

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.05

Системы технического диагностирования, автоматического управления и защиты объектов при производстве электрической и тепловой энергии

Учебный план: _____ ФГОС3++zm130401.21-23_26-13.plx

Кафедра: 21 Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Технология производства электрической и тепловой энергии

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
2	УП	12	16	134	18	5	Экзамен
	РПД	12	16	134	18	5	
Итого	УП	12	16	134	18	5	
	РПД	12	16	134	18	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Саид Мохаммад

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области технического диагностирования, автоматического управления и защиты объектов в теплоэнергетике и теплотехнологии, связанных с реализацией правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное определение технического состояния объектов теплоэнергетики, прогнозирования его изменения в процессе эксплуатации, в оценке их эффективности.

1.2 Задачи дисциплины:

Изучить методы определения технического состояния технических объектов.

Рассмотреть мероприятия по техническому диагностированию.

Продemonстрировать организацию технического диагностирования.

Установить возможности в применении методов технического диагностирования.

Провести оценку эффективности методов диагностирования.

Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-4.2: Готов к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонту и модернизации оборудования при производстве тепловой и электрической энергии

Знать: Теоретические основы технической диагностики, методы, средства технического диагностирования, системы технического диагностирования, автоматического контроля, управления и защиты оборудования теплоэнергетики.
--

Уметь: Оценивать техническое состояние объектов с использованием систем диагностирования, применять средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, выполнять экспериментальные исследования с использованием средств диагностирования.

Владеть: Проблематикой совершенствования систем технического диагностирования, автоматического управления и защиты объектов теплоэнергетики, навыками использования современными компьютерными и информационными технологиями.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	
Раздел 1. Введение в техническую диагностику	2			
Тема 1. Основы технического диагностирования. Основные понятия, термины и определения. Задачи технического диагностирования, стратегии технического обслуживания и ремонта.		0,5	0,5	6
Тема 2. Методы технического диагностирования. Классификация методов технического диагностирования, методы получения информации, методы обработки информации.		3	5	35
Раздел 2. Измерения				
Тема 3. Измерения как основа диагностики. Измерения физических величин, виды и методы измерений. Классификация средств измерений и метрологические характеристики, сертификация средств измерений.		2	2	20
Тема 4. Первичные измерительные преобразователи. Параметрические измерительные преобразователи, генераторные измерительные преобразователи.		1	1	10
Раздел 3. Современные измерительные системы и диагностические модели				
Тема 5. Измерительные системы. Классификация измерительных систем, Структуры информационно-измерительных систем.		0,5	0,5	10
Тема 6. Диагностическое обеспечение. Диагностические модели технических систем, диагностические параметры и признаки. Выбор диагностических параметров. Свойства диагностических признаков. Алгоритм технического диагностирования, средства диагностирования, общие подходы к разработке методики диагностирования.		3	5	35
Раздел 4. Цифровизация процессов диагностирования				

Тема 7. Цифровая обработка сигналов. Понятие сигнала, аналоговый сигнал, цифровой сигнал, преобразование аналогового сигнала в цифровую форму, система цифровой обработки аналоговых сигналов, методы ЦОС.		1	1	10
Тема 8. Виброакустическое диагностирование. Методы виброакустического диагностирования, средства виброакустического диагностирования. Структурные схемы системы ЦОС.		1	1	8
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		12	16	134
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		5		13
Всего контактная работа и СР по дисциплине		33		147

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-4.2	1. Излагает методы определения технического состояния технических объектов. 2. Демонстрирует умение организовывать техническое диагностирование. 3. Использует навыки оценки эффективности методов технического диагностирования

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся свободно и уверенно оперирует информацией, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой; ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях изучаемой дисциплины. Знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной проблемы. Обучающийся дает полный, исчерпывающий ответ, демонстрируя глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы.
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для

	при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя.	реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; ответ неполный, основанный только на лекционных материалах справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок. При понимании сущности предмета в целом существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов	Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией. В работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с содержанием рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления. Неспособность ответить на вопросы по письменной работе без помощи преподавателя. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 2	
1	Основные понятия технической диагностики: дефект, отказ, ресурс, наработка
2	Классификация видов технического диагностирования
3	Объекты диагностирования в теплоэнергетике: котлы, турбины, трубопроводы, насосы
4	Характерные дефекты тепломеханического оборудования
5	Понятие контролепригодности
6	Стратегии диагностирования: по наработке, по состоянию, комбинированная
7	Надёжность и достоверность диагностирования
8	Ошибки первого и второго рода
9	Виды технических состояний объектов
10	Классификация дефектов и отказов
11	Функциональное и тестовое диагностирование
12	Стратегии технического обслуживания и ремонта оборудования ТЭС
13	Методы неразрушающего контроля в теплоэнергетике
14	Физические основы ультразвукового контроля
15	Эхо-метод, теневой метод, зеркально-теневой метод в УЗКЭхо-метод, теневой метод, зеркально-теневой метод в УЗК
16	Ультразвуковой контроль сварных швов котлов и паропроводов
17	Вихретоковый контроль трубопроводов и экранных труб котлов

18	Метод магнитной памяти металла для зон концентрации напряжений
19	Виброакустическое диагностирование насосов и дымососов
20	Виброакустическое диагностирование паровых и газовых турбин
21	Спектральный анализ вибрации: диагностические признаки дисбаланса
22	Спектральный анализ вибрации: диагностические признаки расцентровки
23	Фазовый анализ для балансировки роторов
24	Трендовый анализ вибрации. Мониторинг состояния оборудования
25	Инфракрасная термография в диагностике тепловых объектов
26	Диагностика обмуровки котлов и тепловой изоляции трубопроводов
27	Количественная термография. Оценка толщины отложений накипи
28	Спектральный анализ масел турбин. Определение продуктов износа
29	Спектральный анализ дымовых газов. Диагностика горелок
30	Средства виброакустического диагностирования
31	Средства диагностирования: стационарные, переносные, встроенные
32	Методы безразборного функционального диагностирования дизелей
33	Стратегии технического обслуживания и ремонта
34	Задачи технического диагностирования
35	Виды технических состояний
36	Понятие производственного брака
37	Классификация дефектов
38	Понятие отказа
39	Классификация методов технического диагностирования
40	Функциональное диагностирование
41	Прогнозирование остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования
42	Автоматизированные системы диагностического мониторинга на ТЭС
43	Промышленная безопасность объектов тепловой энергии
44	Документирование результатов диагностирования: акт, заключение, протокол
45	Паспортизация объекта диагностирования

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задание №1.

При вибродиагностике дымососа на спектре вибрации обнаружен пик на частоте 50 Гц. Частота вращения вала 3000 об/мин. Определить наиболее вероятный дефект.

Задание №2.

При тепловизионном контроле паропровода температура поверхности исправного участка 42°C, дефектного — 68°C, температура воздуха 2°C, $\alpha = 10 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Рассчитать тепловой поток с 1 м² для обоих участков.

Задание №3.

При ультразвуковом контроле барабана котла получены толщины: 42 мм, 38 мм, 41 мм. Исходная толщина 45 мм, допустимая минимальная 36 мм. Дать заключение.

Задание №4.

Скорость роста дефекта паропровода 0,015 мм/тыс. час. Текущая толщина 24 мм, предельная 18 мм. Нарботка с момента последнего контроля 20 тыс. часов. Определить остаточный ресурс.

Задание №5.

При спектральном анализе масла турбины обнаружено повышенное содержание железа (Fe) и меди (Cu). О чём свидетельствует данный результат?

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☒ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В течение семестра выполняется контрольная работа.

Время на подготовку ответа на экзамене 45 минут.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Волков, Ю. В.	Системы технического диагностирования, автоматического управления и защиты. Ч.1	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2019	http://www.iprbookshop.ru/102470.html
Волков, Ю. В.	Системы технического диагностирования, автоматического управления и защиты. Ч.2	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2017	http://www.iprbookshop.ru/102471.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Беляев, С. А., Воробьев, А. В., Литвак, В. В.	Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС	Томск: Томский политехнический университет	2015	http://www.iprbookshop.ru/55198.html
Ю.А. Азовцев, Н.А. Баркова, А.А. Гаузе	Вибрационная диагностика роторных машин и оборудования целлюлозно-бумажных комбинатов [Текст] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб. : СПбГУРП	2014	http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/2.pdf

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL: <http://teplokot.ru/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional 2013

MicrosoftWindows 8

Симулятор тепловой схемы ТЭЦ v1.0

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
-----------	-----------

Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду