

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02

Комплексные исследования и диагностика оборудования

(индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **7** Машин автоматизированных систем

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **15.04.02 Технологические машины и оборудование**

Технологические процессы и оборудование целлюлозно-бумажного

Профиль подготовки: **производства**

Уровень образования : **магистратура**

План учебного процесса

| Составляющие учебного процесса | | Очное обучение | Очно-заочное обучение | Заочное обучение |
|---|--------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы) | Всего | 72 | | |
| | Аудиторные занятия | 26 | | |
| | Лекции | 13 | | |
| | Лабораторные занятия | | | |
| | Практические занятия | 13 | | |
| | Самостоятельная работа | 46 | | |
| | Промежуточная аттестация | | | |
| Формы контроля по семестрам (номер семестра) | Экзамен | | | |
| | Зачет | 3 | | |
| | Контрольная работа | | | |
| | Курсовой проект (работа) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы) | | 2 | | |

| Форма обучения: | Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Очная | | | 2 | | | | | | | |
| Очно-заочная | | | | | | | | | | |
| Заочная | | | | | | | | | | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № m150402-12_20

Кафедра-разработчик: Машин автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: Александров А.В.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Машин автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: Александров А.В.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области контроля состояния и диагностики машин (в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 18436-2-2005 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к обучению и сертификации персонала. Часть 2. Вибрационный контроль состояния и диагностика»).

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть источники вибрации исправного оборудования
- Раскрыть принципы образования источников вибрации, возбуждаемой дефектами механизмов
- Продемонстрировать особенности вибрации механизмов при образовании различных видов дефектов

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции | Формулировка компетенции | Этап формирования |
|--|--|-------------------|
| ПК-14 | способностью обеспечивать управление программами освоения новой продукции и технологий, проводить оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества продукции, анализировать результаты деятельности производственных подразделений | 2, 3 |
| Планируемые результаты обучения Знать: 1) Основы управления программами освоения новой продукции и технологии Уметь: 1) проводить оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества продукции Владеть: 1) методиками анализа результатов деятельности производственных подразделений | | |
| ПК-16 | способностью изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы, систематизировать их и обобщать | 1,2 |
| Планируемые результаты обучения Знать: 2) документы, содержащие техническую информацию, необходимую для проведения вибрационного контроля, измерения и анализа вибрационного сигнала, основы вибрационной диагностики и прогноза технического состояния оборудования 3) основы вибрационной диагностики и прогноза технического состояния оборудования Уметь: 1) анализировать информацию, технические данные и показатели, необходимые для проведения мониторинга технического состояния оборудования 2) систематизировать результаты измерений параметров вибрации с целью использования их для прогноза технического состояния и планирования обслуживания Владеть: 1) методами измерений технических параметров, отвечающих за техническое состояние оборудования 2) различными методами обслуживания оборудования в зависимости от результатов измерений параметров, отвечающих за их техническое состояние | | |
| ПК-20 | способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, | |

| Код компетенции | Формулировка компетенции | Этап формирования |
|-----------------|---|-------------------|
| | приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов | 1,2 |

Планируемые результаты обучения

Знать:

- 1) физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к мониторингу технического состояния роторного оборудования
- 2) методы проведения функциональной и тестовой диагностики оборудования

Уметь:

- 1) конфигурировать дерево оборудования в программе мониторинга технического состояния DREAM
- 2) создавать маршруты измерений в программе DREAM

Владеть:

- 1) навыками организации проведения измерений, передачи маршрутов измерений из компьютера в сборщик данных и результатов измерений из сборщика данных в программу DREAM на компьютере,
- 2) методами анализа результатов измерений в терминах дефектов, их развитости и достоверности диагноза и прогноза технического состояния

| | | |
|-------|---|-----|
| ПК-21 | способностью подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований | 1,2 |
|-------|---|-----|

Планируемые результаты обучения

Знать:

- 1) виды отчетов по техническому состоянию роторного оборудования
- 2) параметры, необходимые для включения в технические отчеты по контролю за техническим состоянием оборудования

Уметь:

- 1) измерять параметры, необходимые для подготовки научно-технических отчетов по мониторингу и диагностике роторного оборудования
- 2) подготавливать научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам мониторинга и диагностики роторного оборудования

Владеть:

- 1) методами автоматизированного мониторинга, диагностики и прогноза технического состояния оборудования на базе аппаратно-программного комплекса DREAM
- 2) правилами написания научно-технических отчетов и публикаций по результатам выполненных исследований вибрации в приложении к контролю, мониторингу, диагностике и прогнозу технического состояния для планирования обслуживания оборудования

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Анализ производственно – хозяйственной деятельности (ПК-14)
- Защита интеллектуальной собственности (ПК-16)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-16)
- Научно-исследовательская работа (ПК-16, ПК-20)
- Компьютерные технологии в машиностроении (ПК-20)
- Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента (ПК-20, ПК-21)
- Математические методы в инженерии (ПК-20)
- Динамический анализ конструкций, механизмов и машин (ПК-20)
- Физические методы и средства измерения и контроля (ПК-20)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание | Объем (часы) |
|---------------------------|--------------|
|---------------------------|--------------|

| учебных модулей, тем и форм контроля | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
|--|----------------|-----------------------|------------------|
| Учебный модуль 1. Основы диагностики | | | |
| Тема 1. Техническая диагностика. Назначение и задачи вибрационного мониторинга и диагностики. Основной принцип технической диагностики. Диагностический признак и диагностический параметр. Диагностический симптом. Алгоритмы распознавания, диагностические модели, правила принятия решений. | 3 | | |
| Тема 2. Вибродиагностика. Вибрация как основной вид диагностического сигнала для роторных машин и оборудования. Функциональная и тестовая диагностика. Вибрационный контроль. Основные методы прогноза технического состояния. | 4 | | |
| Тема 3. Пассивные методы неразрушающего контроля и диагностики | 3 | | |
| Текущий контроль 1. Контрольная работа | 1 | | |
| Учебный модуль 2. Основы вибрации | | | |
| Тема 4. Физические основы вибрации механических систем. Механические колебания: вибросмещение, виброскорость и виброускорение. Величины механических колебаний: пиковое, среднеквадратическое, среднее значения, размах, пик-пик, пикфактор. Роторный агрегат как колебательная система. Собственные и вынужденные колебания. Явление резонанса. Критические частоты вращения оборудования. Синхронные и несинхронные колебания. Свойства и особенности распространения низкочастотной, среднечастотной, высокочастотной и ультразвуковой вибрации. Вибрация механического, электромагнитного и аэрогидродинамического происхождения. | 4 | | |
| Тема 5 Нормативная база по вибрационному контролю машин и оборудования. Единицы измерения вибрации. ГОСТ Р ИСО 10816 1-97 Вибрация. Контроль состояния машины по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования. ГОСТ Р ИСО 10816 – 3-2002 Вибрация. Контроль состояния машины по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 3 Промышленные машины номинальной мощностью более 15 кВт и номинальной скоростью от 120 до 15000 мин в ст. минус 1 | 3 | | |
| Текущий контроль 2. Контрольная работа | 1 | | |
| Учебный модуль 3. Измерение вибрации, сбор данных | | | |
| Тема 6. Методы и технические средства измерения вибрации. Кинематический и динамический принципы измерения. Понятия "абсолютных" и "относительных" значений вибрации. Датчики вибрации: проксиметры, велосиметры, акселерометры. Их основные характеристики и свойства. Области их применения. Погрешности измерения. Калибровка датчиков. Контроль их функционирования. Способы крепления датчиков. Основные требования к средствам измерения вибрации. | 4 | | |
| Тема 7. Сбор данных. Виды баз данных. Менеджер баз данных. | 3 | | |
| Текущий контроль 3. Контрольная работа | 1 | | |
| Учебный модуль 4. Анализ и обработка сигналов вибрации | | | |
| Тема 8. Сигналы вибрации. Временной сигнал, спектр, спектр огибающей высокочастотной случайной вибрации, кепстр, Модели сигналов: Случайный. Гармонический, полигармонический. квазиполигармонический. Сигнал биений, амплитудно-моделированный, частотно-модулированный, пик-фактор, крест-фактор, куртоз | 2 | | |
| Тема 9. Анализ сигналов. Форма сигнала, ее статистический анализ. Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов. Последовательный и параллельный анализ сигналов. Особенности цифровых методов анализа сигналов. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алайзинг. Преобразование Гильберта. Спектральный анализ огибающей высокочастотной вибрации. Кепстральный анализ сигналов вибрации. Графическое отображение сигналов и результатов их анализа. Орбиты движения валов | 4 | | |
| Тема.10. Технические средства анализа вибрации. Виброметры, виброанализаторы (октавные, третьоктавные, узкополосные), переносные (off-line) и стационарные (on-line). Виртуальные приборы. Основные требования к | 2 | | |

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля | Объем (часы) | | |
|---|----------------|-----------------------|------------------|
| | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| средствам анализа вибрации. | | | |
| Текущий контроль 4. Контрольная работа | 1 | | |
| Учебный модуль 5. Особенности вибрации машин и их узлов, Контроль и мониторинг состояния | | | |
| Тема.10. Технические средства анализа вибрации. Виброметры, виброанализаторы (октавные, третьоктавные, узкополосные), переносные (off-line) и стационарные (on-line). Виртуальные приборы. Основные требования к средствам анализа вибрации. | 4 | | |
| Тема 12. Технические и программные средства вибрационного контроля и мониторинга. Виброметры, виброанализаторы (октавные, третьоктавные, узкополосные), переносные (off-line) и стационарные (on-line). Виртуальные приборы. Основные требования к средствам анализа вибрации. Структура систем превентивной диагностики и программного обеспечения для автоматической диагностики машин и их узлов. Особенности программного обеспечения объединенных систем мониторинга и превентивной диагностики. Стационарные системы вибрационного мониторинга. Оптимизация числа точек контроля вибрации. | 3 | | |
| Текущий контроль 5. Контрольная работа | 2 | | |
| Учебный модуль 6. Обнаружение, анализ и идентификация неисправностей | | | |
| Тема 13. Вибрационные испытания и тестовая диагностика оборудования. Испытания на удар, анализ вибрации в режиме выбега | 4 | | |
| Тема 14. Входной (выходной) контроль состояния. Метод ударных импульсов, метод огибающей для поиска зарождающихся дефектов. Узкополосный спектральный анализ для определения неисправностей монтажа и для виброналадки | 4 | | |
| Тема 15. Тестовая диагностика. Анализ вибрации на выбеге и поиск собственных частот оборудования импульсным возбуждением | 3 | | |
| Тема 16. Определение величины дефекта. Изменение частотных составляющей спектра в логарифмических единицах измерения параметров вибрации и глубины модуляции в спектре огибающей высокочастотной случайной вибрации | 4 | | |
| Текущий контроль 6. Контрольная работа | 3 | | |
| Учебный модуль 7. Отчетная документация | | | |
| Тема 17. Виды отчетов. Отчет по результатам измерений по маршрутной карте, отчет по диагностике узла дерева оборудования, отчет по истории развития дефектов узла оборудования, отчет по состоянию всех контролируемых узлов оборудования структуры предприятия. | 2 | | |
| Тема 18. Практический мониторинг, диагностика и прогноз технического состояния на стендах с применением программно-аппаратного комплекса | 3 | | |
| Текущий контроль 7. Контрольная работа | 2 | | |
| Промежуточная аттестация по дисциплине. Зачёт | 2 | | |
| ВСЕГО: | 72 | | |

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

| Номера изучаемых тем | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 1 | 3 | 0,5 | | | | |
| 2 | 3 | 0,5 | | | | |
| 3 | 3 | 0,5 | | | | |
| 4 | 3 | 1 | | | | |
| 5 | 3 | 1 | | | | |
| 6 | 3 | 1 | | | | |
| 7 | 3 | 1 | | | | |

| Номера изучаемых тем | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|-------------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 8 | 3 | 0,5 | | | | |
| 9 | 3 | 1 | | | | |
| 10 | 3 | 0,5 | | | | |
| 11 | 3 | 1 | | | | |
| 12 | 3 | 1 | | | | |
| 13 | 3 | 0,5 | | | | |
| 14 | 3 | 0,5 | | | | |
| 15 | 3 | 0,5 | | | | |
| 16 | 3 | 0,5 | | | | |
| 17 | 3 | 0,5 | | | | |
| 18 | 3 | 1 | | | | |
| ВСЕГО: | | 13 | | | | |

3.2. Практические занятия

| Номера изучаемых тем | Наименование и форма занятий | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|----------------------------|--|----------------|--------------|--------------------------|--------------|------------------|--------------|
| | | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| 2 | Метод неразрушающего контроля | 3 | 1 | | | | |
| 5 | Нормативная база по вибрационному контролю и мониторингу роторного оборудования – расчет порогов «Предупреждение» и «Останов» оборудования | 3 | 1 | | | | |
| 6 | Технические средства измерения вибрации | 3 | 2 | | | | |
| 7 | Сборщик данных СД-12 | 3 | 1 | | | | |
| 9 | Анализ сигналов вибрации – спектры и спектры огибающей случайной высокочастотной вибрации | 3 | 1 | | | | |
| 10 | Программы вибродиагностики | 3 | 2 | | | | |
| 16 | Определение вида и глубины дефектов по спектрам и спектрам огибающей, замеренным на работающем оборудовании | 3 | 2 | | | | |
| 18 | Мониторинг, диагностика и прогноз технического состояния на стендах с применением программно-аппаратного комплекса | 3 | 3 | | | | |
| ВСЕГО: | | 13 | | | | | |

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Номера учебных модулей, по которым проводится контроль | Форма контроля знаний | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|--|-----------------------|----------------|--------|-----------------------|--------|------------------|--------|
| | | Номер семестра | Кол-во | Номер семестра | Кол-во | Номер семестра | Кол-во |
| 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Контрольная работа | 3 | 7 | | | | |

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Виды самостоятельной работы обучающегося | Очное обучение | | Очно-заочное обучение | | Заочное обучение | |
|--|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра | Объем (часы) |
| Усвоение теоретического материала | 3 | 40 | | | | |
| Подготовка к практическим занятиям | 3 | 4 | | | | |
| Подготовка к зачёту | 3 | 2 | | | | |
| ВСЕГО: | | 46 | | | | |

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено.

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Ю.А. Азовцев. Вибрационная диагностика роторных машин и оборудования целлюлозно-бумажных комбинатов [Текст]: учебн. пос. / Ю.А. Азовцев, Н.А. Баркова, А.А. Гаузе– СПб.: СПбГТУРП, 2014. – 127с. Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/2.pdf> - ЭБС ВШТЭ
2. Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю., Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. Учеб. Пособие, СПб, «СЕВЗАПУЦЕНТР», 2012г., 159 с

б) дополнительная учебная литература

3. ГОСТ Р ИСО 13372-2013 Контроль состояния и диагностика машин. Термины и определения
4. ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы
5. ГОСТ ИСО 10816-3-2002 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью более 15 кВт и номинальной скоростью от 120 до 15000 мин в ст. минус 1
6. ГОСТ Р ИСО 13373-2-2009 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 2. Обработка, анализ и представление результатов измерений вибрации

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Ю.А. Азовцев. Вибрационная диагностика роторных машин и оборудования целлюлозно-бумажных комбинатов [Текст]: учебн. пос. / Ю.А. Азовцев, Н.А. Баркова, А.А. Гаузе– СПб.: СПбГТУРП, 2014. – 127с. Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/2.pdf> - ЭБС ВШТЭ
2. ГОСТ ИСО 10816-3-2002 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью более 15 кВт и номинальной скоростью от 120 до 15000 мин в ст. минус 1

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.vibrotek.ru/>- Сайт «Ассоциации ВАСТ»
2. <http://vibro-expert.ru/> - Сайт ЧОУ ДПО «Северо-Западный учебный центр»

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю., Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. Учеб. Пособие, СПб, «СЕВЗАПУЦЕНТР», 2012г., 159 с

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы, каталоги и пр.
2. Презентации по темам программы.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

| Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся | Организация деятельности обучающегося |
|---|--|
| Лекции | Проработка рабочей программы. Особое внимание уделяется целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспект лекций: кратко и последовательно фиксируются основные положения, выводы и формулировки, выделяются ключевые слова, термины и определения. Проверка терминов осуществляется с помощью ГОСТов Работа с теоретическим материалом осуществляется по основной и дополнительной литературе, непонятые места обсуждаются с преподавателем на практических занятиях. |
| Практические занятия | С помощью конспекта и литературы подготавливаются ответы на вопросы контрольных работ. Ответы уточняются с помощью презентаций, представляющих case-stories, реальных результатов измерений параметров на объектах диагностирования и прогноза технического состояния узлов оборудования. |
| Самостоятельная работа | При подготовке к контрольным работам необходимо прорабатывать материал с помощью конспекта лекций, основной и дополнительной литературы, ГОСТов и раздаточных материалов. При подготовке к зачёту, проработать конспект лекций и рекомендуемую литературу. |

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

| Код компетенции (этап освоения) | Показатели оценивания компетенций | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|---------------------------------|--|--|---|
| ПК-14 (2, 3) | 1. Показывает знание основ управления программами освоения новой продукции и технологии. 2. Анализирует результаты деятельности производственных подразделений 3. Применяет методы управления программами освоения новой продукции и технологии. | 1. Устные собеседования 2. Практическое задание | 1. Перечень вопросов к зачёту (30 вопросов) 2. Практическое задание (10 заданий) |
| ПК-16 (1, 2) | 1. Излагает физические основы вибрации механических систем 2. Демонстрирует распределение вибрации разной природы в различных диапазонах частот 3. Использует различные методы измерения вибрации для дефектов различных уровней развития | 1. Устные собеседования 2. Практическое задание | 1. Перечень вопросов к зачёту (30 вопросов) 2. Практическое задание (10 заданий) |
| ПК-20 (1, 2) | 1. Излагает физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к мониторингу технического состояния роторного оборудования 2. Демонстрирует способность конфигурировать дерево оборудования в программе мониторинга технического состояния DREAM. 3. Использует анализ результатов измерения и анализа сигналов для оценки технического состояния оборудования. | 1. Устные собеседования 2. Практическое задание | 1. Перечень вопросов к зачёту (30 вопросов) 2. Практическое задание (10 заданий) |
| ПК-21 (1, 2) | 1. Излагает требования к составлению различного вида отчетов по результатам выполненных измерений параметров вибрации 2. Демонстрирует способность составления отчетов по результатам исследований вибрационного состояния. 3. Использует результаты диагностирования и прогноза технического состояния оборудования для составления отчета по переходу с планово-предупредительного ремонта на обслуживание по фактическому состоянию | 1. Устные собеседования 2. Практическое задание | 1. Перечень вопросов к зачёту (30 вопросов) 2. Практическое задание (10 заданий) |

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

| Оценка по традиционной шкале | Критерии оценивания сформированности компетенций |
|------------------------------|---|
| Зачтено | Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответах на вопросы, |

| | |
|------------|---|
| | способен правильно применять основные методы решения практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами решения |
| Не зачтено | Обучающийся не может изложить значительной части программного материала, допускает существенные ошибки и неточности в формулировках, нарушения в последовательности изложения программного материала, не уверенно, с большими затруднениями выполняет практические задачи |

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

| № п/п | Формулировка вопросов | № темы |
|-------|---|--------|
| 1 | Вибрация как информативный сигнал. Вибросмещение, виброскорость и виброускорение | 1 |
| 2 | Структура технической диагностики | 1 |
| 3 | Методы технического обслуживания машин и оборудования | 2 |
| 4 | Различия понятий «мониторинг» и «диагностика» машин и оборудования по сравнению с понятием «контроль по ГОСТу ИСО» | 2 |
| 5 | Функциональная схема технического диагностирования. Понятие диагностического симптома | 3 |
| 6 | Особенности низкочастотной вибрации | 3 |
| 7 | Природа сил, возбуждающих вибрацию в разных диапазонах частот. Особенности среднечастотной вибрации | 4 |
| 8 | Свойства и особенности высокочастотной вибрации | 4 |
| 9 | Единицы измерения вибрации | 5 |
| 10 | Измерительные преобразователи вибросмещения. Тензометрические и дифференциальные конденсаторные. Области их применения | 6 |
| 11 | Вихретоковые преобразователи вибросмещения. Области их применения, принцип действия, конструкция и особенности использования и установки | 6 |
| 12 | Измерительные преобразователи виброскорости. Области их применения, принцип действия, конструкция и особенности использования | 7 |
| 13 | Измерительные преобразователи виброускорения. Области их применения, принцип действия, конструкция и особенности использования преобразователей, работающих на сжатие-растяжение и на срез | 7 |
| 14 | Уравнение свободных колебаний акселерометра. Резонансная частота вибропреобразователя | 8 |
| 15 | Частота резонанса закрепленного на объекте акселерометра и экспериментальное определение ее действительного значения | 9 |
| 16 | Амплитудно-частотная характеристика акселерометра. Рабочий диапазон частот. Его чувствительность и понятие «поперечная чувствительность» | 9 |
| 17 | Особенности спектрального анализа периодических и непериодических сигналов | 9 |
| 18 | Последовательный и параллельный спектральный анализ. | 10 |
| 19 | Октавный и третьоктавный спектральный анализ | 11 |
| 20 | Особенности использования фильтрации с постоянной абсолютной полосой пропускания частот и с постоянной относительной полосой пропускания частот анализируемого сигнала | 11 |
| 21 | Особенности использования и области применения в технической диагностике частотных методов: общий уровень, октавный, и третьоктавный анализ, узкополосный спектральный анализ низкочастотных сигналов | 12 |
| 22 | Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов в технической диагностике | 12 |
| 23 | Особенности использования параметров высокочастотной случайной вибрации для диагностики узлов машин и оборудования | 13 |
| 24 | Понятия «динамический диапазон», «граничная частота спектра», «разрешающая способность анализатора спектра», «время измерения спектра с усреднением | 14 |
| 25 | Преобразование Фурье и понятие «БПФ» (Быстрое Преобразование Фурье) | 15 |
| 26 | Эффект алайзинга и особенности построения антиалайзингового фильтра | 15 |
| 27 | Реализация спектрального анализа аппаратурными средствами (их структурная | 16 |

| | | |
|----|---|----|
| | схема) и виртуальными приборами | |
| 28 | Функциональное диагностирование и тестовое диагностирование. | 16 |
| 29 | Процесс оценки технического состояния машин и оборудования. Функциональное и тестовое диагностирование | 17 |
| 30 | Вибрационная диагностика подшипников качения. Основные подшипниковые частоты вибрации. Особенности узкополосного спектрального анализа огибающей высокочастотной вибрации | 18 |

10.2.2. Вариант типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

| № п/п | Условия типовых задач | Ответ |
|-------|--|---|
| 1 | При анализе вибрации двухполюсного асинхронного двигателя под нагрузкой необходимо разделить по частоте вторую гармонику вибрации ротора и электромагнитную составляющую вибрации на двойной частоте электрического тока. Какие параметры анализатора спектра необходимо выбрать, чтобы решить эту задачу за минимальное время измерений при скорости вращения двигателя 2950 об/мин.? | $2f_c = 50 \times 2 = 100 \text{ Гц}$ $2f_{вр} = \frac{2n}{60} = \frac{2 \times 2950}{60} = 98,332 \text{ Гц}$ $\Delta f = 100 - 98,332 = 1,66 \text{ Гц}$ Между ними должно быть 3,6 частотных полос, следовательно разрешающая способность в спектре должна быть: $\Delta f / 3,6 = 0,46 \text{ Гц}$ Тогда подойдут следующие условия: $\Delta f = f_{рп} / n = 200 / 800 = 0,25$ $T = 1 / \Delta f = 1 / 0,25 = 4 \text{ с}$ Итак: из предлагаемых условий правильными будут: границная частота спектра – 200 Гц, число частотных полос - 400 |
| 2 | Редуктор с подшипниками скольжения, числом зубцов 23 на ведущей шестерне и 67 зубцами на ведомой шестерне приводится двигателем с частотой вращения 25 Гц. Какое минимальное частотное разрешение (ширина одной полосы спектра) должно быть у анализатора с шириной полосы из ряда Гц при диагностических измерениях вибрации на входной и выходной осях? | 4 Гц. на входной оси и 2 Гц. на выходной оси |
| 3 | Какое физическое время (без учета времени на настройку прибора) требуется для измерения усредненного спектра вибрации в частотном диапазоне 0 - 400 Гц, при числе частотных полос в спектре - 400, и 10 усреднениях. | Ширина полосы $\Delta f = f_{рп} / n = 400 / 400 = 1 \text{ Гц}$ Время измерения $t = 1 / \Delta f = 1 / 1 = 1 \text{ с}$ При 10 усреднениях $\Sigma t = 10 t = 10 \text{ с}$ |

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

Возможность пользоваться конспектом, справочными таблицами, калькулятором.