

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

**Дзержинский политехнический институт (филиал)**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

А.М.Петровский

“ 08 ” июня 2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.10 Надежность электроснабжения**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра      Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Кафедра-разработчик      Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

Объем дисциплины            108/3  
    часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчик: доцент, к.т.н., доцент Вуколов В.Ю.

Дзержинск, 2023г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 года № 144 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 02.06.2023 № 9

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД «Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы»

протокол от 08.06.2023 № 8

Зав. кафедрой к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Л.Ю. Вадова  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Автоматизация, энергетика, математика и информационные системы

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Л.Ю. Вадова  
(подпись)

Начальник ОУМБО \_\_\_\_\_ И.В. Старикова  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 13.03.02 - 41

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	16
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	19
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	19
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	21
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	22
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	24

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Цель освоения дисциплины:

- ознакомление с основными понятиями и терминами изучаемой дисциплины, которыми будущий специалист будет оперировать в своей практической деятельности; освоение базовых принципов расчета основных показателей надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов, приобретение навыков выбора элементов электропередачи по условиям надежности.

### 1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение и анализ научно-технической информации;
- применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов, составление обзоров и отчетов по выполненной работе.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Надежность электроснабжения» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: электроснабжение, переходные процессы, электроэнергетические системы и сети, релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.

Дисциплина «Надежность электроснабжения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: для защиты ВКР.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

## 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1а

### Формирование компетенции ПКС-1 дисциплинами для очной формы

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-1	Электрический привод								

Экономия и учет энергоресурсов и энергетический мониторинг									
Электрические станции и подстанции									
Электроэнергетические системы и сети									
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем									
Техника высоких напряжений									
Электроснабжение									
Переходные процессы в электроэнергетических системах									
Электротехнологические установки									
Электромагнитная совместимость в электроэнергетике									
<b>Надежность электроснабжения</b>									
Энергоснабжение									
Электрическое освещение									
Воздушные и кабельные ЛЭП									
Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения									
Специальные вопросы электроснабжения									
Ознакомительная практика									
Проектная практика									
Эксплуатационная практика									
Преддипломная практика									
Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР									

Таблица 16

**Формирование компетенции ПКС-1 дисциплинами для заочной формы**

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Курсы формирования компетенции				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс

ПКС-1	Электрический привод					
	Экономия и учет энергоресурсов и энергетический мониторинг					
	Электрические станции и подстанции					
	Электроэнергетические системы и сети					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
	Техника высоких напряжений					
	Электроснабжение					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах					
	Электротехнологические установки					
	Электромагнитная совместимость в электроэнергетике					
	<b>Надежность электроснабжения</b>					
	Энергоснабжение					
	Электрическое освещение					
	Воздушные и кабельные ЛЭП					
	Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения					
	Специальные вопросы электроснабжения					
	Ознакомительная практика					
	Проектная практика					
	Эксплуатационная практика					
	Преддипломная практика					
Подготовка к процедуре защиты и процедура защита ВКР						

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1 Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ИПКС-1.1 Выполняет анализ данных для проектирования	<b>Знать:</b> показатели надежности систем электроснабжения	<b>Уметь:</b> объяснить смысл показателей надежности	<b>Владеть:</b> навыками оценки достаточности данных для оценки надежности	Устный опрос Контрольные работы	Вопросы для устного собеседования
	ИПКС-1.3 Подготавливает текстовые и графические разделы проектной и рабочей документации на основе типовых технических решений	<b>Знать:</b> методы статистической оценки показателей надежности	<b>Уметь:</b> использовать методы статистической оценки показателей надежности.	<b>Владеть:</b> навыками оценки технического состояния и остаточного ресурса оборудования.		

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3зач.ед./108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл.3 и 4.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	54	54
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	48	48
- лекции (Л)	12	12
- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	6	6
- групповые консультации по дисциплине	-	-
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	6	6
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся:		
- по проектированию: проект (работа)		
- по выполнению РГР		
- по выполнению КР		
- по составлению реферата (доклада, эссе)		
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	27	27
<b>Вид промежуточной аттестации Экзамен</b>	27	27
<b>Общая трудоёмкость, часы/зачетные единицы</b>	108/3	108/3

Таблица 4

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по курсам для студентов заочного обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
<b>1. Контактная работа обучающихся с преподавателем</b> (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	24	24
<b>1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	18	18
- лекции (Л)	6	6



- лабораторные работы (ЛР)	-	-
- практические занятия (ПЗ)	12	12
<b>1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	6	6
- групповые консультации по дисциплине		
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	6	6
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе		
<b>2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)</b>	75	75
<b>Вид промежуточной аттестации: Экзамен</b>	9	9
<b>Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы</b>	108/3	108/3

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

### Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>8 семестр</b>									
ПКС-1, ИПКС-1.1 ИПКС-1.3	Тема 1.1 Надежность и ее теория.	1	-	-	2	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С. 13-29	Собеседование		
	Тема 1.2. Задачи обеспечения надежного электроснабжения.		-	-					
	Тема 1.3. Термины и определения из области надежности		-	-					
	Тема 2.1. Роль математических методов при оценке и обеспечении надежности систем энергетики	2	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С. 31-87; 6.1.1: С. 37-45	Собеседование		
	Тема 2.2. Элементы теории множеств		-	-					
	Тема 2.3. Элементы теории графов		-	-					
	Тема 2.4. Элементы теории вероятностей	2	-	-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для	Собеседование		
	Тема 3.1. Количественная оценка показателей надежности		-	-					
Тема 3.2. Сбор информации об отказе		-	-						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	элементов технических систем. Состав фиксируемой информации					самостоятельной работы. 6.2.1: С. 101-125			
	Тема 3.3. Особенности обработки статистических данных о надежности		-	-					
	Тема 3.4. Проверка однородности статистического материала и гипотез о законе распределения случайной величины.		-	-					
	Тема 3.5. Точность оценки. Доверительная вероятность. Доверительный интервал. Контроль качества и надёжности.			-					
	Тема 4.1. Модели отказов невосстанавливаемых систем	2		16	8	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С.125-147	Собеседование		
	Тема 4.2. Модели надежности электроустановок с восстановлением.			20					
	Тема 4.3. Модели надежности электроустановок с профилактикой								
	Тема 4.4. Модели надёжности электроустановок с восстановлением и профилактикой			-					
	Тема 5.1. Основы аналитических методов надёжности электроустановок и систем.	2		-	4	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С.151-168	Собеседование		
	Тема 5.2. Логико-вероятностный метод								
	Тема 5.3. Таблично-логический метод расчёта		-	-					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5.4. Метод имитационного моделирования.		-	-					
	Тема 6.1. Общие принципы определения ущерба от нарушений электроснабжения	1,5	-	-	2,5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С. 168-189	Собеседование		
	Тема 6.2. Техничко-экономическая оценка возможных последствий от нарушений электроснабжения объектов производственных систем		-	-					
	Тема 6.3. Составляющие ущерба от нарушений электроснабжения и их технико-экономическая оценка.		-	-					
	Тема 7.1. Принципы нормирования и рекомендации по составу нормативов надёжности электроснабжения потребителей.	1,5	-	-	2,5	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С.192-203	Собеседование		
	Тема 7.2. Методический подход к исследованию и уточнению предельных нормативов надёжности электроснабжения		-	-					
	Тема 7.3. Основы принятия решений по ограничению потребителей при дефицитах электроснабжения.		-	-					
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>27</b>				

Таблица 6

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>5 курс</b>									
ПКС-1, ИПКС-1.1 ИПКС-1.3	Тема 1.1 Надежность и ее теория.	0,5	-	-	6	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С. 13-29	Собеседование		
	Тема 1.2. Задачи обеспечения надежного электроснабжения.		-	-					
	Тема 1.3. Термины и определения из области надежности		-	-					
	Тема 2.1. Роль математических методов при оценке и обеспечении надежности систем энергетики	1	-	-	11	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С. 31-87; 6.1.1: С. 37-45	Собеседование		
	Тема 2.2. Элементы теории множеств		-	-					
	Тема 2.3. Элементы теории графов		-	-					
	Тема 2.4. Элементы теории вероятностей		-	-					
	Тема 3.1. Количественная оценка показателей надежности	1	-	-	11	Подготовка к лекци-	Собеседование		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.2. Сбор информации об отказе элементов технических систем. Состав фиксируемой информации		-	-		ям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С. 101-125			
	Тема 3.3. Особенности обработки статистических данных о надежности								
	Тема 3.4. Проверка однородности статистического материала и гипотез о законе распределения случайной величины.								
	Тема 3.5. Точность оценки. Доверительная вероятность. Доверительный интервал. Контроль качества и надежности.								
	Тема 4.1. Модели отказов невосстанавливаемых систем	1		5	22	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С.125-147	Собеседование		
	Тема 4.2. Модели надежности электроустановок с восстановлением.			7					
	Тема 4.3. Модели надежности электроустановок с профилактикой								
	Тема 4.4. Модели надежности электроустановок с восстановлением и профилактикой								
	Тема 5.1. Основы аналитических методов надежности электроустановок и систем.	1			11	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для	Собеседование		
	Тема 5.2. Логико-вероятностный метод								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС)				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5.3. Таблично-логический метод расчёта		-	-		самостоятельной работы. 6.2.1: С.151-168			
	Тема 5.4. Метод имитационного моделирования.		-	-					
	Тема 6.1. Общие принципы определения ущерба от нарушений электроснабжения	1	-	-	7	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С. 168-189	Собеседование		
	Тема 6.2. Техничко-экономическая оценка возможных последствий от нарушений электроснабжения объектов производственных систем		-						
	Тема 6.3. Составляющие ущерба от нарушений электроснабжения и их технико-экономическая оценка.		-						
	Тема 7.1. Принципы нормирования и рекомендации по составу нормативов надёжности электроснабжения потребителей.	0,5	-		7	Подготовка к лекциям, тестированию, выполнение заданий для самостоятельной работы. 6.2.1: С.192-203	Собеседование		
	Тема 7.2. Методический подход к исследованию и уточнению предельных нормативов надёжности электроснабжения		-						
	Тема 7.3. Основы принятия решений по ограничению потребителей при дефицитах электроснабжения.		-						
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>75</b>				

## **5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

**5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

### **5.1.1 Перечень вопросов для текущей аттестации**

1. Технические средства повышения надежности
2. Использование математического аппарата теории множеств в задачах надежности.
3. Задачи надежности, решаемые с помощью математического аппарата теории графов.
4. Задачи нахождения кратчайшего пути.
5. Максимальный поток на графе.
6. Сетевое планирование. Управление проектами.
7. Случайные события в электроэнергетике и методы их оценки.
8. Случайные величины в электроэнергетике.
9. Примеры дискретных случайных величин в электроэнергетике
10. Примеры непрерывных случайных величин в электроэнергетике
11. Числовые характеристики случайных величин, используемых при решении задач надежности в электроэнергетике.
12. Законы распределения дискретных случайных величин, используемые в электроэнергетике
13. Законы распределения непрерывных случайных величин, используемые в электроэнергетике
14. Понятие о функции надежности
15. Потоки случайных событий в задачах электроэнергетики
16. Проверка статистических гипотез при решении задач надежности
17. Основные показатели надежности электроэнергетических систем
18. Методы контроля качества и надежности электротехнических изделий, испытания на надежность
19. Аналитический метод расчета надежности
20. Логико-вероятностный метод расчета надежности. Дерево отказов.
21. Марковские процессы.
22. Оценка показателей надежности при постоянном резервировании и резервировании замещением.
23. Обоснование необходимости экономической оценки надежности
24. Понятие ущерба от нарушения электроснабжения производственного объекта
25. Составляющие ущерба от нарушений электроснабжения
26. Рациональное управление электропотреблением на промышленных объектах
27. Нормирование надежности

### **5.1.2 Темы практических занятий**

- Основные показатели надежности электроэнергетических систем;
- Потоки случайных событий в задачах электроэнергетики;
- Законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин, используемые в электроэнергетике;



## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

### Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы				Штрафные баллы
		1	2	3	4	За нарушение сроков сдачи
Выполнение контрольных работ	2	30				
Посещение занятий	1	30				
Активность	1	10				

## Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций	ИПКС-1.1 Выполняет анализ данных для проектирования	Не знает методы оценки технических и технико-экономических последствий ненадежного электроснабжения потребителей. Не знает основные методы статистической оценки показателей надежности.	Знает один метод оценки технических и технико-экономических последствий ненадежного электроснабжения потребителей. Знает один из методов статистической оценки показателей надежности.	Знает большинство методов оценки технических и технико-экономических последствий ненадежного электроснабжения потребителей. Знает основной метод статистической оценки показателей надежности.	Знает методы оценки технических и технико-экономических последствий ненадежного электроснабжения потребителей. Знает основные методы статистической оценки показателей надежности.
	ИПКС-1.3 Подготавливает текстовые и графические разделы проектной и рабочей документации на основе типовых технических решений	Не умеет использовать методы оценки технических и технико-экономических последствий ненадежного электроснабжения потребителей. Не умеет использовать основные методы статистической оценки показателей надежности.	Умеет использовать некоторые методы оценки технических и технико-экономических последствий ненадежного электроснабжения потребителей. Умеет использовать один из методов статистической оценки показателей надежности.	Умеет использовать большинство методов оценки технических и технико-экономических последствий ненадежного электроснабжения потребителей. Умеет использовать некоторые из методов статистической оценки показателей надежности.	Умеет использовать методы оценки технических и технико-экономических последствий ненадежного электроснабжения потребителей. Умеет использовать основные методы статистической оценки показателей надежности.

## Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) - зачтено	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) - зачтено	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – не зачтено	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 6.1. Учебная литература

6.1.1 Аполлонский С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов: \*учебное пособие для вузов / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. – СПб.: Лань, 2011. – 448с.: ил.

6.1.2 Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Н.К. Полуянович. – СПб.: Лань, 2012. – 400 с.: ил.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

## 6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.2.1 Папков Б.В. Надежность электроснабжения: учебно-методическое пособие для вузов / Б.В. Папков. – Н.Новгород, 2007. – 210с.

6.2.2 Папков Б.В. Переходные процессы в электрических системах : учебно-методическое пособие для вузов / Б.В. Папков. – Н.Новгород, 2006. – 103с.

6.2.3 Вуколов В.Ю., Куликов А.Л., Папков Б.В., Шарыгин М.В. Анализ и оценка последствий отключения потребителей электроэнергии / В.Ю. Вуколов, А.Л. Куликов, Б.В. Папков, М.В. Шарыгин – Из-во Нижегородского государственного технического университета, Нижний Новгород, 2016. – 74 с.

## 7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечествен-

ного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

#### Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

### 7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 11

#### Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 12

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>

2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	доступ из локальной сети

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 13 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

### Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 14 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 14

### Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1150 Аудитория для лекционных занятий и демонстрационный кабинет Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт.; Экран – 1 шт.	
2	1148 Лаборатория «Электроэнергетика»	Специализированные стенды для моделирования процессов	

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	в системах электроснабжения	
3	<b>1234</b> Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт.; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО)</li> </ul>
4	<b>1443а</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПК на базе Intel Celeron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17' – 4 шт.</li> </ul> ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписка- DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox(свободное ПО);</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> </ul>

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме собеседования.

При преподавании дисциплины «Надежность электроснабжения», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возмож-

ность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## 10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 5 и 6). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа по дисциплине регламентируется:

- Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплинам кафедры АЭМИС для всех направлений и форм обучения;
- Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол №2 от 22 апреля 2013г. Постоянный адрес информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее по тексту в сети Интернет): [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/yymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/yymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20)

## **11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний, обучающихся по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- выполнение практических работ;
- экзамен.

**11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине.**

Форма проведения аттестации по дисциплине

- экзамен: в форме письменного экзамена для обучающихся очной формы и заочной формы.

### **Перечень вопросов к экзамену по дисциплине Б1.В.ОД.10 «Надежность электро-снабжения»**

1. Технические средства повышения надежности
2. Использование математического аппарата теории множеств в задачах надежности.
3. Задачи надежности, решаемые с помощью математического аппарата теории графов.
4. Задачи нахождения кратчайшего пути.
5. Максимальный поток на графе.
6. Сетевое планирование. Управление проектами.
7. Случайные события в электроэнергетике и методы их оценки.
8. Случайные величины в электроэнергетике.
9. Примеры дискретных случайных величин в электроэнергетике
10. Примеры непрерывных случайных величин в электроэнергетике
11. Числовые характеристики случайных величин, используемых при решении задач надежности в электроэнергетике.
12. Законы распределения дискретных случайных величин, используемые в электроэнергетике
13. Законы распределения непрерывных случайных величин, используемые в электроэнергетике



14. Понятие о функции надежности
15. Потоки случайных событий в задачах электроэнергетики
16. Проверка статистических гипотез при решении задач надежности
17. Основные показатели надежности электроэнергетических систем
18. Методы контроля качества и надежности электротехнических изделий, испытания на надежность
19. Аналитический метод расчета надежности
20. Логико-вероятностный метод расчета надежности. Дерево отказов.
21. Марковские процессы.
22. Оценка показателей надежности при постоянном резервировании и резервировании замещением.
23. Обоснование необходимости экономической оценки надежности
24. Понятие ущерба от нарушения электроснабжения производственного объекта
25. Составляющие ущерба от нарушений электроснабжения
26. Рациональное управление электропотреблением на промышленных объектах
27. Нормирование надежности

### Перечень задач для промежуточной аттестации:

#### • Практическая задача №1.

В распределительном пункте (РП) установлено  $n_{в}$  автоматических выключателей. Нормальная работа потребителей обеспечивается при их исправном состоянии. При монтаже РП выключатели выбирались из партии объемом в  $n_{парт}$  штук, в которой было  $n_{испр}$  исправных выключателей. Найти вероятность исправной работы РП. Исходные данные представлены ниже (таблица 1).

Таблица 1– Исходные данные для практической задачи №1

№ варианта	$n_{в}$ , ШТ	$n_{парт}$ , ШТ	$n_{испр}$ , ШТ
1	4	100	90
2	5	120	95
3	6	140	120
4	7	150	145
5	8	200	170
6	9	180	150
7	10	170	160
8	4	160	130
9	5	130	110
10	6	110	95
11	7	115	100
12	8	125	115
13	9	135	125
14	10	145	135
15	4	155	145
16	5	165	155
17	6	175	165
18	7	185	175
19	8	195	185
20	9	190	180

#### • Практическая задача №2.

Силовые трансформаторы изготавливаются тремя заводами, причем вероятность того, что трансформатор произведен на первом заводе, равна  $q_{з1}$ , на втором –  $q_{з2}$ , на третьем –  $q_{з3}$ . Вероятность того, что при определенных условиях работы трансформатор сохранит работоспособность в течении 25 лет для первого, второго и третьего заводов соответственно равны:  $q_{т1}$ ;  $q_{т2}$ ;  $q_{т3}$ . Чему равна вероятность того, что поступивший для монтажа

подстанции трансформатор сохранит работоспособность в течении 25 лет? Исходные данные представлены ниже (таблица 2).

Таблица 2 – Исходные данные для практической задачи №2

№ варианта	$q_{з1}$	$q_{з2}$	$q_{з3}$	$q_{т1}$	$q_{т2}$	$q_{т3}$
1	0,2	0,3	0,5	0,90	0,92	0,80
2	0,3	0,4	0,3	0,80	0,90	0,85
3	0,2	0,2	0,6	0,85	0,75	0,95
4	0,1	0,5	0,4	0,95	0,95	0,88
5	0,4	0,4	0,2	0,80	0,83	0,86
6	0,2	0,3	0,5	0,92	0,80	0,90
7	0,3	0,4	0,3	0,90	0,85	0,80
8	0,2	0,2	0,6	0,75	0,95	0,85
9	0,1	0,5	0,4	0,95	0,88	0,95
10	0,4	0,4	0,2	0,83	0,86	0,80
11	0,2	0,3	0,5	0,80	0,90	0,92
12	0,3	0,4	0,3	0,85	0,80	0,90
13	0,2	0,2	0,6	0,95	0,85	0,75
14	0,1	0,5	0,4	0,88	0,95	0,95
15	0,4	0,4	0,2	0,86	0,80	0,83
16	0,2	0,3	0,5	0,80	0,83	0,86
17	0,3	0,4	0,3	0,92	0,80	0,90
18	0,2	0,2	0,6	0,90	0,85	0,80
19	0,1	0,5	0,4	0,75	0,95	0,85
20	0,4	0,4	0,2	0,95	0,88	0,95

• Практическая задача №3.

Вероятность выхода из строя электрического прибора равна  $P$ . Для повышения надежности в прибор поставлены  $m$  дублирующих ветвей. Определить во сколько раз ( $k$ ) увеличивается надежность прибора, если под надежностью понимать вероятность безотказности работы. Исходные данные представлены ниже (таблица 3).

Таблица 3– Исходные данные для практической задачи №3

	Вариант																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P$	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,91	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,91	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95
$m$	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5

• Практическая задача №4.

Электротехническое устройство состоит из трех элементов. В течении первого года эксплуатации в первом элементе произошло  $n_1$  отказа, во втором –  $n_2$ , в третьем –  $n_3$ . Определить параметры потоков отказа. Исходные данные представлены ниже (таблица 4).

Таблица 4 – Исходные данные для практической задачи №4

	Вариант																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$n_1$	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
$n_2$	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
$n_3$	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1

• Практическая задача №5.

Питание потребителя осуществляется по одноцепной линии, состоящей из кабельной линии, трансформатора, выключателя. Вероятность безотказной работы за время  $t$  для этих элементов  $P_{кл} = 0,7$ ;  $P_{т} = 0,9$ ;  $P_{в} = 0,9$ . Отказ любого элемента приводит к перерыву питания, причем отказы взаимно независимы. Найти вероятность безотказной работы передачи. Исходные данные представлены ниже (таблица 5).

Таблица 5 – Исходные данные для практической задачи №5

	Вариант																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P_{\text{вн}}$	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,91	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,91	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95
$P_{\text{т}}$	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,91	0,90	0,96	0,97	0,91	0,90	0,92	0,93	0,90	0,92	0,93
$P_{\text{в}}$	0,95	0,96	0,97	0,91	0,90	0,95	0,96	0,97	0,91	0,91	0,90	0,92	0,93	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,95

• Практическая задача №6.

Общая протяженность одноцепных ВЛ электрической сети 220 кВ энергосистемы –  $l$ . В течении года эксплуатации произошло  $n_{\text{у}}$  устойчивых и  $n_{\text{н\text{у}}}$  неустойчивых отказов. Определить их статистические частоты, приведя к длине линии 100 км. Исходные данные представлены ниже (таблица 6).

Таблица 6 – Исходные данные для практической задачи №6

	Вариант																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$l, \text{ км}$	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890	900	910	920	930	940	950	960	970	980	990
$n_{\text{у}}$	10	11	9	7	8	10	11	9	7	8	10	11	9	7	8	10	11	9	7	8
$n_{\text{н\text{у}}}$	8	7	9	12	11	13	10	8	7	9	12	11	13	10	8	7	9	12	11	13

• Практическая задача №7.

Две цепи электроснабжения работают параллельно на общую нагрузку. Вероятность аварийного простоя одной цепи  $q_1 = 0,6 \cdot 10^{-3}$ , второй –  $q_2 = 0,8 \cdot 10^{-3}$ . принимая аварийные состояния цепей независимыми, определить вероятность аварийного простоя двухцепной электропередачи для двух случаев: а) отказ электропередачи происходит при отказе одной из цепей (любой); б) отказ электропередачи происходит при отказе только обеих цепей. Исходные данные представлены ниже (таблица 7).

Таблица 7 – Исходные данные для практической задачи №7

	Вариант																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$q_1$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
$q_2$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$

• Практическая задача №8.

В энергосистеме находятся в аварийно-восстановительном ремонте  $n$  однотипных трансформаторов. Через  $t_1$  часов их осталось в ремонте  $n_1$ , а через  $t_2$  часов –  $n_2$ . Определить статистические вероятности восстановления трансформаторов за  $t_1$  и  $t_2$  ч. Исходные данные представлены ниже (таблица 8).

Таблица 8 – Исходные данные для практической задачи №8

	Вариант																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$n$	50					80					40					30				
$n_2$	6	8	15	20	14	23	26	34	19	22	12	10	11	13	9	6	5	4	8	7

$n_2$	4	5	10	17	12	21	24	30	17	19	10	9	7	9	6	4	4	2	7	5
$t_1, \text{ч}$	300	500	300	400	360	500	600	800	400	300	300	300	400	450	400	500	600	300	400	300
$t_2, \text{ч}$	330	520	350	440	380	540	660	900	420	360	330	320	450	550	550	580	620	210	430	330

• Практическая задача №9.

От цехового трансформатора получают электроэнергию четыре электродвигателя с потребляемыми мощностями  $S_1, S_2, S_3, S_4$  соответственно. Режим работы электродвигателей связан с технологией производства таким образом, что при работе первого двигателя вероятность включения второго равна  $p_2$ ; при работе второго двигателя вероятность включения третьего равна  $p_3$ ; при работе первых трех вероятность включения в работу четвертого равна  $p_4$ . Вероятность включения в работу первого электродвигателя равна  $p_1$ . Требуется определить вероятность нагрузки цехового трансформатора  $S$ . Исходные данные представлены ниже (таблица 9).

Таблица 9 – Исходные данные для практической задачи №9

№ варианта	$S_1, \text{кВ}\cdot\text{А}$	$S_2, \text{кВ}\cdot\text{А}$	$S_3, \text{кВ}\cdot\text{А}$	$S_4, \text{кВ}\cdot\text{А}$	$S, \text{кВ}\cdot\text{А}$	$p_1$	$p_2$	$p_3$	$p_4$
1	20	30	40	10	100	0,80	0,7	0,5	0,4
2	30	40	50	40	160	0,81	0,75	0,6	0,45
3	40	50	80	80	250	0,82	0,8	0,55	0,35
4	50	80	120	150	400	0,83	0,85	0,65	0,6
5	30	10	20	40	100	0,84	0,7	0,45	0,7
6	40	40	40	40	160	0,85	0,75	0,75	0,65
7	70	70	50	60	250	0,86	0,8	0,5	0,55
8	100	100	80	120	400	0,87	0,85	0,6	0,4
9	30	30	30	10	100	0,88	0,7	0,55	0,45
10	40	50	20	50	160	0,89	0,75	0,65	0,35
11	100	40	40	70	250	0,90	0,8	0,45	0,6
12	110	140	75	75	400	0,91	0,85	0,75	0,7
13	25	25	25	25	100	0,92	0,7	0,5	0,65
14	35	65	40	20	160	0,93	0,75	0,6	0,55
15	70	65	55	60	250	0,94	0,8	0,55	0,6
16	100	100	100	100	400	0,95	0,85	0,65	0,7
17	50	30	10	10	100	0,96	0,7	0,45	0,65
18	40	60	15	45	160	0,97	0,75	0,75	0,55
19	30	60	70	90	250	0,98	0,8	0,5	0,4
20	140	130	50	80	400	0,99	0,85	0,6	0,45

**Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования.**

Компьютерное тестирование не предусмотрено.