

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления объектами тепловых и атомных электрических станций**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Диагностика объектов энергетики**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Долбикова Н.С.
	Идентификатор	Re789edb1-DolbikovaNS-479113b

(подпись)

Н.С.  
Долбикова

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мезин С.В.
	Идентификатор	R420ae592-MezinSV-dc40cfee

(подпись)

С.В. Мезин

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черняев А.Н.
	Идентификатор	R7a97f450-ChernyaevAN-b37575e

(подпись)

А.Н. Черняев

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в организации и эксплуатации систем управления технологическими объектами

ИД-3 Демонстрирует знание технологий, методов и средств технического диагностирования, поиска неисправностей и контроля технического состояния объектов энергетики в составе современных систем автоматизации

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Использование справочно-правовых и информационных систем предприятий для разработки руководящих документов по проведению мероприятий в области технической диагностики оборудования на предприятиях энергетики (Лабораторная работа)
2. Использование сред инженерных расчетов при решении задач диагностики и прогнозирования технического состояния объектов энергетики (Лабораторная работа)
3. Прогнозирование диагностических параметров и технического состояния энергетического оборудования (Лабораторная работа)
4. Разработка диагностической модели, выбор и обоснование методов и средств диагностики единицы энергетического оборудования (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. «Информационные системы для диагностики объектов энергетики» (Тестирование)
2. Методы и средства диагностики (Тестирование)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	8	10	10	12	14	16
Виды, методы и средства диагностики объектов энергетики							
Виды, методы и средства диагностики объектов энергетики	+			+	+		
Документационное обеспечение организации диагностики оборудования на предприятиях энергетики							
Документационное обеспечение организации диагностики оборудования на предприятиях			+				

энергетики						
Дефекты, отказы и аварии на объектах энергетики						
Дефекты, отказы и аварии на объектах энергетики	+					
Информационные системы для диагностики оборудования энергетики						
Информационные системы для диагностики оборудования энергетики		+			+	+
Вес КМ:	25	15	15	15	15	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-3ПК-1 Демонстрирует знание технологий, методов и средств технического диагностирования, поиска неисправностей и контроля технического состояния объектов энергетики в составе современных систем автоматизации	Знать: основные виды технической диагностики оборудования энергетики основные средства и методы проведения диагностики, определения технического состояния, выявления неисправностей и дефектов оборудования энергетики основные нормативно-технические документы организации и проведения диагностики оборудования назначение и функциональные особенности информационных систем, применяемых в процессе диагностики объектов энергетики Уметь: обосновывать выбор методов и средств	Разработка диагностической модели, выбор и обоснование методов и средств диагностики единицы энергетического оборудования (Лабораторная работа) Использование справочно-правовых и информационных систем предприятий для разработки руководящих документов по проведению мероприятий в области технической диагностики оборудования на предприятиях энергетики (Лабораторная работа) Методы и средства диагностики (Тестирование) Прогнозирование диагностических параметров и технического состояния энергетического оборудования (Лабораторная работа) Использование сред инженерных расчетов при решении задач диагностики и прогнозирования технического состояния объектов энергетики (Лабораторная работа) «Информационные системы для диагностики объектов энергетики» (Тестирование)

		диагностики и определения технического состояния оборудования энергетики применять среды инженерных расчетов для решения задач построения моделей диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Разработка диагностической модели, выбор и обоснование методов и средств диагностики единицы энергетического оборудования

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторных работ проводится в устной форме в виде беседы преподавателя со студентом по представленным отчетам о лабораторных работах.

#### Краткое содержание задания:

Студент готовится к лабораторной работе, изучает материал, готовит протокол и выполняет лабораторную работу

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные средства и методы проведения диагностики, определения технического состояния, выявления неисправностей и дефектов оборудования энергетики	<ol style="list-style-type: none"><li>1.<ul style="list-style-type: none"><li>• Как называется модель диагностирования, при которой все элементы мониторинга (датчики, коммутационные элементы и устройства представления информации) размещены непосредственно в оборудовании;</li></ul></li><li>2. Как называется модель, для которой характерна полная автономность всех узлов аппаратуры диагностирования</li><li>3.<ul style="list-style-type: none"><li>• Модель организации системы диагностирования, при которой характерны промежуточные, компромиссные варианты размещения аппаратуры диагностирования на объекте.</li></ul></li></ol>
Уметь: обосновывать выбор методов и средств диагностики и определения технического состояния оборудования энергетики	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Смоделируйте автономную систему диагностирования для объекта энергетики, например, ПНД (подогревателя низкого давления)</li><li>2. Интенсивность отказов измерительного прибора <math>\lambda = 0.83 \cdot 10^{-3}</math> 1/ч. Для повышения точности измерения применена схема группирования из пяти по три (<math>m=2/3</math>). Построить диагностическую модель и рассчитать вероятность безотказной работы.</li></ol>

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 90% вопросов.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 75-89% вопросов.

Оценка: 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 60-74% вопросов.*

**КМ-2. Использование справочно-правовых и информационных систем предприятий для разработки руководящих документов по проведению мероприятий в области технической диагностики оборудования на предприятиях энергетики**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В соответствии с графиком проведения работ, студент прорабатывает методические указания, подготавливает протокол, сдает коллоквиум, выполняет в лаборатории "АСУТП-3" работу и защищает её

**Краткое содержание задания:**

Выполнить и защитить лабораторную работу №2 (4 час)

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные нормативно-технические документы организации и проведения диагностики оборудования	1.К каким объектам энергетического обследования относятся предприятия, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, 2.Что является целью энергетического обследования <b>первого уровня</b> 3.Какие мероприятия необходимо провести при энергетическом обследовании <b>второго уровня</b>
Уметь: применять среды инженерных расчетов для решения задач построения моделей диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования	1.Составить план энергетического обследования первого уровня теплового пункта с учетом технической документация на технологическое и вспомогательное оборудование (технологические системы, спецификации, режимные карты, регламенты и т. д.) и отчетной документации по ремонтным, наладочным, испытательным и энергосберегающим мероприятиям; 2.Составить программу в среде Simulinc по энергетическому обследованию второго уровня исходя из данных о состоянии учета и нормирования расхода тепловой и электрической энергии и паспортных данных на энергоёмкое оборудование

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено 85 или более процентов заданий*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено от 70 до 84 процентов заданий*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено от 50 до 69 процентов заданий*

### **КМ-3. Методы и средства диагностики**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование в компьютерном классе

**Краткое содержание задания:**

Ответить на тест из 15 вопросов по теме “Методы и средства диагностики”

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные виды техническо й диагностик и оборудова ния энергетики	1.Какой из методов диагностирования не относится к активным: а) Ультразвуковой; б) Акустической эмиссии; в) Метод колебаний; г) Эхо-метод 2.Перечислите известные методы проведения диагностики энергетического оборудования: _____ _____ 3.Показатель степени объективности отображения результатов контроля действительному техническому состоянию объекта контроля это: а) Информативность контроля; б) Объективность контроля; в) Достоверность контроля; г) Полнота контроля. 4.Методы, которые определяют приемы и способы измерения параметров и выявления качественных признаков состояния оборудования это: а) Организационные методы диагностирования; б) Технические методы диагностирования; в) Технологические методы диагностирования; г) Органолептические методы диагностирования.
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено 85 или более процентов заданий*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено от 70 до 84 процентов заданий*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено от 50 до 69 процентов заданий*

#### **КМ-4. Прогнозирование диагностических параметров и технического состояния энергетического оборудования**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В соответствии с графиком проведения работ, студент прорабатывает методические указания, подготавливает протокол, сдает коллоквиум, выполняет в лаборатории "АСУТП-3" работу и защищает её

#### **Краткое содержание задания:**

Студент должен выполнить и защитить лабораторную работу по теме "Прогнозирование диагностических параметров и технического состояния энергетического оборудования"

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: обосновывать выбор методов и средств диагностики и определения технического состояния оборудования энергетики	1. Составьте алгоритм оценки технического состояния оборудования ПВД 2. Определить погрешность измерения температуры пирометром и тепловизором при тепловизионном методе диагностики
--	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено без ошибок и защищено 90 или более процентов заданий

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено без ошибок и защищено от 75 до 89 процентов заданий

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено без ошибок и защищено от 60 до 74 процентов заданий

#### **КМ-5. Использование сред инженерных расчетов при решении задач диагностики и прогнозирования технического состояния объектов энергетики**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

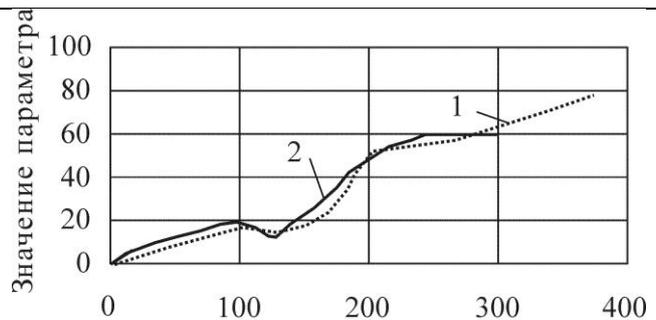
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В соответствии с графиком проведения работ, студент прорабатывает методические указания, подготавливает протокол, сдает коллоквиум, выполняет в лаборатории "АСУТП-3" работу и защищает её

#### **Краткое содержание задания:**

Студент должен выполнить и защитить лабораторную работу по теме "Использование сред инженерных расчетов при решении задач диагностики и прогнозирования технического состояния объектов энергетики"

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: применять среды инженерных расчетов для решения задач построения моделей диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования



1. Изменение параметра показано кривой 1 в диапазоне наработки от 0 до 250 часов. Необходимо осуществить прогноз на будущие 125 часов работы (до 375 часов). Граничное значение  $k_{пред} = 80$ .
2. Опишите порядок реализации последовательного метода поиска дефекта по жёсткой и гибкой программам.
3. Как строится минимизированная таблица функций неисправностей? Поясните использование МТФН для поиска одиночных и кратных дефектов комбинационным

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено 90 или более процентов заданий

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено от 75 до 89 процентов заданий

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок и защищено от 60 до 74 процентов заданий

#### КМ-6. «Информационные системы для диагностики объектов энергетики»

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование в компьютерном классе

#### Краткое содержание задания:

Студент получает тест из 20 вопросов и за 45 минут должен ответить на вопросы

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: назначение и функциональные особенности информационных систем, применяемых в процессе</p>	<p>1. Прикладная информационная система управления основными фондами предприятия, функционирование которой направлено на оптимальное управление активами предприятий</p>
---	--

диагностики энергетики	объектов	<p>энергетики и режимами работы на протяжении всего их жизненного цикла:</p> <p>а) ERP-система;  б) EAM-система;  в) CMMS-система;  г) MRP-система.</p> <p>2. Прикладная информационная система управления техническим обслуживанием и планово-предупредительного ремонта:</p> <p>а) ERP-система;  б) EAM-система;  в) CMMS-система;  г) MRP-система.</p>
---------------------------	----------	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок 90 или более процентов заданий*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок от 75 до 89 процентов заданий*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено без ошибок от 60 до 74 процентов заданий*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Билет №3

1. Виды диагностики объектов энергетики
2. Государственные стандарты в области диагностики оборудования и методов проведения диагностики.
3. ЕАМ-системы

### Процедура проведения

Зачет проводится в форме ответов на вопросы билета. Студент получает билет, готовится 45 минут и отвечает преподавателю.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Демонстрирует знание технологий, методов и средств технического диагностирования, поиска неисправностей и контроля технического состояния объектов энергетики в составе современных систем автоматизации

### Вопросы, задания

1. Техническое состояние оборудования энергетики
2. Виды диагностики объектов энергетики
3. Технологии индустрии 4.0 при диагностировании объектов энергетики и поддержания их в надлежащем техническом состоянии.
4. Типовые программы и методики проведения испытаний.
5. Понятие и виды дефектов, отказов, аварий на объектах энергетики.
6. Системы инженерных расчетов для создания и проверки эффективности методов решения задач диагностики и прогнозирования технического состояния объектов энергетики.

### Материалы для проверки остаточных знаний

**1. Свойство оборудования сохранять работоспособность до наступления предельного износа:**

Ответы:  
надёжность;  
безотказность;  
техническое состояние;  
ресурс;  
долговечность

Верный ответ: долговечность

**2. Свойство объекта (изделия, машины и т.д.) сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки без вынужденных перерывов на устранение отказов -**

Ответы:  
Сохраняемость  
Ремонтопригодность

Безотказность  
Долговечность

Верный ответ: Безотказность

3. Какие определения технического состояния объекта (ТСО) отсутствуют в ГОСТ 20911–89 «Техническая диагностика. Термины и определения» и введено в ГОСТ Р 27.002–2015 «Надёжность в технике. Термины и определения»

Ответы:

исправное / неисправное; ·  
работоспособное / неработоспособное;  
предельное состояние;  
предотказное состояние;  
опасное состояние; ·

Верный ответ: предотказное состояние; опасное состояние; ·

4. Недостатком диагнозов неисправности технической системы методом Байеса являются:

Ответы:

Простота  
Эффективность  
Наличие большого объема информации  
“Игнорирование” редко встречающихся диагнозов

Верный ответ: “Игнорирование” редко встречающихся диагнозов

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

На основании семестровой и зачетной составляющих в соответствии с Положением о бально-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ"