

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и цифровые технологии

Уровень образования: бакалавр

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И НАДЕЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ
(ПРОФИЛЬ 1)

Блок:	Блок 1. «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Формируемая участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.22
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 3
Часов (всего) по учебному плану:	108
Лекции	8 семестр - 16 часов
Практические занятия	8 семестр - 16 часов
Лабораторные работы	учебным планом не предусмотрено
Консультации по курсовому проекту/ работе: групповые индивидуальные	учебным планом не предусмотрено
Самостоятельная работа	8 семестр - 58 часов
включая: РГР	
курсовые проекты (работы)	учебным планом не предусмотрены
Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой	8 семестр – 0,3 часа
Контроль: Зачет с оценкой	8 семестр – 17,7 часов

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры Энергетики
(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

А.В. Афонин
(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики
(название кафедры)


(подпись)

Е.Г. Зенина
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроэнергетические системы и цифровые технологии

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент
(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

В.Н. Курьянов
(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики
(название кафедры)


(подпись)

Е.Г. Зенина
(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины состоит в формировании навыков и умения использовать различные методы диагностики, выявлять дефекты оборудования, определять плотности вероятностей отказов, рассчитывать надежность и ресурс отдельных агрегатов и их работу в составе электрических систем.

Задачами дисциплины являются:

- изучение различных методов диагностики;
- определение дефектов и причин их возникновения;
- определение динамики развития дефектов и отказов, связанных с ними;
- расчет срока ресурса оборудования до его критического состояния;
- определения критериев надежности отдельных элементов и всего комплекса в целом.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1. Способен управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование по типовым методикам	ПК-1.2. Демонстрирует понимание технологических процессов, способов управления оборудованием и их взаимосвязь с задачами эксплуатации	знать: <ul style="list-style-type: none">- параметры постоянного мониторинга и дискретные параметры;- регламент проведения и технологический процесс различных методов диагностики; уметь: <ul style="list-style-type: none">- по ретроспективным данным и данным текущего мониторинга формировать рекомендации по эксплуатации оборудования, срокам и видам необходимого технического обслуживания.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на знании дисциплин: «Высшая математика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР	Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная									
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Задачи и основные положения технической диагностики.	12	8	2	2					8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1], стр. 153- 158	
2	Основы технической диагностики.	12	8	2	2					8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [2], стр. 5-15	
3	Диагностирование роторного и электротехнического оборудования.	12	8	2	2					8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [2], стр.63-112	
4	Средства измерения и анализ характеристик электротехнического и электромеханического оборудования.	12	8	2	2					8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [2], стр.49-62	
5	Мониторинг и диагностика основного и вспомогательного энергетического оборудования.	28	8	4	6					18		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [2] – стр. 30-49	
6	Надежность энергетического оборудования.	14	8	4	2					8		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] – стр. 7-25 [2] – стр. 43-67	
	Зачет с оценкой	18	8						0,3		17,7		
	Итого:	108		16	16		-	-	0,3	58	17,7		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

Краткое содержание разделов

- 1 *Задачи и основные положения технической диагностики.* Основные понятия и определения. Классификация методов диагностики энергетического оборудования. Задачи мониторинга и диагностики. Принципы построения диагностических моделей.
- 2 *Основы технической диагностики.* Основной принцип технической диагностики. Разделы технической диагностики. Основные этапы технической диагностики. Функциональная и тестовая диагностика. Методология технической диагностики. Выбор диагностического сигнала.
- 3 *Диагностирование роторного и электротехнического оборудования.* Методы средства диагностирования роторных механизмов. Методы диагностирования энергетического оборудования. Тепловизионный метод. Методы балансировки роторного оборудования.
- 4 *Средства измерения и анализ характеристик электротехнического и электромеханического оборудования.* Измерительные преобразователи. Анализаторы. Программное обеспечение для вибромониторинга и диагностики. Виброакустические диагностические модели узлов и машин. Последовательность процедур при построении диагностической модели. Пределы основных частот вибрации вращающегося оборудования. Определения пороговых значений.
- 5 *Мониторинг и диагностика основного и вспомогательного энергетического оборудования.* Концепция системы диагностики энергетического оборудования. Основные направления совершенствования организации ремонтов и эксплуатации оборудования. Этапы ввода системы мониторинга и вибродиагностики. Задачи, решаемые системой мониторинга и вибродиагностики технического состояния оборудования (МиВД ТСО)
- 6 *Надежность энергетического оборудования.* Основные понятия и определения. Основной принцип надежности. Методология надежности. Способы определения и повышения надежности энергетического оборудования.

3.3. Темы практических занятий

- 1 Методы диагностирования оборудования (2 часов)
- 2 Функциональная и тестовая диагностика (2 часа)
- 3 Диагностические приборы, применяемые для снятия дискретных параметрических характеристик (2 часа)
- 4 Энергетическое оборудование, диагностируемое при осуществлении функциональной и тестовой диагностике (2 часа)
- 5 Тепловизор. Устройство, принцип действия и назначение. Дефекты выявляемые с помощью тепловизора (2 часа).
- 6 Трассоискатель. Назначение. Дефекты выявляемые с помощью трассоискателя. (2 часа).
- 7 Мегаометр. Назначение. Дефекты выявляемые с помощью мегаомметра. Работа с мегаометром. (2 часа).
- 8 Определение сроков эксплуатации оборудования по фактическим параметрическим данным (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

учебным планом не предусмотрены

3.5. РГР

Тип РГР: учебным планом не предусмотрены

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ учебным планом не предусмотрены.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды компетенции и индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Формы контроля
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
– параметры постоянного мониторинга и дискретные параметры;	ПК-1.1	X				X		Отчет по практическим работам №1,2
– регламент проведения и технологический процесс различных методов диагностики;	ПК-1.1			X				Отчет по практической работе №5,6,7
Уметь:								
– по ретроспективным данным и данным текущего мониторинга формировать рекомендации по эксплуатации оборудования, срокам и видам необходимого технического обслуживания;	ПК-1.1						X	Отчет по практическим работам №3,4, №8
<i>Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п.3.1)</i>		12	12	12	12	28	14	

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

Для контроля результатов образования проводятся:

- отчет по практической работе№1
- отчет по практической работе№2
- отчет по практической работе№3
- отчет по практической работе№4
- отчет по практической работе№5
- отчет по практической работе№6
- отчет по практической работе№7
- отчет по практической работе№8

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

Дифференцированный зачет.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

- 1) Надежность и диагностика сложных систем: учебник / Под общ. Ред. В.М. Труханова. – М.: Издательский дом «Спектр», 2016. – 175 с.
- 2) Диагностика теплоэнергетического оборудования: Учебное пособие. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 240с.
- ???

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Microsoft Office

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Полнотекстовые внутривузовские издания НТБ МЭИ: <http://opac.mpei.ru/>
2. ЭБС Издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
5. www.rushydro.ru;
6. www.hydroteh.ru.
7. ВНИИГМИ МЦД – www.meteo.ru
8. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области – www.green.tsu.ru

9. Главная геофизическая обсерватория (ГГО) им. А.И. Воейкова – <http://voeikovmgo.ru/>
10. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – <http://www.meteorf.ru/default.aspx> -
11. Государственный гидрологический институт - <http://www.hydrology.ru/>
12. Всемирная Метеорологическая Организация – www.wmo.int

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов (телевизор, видеомаягнитофон), средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе. Необходимое программное обеспечение: Microsoft Office.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И НАДЕЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1	отчет по практической работе№1
КМ-2	отчет по практической работе№2
КМ-3	отчет по практической работе№3
КМ-4	отчет по практической работе№4
КМ-5	отчет по практической работе№5
КМ-6	отчет по практической работе№6
КМ-7	отчет по практической работе№7
КМ-8	отчет по практической работе№8

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины = 6 з.е. (без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ –1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
1	Задачи и основные положения технической диагностики.		+							
2	Основы технической диагностики.			+						
3	Диагностирование роторного и электротехнического оборудования.				+					
4	Средства измерения и анализ характеристик электротехнического и электромеханического оборудования.					+				
5	Мониторинг и диагностика основного и вспомогательного энергетического оборудования.						+	+	+	
6	Надежность энергетического оборудования.									+
Минимальный балл за КМ			5	5	5	5	5	5	5	5
Максимальный балл за КМ			7	7	7	7	8	8	8	8

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Наименование образовательной программы: Электротехнические системы и цифровые технологии,
Цифровые системы релейной защиты и автоматики, Гидроэлектростанции и цифровые технологии**

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Оценочные материалы по дисциплине

**Б1.В.19 СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И НАДЕЖНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ
(ПРОФИЛЬ 1)**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и уровня освоения дисциплины.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
Знать:		
основные показатели надежности	ПК-1.1.	Отчет по практической работе № 1, Зачет
прогнозирование возможных отказов оборудования	ПК-1.1.	Отчет по практической работе №3; Зачет
способы увеличения надежности систем и отдельных элементов	ПК-1.2.	Отчет по практической работе №3. Зачет
проектные решения увеличения надежности	ПК-1.2.	Отчет по практической работе №2; Зачет
Уметь:		
на основе изменения показаний параметров оборудования анализировать возникающие дефекты	ПК-1.1	Отчет по практической работе №3; Зачет
определять оптимальные методы резервирования оборудования	ПК-1.2.	Отчет по практической работе №4; Зачет

Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

Практическая работа №1.

«Описание случайных дефектов и способы их выявления»

Отчет по практической работе

Примеры вопросов по защите:

1. Определение термина «случайный дефект»
2. Возможные причины возникновения случайных дефектов
3. Способы снижения рисков отказов оборудования от случайных дефектов

По результатам тестирования выставляется:

- 10* балла, если правильно 90% ответов на вопросы.
- 7-8** балла, если правильно не менее 80% ответов на вопросы;
- 6*** балл, если правильно не менее 50% ответов на вопросы.

Практическая работа №2.

«Описание неслучайных дефектов и способы их выявления»

Отчет по практической работе

Примеры вопросов по защите:

1. Определение термина «неслучайный дефект»
2. Возможные причины возникновения неслучайных дефектов
3. Способы снижения рисков отказов оборудования от неслучайных дефектов

По результатам тестирования выставляется:

- 10* балла, если правильно 90% ответов на вопросы.
- 7-8** балла, если правильно не менее 80% ответов на вопросы;
- 6*** балл, если правильно не менее 50% ответов на вопросы.

Практическая работа №3.

«Виды резервирования оборудования»

Отчет по практической работе

Примеры вопросов по защите:

1. Функциональное резервирование
2. Структурное резервирование

По результатам тестирования выставляется:

- 10* балла, если правильно 90% ответов на вопросы.
- 7-8** балла, если правильно не менее 80% ответов на вопросы;
- 6*** балл, если правильно не менее 50% ответов на вопросы.

Практическая работа №4.

«Методы технической диагностики»

Отчет по практической работе

Примеры вопросов по защите:

1. Функциональная диагностика
2. Тестовая диагностика

По результатам тестирования выставляется:

- 10* балла, если правильно 90% ответов на вопросы.
- 7-8** балла, если правильно не менее 80% ответов на вопросы;
- 6*** балл, если правильно не менее 50% ответов на вопросы.

Расчетное задание

Обучающемуся выдается индивидуальное задание.

Содержание расчетного задания «Методы диагностики основного и вспомогательного оборудования турбины»

Задание №1. Диагностика котельного оборудования

Задание №2. Диагностика турбины

Задание №3. Диагностика генератора

Задание №4. Диагностика конденсатора

Задание №5. Диагностика трубопроводов

Задание №6. Диагностика насосного оборудования

Промежуточная аттестация

Экзамен

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Определения, термины.
2. Оценка надежности и нахождение приближенных пределов доверительных пределов по функции надежности.

Время подготовки ответа – 60 минут.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов;
- 26-35, если правильно обучающийся ответил на два вопроса и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если обучающийся ответил на один вопрос и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки
- 0 баллов, если не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка	Количество баллов
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов