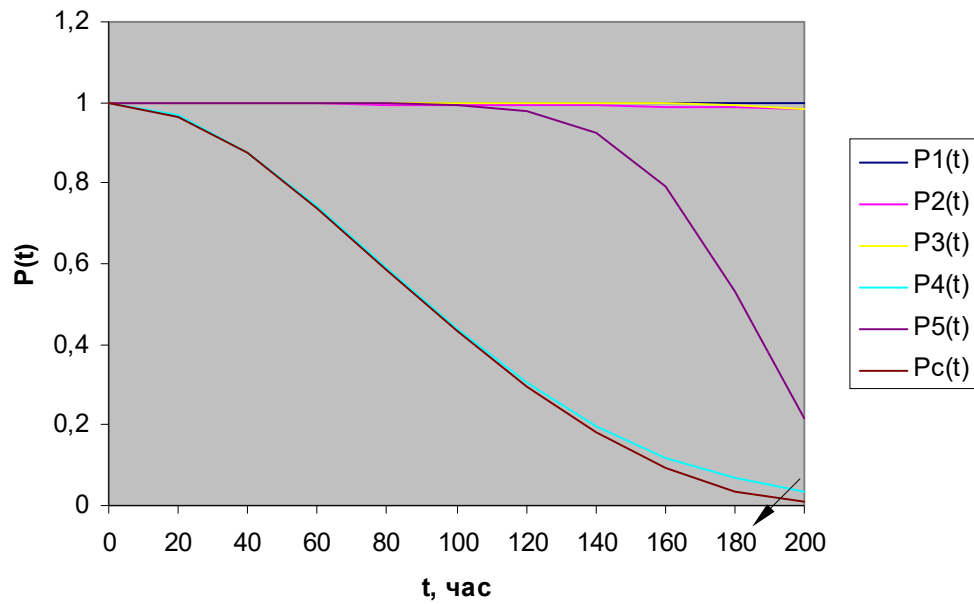
6)

$$P_c := P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5 = 2,435 \times 10^{-7}$$

Для анализа изменения вероятностей элементов и системы будем задавать время от 0 до 200 с шагом 20. Все результаты представлены в табл. 3, а графики изменения на рис. 1.

Таблица 3. – Вероятность безотказной работы элементов и системы

t	P1(t)	P2(t)	P3(t)	P4(t)	P5(t)	Pc(t)
0	1	1	1	1	1	1
20	1	0,999	1	0,967	1	0,96603 3
40	1	0,997	1	0,876	1	0,87337 2
60	1	0,996	1	0,742	1	0,73903 2
80	1	0,995	1	0,588	0,998	0,58389
100	1	0,993	1	0,436	0,995	0,43078 3
120	1	0,992	0,999	0,303	0,979	0,29397
140	1	0,991	0,998	0,197	0,926	0,18041 9
160	1	0,989	0,996	0,119	0,79	0,09260 4
180	1	0,988	0,991	0,068	0,53	0,03528 7
200	1	0,986	0,982	0,036	0,216	0,00752 9



Pc(t)

Рис. 1 – Вероятность безотказной работы элементов и системы

Вычислим среднее время безотказной работы системы, для чего необходимо решить определенный интеграл, т.к. вручную это выполнить затруднительно, воспользуемся программой MathCAD.

$$T_c := \frac{e^{-6.8 \cdot 10^{-5} \cdot t} \cdot e^{-8.3 \cdot 10^{-5} \cdot t^2} \cdot e^{-\left(\frac{t}{190}\right)^{8.4}} \cdot 0.5 - \frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx}{0.5 + \frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{\frac{330}{70}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx} \cdot \left( 1 - \frac{1}{\int_0^{\infty} x^{12} \cdot e^{-x} dx} \cdot \int_0^{\infty} x^{12} \cdot e^{-x} dx \right) dt = 94.05 \text{ часа}$$

Вычислим плотности распределения вероятностей времени безотказной работы элементов и системы в целом.

$$1) \quad f_1 := \frac{t^{12}}{60^{13} \cdot \int_0^{\infty} x^{12} \cdot e^{-x} dx} \cdot e^{-\frac{t}{60}} = 2.336 \times 10^{-6}$$

$$2) \quad f_2 := 6.8 \cdot 10^{-5} \cdot e^{-6.8 \cdot 10^{-5} \cdot t} = \frac{6.708 \times 10^{-5}}{-(t-330)^2}$$

$$3) \quad f_3 := \frac{1}{70 \cdot \sqrt{2\pi} \cdot \left( 0.5 + \frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{\frac{330}{70}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \right)} \cdot e^{-\frac{t-330}{70}} = 1.452 \times 10^{-3}$$

$$4) \quad f_4 := 2 \cdot 8.3 \cdot 10^{-5} \cdot t \cdot e^{-8.3 \cdot 10^{-5} \cdot t^2} = 1.2 \times 10^{-3}$$

$$5) \quad f_5 := \frac{8.4 \cdot t^{7.4}}{190^{8.4}} \cdot e^{-\left(\frac{t}{190}\right)^2} = 0.021$$

$$6) \quad f_c := f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 = 0.024$$

Табулируя плотности распределения от 0 до 200 часов, с шагом 20 часов, получим данные в табл. 4.

Таблица 4. – Плотность распределения времени безотказной работы элементов и системы.

t	f1(t)	f2(t)	f3(t)	f4(t)	f5(t)	fc(t)
0	0	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	0	0	0,00006812
20	0	$6,791 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	0,00328
40	$1,377 \cdot 10^{-13}$	$6,782 \cdot 10^{-5}$	$1,53 \cdot 10^{-6}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	0,005884
60	$1,28 \cdot 10^{-11}$	$6,772 \cdot 10^{-5}$	$4,8 \cdot 10^{-6}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$	$7,9 \cdot 10^{-6}$	0,007468
80	$2,9 \cdot 10^{-10}$	$6,763 \cdot 10^{-5}$	$1,385 \cdot 10^{-5}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$	$6,15 \cdot 10^{-5}$	0,00795
100	$3,02 \cdot 10^{-9}$	$6,754 \cdot 10^{-5}$	$3,688 \cdot 10^{-5}$	$7,24 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	0,007633
120	$1,93 \cdot 10^{-8}$	$6,745 \cdot 10^{-5}$	$9,05 \cdot 10^{-5}$	$6,03 \cdot 10^{-3}$	$9,9 \cdot 10^{-4}$	0,007176
140	$8,8 \cdot 10^{-8}$	$6,736 \cdot 10^{-5}$	$2,05 \cdot 10^{-4}$	$4,57 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	0,007521
160	$3,13 \cdot 10^{-7}$	$6,726 \cdot 10^{-5}$	$4,27 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$6,1 \cdot 10^{-3}$	0,009766
180	$9,2 \cdot 10^{-7}$	$6,717 \cdot 10^{-5}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$2,03 \cdot 10^{-3}$	0,012	0,015
200	$2,34 \cdot 10^{-6}$	$6,708 \cdot 10^{-5}$	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,021	0,024

На основе таблицы строим график плотности распределения времени безотказной работы системы.

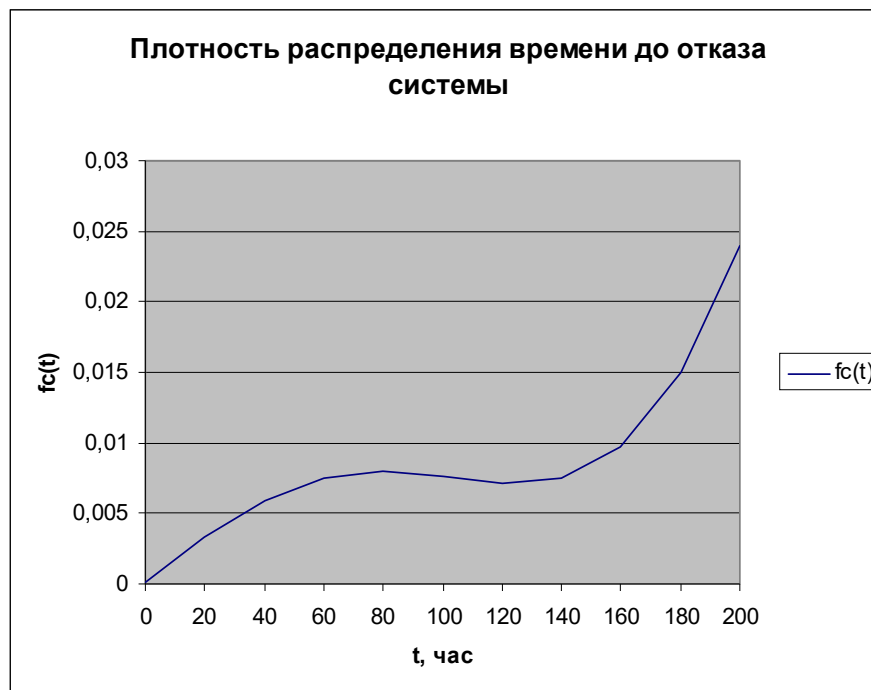


Рис. 2 – Плотность распределения времени до отказа системы

$$\lambda_c = \frac{f_c}{P_c}$$

По формуле  $\lambda_c = \frac{f_c}{P_c}$  определим интенсивность отказов системы. Все расчетные данные находятся в таблице 5, на основе которой построен график интенсивности отказов – рис. 3.

Таблица 5

t	$\lambda_c(t)$
0	0,00006812
20	0,003395
40	0,006738
60	0,01
80	0,014
100	0,018
120	0,024
140	0,042
160	0,105
180	0,426
200	3,2



## 8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 8.1. Паспорт фонда оценочных средств

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Тема 1. Проектная документация электрической части промышленного предприятия	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	Опрос, реферат, программы, презентации
2.	Тема 2. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	Опрос, реферат, программы, презентации
3.	Тема 3. Техничко-экономические расчеты при проектировании систем электроснабжения	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в	Опрос, реферат, программы, презентации



№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
			области профессиональной деятельности	
4.	Тема 4. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Опрос, реферат, программы, презентации Опрос, реферат, программы, презентации
5.	Тема 5. Компенсация реактивной мощности	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Опрос, реферат, программы, презентации
6.	Тема 6. Методы расчёта электрических нагрузок	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.3 Выполняет расчеты на прочность простых конструкций	Опрос, реферат, программы, презентации
7.	Тема 7. Выбор силового трансформатора	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Опрос, реферат, программы, презентации
8.	Тема 8. Разновидности схем электроснабжения	ОПК-5 Способен использовать свойства	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей	Опрос, реферат, программы,

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
		конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	презентации
9.	Тема 9. Расчёт токов короткого замыкания	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	Опрос, реферат, программы, презентации
10.	Тема 10. Понятие об ударном токе короткого замыкания	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Опрос, реферат, программы, презентации
11.	Тема 11. Выбор электрооборудования	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования	Опрос, реферат, программы, презентации

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
			области профессиональной деятельности	
12.	Тема 12 Проверка электрооборудования на термическую и динамическую стойкость	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.3 Выполняет расчеты на прочность простых конструкций	Опрос, реферат, программы, презентации
13.	Тема 13. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ Расчет электрических сетей напряжениями до 1 кВ	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Опрос, реферат, программы, презентации
14.	Тема 14. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Опрос, реферат, программы, презентации
15.	Тема 15. Виды повреждений и ненормальных режимов работы. Междофазные КЗ в одной точке. КЗ на землю.	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.3 Выполняет расчеты на прочность простых конструкций	Опрос, реферат, программы, презентации
16.	Тема 16. Расчёт зоны защиты молниеотводов и сопротивления заземления заземляющих устройств	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов	ОПК-5.3 Выполняет расчеты на прочность простых конструкций	Опрос, реферат, программы, презентации

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код и наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
		объектов профессиональной деятельности		
17.	Тема 17. Микропроцессорная интегрированная релейная защита и автоматика. Особенности микропроцессорных защит.	ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	Опрос, реферат, программы, презентации

**Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП** прямо связаны с местом дисциплин в образовательной программе. Каждый этап формирования компетенции, характеризуется определенными знаниями, умениями и навыками и (или) опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются в процессе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине (практике) и в процессе итоговой аттестации.

Дисциплина «Надёжность электроснабжения» является промежуточным этапом комплекса дисциплин, в ходе изучения которых у студентов формируются компетенции ОПК-5.

Формирования компетенции ОПК-5 начинается с изучения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети», «Эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения», «Перспективы развития электроэнергетики», учебная практика: технологическая практика.

Завершается работа по формированию у студентов указанных компетенций в ходе «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения» Итоговая оценка сформированности компетенций ОПК-5 определяется в период подготовки и сдачи государственного экзамена.

**В процессе изучения дисциплины, компетенции также формируются поэтапно.**

Основными этапами формирования ОПК-5 при изучении дисциплины Б1.Д(М).В.ДВ.3.1 «Надёжность электроснабжения» является последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение

студентами необходимыми дескрипторами (составляющими) компетенций. Для оценки уровня сформированности компетенций в процессе изучения дисциплины предусмотрено проведение текущего контроля успеваемости по темам (разделам) дисциплины и промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

## **8.2. Контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **8.2.1. Контрольные вопросы по темам (разделам) для опроса на занятиях**

Тема (раздел)	Вопросы
Тема 1. Проектная документация электрической части промышленного предприятия	Разделы проектной документации
Тема 2. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения	Взаимовлияние окружающей среды и электроустановок Классификация помещений и зон по условиям окружающей среды
Тема 3. Техничко-экономические расчеты при проектировании систем электроснабжения	Особенности включения измерительных трансформаторов при разных группах соединений силовых трансформаторов. Основные соотношения для определения токов
Тема 4. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой	Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) Характеристика и нормирование
Тема 5. Компенсация реактивной мощности	Какими устройствами можно компенсировать реактивную мощность косинус угла в сети 6-10 кВ достоинства компенсации реактивной мощности
Тема 6. Методы расчёта электрических нагрузок	метода расчёта электрических нагрузок
Тема 7. Выбор силового трансформатора	Определение характеристик силового трансформатора
Тема 8. Разновидности схем электроснабжения	достоинства и недостатки радиальной схемы достоинства и недостатки магистральной схемы
Тема 9. Расчёт токов короткого замыкания	существенные отличия при расчёте токов к.з. до и выше 1 кВ. допущения при расчёте токов к.з
Тема 10. Понятие об ударном токе короткого замыкания	определяется ударного коэффициента пределы значения ударного коэффициента

Тема (раздел)	Вопросы
Тема 11. Выбор электрооборудования	Как выбираются силовые трансформаторы Как выбираются высоковольтные выключатели Как выбираются реакторы
Тема 12 Проверка электрооборудования на термическую и динамическую стойкость	динамическая стойкость проверка высоковольтных выключателей на динамическую стойкость
Тема 13. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ Расчет электрических сетей напряжениями до 1 кВ	Общие требования, предъявляемые к проектам электрооборудования, номинальные напряжения до 1 кВ Режимы нейтрали электроустановок до 1 кВ
Тема 14. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ	Режимы нейтрали электроустановок свыше 1 кВ
Тема 15. Виды повреждений и ненормальных режимов работы. Междофазные КЗ в одной точке. КЗ на землю.	Виды короткого замыкания
Тема 16. Расчёт зоны защиты молниеотводов и сопротивления заземления заземляющих устройств	Виды заземления Расчет заземления
Тема 17. Микропроцессорная интегрированная релейная защита и автоматика. Особенности микропроцессорных защит.	Преимущества и недостатки микропроцессорных устройств релейной защиты

### Шкала оценивания ответов на вопросы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«Отлично»	Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер.
«Хорошо»	Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера.

«Удовлетворительно»	Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей, фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов или их раскрывает содержательно, но допуская значительные неточности.
«Неудовлетворительно»	Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы.

### 8.2.2. Темы для докладов

Не предусмотрены

### 8.2.3. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ, КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)

Не предусмотрены

### 8.2.4. Оценочные средства остаточных знаний (тест)

1. Дополните предложение.

Компенсирующие устройства, мощность которых учитывается при определении полной расчетной мощности, применяется ...

- 1) для компенсации емкостных токов
- 2) для компенсации реактивной мощности
- 3) для компенсации потерь мощности

2. Дополните предложение.

Напряжение сети с изолированной нейтралью составляет...

- 1) до 1 кВ
- 2) 6-35 кВ
- 3) сети напряжением 110 кВ и выше

3. Какие проводники по режиму КЗ при напряжении выше 1 кВ не проверяются?

- 1) проводники, защищенные плавкими предохранителями - по термической стойкости
- 2) проводники, защищенные плавкими предохранителями - по электродинамической стойкости
- 3) провода ВЛ, оборудованных устройствами быстродействующего автоматического повторного включения

4. Какими двумя параметрами определяется выбор способа заземления нейтрали?

- 1) безопасностью обслуживания сети
- 2) стоимостью электроэнергии
- 3) надежностью электроснабжения электроприемников
- 4) категориями потребителей
- 5) экономичностью

5. Назовите режим нейтрали сети до 1 кВ?

- 1) глухо заземлена

- 2) изолирована от земли
  - 3) соединена с землей через активное или реактивное сопротивление
6. Какие сети не подлежат проверке по экономической плотности?
- 1) сети промышленных предприятий и сооружений до 1000 В, при числе часов использования максимума нагрузки 4000-5000 ч
  - 2) сети промышленных предприятий и сооружений выше 1000 В
  - 3) ответвления к отдельным электроприемникам напряжением до 1000 В, осветительные сети промышленных предприятий, жилых и общественных зданий
  - 4) сети временных сооружений и устройства со сроком службы до 5 лет
7. Назовите схему соединения двухобмоточных трансформаторов
- 1) звезда - звезда с выведенной нейтралью
  - 2) звезда - звезда с выведенными нейтралями - треугольник
  - 3) звезда - треугольник
  - 4) звезда с выведенной нейтралью - треугольник
8. К какому последствию приводит применение компенсирующих устройств напряжением 6 (10) кВ?
- 1) увеличивает  $\text{tg}\varphi$
  - 2) снижает  $\text{tg}\varphi$
  - 3) не влияет на  $\text{tg}\varphi$
9. Каковы приблизительные потери реактивной мощности в трансформаторах?
- 1) 5%
  - 2) 10%
  - 3) 2%
10. Каковы приблизительные потери активной мощности в трансформаторах?
- 1) 5%
  - 2) 10%
  - 3) 2%
11. Назовите четыре параметра, от которых зависит выбор компенсирующих устройств
- 1) коэффициент активной мощности нагрузки
  - 2) коэффициент реактивной мощности нагрузки
  - 3) активная мощность
  - 4) реактивная мощность
  - 5) полная мощность
12. При каком значении действительного времени не учитывается приведенное время апериодической составляющей?



1)  $t > 0,5 c$

2)  $t > 1 c$

3)  $t > 2 c$

**13.** Каким выражением определяется допустимый ток кабельной линии?

1)  $I_{\text{доп}} \geq \frac{I_{\text{макс.р}}}{1,25K_{\text{сн}}}$

2)  $I_{\text{доп}} \leq \frac{I_{\text{макс.р}}}{1,25K_{\text{сн}}}$

**14.** Каким выражением определяется термически стойкое к токам короткого замыкания сечение линии?

1)  $S_{\text{T}} = \frac{I_{\text{уст}} \sqrt{t_n}}{K_{\text{T}}}$

2)  $S_{\text{T}} = \frac{I_{\text{уст}} t_n}{K_{\text{T}}}$

**15.** Каким выражением определяются нагрузочные потери электроэнергии в линии?

1)  $\Delta W_n = 3(I_{\text{ср.нв}})^2 \cdot R_o \cdot l \cdot T_{\Gamma}$

2)  $\Delta W_n = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\Gamma} + P_{\text{кз}} \cdot K_3^2 \cdot \tau_{\text{max}}$

3)  $\Delta W_n = 3(I_{\text{max}})^2 \cdot R_o \cdot l \cdot \tau_{\text{max}}$

**16.** Какими двумя выражениями можно определить потери электроэнергии в трансформаторах?

1)  $\Delta W_{\text{T}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot 8760 + \Delta P_{\text{кз}} \cdot (S_{\text{max}} / S_{\text{HT}})^2 \cdot \tau_{\text{max}}$

2)  $\Delta W_{\text{T}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot 8760 + \Delta P_{\text{кз}} \cdot (S_{\text{ср}} / S_{\text{НОМ}})^2 \cdot T$

3)  $\Delta W_{\text{T}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot \tau_{\text{max}} + \Delta P_{\text{кз}} \cdot (S_{\text{max}} / S_{\text{HT}})^2 \cdot \tau_{\text{max}}$

$$4) \Delta W_T = \Delta P_{\text{ХХ}} \cdot T + \Delta P_{\text{КЗ}} \cdot (S_{\text{max}} / S_{\text{HT}})^2 \cdot T$$

17. Дополните предложение.

Критерием экономичности варианта электроснабжения является минимум...

- 1) приведенных затрат
- 2) капитальных вложений
- 3) эксплуатационных расходов

18. По каким двум параметрам выбирают целесообразное сечение линии?

- 1) по экономическим условиям
- 2) по техническим условиям
- 3) по надежности

19. По какому выражению определяют приведенные затраты?

- 1)  $Z = P_n \cdot I + K$
- 2)  $Z = P_n \cdot K + I$
- 3)  $Z = I + K$

20. В каком случае можно использовать выражение приведенных затрат

$$Z = P_n \cdot K + I ?$$

- 1) когда строительство объекта продолжается не более 1 года, а величина  $I = \text{const}$
- 2) когда строительство объекта продолжается более 1 года, а величина  $I = \text{var}$
- 3) когда строительство объекта продолжается не более 1 года, а величина  $I = \text{var}$

21. Из каких пяти показателей складываются приведённые затраты проектируемого варианта?

- 1) единовременных капитальных вложений
- 2) затрат на электроэнергию
- 3) затрат на амортизацию
- 4) затрат на возмещение потерь электроэнергии
- 5) затраты на эксплуатацию
- 6) затраты на строительство

22. Недостатком каких выключателей является их взрыво- и пожароопасность?

- 1) всех типов
- 2) масляных

- 3) вакуумных
- 4) элегазовых

23. Какие два оборудования источником реактивной мощности на промышленном предприятии?

- 1) асинхронные двигатели
- 2) синхронные двигатели
- 3) батареи конденсаторов
- 4) двигатели постоянного тока

24. Назовите два общесистемных показателей качества электроэнергии?

- 1) уровень частоты
- 2) симметрия трехфазного напряжения
- 3) уровень напряжения
- 4) синусоидальность напряжения

Правильные варианты ответы на тест.

Какой материал используется в качестве сорбента в хроматографии?

1. Шлак.
2. Молекулярное сито.
3. Вата.

26. Какое максимальное количество газовых реле имеет силовой трансформатор?

1. Один.
2. Два.
3. Три.

27. Для чего предназначен предохранительный клапан на СТ?

1. Для предохранения разрушения бака СТ.
2. Для предохранения разрушения вводов СТ.
3. Для предохранения разрушения расширителя СТ.

28. Измерительный трансформатор напряжения типа НАМИ является:

1. Античным.
2. Антирезонансным.
3. Антивандальным.

29. Какой прибор применяют при измерении контура заземлении подстанции

1. М416.
2. Р5026.
3. ВАФ-85.

29. Какой прибор применяют при измерении диэлектрических потерь?

1. М416.
2. Р5026.
3. ВАФ-85.

30. Какой прибор применяют при измерении контактных соединений?

1. М416.
2. Р5026.

### 3. P333.

Правильные варианты ответы на тест.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	13	1	15
1	2	3	1	3	2	3	1	1	2	1	2	2	4	3

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	1	2	1	3	2	1	1	1	2	2	1	2	1	3

## Шкала оценивания результатов тестирования

% верных решений (ответов)	Шкала оценивания
85 - 100	отлично
70 - 84	хорошо
50- 69	удовлетворительно
0 - 49	неудовлетворительно

### 8.2.5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ (ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА)

#### Вопросы для подготовки к зачету

1. Основные требования, предъявляемые к проектам: исходные данные для проектирования и содержание проектов.
2. Проектная документация электрической части промышленного предприятия: порядок разработки и состав проектной документации.
3. Проектная документация электрической части промышленного предприятия: Нормативно-техническая документация, применяемая при разработке проектов
4. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: взаимовлияние окружающей среды и электроустановок, классификация помещений и зон по условиям окружающей среды
5. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: категории исполнения электрооборудования и электротехнических изделий в зависимости от места размещения
6. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: климатические исполнения электротехнических изделий
7. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: защита электрооборудования от воздействия окружающей среды
8. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: степени защиты электрооборудования
9. Техничко-экономические расчеты при проектировании систем электроснабжения: цели, содержание и порядок расчетов
10. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: выбор экономически целесообразной площади сечения проводников
11. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: методы определения потерь мощности и электроэнергии
12. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: оценка стоимости потерь мощности и электроэнергии
13. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: методика технико-экономической оценки принимаемых решений
14. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: учет надежности электроснабжения при выборе оптимальных вариантов

15. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: условия сопоставимости вариантов инвестирования

16. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: оценка эффективности инвестиций

17. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: сравнительные характеристики электроприемников

18. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: анализ электроприемников и потребителей электроэнергии при проектировании систем электроснабжения

19. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: характерные параметры электрических нагрузок

20. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: методы определения электрических нагрузок, применяемые при проектировании

21. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: требования потребителей, предъявляемые к энергосистеме, и условия подачи электроэнергии энергоснабжающей организацией

22. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: обеспечение баланса активной и реактивной мощностей

23. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: проектные решения по поддержанию качества электроэнергии

24. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: электрические измерения и учет электрической энергии

25. Учет взаимосвязей между потребителями электроэнергии и энергосистемой: автоматизация учета электропотребления

26. Компенсация реактивной мощности: средства и способы компенсации реактивной мощности

27. Компенсация реактивной мощности: общие положения по расчету компенсации реактивной мощности

28. Компенсация реактивной мощности: определение мощности батарей конденсаторов, устанавливаемых в сети до 1 кВ

29. Компенсация реактивной мощности: определение реактивной мощности, генерируемой синхронными двигателями

30. Компенсация реактивной мощности: расчет экономического значения реактивной мощности, потребляемой из сети энергосистемы

31. Компенсация реактивной мощности: анализ баланса реактивной мощности на границе раздела сети потребителя и энергосистемы

32. Компенсация реактивной мощности: размещение конденсаторных установок и управление ими

33. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ: общие требования, предъявляемые к проектам электрооборудования, номинальные напряжения до 1 кВ

34. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ: режимы нейтрали электроустановок до 1 кВ

35. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1кВ: трансформаторы цеховых подстанций и их выбор
36. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1кВ: выбор и размещение трансформаторных подстанций
37. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ: выбор электрооборудования внутрицеховых сетей
38. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ: питающие и распределительные силовые сети
39. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ: осветительные сети производственных зданий
40. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ: выбор конструктивного исполнения электрических сетей, принципы построения защиты электрических сетей
41. Расчет электрических сетей напряжениями до 1 кВ: выбор проводников электрических сетей
42. Расчет электрических сетей напряжениями до 1 кВ: расчет осветительных сетей промышленных предприятий
43. Расчет электрических сетей напряжениями до 1 кВ: определение потерь напряжения в цеховой сети
44. Расчет электрических сетей напряжениями до 1 кВ: расчет троллейных линий
45. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ: общие требования, предъявляемые к схемам электроснабжения промышленных объектов
46. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ: выбор номинального напряжения для систем внешнего и внутреннего электроснабжения
47. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ: построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок
48. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ: выбор места расположения распределительных пунктов и трансформаторных подстанций
49. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ: схемы питающих и распределительных сетей
50. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ: выбор сечений проводников линий 6-10 кВ
51. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ: конструктивное исполнение и компоновка распределительных пунктов и трансформаторных подстанций
52. Проектирование систем электроснабжения на напряжении выше 1 кВ: проектные решения по обеспечению надежности электроснабжения
53. Энергосбережение на промышленных предприятиях: основные пути улучшения использования электроэнергии на промышленных предприятиях

54. Энергосбережение на промышленных предприятиях: определение расхода электроэнергии

55. Энергосбережение на промышленных предприятиях: энергетические характеристики потребителей электроэнергии

56. Энергосбережение на промышленных предприятиях: снижение потерь мощности и электроэнергии в системах электроснабжения

57. Энергосбережение на промышленных предприятиях: мероприятия по экономии электроэнергии на промышленных предприятиях

58. Система автоматизированного проектирования электрической части промышленного предприятия: САПР как средство ускорения и оптимизации решений при проектировании, основные цели и задачи САПР

59. Система автоматизированного проектирования электрической части промышленного предприятия: подсистемы САПР, информационная база функциональных подсистем

60. Система автоматизированного проектирования электрической части промышленного предприятия: виды обеспечения САПР, задачи и структура подсистемы автоматизированного проектирования электроснабжения.

### **8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Основной целью проведения промежуточной аттестации является определение степени достижения целей по учебной дисциплине или ее разделам. Осуществляется это проверкой и оценкой уровня теоретической знаний, полученных обучающимися, умения применять их в решении практических задач, степени овладения обучающимися практическими навыками и умениями в объеме требований рабочей программы по дисциплине, а также их умение самостоятельно работать с учебной литературой.

Организация проведения промежуточной аттестации регламентирована «Положением об организации образовательного процесса в федеральном государственном автономном образовательном учреждении «Московский политехнический университет»

#### **8.3.1. Показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования, достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине**

<b>Код и наименование компетенции ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</b>				
<b>Этап (уровень)</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>
<b>знать</b>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих	Обучающийся демонстрирует частичное	Обучающийся демонстрирует полное соответствие



<b>Код и наименование компетенции ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</b>				
<b>Этап (уровень)</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>
	<p>недостаточное соответствие следующих знаний: Перечень требуемой для изучения дисциплины учебной, учебно-методической, технической литературы. Методики расчета и оценки рабочих характеристик элементов электрической цепи и приемников электрической энергии. Статистические методы обработки результатов измерений</p>	<p>знаний: Перечень требуемой для изучения дисциплины учебной, учебно-методической, технической литературы. Методики расчета и оценки рабочих характеристик элементов электрической цепи и приемников электрической энергии. Статистические методы обработки результатов измерений</p>	<p>соответствие следующих знаний: Технические характеристики электроизмерительных приборов и схемы их включения. Статистические методы обработки результатов измерений Перечень требуемой для изучения дисциплины учебной, учебно-методической, технической литературы.</p>	<p>следующих знаний: Перечень требуемой для изучения дисциплины учебной, учебно-методической, технической литературы. Методики расчета и оценки рабочих характеристик элементов электрической цепи и приемников электрической энергии. Технические характеристики электроизмерительных приборов и схемы их включения.</p>
<b>уметь</b>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять: Определять аналитическим способом основные параметры и рабочие характеристики элементов электрической цепи и приемников электрической энергии. Пользоваться электроизмерительными приборами. Самостоятельно проводить элементарные электрические измерения Систематизировать результаты измерений, экспериментов и испытаний</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: Определять аналитическим способом основные параметры и рабочие характеристики элементов электрической цепи и приемников электрической энергии. Пользоваться электроизмерительными приборами. Самостоятельно проводить элементарные электрические измерения Систематизировать результаты измерений, экспериментов и испытаний</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: Пользоваться электроизмерительными приборами. Самостоятельно проводить элементарные электрические измерения. Систематизировать результаты измерений, экспериментов и испытаний Применять полученные знания для выполнения схем электроснабжения. Пользоваться персональным компьютером и прикладными программами</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: Пользоваться персональным компьютером и прикладными программами. Определять аналитическим способом основные параметры и рабочие характеристики элементов электрической цепи и приемников электрической энергии. Пользоваться электроизмерительными приборами. Самостоятельно проводить элементарные электрические измерения. Систематизировать результаты измерений, экспериментов и испытаний</p>
<b>владеть</b>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: Навыками по разработке схем электроснабжения,</p>	<p>Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения навыками</p>	<p>Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения,</p>	<p>Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет навыками работы:</p>

<b>Код и наименование компетенции ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</b>				
<b>Этап (уровень)</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>
	расчётами электрических нагрузок. Практическими методами подбора приборов для определения характеристик и показателей приемников электрической энергии с целью применения в профессиональной (практической) деятельности.	работы. Навыками по разработке схем электроснабжения, расчётами электрических нагрузок. Практическими методами подбора приборов для определения характеристик и показателей приемников электрической энергии с целью применения в профессиональной (практической) деятельности.	частично владеет навыками работы: Основными практическими методами оценки влияния характеристик и свойств элементов электрической цепи и приемников электрической энергии. на энергосистему. Основными методами обработки данных экспериментов, измерений и испытаний	Практическими методами обработки данных экспериментов, измерений и испытаний, основами планирования экспериментов. Методами анализа влияния характеристик и свойств элементов электрической цепи и приемников электрической энергии на энергосистему. Аналитическими методами расчета и оценки рабочих характеристик релейной защиты и для определению основных параметров и характеристик релейных защит и устройств автоматики отдельных элементов энергосистем.

### **8.3.2. Методика оценивания результатов промежуточной аттестации**

Показателями оценивания компетенций на этапе промежуточной аттестации по дисциплине «Надёжность электроснабжения» являются результаты обучения по дисциплине.

#### **Оценочный лист результатов обучения по дисциплине**

<b>Код компетенции</b>	<b>Знания</b>	<b>Умения</b>	<b>Навыки</b>	<b>Уровень сформированности компетенции на данном этапе / оценка</b>
ОПК-5	Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов,	Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает	Выполняет расчеты на прочность простых конструкций.	

	выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками		
Оценка по дисциплине (среднее арифметическое)				

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, навыки).

Оценка «зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,4 до 5,0. Оценка «не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

Оценка «отлично» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0. Оценка «хорошо» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4. Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

### 8.3.2. Методика оценивания результатов промежуточной аттестации

Показателями оценивания компетенций на этапе промежуточной аттестации по дисциплине «Надёжность электроснабжения» являются результаты обучения по дисциплине.

#### Оценочный лист результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Знания	Умения	Навыки	Уровень сформированности и компетенции на данном этапе / оценка
ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и	Методики расчета и оценки рабочих характеристик элементов электрической цепи и приемников электрической	Определять аналитическим способом основные параметры и рабочие характеристики элементов электрической	Методами анализа влияния характеристик и свойств элементов электрической цепи и приемников электрической энергии на энергосистему.	

Код компетенции	Знания	Умения	Навыки	Уровень сформированности и компетенции на данном этапе / оценка
режимов объектов профессиональной деятельности	энергии. Основные законы физики в области электричества, магнетизма, основные законы электротехники и электромеханики, физические процессы, происходящие при преобразовании электроэнергии в другие виды энергии и передаче энергии по СЭС;	цепи и приемников электрической энергии. Применять полученные знания для выполнения схем электроснабжения Применять полученные знания для выполнения простейших типовых расчетов по релейной защите и для определению основных параметров и характеристик релейных защит отдельных элементов энергосистем.	Основными общепринятыми аналитическими методами расчета токов к.з. и выбора электрооборудования СЭС. Уровнем знаний по физике, электричеству, магнетизму, теоретической электротехнике, высшей математике, теории комплексных чисел, общей энергетике, приемам электрической энергии, электрическим станциям и подстанциям, электроэнергетическим системам и сетям, электроснабжению, необходимым проектирования СЭС.	
Оценка по дисциплине (среднее арифметическое)				

Оценка «отлично» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине «Надёжность электроснабжения», при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам

промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

## **9. Электронная информационно-образовательная среда**

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), как на территории филиала, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда – совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, обеспечивающих освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся, Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает:

а) доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;

б) формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;

в) фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы бакалавриата;

г) проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

д) взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации. Основными составляющими ЭИОС филиала являются:

а) сайт института в сети Интернет, расположенный по адресу [www.polytech21.ru](http://www.polytech21.ru), <https://chebpolytech.ru/> который обеспечивает:

- доступ обучающихся к учебным планам, рабочим программам дисциплин, практик, к изданиям электронных библиотечных систем, электронным информационным и образовательным ресурсам, указанных в рабочих программах (разделы сайта «Сведения об образовательной организации»);

- информирование обучающихся обо всех изменениях учебного процесса (новостная лента сайта, лента анонсов);

- взаимодействие между участниками образовательного процесса (подразделы сайта «Задать вопрос директору»);

б) официальные электронные адреса подразделений и сотрудников института с Яндекс-доменом @polytech21.ru (список контактных данных подразделений Филиала размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Контакты», списки контактных официальных электронных данных преподавателей размещены в подразделах «Кафедры») обеспечивают взаимодействие между участниками образовательного процесса;

в) личный кабинет обучающегося (портфолио) (вход в личный кабинет размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Студенту» подразделе «Электронная информационно-образовательная среда») включает в себя портфолио студента, электронные ведомости, рейтинг студентов и обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися,

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе с сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы,

г) электронные библиотеки, включающие электронные каталоги, полнотекстовые документы и обеспечивающие доступ к учебно-методическим материалам, выпускным квалификационным работам и т.д.:

Чебоксарского института (филиала) - «ИРБИС»

д) электронно-библиотечные системы (ЭБС), включающие электронный каталог и полнотекстовые документы:

- «ЛАНЬ» - [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)

- Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru>

е) платформа цифрового образования Политеха - <https://lms.mospolytech.ru/>

ж) система «Антиплагиат» - <https://www.antiplagiat.ru/>

з) система электронного документооборота DIRECTUM Standard — обеспечивает документооборот между Филиалом и Университетом;

и) система «1С Управление ВУЗом Электронный деканат» (Московский политехнический университет) обеспечивает фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися;

к) система «POLYTECH systems» обеспечивает информационное, документальное автоматизированное сопровождение образовательного процесса;

л) система «Абитуриент» обеспечивает документальное автоматизированное сопровождение работы приемной комиссии.

## **10. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### *а) основная литература*

1. Фролов, Ю. М. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Ю. М. Фролов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14937-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544522>

2. Тимошенко, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск : учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 572 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18623-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/545183>

3. Малафеев, С. И. Надежность электроснабжения : учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-9036-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/183737>

### *б) дополнительная литература*

1. Быстрицкий, Г. Ф. Электроснабжение. Силовые трансформаторы : учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Б. И. Кудрин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08404-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537747>

2. Тимошенко, С. П. Основы теории надежности : учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 445 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8193-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536405>.

### Периодика

1. Известия Тульского государственного университета. Технические науки : Научный рецензируемый журнал. <https://tidings.tsu.tula.ru/tidings/index.php?id=technical&lang=ru&year=1>. - Текст : электронный.

2. Научный периодический журнал «Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика» : Научный рецензируемый журнал. <https://www.powervestniksusu.ru/index.php/PVS>. - Текст : электронный.

## **11. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы**

Профессиональная база данных и информационно-справочные системы	Информация о праве собственности (реквизиты договора)
Университетская информационная система РОССИЯ <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>	Тематическая электронная библиотека и база для прикладных исследований в области экономики, управления, социологии, лингвистики, философии, филологии, международных отношений, права. свободный доступ
научная электронная библиотека Elibrary <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов, из которых более 4800 журналов в открытом доступе свободный доступ
сайт Института научной информации по общественным наукам РАН. <a href="http://www.inion.ru">http://www.inion.ru</a>	Библиографические базы данных ИНИОН РАН по социальным и гуманитарным наукам ведутся с начала 1980-х годов. Общий объём массивов составляет более 3 млн. 500 тыс. записей (данные на 1 января 2012 г.). Ежегодный прирост — около 100 тыс. записей. В базы данных включаются аннотированные описания книг и статей из журналов и сборников на 140 языках, поступивших в Фундаментальную библиотеку ИНИОН РАН. Описания статей и книг в базах данных снабжены шифром хранения и ссылками на полные тексты источников из Научной электронной библиотеки.
Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – <a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>	Федеральный портал «Российское образование» – уникальный интернет-ресурс в сфере образования и науки. Ежедневно публикует самые актуальные новости, анонсы событий, информационные материалы для широкого круга читателей. Еженедельно на портале размещаются эксклюзивные материалы, интервью с ведущими специалистами – педагогами, психологами, учеными, репортажи и аналитические статьи. Читатели получают доступ к нормативно-правовой базе



Профессиональная база данных и информационно-справочные системы	Информация о праве собственности (реквизиты договора)
	сферы образования, они могут пользоваться самыми различными полезными сервисами – такими, как онлайн-тестирование, опросы по актуальным темам и т.д.
Профессиональная база данных и информационно-справочные системы	Информация о праве собственности (реквизиты договора)
Университетская информационная система РОССИЯ <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>	Тематическая электронная библиотека и база для прикладных исследований в области экономики, управления, социологии, лингвистики, философии, филологии, международных отношений, права. свободный доступ
научная электронная библиотека Elibrary <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов, из которых более 4800 журналов в открытом доступе свободный доступ

## 12. Программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), используемое при осуществлении образовательного процесса и материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Программное обеспечение	Информация о праве собственности (реквизиты договора, номер лицензии и т.д.)
2206 Учебная аудитория для проведения учебных занятий всех видов, предусмотренных программой магистратуры, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) Кабинет электроэнергетических систем Учебная лаборатория АО «Пик Элби» Klemsan	Kaspersky Endpoint Security Стандартный Educational Renewal 2 года. Band S: 150-249	Номер лицензии 2B1E-211224-064549-2-19382 Сублицензионный договор №821_832.223.3K/21 от 24.12.2021 до 31.12.2023
	Kaspersky Endpoint Security Расширенный Russian Edition.	150-249 Node 2 year Educational Renewal License СУБЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР № ППИ - 126/2023 от 14.12.2023
	Windows 7 OLPNLAcdmc	договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16 (бессрочная лицензия)
	AdobeReader	свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)
	СПС Гарант	Договор № 735_480.223.3K/20 от 15.12.2020 Договор № С-007/2024 от 09.01.2024
	Yandexбраузер	отечественное свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)
	Microsoft Office Standard 2007(Microsoft DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic(Microsoft Open License	номер лицензии-42661846 от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16 (бессрочная лицензия)
	Zoom	свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)
AIMP	отечественное свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)	

Аудитория	Программное обеспечение	Информация о праве собственности (реквизиты договора, номер лицензии и т.д.)
№ 1126 Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Kaspersky Endpoint Security Стандартный Educational Renewal 2 года. Band S: 150-249	Номер лицензии 2В1Е-211224-064549-2-19382 Сублицензионный договор №821_832.223.3К/21 от 24.12.2021 до 31.12.2023
	Kaspersky Endpoint Security Расширенный Russian Edition.	150-249 Node 2 year Educational Renewal License СУБЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР № ППИ - 126/2023 от 14.12.2023
	Windows 7 OLPNLAcdmc	договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16 (бессрочная лицензия)
	AdobeReader	свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)
	СПС Гарант	Договор № 735_480.223.3К/20 от 15.12.2020 Договор № С-007/2024 от 09.01.2024
	Yandex браузер	свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)
	Microsoft Office Standard 2007(Microsoft DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic (Microsoft Open License	номер лицензии-42661846 от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16 (бессрочная лицензия)
	Zoom	свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)
AIMP	отечественное свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)	
Читальный зал (специализированный кабинет), оборудованный компьютерами с выходом в сеть Интернет № 104 (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 54)	Kaspersky Endpoint Security Стандартный Educational Renewal 2 года.	BandS: 150-249 Номер лицензии 2В1Е-211224-064549-2-19382 Сублицензионный договор №821_832.223.3К/21 от 24.12.2021 до 31.12.2023
	Kaspersky Endpoint Security Расширенный Russian Edition.	150-249 Node 2 year Educational Renewal License СУБЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР № ППИ - 126/2023 от 14.12.2023
	MS Windows 10 Pro	договор № 392_469.223.3К/19 от 17.12.19 (бессрочная лицензия)
	AdobeReader	свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)
	СПС Гарант	Договор № 735_480.2233К/20 от 15.12.2020 Договор № С-007/2024 от 09.01.2024
	Yandex браузер	свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)
	Microsoft Office Standard 2007(Microsoft DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic(Microsoft Open License	номер лицензии-42661846 от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16 (бессрочная лицензия)
	AIMP	отечественное свободно распространяемое программное обеспечение (бессрочная лицензия)

### 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип и номер помещения	Перечень основного оборудования и технических средств обучения
2206 Учебная аудитория для проведения учебных занятий всех видов, предусмотренных программой магистратуры, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) Кабинет электроэнергетических систем Учебная лаборатория АО «Пик Элби» Klemsan	Оборудование: комплект мебели для учебного процесса; доска учебная; стенды Технические средства обучения: компьютерная техника; мультимедийное оборудование (проектор, экран)
№ 1126 Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Оборудование: комплект мебели для учебного процесса; Технические средства обучения: компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Филиала

### 14. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

#### *Методические указания для занятий лекционного типа*

В ходе лекционных занятий обучающемуся необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой дисциплины.

#### *Методические указания для занятий семинарского (практического) типа.*

Практические занятия позволяют развивать у обучающегося творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления.

Подготовка к практическому занятию включает два этапа. На первом этапе обучающийся планирует свою самостоятельную работу, которая включает: уяснение задания на самостоятельную работу; подбор основной и дополнительной литературы; составление плана работы, в котором

определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку к занятию, которая начинается с изучения основной и дополнительной литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Далее следует подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие или по теме, вынесенной на дискуссию (круглый стол), продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой темы с реальной жизнью.

Готовясь к докладу или выступлению в рамках интерактивной формы (дискуссия, круглый стол), при необходимости следует обратиться за помощью к преподавателю.

#### ***Методические указания к самостоятельной работе.***

Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа обучающегося над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание и количество самостоятельной работы обучающегося определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, практическими заданиями и указаниями преподавателя.

#### ***Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:***

- 1) конспектирование (составление тезисов) лекций;
- 2) выполнение контрольных работ;
- 3) решение задач;
- 4) работу со справочной и методической литературой;
- 5) работу с нормативными правовыми актами;
- 6) выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях;
- 7) защиту выполненных работ;
- 8) участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- 9) участие в собеседованиях, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- 10) участие в тестировании и др.

#### ***Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:***

- 1) повторения лекционного материала;
- 2) подготовки к практическим занятиям;
- 3) изучения учебной и научной литературы;
- 4) изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- 5) решения задач, и иных практических заданий

- 6) подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;
- 7) подготовки к практическим занятиям устных докладов (сообщений);
- 8) подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;
- 9) выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом;
- 10) выполнения выпускных квалификационных работ и др.
- 11) выделения наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями на консультациях.
- 12) проведения самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

Текущий контроль осуществляется в форме устных, тестовых опросов, докладов, творческих заданий.

В случае пропусков занятий, наличия индивидуального графика обучения и для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок.

## **15. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение по дисциплине «Надёжность электроснабжения» инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По дисциплине «Надёжность электроснабжения» обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и с использованием электронной информационно-образовательной среды, образовательного портала и электронной почты.