

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

Передовая инженерная школа атомного машиностроения
и систем высокой плотности энергии (ПИШ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

А.В. Тумасов
(подпись) (ф. и. о.)
« 01 » апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.1.1 Надежность и эффективность систем электроэнергетики

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Кибербезопасность электроэнергетических систем

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра ЭССЭ

Кафедра-разработчик ЭССЭ

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Липужин И.А., к.т.н.

Нижний Новгород, 2024г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 г. № 147 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 23.04.2024г № 14

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ЭССЭ протокол от 20.03.2024 № 5
Зав. кафедрой к.т.н, доцент Севостьянов А.А. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от 28.03.2023 № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 13.04.02-к-19
Начальник МО _____ Н.Р. Булгакова

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	13
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. Учебная литература.....	16
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	16
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	17
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	17
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
7.1. Перечень информационных справочных систем	18
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины	18
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	19
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	20
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	20
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа.....	21
10.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	21
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	22
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости	22
11.1.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций при изучении схем и режимов электрических систем, их электрического и электронного оборудования для управления системами электроэнергетики и электроснабжения.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Получение знаний, позволяющих правильно и грамотно выбрать схемы и режимы, электрические аппараты в зависимости от технических, технологических, экономических и эксплуатационных требований, предъявляемых к нему;
- Ознакомление с современными методами расчёта надёжности и эффективности систем электроэнергетики и электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Надежность и эффективность систем электроэнергетики» включена в перечень дисциплин по выбору вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОПБ1.В.ДВ.1.1. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объёме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Надежность и эффективность систем электроэнергетики» являются Математика, Физика, Теоретические основы электротехники, Электрические и электронные аппараты, Энергетические ресурсы и установки, Теория автоматического управления, Автоматизация и информатизация ЭЭС.

Дисциплина «Надежность и эффективность систем электроэнергетики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Релейная защита ЭЭС, Методология научно-исследовательских разработок, Организационно-экономическое обоснование научно-технических разработок, Современные проблемы науки и производства в электроэнергетике, Оптимизация в ЭЭС, Применение ЭВМ в электроэнергетике, Переходные электромеханические процессы в ЭЭС, Цифровая обработка сигнала.

Рабочая программа дисциплины «Надежность и эффективность систем электроэнергетики» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»			
	1	2	3	4
<i>Цифровая обработка сигналов, ПКС-1</i>	+			
<i>Методология научно-исследовательских разработок, ПКС-1</i>	+	+	+	
<i>Переходные электромеханические процессы в ЭЭС, ПКС-1</i>		+		
<i>Применение ЭВМ в электроэнергетике, ПКС-1</i>		+		
<i>Информационная безопасность электроэнергетических систем, ПКС-1</i>			+	
<i>Надежность и эффективность систем электроэнергетики, ПКС-1</i>	+			
<i>Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы, ПКС-1</i>		+		
<i>Научно-исследовательская работа, ПКС-1</i>	+	+	+	+
<i>Преддипломная практика, ПКС-1</i>				+
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР, ПКС-1</i>				+

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 планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследование, интерпретировать и представлять результаты научных исследований	ИПКС-1.1. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования	Знать: методы формулировки тем исследования, проблемы и гипотез исследования, выбирать методы и составлять программу исследования	Уметь: формулировать тему исследования и выбирать методы исследования	Владеть: навыками выбора методов исследования	Тестирование в системе E-learning (35 вопрос).	Вопросы для устного собеседования (18 вопросов)
	ИПКС-1.2. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование	Знать: методы анализа и систематизации информации	Уметь: осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации	Владеть: навыками анализа и систематизации информации исследования	Тестирование в системе E-learning (35 вопрос).	Вопросы для устного собеседования (18 вопросов)
	ИПКС-1.3. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ	Знать: методы интерпретации результатов и представления отчетов	Уметь: интерпретировать результаты и представлять отчет	Владеть: навыками интерпретации результатов и представления отчетов		

Трудовая функция: D/04.7 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Квалификационные требования к ТФ:

Трудовые действия:

- Организация внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Трудовые умения:

- Применять методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных предприятий

Трудовые знания:

- Основы экономики, организации производства, труда и управления организацией;
- Методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных организаций.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4зач.ед. 144 часа, распределение часов по видам работ посеместрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 1
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	76	76
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	72	72
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др.)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-
2. Самостоятельная работа (СРС)	45	45
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	45	45
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4—Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					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 студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия										
1семестр														
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ИПКС-1.3.	Раздел 1. Введение. Основные понятия надежности в электроэнергетике.													
	Тема 1.1. Надежность и ее теория.		1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 1.2. Задачи обеспечения надежного электроснабжения.		1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 1.3. Термины и определения из области надежности.		1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ИПКС-1.3.	Раздел 2. Математические методы в теории надежности													
	Тема 2.1. Роль математических методов при оценке и обеспечении надежности систем энергетики.		1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 2.2. Элементы теории множеств.		1		2	1	подготовка к лекциям	Публичная презентация проекта.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				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 студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
					[6.1.1.] [6.1.2.]								
	Тема 2.3. Элементы теории графов.	1		4	1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 2.4. Элементы теории вероятностей.	2		6	1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ИПКС-1.3.	Раздел 3. Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности												
	Тема 3.1. Количественная оценка показателей надежности.	2			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 3.2. Сбор информации об отказе элементов технических систем. Состав фиксируемой информации.	1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 3.3. Особенности обработки статистических данных о надежности.	1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 3.4. Проверка однородности статистического материала и гипотез о законе распределения случайной величины.	2		5	1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 3.5. Точность оценки. Доверительная вероятность. Доверительный интервал. Контроль качества и надёжности.	1		1	1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					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 студентов (час)									
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия										
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ИПКС-1.3.	Раздел 4. Модели оценки надежности систем электроэнергетики													
	Тема 4.1. Модели отказов невосстанавливаемых систем.		2		2	1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 4.2. Модели надежности электроустановок с восстановлением.		2		4	1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 4.3. Модели надежности электроустановок с профилактикой.		1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 4.4. Модели надёжности электроустановок с восстановлением и профилактикой.		1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ИПКС-1.3.	Раздел 5. Методы оценки надежности систем электроэнергетики													
	Тема 5.1. Основы аналитических методов надёжности электроустановок и систем.		1			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 5.2. Логико-вероятностный метод.		1		2	1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 5.3. Таблично - логический метод расчёта.		1		2	2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 5.4. Метод имитационного моделирования.		1		2	3	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				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 студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ИПКС-1.3.	Раздел 6. Технико-экономическая оценка последствий нарушений электроснабжения потребителей				[6.1.2.]								
	Тема 6.1. Общие принципы определения ущерба от нарушений электроснабжения.	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 6.2. Технико-экономическая оценка возможных последствий от нарушений электроснабжения объектов производственных систем.	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 6.3. Составляющие ущерба от нарушений электроснабжения и их технико-экономическая оценка.	1		2	3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 6.4. Учёт возможностей производственных систем в задачах режимной управляемости систем электроэнергетики.	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
ПКС-1 ИПКС-1.1. ИПКС-1.2. ИПКС-1.3.	Раздел 7. Нормирование надежности при управлении режимами электропотребления												
	Тема 7.1. Принципы нормирования и рекомендации по составу нормативов надёжности электроснабжения потребителей.	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 7.2. Методический подход к исследованию и уточнению предельных нормативов надёжности электроснабжения.	1		1	2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 7.3. Анализ живучести.	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.]	Публичная презентация проекта.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				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											
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)								
	Тема 7.4. Основы принятия решений по ограничению потребителей при дефицитах электроснабжения.	1		1	2	[6.1.2.]	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	1				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	-	34	45				10				
	ИТОГО по дисциплине	34	-	34	45				10				

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. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: https://edu.nntu.ru/quest/subject/test/subject_id/547.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.

Таблица 5 – При текущем контроле (контрольные недели)

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентовоценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе: https://edu.nntu.ru/quest/subject/test/subject_id/547.

Таблица 6 - 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» 0-65% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 66-80% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 81-90% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 91-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследование, интерпретировать и представлять результаты научных исследований	ИПКС-1.1. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не способен сформулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, что препятствует проведению исследования.	Фрагментарные, поверхностные знания. Владеет навыками формулирования темы исследования, проблемы и гипотезы исследования. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует проведению исследования. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при выборе методов и составлении программы исследования.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Способен сформулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования. Изложение полученных знаний полное, системное. Допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.
	ИПКС-1.2. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование.	Фрагментарные, поверхностные знания. Испытывает трудности при сборе, анализе и систематизации информации по проблеме исследования. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследования. Изложение полученных знаний полное, систем-

			существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при проведении исследований.		ное. Допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.
	ИПКС-1.3. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ.	Фрагментарные, поверхностные знания. Испытывает трудности при интерпретации результатов и представлении отчетов. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ.	Имеет глубокие знания всего материала дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ. Изложение полученных знаний полное, системное. Допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, 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)	оценку « хорошо » заслуживает студент, 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)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, 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)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, 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. Липужин, И.А. Курс лекций «Надежность и эффективность систем электроэнергетики». Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: [Надежность и эффективность систем электроэнергетики](#).

6.1.2. Папков, Б.В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков: учебник и практикум для вузов / Б.В. Папков, А.Л. Куликов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00721-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452083>.

6.1.3. Шишмарёв, В.Ю. Надежность технических систем: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454286>.

6.1.4. Малафеев, С. И. Надежность электроснабжения: учебное пособие для вузов / С.И. Малафеев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-9036-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183737>.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

— учебники и учебные пособия

6.2.1. Тимошенков, С.П. Надежность технических систем и техногенный риск: учебник и практикум для вузов / С.П. Тимошенков, Б.М. Симонов, В.Н. Горошко. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 502 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8582-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450485>.

6.2.2. Тимошенков, С.П. Основы теории надежности: учебник и практикум для вузов / С.П. Тимошенков, Б.М. Симонов, В.Н. Горошко. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 445 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8193-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450484>.

6.2.3. Северцев, Н.А. Теория надежности сложных систем в отработке и эксплуатации: учебное пособие для вузов / Н.А. Северцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 320 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8194-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450483>.

дательство Юрайт, 2020. — 473 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12071-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/446791>.

6.2.4. Шилин, А.Н. Надежность электроснабжения: учебно-методическое пособие / А.Н. Шилин, А.Г. Сошинов, О.И. Елфимова. — Волгоград: ВолгГТУ, 2019. — 104 с. — ISBN 978-5-9948-3271-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157260>.

6.2.5. Надежность электроснабжения: учебное пособие / И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко, И.К. Шарипов, С.В. Аникуев. — Ставрополь: СтГАУ, 2018. — 64 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/141610>.

6.2.6. Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов: учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1130-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167900>.

— нормативные документы

6.2.7. [ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Термины и определения](#). Введ. 01.03.2017.

6.2.8. [ГОСТ 27.003-2016. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности](#). Введ. 01.09.2017.

6.2.9. [ГОСТ Р 27.013-2019. Надежность в технике. Методы оценки показателей безотказности](#). Введ. 01.07.2020.

6.2.10. [IEEE 1366-2012 - IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices](#). Approved 2012-05-14.

6.2.11. [РД 34.20.801-2000. Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе энергосистем, электростанций, котельных, электрических и тепловых сетей](#). М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. — 24 с.

6.2.12. [ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения](#). Введ. 01.07.2002.

6.2.13. [ГОСТ Р 50779.70-2018. Статистические методы. Процедуры выборочного контроля по альтернативному признаку. Введение в стандарты серии ГОСТ Р ИСО 2859](#). Введ. 01.06.2019.

6.2.14. [РД 50-690-89 Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным](#). Введ. 01.01.1991.

6.2.15. [ГОСТ Р 27.004-2009. Надежность в технике. Модели отказов](#). Введ. 01.09.2010.

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. Научно-технический журнал «[Электричество](#)»

6.3.2. Научно-технический журнал «[Интеллектуальная электротехника](#)»

6.3.3. Научно-технический журнал «[Надежность](#)»

6.3.4. Научно-технический журнал «[Надежность и безопасность энергетики](#)»

6.3.5. Научно-практический журнал «[Надежность и качество сложных систем](#)»

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ и расчетно-графических работ по дисциплине «Надежность и эффективность систем электроэнергетики» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу: https://edu.nntu.ru/task/list/index/subject_id/547.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://urait.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

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

Таблица 9 – Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	SMathStudio
	P7-Офис

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	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	https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/standarts/catalognational
2	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
3	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 11 - 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
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

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 12 перечислены:

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

Таблица 12—Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1320 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, Самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор; 3. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian
2	Ауд. 8207 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор; 3. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	промежуточной аттестации)		
3	Ауд. 8110 Компьютерная аудитория (для самостоятельной работы)	Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian

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 проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Надежность и эффективность систем электроэнергетики», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов 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 и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе E-learning 4Gi могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам 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, практиках и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, 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 студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент 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, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент 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 4). 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 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 обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 12). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

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 студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- зачет.

11.1.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

Вопросы к промежуточной аттестации (зачет)

1. Средства обеспечения надежности.
2. Основная оптимизационная задача надежности.
3. Задачи обеспечения надежного электроснабжения.
4. Проблемы надежности в условиях либерализации
5. Элементы теории вероятностей. Случайные события. Определение вероятности.
6. Случайные величины в задачах надежности. Законы распределения дискретных случайных величин.
7. Случайные величины в задачах надежности. Законы распределения непрерывных случайных величин.
8. Потоки отказов и восстановлений.
9. Показатели надежности. Их количественная оценка.
10. Сбор информации об отказах элементов технических систем. Состав фиксируемой информации.
11. Особенности обработки статистических данных.
12. Проверка однородности статистического материала и гипотез о законе распределения случайной величины.
13. Точность оценки. Доверительная вероятность, интервал.
14. Практические методы статистической оценки надежности.
15. Модели отказов невосстанавливаемых элементов
16. Виды резервирования.
17. Модели надежности установок с восстановлением
18. Экономическая оценка последствий нарушений.

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 50 или указывают конкретное количество тестовых заданий	10	20

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G.