

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.11.2022 14:44:48

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5823b3a4c4c

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор ГГНТУ

И.Г. Гайрабеков



2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Интеллектуальные системы диагностики электроэнергетических комплексов**

Направление подготовки (специальность): **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность: **магистерская программа «Интеллектуальные средства и системы управления, защиты и диагностики электроэнергетических комплексов»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **очная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий (ЭАПП);**

Трудоемкость дисциплины: **3 з.е. (108час)**

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям): Интеллектуальные системы поддержки принятия решений и экспертные системы; Интеллектуальные средства управления режимами систем электроснабжения; Информационные и коммуникационные сети электроэнергетических систем; Микропроцессорные системы управления электроэнергетическими комплексами; Мультиагентные системы искусственного интеллекта; Применение методов искусственного интеллекта в электроэнергетике; Технологическая практика; Цифровые подстанции;

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям):

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Часть, формируемая участниками образовательных отношений;

**Форма обучения: очная**

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
	Зачетные единицы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контактная	СРО	
4	3	108	34	74	зачет;
ИТОГО:	3	108	34	74	

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

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетенции
3	Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	ПК-8.-2
4	Способен оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности и проводить экспертизу предлагаемых проектно-конструкторских решений	ПК-9.-4
1	Способен руководить проектами по созданию систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения со стороны заказчика	ПК-и-5-3
2	Способен руководить проектами со стороны заказчика по созданию, поддержке и использованию системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПК-и-6-2

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ПК-и-5	ПК-и-5.1. Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта со стороны заказчика	З(ПК-и-5)	Знать: возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения
		У(ПК-и-5)	Уметь: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения
		В(ПК-и-5)	Владеть: навыками руководства по созданию комплексных систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения.
ПК-и-6	<p>ПК-и-6.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи со стороны заказчика</p> <p>ПК-и-6.2. Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств со стороны заказчика</p> <p>ПК-и-6.3. Руководит проектами по разработке, систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов со стороны заказчика</p>	З(ПК-и-6)	Знать: принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта ;принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубокого машинного обучения; подходы к применению моделей на основе нечеткой логики в системах искусственного интеллекта;функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, в том числе сетей-трансформеров и сетей с автоматически генерируемой архитектурой
		У(ПК-и-6)	Уметь: руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			та на основе искусственных нейронных сетей;руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов;проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения; применять современные инструментальные методы и средства обучения моделей искусственных нейронных сетей
		В(ПК-и-6)	Владеть: навыками руководства работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи, по созданию систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств, со стороны заказчика, проектами по разработке, систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов со стороны заказчика
ПК-8.	ПК-8.1 Применяет справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполняет сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приво-	З(ПК-8.)	Знать: справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвига-

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
	дов, электродвигателей		телей
		У(ПК-8.)	Уметь: применять справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполнять сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей
		В(ПК-8.)	Владеть: навыками применения справочных материалов, нормативных (ПУЭ, ПТЭЭП) и методических документов, выполнения сбора информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей
ПК-9.	ПК-9.1 Демонстрирует знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	З(ПК-9.)	Знать: особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения
		У(ПК-9.)	Уметь: демонстрировать знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения
		В(ПК-9.)	Владеть: знаниями особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения

### 3. Структура дисциплины

### 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам, часы												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	<b>34</b>				34								
лекции (всего)	<b>12</b>				12								
-в т.ч. лекции on-line курс	<b>0</b>												
практические занятия (ПЗ)	<b>16</b>				16								
-в т.ч. практические занятия on-line курс	<b>0</b>												
лабораторные работы (ЛР)	<b>4</b>				4								
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	<b>0</b>												
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	<b>0</b>												
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	<b>2</b>				2								
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	<b>74</b>				74								
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	<b>0</b>												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	<b>0</b>												
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	<b>37</b>				37								
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	<b>30</b>				30								
подготовка к сдаче зачета, экзамена	<b>7</b>				7								
иные виды работ обучающегося (при наличии)	<b>0</b>												
освоение on-line курса	<b>0</b>												
<b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>108</b>				108								

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

Форма обучения: очная

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования	4	4	4	0	19	<b>27</b>	З(ПК-8.) З(ПК-9.) У(ПК-8.) У(ПК-9.) В(ПК-8.) В(ПК-9.)
2	Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	4	4	6	0	20	<b>30</b>	З(ПК-8.) З(ПК-9.) У(ПК-8.) У(ПК-9.) В(ПК-8.) В(ПК-9.)

Номер темы (раздела)	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
3	Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	4	4	6	4	35	<b>49</b>	З(ПК-и-5) З(ПК-и-6) У(ПК-и-5) У(ПК-и-6) В(ПК-и-5) В(ПК-и-6)
ИТОГО:			12	16	4	74	<b>106</b>	

#### 4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования	<b>Техническая диагностика и прогнозирование ресурса. Основные понятия и определения.</b> Техническая диагностика и прогнозирование ресурса. Основные понятия и определения. Тестовое и функциональное диагностирование. Связь технической диагностики с надежностью и качеством. Постановка задачи распознавания технического состояния оборудования. Математические модели в задачах диагностики. Применение метода наименьших квадратов для идентификации эксплуатационного состояния систем. Использование технологии нейронных сетей для решения задач диагностики	2		
2	1-Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования	<b>Методы диагностики</b> Тепловые методы диагностики. Метод частичных разрядов. Физико-химические методы диагностики. Оптические методы. Неразрушающий контроль конструкционных материалов и изделий. Диагностические комплексы и мобильные диагностические лаборатории.	2		
3	2-Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	<b>Дефекты и повреждения коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики</b> Дефекты и повреждения изоляции коммутационных аппаратов, контактов и контактных соединений, кабельных линий, воздушных линий, элементов систем релейной защиты и автоматики.	2		
4	2-Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	<b>Дефекты и повреждения силового электроэнергетического и электротехнического оборудования</b> Характерные повреждения силового электроэнергетического и электротехнического оборудования. Контроль изоляции, вводов и измерительных трансформаторов. Диагностика опрессовки активных элементов и механических деформаций.	2		
5	3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	<b>Системы искусственного интеллекта, используемые для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования</b> Системы искусственного интеллекта, основанные на ис-	2		

		пользовании нечеткой логики, искусственных нейронных сетей, генетических алгоритмов			
6	3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	<b>Диагностические параметры, используемые, для оценки технического состояния и ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования с использованием систем искусственного интеллекта</b> Диагностические параметры, несущие информацию о техническом состоянии и ресурсе электроэнергетического и электротехнического оборудования, которые можно использовать для применения систем искусственного интеллекта для оценки их технического состояния и ресурса	2		
-		<b>ИТОГО:</b>	12		

#### 4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	1	<b>Диагностика двигательной нагрузки электрических сетей с использованием искусственной нейронной сети</b> Оценка технического состояния и прогнозирование ресурса двигателей электропривода машинных агрегатов с использованием искусственной нейронной сети	4		
-		<b>ИТОГО:</b>	4		

#### 4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования	1	<b>Методы и средства оценки технического состояния электроэнергетического и электротехнического оборудования</b> Сопоставительный анализ достоинств и недостатков, областей применения современных методов и средств оценки технического состояния электроэнергетического и электротехнического оборудования	2		
1-Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования	2	<b>Методы прогнозирования ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования</b> Анализ современных методов прогнозирования ресурса технических систем с точки зрения применимости для прогнозирования ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования с использованием методов искусственного интеллекта.	2		
2-Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	3	<b>Дефекты и повреждения коммутационных аппаратов и элементов систем релейной защиты и автоматики, их проявление и диагностические параметры</b> Анализ причин появления дефектов и повреждений	2		

		коммутационных аппаратов и элементов систем релейной защиты и автоматики, их проявление и диагностические параметры			
2-Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	4	<b>Дефекты и повреждения кабельных и воздушных линий электропередачи</b> Анализ причин возникновения и последствий дефектов и повреждений кабельных и воздушных линий электропередачи, их проявление, диагностические параметры	2		
2-Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	5	<b>Дефекты и повреждения электрических генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и их проявление.</b> Анализ причин появления и последствий дефектов и повреждений электрических генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и их проявление, диагностические параметры.	2		
3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	6	<b>Методы оценки технического состояния электроэнергетического и электротехнического оборудования, основанные на использовании нечеткой логики</b> Использование нечеткой логики для решения задач оценки технического состояния электроэнергетического и электротехнического оборудования, достоинства и недостатки, предпочтительные области применения	2		
3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	7	<b>Методы оценки технического и прогнозирования ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования, основанные на использовании искусственных нейронных сетей</b> Использование искусственных нейронных сетей оценки технического и прогнозирования ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования, достоинства и недостатки, области применения	2		
3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	8	<b>Методы оценки технического состояния и ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования, основанные на использовании генетических алгоритмов</b> Использование генетических алгоритмов для оценки технического состояния и ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования, достоинства и недостатки, области применения	2		
-		<b>ИТОГО:</b>	16		

#### 4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	7		
1-Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	12		
2-Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	8		
2-Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную	12		

	проработку			
3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	подготовка к сдаче зачета, экзамена	7		
3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	15		
3-Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	13		
-	ИТОГО:	74		

### Темы для самостоятельной работы обучающихся

#### Раздел 1. Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования

изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку; подготовка к практическим занятиям; подготовка к сдаче зачета

#### Раздел 2. Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.

изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку; подготовка к практическим занятиям; подготовка к сдаче зачета

#### Раздел 3. Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.

Системы искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.

### 5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

#### 6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины	Ссылки на официальные сайты
Официальный сайт Ident Smart Studio - экспертной системы предметно-независимого распознавания графических образов	<a href="http://iss.norcity.ru">http://iss.norcity.ru</a>
SCADA системы для АСУ ТП.	<a href="http://www.adastra.ru">http://www.adastra.ru</a>
Бюро интеллектуальной собственности Японии (IPDL)	<a href="http://www.ipdl.inpit.go.jp/ho-mepg_e.ipdl">www.ipdl.inpit.go.jp/ho-mepg_e.ipdl</a>
Демонстрация интеллектуального собеседника	<a href="http://www.megebot.ru/">http://www.megebot.ru/</a>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Издательский Дом ИНФРА-М	<a href="http://infra-m.ru/">http://infra-m.ru/</a>
Интегрированные системы безопасности, контроля загазованности, пожа- рообнаружения и пожаротушения	<a href="http://www.gerda.ru">www.gerda.ru</a> , <a href="http://www.ametist-ufa.ru">www.ametist-ufa.ru</a>
Искусственный интеллект	<a href="http://aifuture.chat.ru">http://aifuture.chat.ru</a>
Консультант – плюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Научная электронная библиотека-	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
Нормативные правовые акты в сфере электроэнергетики	<a href="http://arep.pro/spravochnik/nacts.html">http://arep.pro/spravochnik/nacts.html</a>
Обзор программных продуктов по искусственному интеллекту	<a href="http://ai-systems.ucoz.ru/dir">http://ai-systems.ucoz.ru/dir</a>
Официальный сайт Гарант-плюс	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
Официальный сайт журнала «Современные технологии автоматизации»	<a href="http://www.cta.ru">http://www.cta.ru</a>
Официальный сайт компании Yokogawa Electric CIS	<a href="http://www.yokogawa.com">http://www.yokogawa.com</a>
Официальный сайт корпорации Honeywell	<a href="http://www.honeywell.ru">http://www.honeywell.ru</a>
Официальный сайт Ростехнадзора	<a href="http://www.gosnadzor.ru">http://www.gosnadzor.ru</a>
ПАО «Газпром»	<a href="http://gasprom.ru">http://gasprom.ru</a>
ПАО НК «Роснефть»	<a href="http://rosneft.ru">http://rosneft.ru</a>
ПАО «Транснефть»	<a href="http://transneft.ru">http://transneft.ru</a>
Перечень документов и нормативных актов в сфере электроэнергетики	<a href="http://enis.gosnadzor.ru/activity/control/control_electro/docs/">http://enis.gosnadzor.ru/activity/control/control_electro/docs/</a>
Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>
Профессиональная справочная система «Техэксперт»	<a href="http://www.cntd.ru/">http://www.cntd.ru/</a>
Реферативные журналы ВИНИТИ- (архив)	<a href="http://www.bibl.rusoil.net/">http://www.bibl.rusoil.net/</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://search.rsl.ru/">http://search.rsl.ru/</a>
Российское образование. Федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/modules">http://www.edu.ru/modules</a>
Сайт Бюро по патентам и товарным знакам США (USPTO)	<a href="http://www.uspto.gov">www.uspto.gov</a>
Сайт Великобритании патентного бюро (IPO)	<a href="http://www.ipo.gov.uk">www.ipo.gov.uk</a>
Сайт Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO)	<a href="http://www.wipo.int/portal/index.fr">www.wipo.int/portal/index.fr</a>
Сайт Европейского патентного бюро (EPO)	<a href="http://ep.espacenet.com">ep.espacenet.com</a>
Сайт Организации интеллектуальной собственности Канады (CIPO)	<a href="http://Patents1.ic.ca/intro-f.html">Patents1.ic.ca/intro-f.html</a>
Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам Российской Федерации (Роспатент)	<a href="http://www1.fips.ru">www1.fips.ru</a>
Средства и системы компьютерной автоматизации	<a href="http://www.asutp.ru">http://www.asutp.ru</a>
Статьи и файлы по основным направлениям исследований в области искусственного интеллект	<a href="http://www.aiportal.ru">http://www.aiportal.ru</a>
Университетская библиотека ONLINE	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Уровнемеры, датчики и системы контроля уровня, давления, температуры, плотности, объема, массы жидких и газообразных сред	<a href="http://www.nppsensur.ru">www.nppsensur.ru</a> , <a href="http://www.promizmeritel.ru">www.promizmeritel.ru</a>
Файловый сервер СФ УГНТУ	<a href="http://www/student">//www/student</a>
Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение «Российское энергетическое агентство» Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/node/1205">https://minenergo.gov.ru/node/1205</a>
Форум специалистов КИПиА и АСУ ТП	<a href="http://www.ka-forum.ru">http://www.ka-forum.ru</a>
Электронная библиотека «Нефть-газ»	<a href="http://www.nglib.ru">http://www.nglib.ru</a>
Электронная библиотека по искусственному интеллекту	<a href="http://www.ph4s.ru/book_pc_intelekt.html">http://www.ph4s.ru/book_pc_intelekt.html</a>
Электронная библиотека публикаций американского общества инженеров электротехники и электроники	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp">http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp</a>
Электронная библиотека публикаций французского совета по исследованию крупных электроэнергетических систем	<a href="http://www.cigre.org/gb/publications/publications.asp">http://www.cigre.org/gb/publications/publications.asp</a>
Электронная библиотека УГНТУ	<a href="http://bibl.rusoil.net/jirbis2/">http://bibl.rusoil.net/jirbis2/</a>
Электронная библиотечная система ТИУ	<a href="http://elib.tyuiu.ru/">http://elib.tyuiu.ru/</a>
Электронная электротехническая библиотека	<a href="http://electrolibrary.info">http://electrolibrary.info</a>
Электронно-библиотечная система Znanium.com	<a href="http://znanium.com/catalog.php">http://znanium.com/catalog.php</a>
Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий	<a href="http://www.iqlib.ru">http://www.iqlib.ru</a>

Электронный ресурс «Энергетика»	<a href="http://forca.ru/">http://forca.ru/</a>
Институт инженеров электротехники и электроники — IEEE (англ. Institute of Electrical and Electronics Engineers)	<a href="https://www.ieee.org/index.html">https://www.ieee.org/index.html</a>
Документация по JADE	<a href="http://jade.cselt.it/">http://jade.cselt.it/</a>
Веб-сайт FIPA	<a href="http://www.fipa.org">http://www.fipa.org</a>
Файловый сервер СФ УГНТУ	<a href="http://www/student">//www/student</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования

№ пп.	Номер помещения	Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)	Наименование помещения
1	Лабораторный-103	Видеопроектор sony plc sw20e;Компьютер в сборе ;Экран для проектора;Учебно-наглядные пособия по дисциплине,набор демонстрационного оборудования; Столы, стулья;	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2	Лабораторный-103	Видеопроектор sony plc sw20e;Компьютер в сборе ;Экран для проектора;Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций
3	Лабораторный-105	компьютер в сборе;копировальный аппарат Canon FC 228;принтер лазерный;Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

4	Лабораторный-108л	<p>Авометр АВО-5М; Автотрансформатор; Амперметр; Анализатор качества электроэнергии МТ1010; Вольтметр; ДМ2416 Щитовой прибор; Двигатель; Двигатель; Двигатель; Двигатель постоянного тока; Измеритель LGR E7-22; Измеритель мощности МІС 2090W; Измеритель параметр эл.сети 1825 LP; Измеритель сопротивления изоляции 2801N; Измерительный прибор ТР-801; Индикатор дефектов витков 3-х фазовый; Индикатор дефектов витков изоляции; Индикатор дефектов подшипников; Источник зондирующих импульсов ТИ-ТДИ 3А; Комплект измерительный; Комплект к УММ-5; Компьютер в сборе; Компьютер в сборе; Компьютер в сборе; Лабораторный стенд "Диагностика заземления и контактных соединений защитных проводников и систем уравнивания потенциалов"; Лабораторный стенд "Диагностика изоляции кабелей и проводов. Определение мест повреждений кабельной линии"; Лабораторный стенд "Диагностика масляных трансформаторов"; Лабораторный стенд "Диагностика масляных силовых трансформаторов"; Лабораторный стенд "Диагностика силового сухого трехфазного трансформатора"; Лабораторный стенд "Диагностика силовых коммутационных аппаратов"; Лабораторный стенд "Диагностика систем релейной защиты и автоматики"; Лабораторный стенд "Диагностика состояния электропроводки"; Лабораторный стенд "Диагностика электрических машин"; Лабораторный стенд "Измерение параметров гармонических составляющих электрических сигналов"; Лабораторный стенд "Измерение параметров и определение показателей качества электрической энергии"; Лабораторный стенд "Измерение параметров электропотребления"; Лабораторный стенд "Измерение параметров элементов электрической цепи"; Лабораторный стенд "Измерение сопротивления изоляции электрооборудования"; Лабораторный стенд "Измерение частоты в сетях переменного тока"; Лабораторный стенд "Измерения в трехфазных цепях переменного тока с помощью микропроцессорного прибора ДМ2436АВ"; Лабораторный стенд "Монтаж и измерение сопротивления защитного заземления"; Лабораторный стенд "Монтаж и проверка низковольтных цепей"; Лабораторный стенд "Монтаж, испытания, эксплуатация и ремонт трансформаторов"; Лабораторный стенд "Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт коммутационных аппаратов"; Лабораторный стенд "Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт приборов освещения"; Лабораторный стенд "Монтаж, эксплуатация, обслуживание и ремонт асинхронных электродвигателей"; Лабораторный стенд "Монтаж, эксплуатация, обслуживание и ремонт двигателей постоянного тока"; Магазин сопротивления МСР-63; Осциллограф; Осциллограф 2-х канальный GOS620FG; Переносной потенциометр ПП-63; Пирометр CENTER; Потенциометр КСП-4; Преобразователь давления "Сапфир"; Прибор поиска места повреждения кабельных линий; Разрывная машина УММ-5; Реостат; Трансформатор; Хромотограф; Электродвигатель; Столы, стулья</p>	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.
5	Лабораторный-318	<p>Компьютер в сборе «Норма»- 9 шт. – для моделирования и расчета электрических сетей и электрооборудования систем электроснабжения; Компьютер в сборе «САД» - 1 шт. – для проектирования электроэнергетических комплексов с элементами искусственного интеллекта; Компьютер в сборе «VR/AR» - 1 шт. – для проектирования и моделирования электроэнергетических комплексов с элементами дополненной реальности. Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ к глобальной информационной сети «Интернет».</p>	Помещение для проведения практических занятий – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

6	Лабораторный-318	Компьютер в сборе «Норма»- 9 шт. – для моделирования и расчета электрических сетей и электрооборудования систем электроснабжения; Компьютер в сборе «САД» - 1 шт. – для проектирования электроэнергетических комплексов с элементами искусственного интеллекта; Компьютер в сборе «VR/AR» - 1 шт. – для проектирования и моделирования электроэнергетических комплексов с элементами дополненной реальности. Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ к глобальной информационной сети «Интернет».	Помещение для промежуточного контроля успеваемости студентов – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
7	Учебный-102	Компьютер в сборе - 10 шт; Принтер Canon LBP3000; Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

## 7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
1	Android Studio 3.0	Дата выдачи лицензии 01.04.2016
2	ANSYS Academic	Дата выдачи лицензии 30.12.2016
3	AutoCad	Дата выдачи лицензии 01.01.2017, Поставщик: академическая подписка Autodesk
4	CorelDRAW Graphics Suite X6 Classroom License 15+1	Дата выдачи лицензии 19.12.2013
5	DiaLux evo 6	Дата выдачи лицензии 01.05.2013
6	Eclipse Photon	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: Свободное программное обеспечение
7	Elcut	Дата выдачи лицензии 01.05.2012
8	Honeywell UniSim Design R451	Дата выдачи лицензии 11.05.2016
9	IntelliJ Idea Community	Дата выдачи лицензии 27.10.2020
10	IntelliJ IDEA (Community Edition)	Дата выдачи лицензии 01.04.2016, Поставщик: Свободное программное обеспечение
11	Java v8	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: Свободное программное обеспечение
12	KAPPA	Дата выдачи лицензии 31.01.2021, Поставщик: Kappa Engineering SA
13	KOMPAS 3D V14,15	Дата выдачи лицензии 19.12.2013, Поставщик: ЗАО "Аскон"
14	Maple 14	Дата выдачи лицензии 27.10.2010, Поставщик: ЗАО "СофтЛайн Трейд" ГК 2010 ЭА-14
15	MATLAB	Дата выдачи лицензии 10.12.2009, Поставщик: ЗАО "СофтЛайн Трейд"
16	Microsoft Office	Дата выдачи лицензии 24.09.2018, Поставщик: ООО "Софтлайн Проекты"
17	Microsoft Office Professional Plus	Дата выдачи лицензии 23.11.2020, Поставщик: ООО «Компарекс»
18	Microsoft WinPro 10, WINHOME 10	Дата выдачи лицензии 23.11.2020, Поставщик: ООО «Компарекс»

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
19	Microsoft_Office	Дата выдачи лицензии 01.01.2007
20	Office Professional Plus 2010 MICROSOFT	Дата выдачи лицензии 26.11.2012
21	Office Standard 2013 Single OLP NL AcademicEdition	Дата выдачи лицензии 26.11.2012, Поставщик: ЗАО "СофтЛайнТрейд"
22	Office 2007 Open License	Дата выдачи лицензии 10.12.2009, Поставщик: ЗАО "СофтЛайн Трейд"
23	OpenFOAM	Дата выдачи лицензии 01.01.1980, Поставщик: Свободное программное обеспечение
24	Pilot-ICE Enterprise	Дата выдачи лицензии 03.04.2017
25	Python v 3.7.1	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: Свободное программное обеспечение
26	RAD Studio XE Professional Academic Workstation ESD	Дата выдачи лицензии 29.07.2011
27	ROXAR	Дата выдачи лицензии 10.12.2007, Поставщик: Roxar Services AS
28	Schlumberger_petrel	Дата выдачи лицензии 01.07.2007, Поставщик: "Шлюмберже Лоджелко Инк"
29	SOLIDWORKS	Дата выдачи лицензии 12.12.2016, Поставщик: СофтЛайн трейд
30	Trace Mode 6 (base)	Дата выдачи лицензии 01.05.2012
31	TRIM-PSM	Дата выдачи лицензии 28.03.2014
32	Visio Professional 2013	Дата выдачи лицензии 17.12.2013, Поставщик: ЗАО «СофтЛайн Трэйд», Акт предоставления прав № Tr076026 от 17.12.2013
33	Visual Studio Enterprise 2015 with Update 3	Дата выдачи лицензии 17.12.2013, Поставщик: ЗАО «СофтЛайн Трэйд», Акт предоставления прав № Tr076026 от 17.12.2013
34	ИРБИС	Дата выдачи лицензии 21.10.2020, Поставщик: ООО "ЭйВиДи-систем"
35	Кинематический расчет привода-KRP	Дата выдачи лицензии 07.06.2008
36	КОМПАС 3D v18	Дата выдачи лицензии 28.11.2018, Поставщик: ООО "Аскон-Уфа"
37	Консультант-плюс	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: ООО Компания Права "Эксперт"
38	Приводы для технологического оборудования	Дата выдачи лицензии 26.05.2016
39	Расчет механических передач	Дата выдачи лицензии 07.06.2016
40	Свободное ПО_Студенческая академия Оракл	Дата выдачи лицензии 01.09.2020, Поставщик: "Оракл"
41	Система автоматизированных расчетов элементов нефтяной аппаратуры «ARENA»	Дата выдачи лицензии 05.06.2003
42	Техэксперт	Дата выдачи лицензии 01.01.2000, Поставщик: ООО "Информация Будущего"
43	Устойчивость сжатых стержней «StabRods»	Дата выдачи лицензии 12.05.2004
44	Учебный Комплект Компас-3D V16 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении (лицензия) (ASCON_OO-002Q156)	Дата выдачи лицензии 09.08.2016, Поставщик: ООО "СКАЙСОФТ ВИКТОРИ"

## 8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

## Приложение А

Форма № УЛ-1

### СВЕДЕНИЯ

#### об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (45476)Интеллектуальные системы диагностики электроэнергетических комплексов

Направление подготовки (специальность): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: магистерская программа«Интеллектуальные средства и системы управления, защиты и диагностики электроэнергетических комплексов»

Форма обучения: очная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий (ЭАПП);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для изучения теории;	4			Кораблев, Ю. А. Интеллектуальные технологии в системах управления и диагностики : учебное пособие / Ю. А. Кораблев, М. Ю. Шестопалов, М. И. Халиков. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0511-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/45248">https://e.lanbook.com/book/45248</a>	0	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>	1.00
Основная литература	Для выполнения СРО;Для изучения теории;	4			Власенко, С. А. Диагностика силового оборудования электроэнергетических систем : учебное пособие / С. А. Власенко. — Хабаровск : ДВГУПС, 2019. — 98 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179412">https://e.lanbook.com/book/179412</a>	0	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>	1.00

Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой

Составил:

д.т.н., проф., М.Г. Баширов

Ю.Н. Калачёв

А.С. Антоненко

Год приема 2022 г.

**СВЕДЕНИЯ****об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**Наименование дисциплины: (45476)Интеллектуальные системы диагностики электроэнергетических комплексовНаправление подготовки (специальность): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехникаНаправленность магистерская программа«Интеллектуальные средства и системы управления, защиты и диагностики электроэнергетических комплексов»Форма обучения очная;Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий (ЭАПП);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного учебного издания	Коэффициент обеспеченности
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе на кафедре		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения СРО;Для выполнения лабораторных работ;Для выполнения практических занятий;	4			Методическое пособие по выполнению практических и лабораторных работ по дисциплине "Интеллектуальные системы диагностики электроэнергетических комплексов" для студентов направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника: методические указания / УГНТУ; сост. М.Г. Баширов. - Уфа: УГНТУ, 2021-1,4Мб. - Текст: электронный..	0	0	<a href="http://bibl.rusoil.net">http://bibl.rusoil.net</a>	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Составил:

д.т.н., проф., М.Г. Баширов

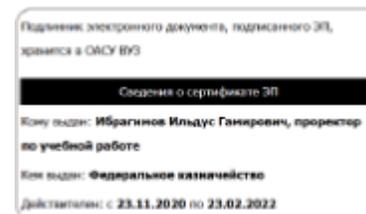
Ю.Н. Калачёв

А.С. Антоненко

Год приема 2022 г.

## Приложение Б

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»



### Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине Интеллектуальные системы диагностики электроэнергетических комплексов

Направление подготовки (специальность): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: магистерская программа «Интеллектуальные средства и системы управления, защиты и диагностики электроэнергетических КОМПЛЕКСОВ»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная.

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий (ЭАПП);

Трудоемкость дисциплины: 3 з.е. (108час)

Салават 2021

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разработал (и):

д.т.н., проф., М.Г. Баширов

Ю.Н. Калачёв

А.С. Антоненко

Рецензент

д.т.н., проф., Р.Г. Вильданов

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий (ЭАПП);, обеспечивающей преподавание дисциплины 22.12.2021, протокол №4.

Заведующий кафедрой Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий (ЭАПП);М.Г. Баширов

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ЭАПП, М.Г. Баширов

Год приема 2022 г.

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине зарегистрирован 22.12.2021 № 12 в отделе МСОП и внесен в электронную базу данных

### 1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Шифр результата обучения	Результат обучения	Индикатор достижения компетенций	Показатели достижения результатов освоения компетенций	Вид оценочного средства
1	Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования	В(ПК-8.)	справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	ПК-8.1 Применяет справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполняет сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	Владеет навыками применения справочных материалов, нормативных (ПУЭ, ПТЭЭП) и методических документов, выполнения сбора информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	Письменный и устный опрос
		В(ПК-9.)	особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	ПК-9.1 Демонстрирует знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	Владеет знаниями особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	Лабораторная работа Письменный и устный опрос

		З(ПК-8.)	справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	ПК-8.1 Применяет справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполняет сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	Знает справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
		З(ПК-9.)	особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	ПК-9.1 Демонстрирует знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	Знает особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	Письменный и устный опрос
		У(ПК-8.)	справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электро-	ПК-8.1 Применяет справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполняет сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных ли-	Умеет применять справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполнять сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воз-	Письменный и устный опрос Собеседование

			двигателей	ний электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	душных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	
		У(ПК-9.)	особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	ПК-9.1 Демонстрирует знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	Умеет демонстрировать знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электро-снабжения	Письменный и устный опрос
2	Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление.	В(ПК-8.)	справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	ПК-8.1 Применяет справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполняет сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	Владеет навыками применения справочных материалов, нормативных (ПУЭ, ПТЭЭП) и методических документов, выполнения сбора информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
		В(ПК-9.)	особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	ПК-9.1 Демонстрирует знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил	Владеет знаниями особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил	Письменный и устный опрос

		троснабжения	вил эксплуатации систем электроснабжения	эксплуатации систем электроснабжения	
	З(ПК-8.)	справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	ПК-8.1 Применяет справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполняет сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	Знает справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
	З(ПК-9.)	особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	ПК-9.1 Демонстрирует знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	Знает особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	Письменный и устный опрос
	У(ПК-8.)	справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, технико-эксплуатационные характеристики электрооборудования и его режимы работы при диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий элект-	ПК-8.1 Применяет справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполняет сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при диагностике и эксплуата-	Умеет применять справочные материалы, нормативные (ПУЭ, ПТЭЭП) и методические документы, выполнять сбор информации о технико-эксплуатационных характеристиках электрооборудования и его режимах работы при	Письменный и устный опрос Собеседование

			тропередачи, электрических приводов, электродвигателей	ции подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	диагностике и эксплуатации подстанций, воздушных и кабельных линий электропередачи, электрических приводов, электродвигателей	
		У(ПК-9.)	особенности конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	ПК-9.1 Демонстрирует знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электроснабжения	Умеет демонстрировать знание особенностей конструкции, принципа работы, устройства, правил эксплуатации систем электро-снабжения	Письменный и устный опрос Собеседование
3	Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования.	В(ПК-и-5)	возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения	ПК-и-5.1. Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта со стороны заказчика	Владеет методикой разработки архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта со стороны заказчика	Письменный и устный опрос Собеседование
		В(ПК-и-6)	принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта ;принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубокого машинного обучения; подходы к применению	ПК-и-6.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи со стороны заказчика	Владеет методикой оценки и выбора моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи со стороны заказчика	Письменный и устный опрос Собеседование
				ПК-и-6.2. Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных	Владеет методикой созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и ин-	

			моделей на основе нечеткой логики в системах искусственного интеллекта; функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, в том числе сетей-трансформеров и сетей с автоматически генерируемой архитектурой	средств со стороны заказчика	струментальных средств со стороны заказчика	
				ПК-и-6.3. Руководит проектами по разработке, систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов со стороны заказчика	Владеет методикой разработки систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов со стороны заказчика	Письменный и устный опрос Собеседование
		З(ПК-и-5)	возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения	ПК-и-5.1. Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта со стороны заказчика	Знает архитектуру комплексных систем искусственного интеллекта со стороны заказчика	Письменный и устный опрос Собеседование
		З(ПК-и-6)	принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта ;принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубоко-	ПК-и-6.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи со стороны заказчика	Знает методы оценки и выбора моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи со стороны заказчика	Письменный и устный опрос Собеседование
				ПК-и-6.2. Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусст-	Знает системы искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейрон-	Доклад, сообщение Письмен-

			го машинного обучения; подходы к применению моделей на основе нечеткой логики в системах искусственного интеллекта; функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, в том числе сетей-трансформеров и сетей с автоматически генерируемой архитектурой	венных нейронных сетей и инструментальных средств со стороны заказчика ПК-и-6.3. Руководит проектами по разработке, систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов со стороны заказчика	ных сетей и инструментальных средств со стороны заказчика Знает системы искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов со стороны заказчика	ный и устный опрос Письменный и устный опрос Собеседование
		У(ПК-и-5)	возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения	ПК-и-5.1. Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта со стороны заказчика	Умеет руководить разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта со стороны заказчика	Доклад, сообщение Письменный и устный опрос
		У(ПК-и-6)	принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта	ПК-и-6.1. Руководит работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи со стороны заказчика	Умеет руководить работами по оценке и выбору моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи со стороны заказчика	Лабораторная работа Письменный и устный опрос

			<p>;принципы построения моделей глубоких нейронных сетей и глубокого машинного обучения; подходы к применению моделей на основе нечеткой логики в системах искусственного интеллекта;</p> <p>функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей, в том числе сетей-трансформеров и сетей с автоматически генерируемой архитектурой</p>	<p>ПК-и-6.2. Руководит созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств со стороны заказчика</p> <p>ПК-и-6.3. Руководит проектами по разработке, систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов со стороны заказчика</p>	<p>Умеет руководить созданием систем искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств со стороны заказчика</p> <p>Умеет руководить проектами по разработке, систем искусственного интеллекта на основе моделей глубоких нейронных сетей и нечетких моделей и методов со стороны заказчика</p>	<p>Лабораторная работа Письменный и устный опрос</p> <p>Лабораторная работа Письменный и устный опрос</p>
--	--	--	--	---	---	---

## 2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

п/п	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Шкала оценки
1	2	3	4	5
1	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.	Темы докладов, сообщений.	«зачтено» выставляется обучающемуся, если доклад, сообщение оценено 65 баллов и выше «незачтено» выставляется обучающемуся, если доклад, сообщение оценено ниже 64 балла
2	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной	Темы, задания для выполнения лабораторных работ; вопросы	«зачтено» выставляется обучающемуся, если студент выполнил лабораторные работы в полном объе-

		методике для решения задач или заданий по лабораторным исследованиям	и требования к их защите	ме; -студент применяет знания и теоретические сведения для выполнения лабораторных исследований; - отчеты о выполнении лабораторных работ корректно оформлены, в них имеются все необходимые сведения и результаты лабораторных исследований «незачтено» выставляется обучающемуся, если - студент не выполнил лабораторные работы в полном объеме; -отчеты о выполнении лабораторных работ оформлены некорректно; -студент не защитил лабораторные работы.
3	Письменный и устный опрос	Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и практические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)	Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации	«зачтено» выставляется обучающемуся, если Ответ на задание изложен логически правильно. Продемонстрированы умения применять моделирование для базовых типовых задач. При письменном и устном опросе даны правильные ответы на 51 - 70 % заданных вопросов «незачтено» выставляется обучающемуся, если Ответ на задание изложен логически правильно. При письменном и устном опросе даны правильные ответы менее чем на 51 % заданных вопросов
4	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины.	«зачтено» выставляется обучающемуся, если Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с основным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки. «незачтено» выставляется обучающемуся, если Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.

## Приложение В

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

### Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Перечень вопросов для письменного и устного опросов

1. Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования

1 Техническая диагностика и прогнозирование ресурса. Основные понятия и определения.

2 Тестовое и функциональное диагностирование.

3 Параметры диагностирования.

4 Связь технической диагностики с надежностью и качеством.

5 Экономические аспекты технической диагностики.

6 Постановка задачи распознавания технического состояния оборудования.

7 Математические модели в задачах диагностики.

8 Применение метода наименьших квадратов для идентификации эксплуатационного состояния систем.

9 Прогнозирование ресурса оборудования.

10 Использование технологии нейронных сетей для решения задач диагностики.

11 Тепловые методы диагностики.

12 Вибродиагностика.

13 Метод частичных разрядов.

14 Физико-химические методы диагностики.

15 Оптические методы.

16 Неразрушающий контроль конструкционных материалов и изделий.

17 Диагностические комплексы и мобильные диагностические лаборатории.

18 Диагностика изоляции коммутационных аппаратов.

19 Диагностика контактов и контактных соединений.

20 Технические средства диагностики коммутационных аппаратов.

21 Методы диагностики кабельных линий.

22 Прогнозирование остаточного ресурса силовых кабелей.

23 Технические средства диагностики кабельных линий.

24 Диагностика воздушных линий.

25 Технические средства и системы диагностики воздушных линий.

26 Применение теории электрических цепей в задачах диагностики вторичных электрических цепей.

27 Диагностика элементов систем релейной защиты и автоматики.

28 Технические средства диагностики электрических цепей и элементов систем управления и защиты.

29 Характерные повреждения силовых трансформаторов.

30 Хроматографический метод диагностики силовых трансформаторов.

31 Тепловизионный метод диагностики силовых и измерительных трансформаторов.

32 Контроль изоляции трансформаторов, вводов и измерительных трансформаторов при рабочем напряжении по характеристикам частичных разрядов.

33 Диагностика опрессовки активных элементов и механических деформаций обмоток трансформаторов.

34 Использование математической модели нагрузочной способности трансформатора.

35 Основные дефекты электрических машин и их проявление.

- 36 Вибродиагностика электрических машин.
- 37 Современные программные и технические средства мониторинга, диагностики и балансировки электрических машин.
- 38 Общие принципы диагностического контроля электротехнического оборудования.
- 39 Разработка методики диагностирования и прогнозирования ресурса электрооборудования.
- 40 Метрологическое обеспечение и обработка результатов технического диагностирования.
- 41 Требования к безопасности процессов диагностирования.
- 42 Техничко-экономические показатели эффективности системы диагностики.

## 2. Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление

1. Перечислите современные высокоэффективные способы диагностики, обеспечивающие выявление дефектов электрооборудования на ранней стадии их развития.
2. Охарактеризуйте определение состояния оборудования физико-химическим методом.
3. Охарактеризуйте метод хроматографического контроля маслонаполненного оборудования.
4. Охарактеризуйте методы контроля диэлектрических характеристик изоляции электрооборудования.
5. Охарактеризуйте метод вибродиагностики электрооборудования.
6. Перечислите ключевые газы - наиболее характерные для определённого вида дефекта в трансформаторном масле маслонаполненного электрооборудования.
7. Назовите основные критерии развивающихся дефектов в силовых трансформаторах, критерий граничных концентраций газов растворённых в трансформаторном масле.
8. Определение характера дефекта в трансформаторе по отношению концентраций пар газов, растворённых в трансформаторном масле критерий скорости нарастания газов.
9. Периодичность проведения хроматографического анализа растворённых газов в трансформаторном масле (ХАРГ).
10. Охарактеризуйте физико-химические показатели оценки состояния бумажной изоляции силовых трансформаторов в эксплуатации.
11. Как организуется инфракрасная диагностика электротехнического оборудования?
12. Погрешности измерений при инфракрасном контроле?
13. Какой документ определяет допустимые температуры нагрева и перегрева контролируемых узлов электрооборудования?
14. Как осуществляется оценка теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей в зависимости от условий их работы и конструкции?
15. Как осуществляется порядок проведения теплового контроля и расшифровка теплограмм электрооборудования?
16. Краткая теория вопроса. Определение состояния трансформатора по результатам «Опыта холостого хода».
16. Как осуществляется измерение потерь х.х. у трёхфазных трансформаторов при однофазном возбуждении?
17. Какие дефекты выявляются при измерении потерь х.х. у трёхфазных трансформаторов?
18. Сформулируйте общее понятие о мониторинге электротехнического оборудования и устройств.
19. Какие ставятся задачи (проблемы) перед мониторингом, диагностикой и управлением остаточным ресурсом комплекса высоковольтного энергетического оборудования?
20. Понятие остаточного ресурса оборудования?
21. Назовите основные три группы мониторинга, классифицируя их по реализуемой целевой функции.
22. Назовите состав оборудования и методы диагностики для системы мониторинга энергетического предприятия.
23. Системы диагностического мониторинга и оценки технического состояния силовых трансформаторов и его высоковольтных вводов.
24. Мониторинг тепловых режимов работы трансформатора и управления системой охлаждения.

25. Техническая реализация систем диагностического мониторинга силовых трансформаторов.
26. Системы мониторинга коммутационного оборудования.
27. Мониторинг технического состояния привода выключателя.
28. Системы диагностического мониторинга изоляции высоковольтных кабельных линий.
29. Системы мониторинга состояния изоляции для воздушных линий электропередачи.
30. Требования к системам диагностического мониторинга высоковольтных электрических машин.
31. Основные требования к системам диагностического мониторинга измерительных трансформаторов тока.
32. Типовое решение для организации стационарного мониторинга оборудования подстанции 110/10 кВ.
33. Методы выявления дефектов и повреждений реклоузеров.
34. Характерные повреждения силовых трансформаторов.
35. Основные дефекты электрических машин и их проявление.

3. Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования

1. Постановка задачи распознавания технического состояния оборудования с использованием систем искусственного интеллекта.
2. Математические модели в задачах диагностики с использованием систем искусственного интеллекта.
3. Применение метода наименьших квадратов для идентификации эксплуатационного состояния электроэнергетических систем с использованием систем искусственного интеллекта.
4. Прогнозирование ресурса оборудования с использованием систем искусственного интеллекта.
5. Использование технологии нейронных сетей для решения задач диагностики.
6. Использование математической модели нагрузочной способности трансформатора с использованием систем искусственного интеллекта.
7. Применение теории электрических цепей в задачах диагностики вторичных электрических цепей с использованием систем искусственного интеллекта.
8. Топология искусственной нейронной сети.
9. Функции активации нейрона.
10. Обучение искусственной нейронной сети распознаванию технического состояния, дефектов и повреждений электрооборудования.
11. Что является целью кластерного анализа при диагностировании элементов электроэнергетических систем с использованием систем искусственного интеллекта?
12. Решение задачи распознавания образов при диагностике электроэнергетических систем с использованием систем искусственного интеллекта.

Доклад, сообщение.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Перечень тем для докладов и сообщений:

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса автоматических выключателей с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса опор воздушных линий элек-

тропередачи с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса воздушной линии электропередачи напряжением до 1 кВ с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса воздушной линии электропередачи напряжением 6(10) кВ с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса воздушной линии электропередачи напряжением 35 (110) кВ с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса вторичных цепей переменного оперативного тока с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса вторичных цепей постоянного оперативного тока с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса изоляции оборудования высокого напряжения с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса кабельной линии с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса масляного силового трансформатора с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса системы электропривода постоянного тока с использованием систем искусственного интеллекта.

Диагностика технического состояния и прогнозирование ресурса системы электропривода переменного тока с использованием систем искусственного интеллекта.

### Собеседование.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Перечень вопросов для собеседования

#### 1. Общие вопросы, основы теории и методы диагностики электротехнического оборудования

1 Техническая диагностика и прогнозирование ресурса. Основные понятия и определения.

2 Тестовое и функциональное диагностирование.

3 Параметры диагностирования.

4 Связь технической диагностики с надежностью и качеством.

5 Экономические аспекты технической диагностики.

6 Постановка задачи распознавания технического состояния оборудования.

7 Математические модели в задачах диагностики.

8 Применение метода наименьших квадратов для идентификации эксплуатационного состояния систем.

9 Прогнозирование ресурса оборудования.

10 Использование технологии нейронных сетей для решения задач диагностики.

11 Тепловые методы диагностики.

12 Вибродиагностика.

13 Метод частичных разрядов.

14 Физико-химические методы диагностики.

15 Оптические методы.

16 Неразрушающий контроль конструкционных материалов и изделий.

17 Диагностические комплексы и мобильные диагностические лаборатории.

18 Диагностика изоляции коммутационных аппаратов.

19 Диагностика контактов и контактных соединений.

20 Технические средства диагностики коммутационных аппаратов.

- 21 Методы диагностики кабельных линий.
- 22 Прогнозирование остаточного ресурса силовых кабелей.
- 23 Технические средства диагностики кабельных линий.
- 24 Диагностика воздушных линий.
- 25 Технические средства и системы диагностики воздушных линий.
- 26 Применение теории электрических цепей в задачах диагностики вторичных электрических цепей.
- 27 Диагностика элементов систем релейной защиты и автоматики.
- 28 Технические средства диагностики электрических цепей и элементов систем управления и защиты.
- 29 Характерные повреждения силовых трансформаторов.
- 30 Хроматографический метод диагностики силовых трансформаторов.
- 31 Тепловизионный метод диагностики силовых и измерительных трансформаторов.
- 32 Контроль изоляции трансформаторов, вводов и измерительных трансформаторов при рабочем напряжении по характеристикам частичных разрядов.
- 33 Диагностика опрессовки активных элементов и механических деформаций обмоток трансформаторов.
- 34 Использование математической модели нагрузочной способности трансформатора.
- 35 Основные дефекты электрических машин и их проявление.
- 36 Вибродиагностика электрических машин.
- 37 Современные программные и технические средства мониторинга, диагностики и балансировки электрических машин.
- 38 Общие принципы диагностического контроля электротехнического оборудования.
- 39 Разработка методики диагностирования и прогнозирования ресурса электрооборудования.
- 40 Метрологическое обеспечение и обработка результатов технического диагностирования.
- 41 Требования к безопасности процессов диагностирования.
- 42 Техничко-экономические показатели эффективности системы диагностики.

## 2. Основные дефекты и повреждения электротехнического оборудования и их проявление

1. Перечислите современные высокоэффективные способы диагностики, обеспечивающие выявление дефектов электрооборудования на ранней стадии их развития.
2. Охарактеризуйте определение состояния оборудования физико-химическим методом.
3. Охарактеризуйте метод хроматографического контроля маслонаполненного оборудования.
4. Охарактеризуйте методы контроля диэлектрических характеристик изоляции электрооборудования.
5. Охарактеризуйте метод вибродиагностики электрооборудования.
6. Перечислите ключевые газы - наиболее характерные для определённого вида дефекта в трансформаторном масле маслонаполненного электрооборудования.
7. Назовите основные критерии развивающихся дефектов в силовых трансформаторах, критерий граничных концентраций газов растворённых в трансформаторном масле.
8. Определение характера дефекта в трансформаторе по отношению концентраций пар газов, растворённых в трансформаторном масле критерий скорости нарастания газов.
9. Периодичность проведения хроматографического анализа растворённых газов в трансформаторном масле (ХАРГ).
10. Охарактеризуйте физико-химические показатели оценки состояния бумажной изоляции силовых трансформаторов в эксплуатации.
11. Как организуется инфракрасная диагностика электротехнического оборудования?
12. Погрешности измерений при инфракрасном контроле?
13. Какой документ определяет допустимые температуры нагрева и перегрева контролируемых узлов электрооборудования?
14. Как осуществляется оценка теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей в зависимости от условий их работы и конструкции?

15. Как осуществляется порядок проведения теплового контроля и расшифровка теплограмм электрооборудования?
16. Краткая теория вопроса. Определение состояния трансформатора по результатам «Опыта холостого хода».
16. Как осуществляется измерение потерь х.х. у трёхфазных трансформаторов при однофазном возбуждении?
17. Какие дефекты выявляются при измерении потерь х.х. у трёхфазных трансформаторов?
18. Сформулируйте общее понятие о мониторинге электротехнического оборудования и устройств.
19. Какие ставятся задачи (проблемы) перед мониторингом, диагностикой и управлением остаточным ресурсом комплекса высоковольтного энергетического оборудования?
20. Понятие остаточного ресурса оборудования?
21. Назовите основные три группы мониторинга, классифицируя их по реализуемой целевой функции.
22. Назовите состав оборудования и методы диагностики для системы мониторинга энергетического предприятия.
23. Системы диагностического мониторинга и оценки технического состояния силовых трансформаторов и его высоковольтных вводов.
24. Мониторинг тепловых режимов работы трансформатора и управления системой охлаждения.
25. Техническая реализация систем диагностического мониторинга силовых трансформаторов.
26. Системы мониторинга коммутационного оборудования.
27. Мониторинг технического состояния привода выключателя.
28. Системы диагностического мониторинга изоляции высоковольтных кабельных линий.
29. Системы мониторинга состояния изоляции для воздушных линий электропередачи.
30. Требования к системам диагностического мониторинга высоковольтных электрических машин.
31. Основные требования к системам диагностического мониторинга измерительных трансформаторов тока.
32. Типовое решение для организации стационарного мониторинга оборудования подстанции 110/10 кВ.
33. Методы выявления дефектов и повреждений реклоузеров.
34. Характерные повреждения силовых трансформаторов.
35. Основные дефекты электрических машин и их проявление.

### 3. Применение систем искусственного интеллекта для диагностики технического состояния и прогнозирования ресурса электротехнического оборудования

1. Постановка задачи распознавания технического состояния оборудования с использованием систем искусственного интеллекта.
2. Математические модели в задачах диагностики с использованием систем искусственного интеллекта.
3. Применение метода наименьших квадратов для идентификации эксплуатационного состояния электроэнергетических систем с использованием систем искусственного интеллекта.
4. Прогнозирование ресурса оборудования с использованием систем искусственного интеллекта.
5. Использование технологии нейронных сетей для решения задач диагностики.
6. Использование математической модели нагрузочной способности трансформатора с использованием систем искусственного интеллекта.
7. Применение теории электрических цепей в задачах диагностики вторичных электрических цепей с использованием систем искусственного интеллекта.
8. Топология искусственной нейронной сети.
9. Функции активации нейрона.
10. Обучение искусственной нейронной сети распознаванию технического состояния, дефектов и повреждений электрооборудования.
11. Что является целью кластерного анализа при диагностировании элементов электроэнергетиче-

ских систем с использованием систем искусственного интеллекта?

12. Решение задачи распознавания образов при диагностике электроэнергетических систем с использованием систем искусственного интеллекта.

### Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Методическое пособие по выполнению практических и лабораторных работ по дисциплине "Интеллектуальные системы диагностики электроэнергетических комплексов" для студентов направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника: методические указания / УГНТУ; сост. М.Г. Баширов. - Уфа: УГНТУ, 2021-1,4Мб. - Текст: электронный.

Лабораторная работа "Диагностика двигательной нагрузки электрических сетей с использованием искусственной нейронной сети".

Цель лабораторной работы: получение умений и навыков по оценке технического состояния и прогнозированию ресурса машинных агрегатов на основе спектрального анализа фазных токов и напряжений двигателя электропривода с использованием искусственной нейронной сети.

Задание для выполнения лабораторной работы:

1. Изучить правила техники безопасности и охраны труда при выполнении лабораторных работ в лаборатории л. 108 "Диагностика электрических сетей и электрооборудования".
2. Изучить основы теории спектрального анализа параметров гармонических составляющих токов и напряжений.
3. Изучить основы теории применения искусственных нейронных сетей для параметрического диагностирования элементов электроэнергетических систем и прогнозирования их ресурса безопасной эксплуатации.
4. Изучить методические указания к лабораторной работе "Диагностика двигательной нагрузки электрических сетей с использованием искусственной нейронной сети", ознакомиться с устройством лабораторной установки, назначением и принципом работы всех элементов установки.
5. Включить в работу двигательную нагрузку электрических сетей - центробежный вентилятор с трехфазным асинхронным двигателем электропривода, с помощью анализатора показателей качества электрической энергии METREL измерить параметры спектра гармоник фазных токов и напряжения электродвигателя. С использованием искусственной нейронной сети оценить техническое состояние отдельных элементов и машинного агрегата в целом. Оценить ресурс безопасной эксплуатации.
6. Сделать заключение о выполненной лабораторной работе.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы:

1. Объяснить взаимосвязь между техническим состоянием машинных агрегатов и параметрами гармонические составляющие фазных токов и напряжений двигателя электропривода.
2. Расскажите о применении искусственных нейронных сетей для параметрического диагностирования элементов электроэнергетических систем.
3. Расскажите о применении искусственных нейронных сетей для прогнозирования ресурса элементов электроэнергетических систем.
4. Расскажите последовательность выполнения лабораторной работы.
5. Какие гармонические составляющие фазных токов и напряжений двигателя электропривода присутствуют в спектрограммах бездефектных машинных агрегатов?
6. Какие гармоники фазных токов и напряжений характеризуют наличие дефектов электрической части машинных агрегатов?
7. Какие гармоники фазных токов и напряжений характеризуют наличие дефектов механической части машинных агрегатов?
8. Как осуществляется спектральный анализ фазных токов и напряжений двигателя электропривода на основе применения быстрого преобразования Фурье?

9. Как осуществляется фильтрация высших гармонических составляющих токов и напряжений, поступающих из сети, от высших гармонических составляющих токов и напряжений, генерируемых двигателем электропривода, несущих информацию о техническом состоянии машинного агрегата?
10. Расскажите по структурной схеме назначение элементов и работу программно-аппаратного комплекса для оценки технического состояния машинных агрегатов на основе спектрального анализа фазных токов и напряжений двигателя электропривода.
11. Расскажите структуру и работу нейронной сети 1, осуществляющей распознавание технического состояния элементов машинного агрегата.
12. Расскажите структуру и работу нейронной сети 2, осуществляющей оценку технического состояния машинного агрегата в целом и прогнозирование его ресурса.