

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.01 <small>(индекс дисциплины)</small>	Комплексные исследования и диагностика оборудования целлюлозно-бумажного производства <small>(Наименование дисциплины)</small>
Кафедра: 7 <small>Код</small>	Машин автоматизированных систем <small>(Наименование кафедры)</small>
Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль подготовки:	Машины и оборудование лесного комплекса
Уровень образования :	бакалавриат

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	144		
	Аудиторные занятия	56		
	Лекции	28		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	28		
	Самостоятельная работа	88		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	7		
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № b150302-3_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 с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (УРОВЕНЬ БАКАЛАВРИАТА) и 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». и ГОСТ Р ИСО 18436-2-2015 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 2. Вибрационный контроль 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-2	Умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	2,3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) параметры контролируемых и диагностических сигналов... Уметь: 1) измерять сигналы, возбуждаемые исправными и дефектными узлами машин и оборудования... Владеть: 1) методами анализа измеряемых сигналов		
ПК-9	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению	3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) нормативную документацию по контролю за техническим состоянием машин и оборудования... Уметь: 1) обнаруживать неисправности, являющиеся причинами нарушений в работе оборудования Владеть: 1) методами диагностики и прогноза времени безотказной работы механизмов для перевода обслуживания оборудования с планово-предупредительного ремонта на обслуживание по фактическому состоянию		
ПК-13	Умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования,	1,2

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	организовывать профилактических осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	
Планируемые результаты обучения Знать: 1) методы обслуживания оборудования, скорость развития различных видов дефектов Уметь: 1) обнаруживать виды дефектов, определять время безотказной работы оборудования в зависимости от вида дефектов и их развитости... Владеть: 1) программно-аппаратными средствами определения времени безотказной работы оборудования для планирования его обслуживания по фактическому техническому состоянию техническому		
ПК-20	готовностью выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции	2,3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Структуру работ по стандартизации и сертификации Уметь: 1) Проводить работы по сертификации и стандартизации, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов Владеть: 1) Методиками работ по стандартизации и сертификации		

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

- Основы автоматизированного проектирования целлюлозно-бумажного производства (ПК-2);
- Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности) (ПК-2)
- Метрология, стандартизация и сертификация (ПК-9, ПК-20);
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-20)
- Производственная практика (технологическая практика) (ПК-9, ПК-13)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Основы диагностики			
Тема 1. Техническая диагностика оборудования ЦБП Назначение и задачи вибрационного мониторинга и диагностики. Техническая диагностика - основа перехода на обслуживание и ремонт машин и оборудования по фактическому состоянию. Методика перехода с обслуживания машин ЦБП по регламенту на их обслуживание и ремонт по фактическому состоянию.	4		
Тема 2. Вибродиагностика оборудования ЦБП Вибрация как основной вид диагностического сигнала для роторных	9		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
машин и оборудования. Экономическая эффективность внедрения средств вибродиагностики			
Тема 3. Пассивные методы неразрушающего контроля и диагностики Обоснование вибрационного контроля как самого эффективного из 12 видов неразрушающего контроля для диагностики роторного оборудования	9		
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. Методология обнаружения зарождающихся и развитых дефектов. Возможные состояния оборудования. Отказы и дефекты, их связь с вибрацией. Основные правила вибрационной диагностики.	8		
Тема 5 Нормативная база по вибрационному контролю машин и оборудования. Единицы измерения вибрации. ГОСТ ISO 10816-3-2002 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях	8		
Текущий контроль 2. Контрольная работа	1		
Учебный модуль 3. Измерение вибрации, сбор данных			
Тема 6. Методы и технические средства измерения вибрации. Виброметры, вибрoанализаторы (октавные, третьоктавные, узкополосные), переносные (off-line) и стационарные (on-line). Виртуальные приборы	8		
Тема 7. Сбор данных	4		
Текущий контроль 3. Контрольная работа	1		
Учебный модуль 4. Анализ и обработка сигналов вибрации			
Тема 8. Сигналы вибрации. Вибрация абсолютная и относительная. Фаза вибрации. Гармонические, полигармонические, квазиполигармонические сигналы. Амплитудно-модулированные сигналы и сигналы с угловой модуляцией. Импульсные сигналы, биения, случайные сигналы. Случайные амплитудно-модулированные сигналы.	4		
Тема 9. Анализ сигналов Фильтрация, интегрирование, синхронное накопление сигналов вибрации. 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. Основные требования к средствам анализа вибрации.	4		
Текущий контроль 4. Контрольная работа	1		
Учебный модуль 5. Особенности вибрации машин ЦБП и их узлов. Контроль и мониторинг состояния оборудования ЦБП			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема11. Методы контроля и мониторинга. Зоны технического состояния	8		
Тема 12. Технические и программные средства вибрационного контроля и мониторинга. Вибропреобразователи, сборщики данных типа СД-11, СД-12, СД-21. Программное обеспечение анализа и диагностики дефектов машин и механизмов DREAMforWindows	12		
Текущий контроль 5. Контрольная работа	2		
Учебный модуль 6. Обнаружение, анализ и идентификация неисправностей оборудования ЦБП			
Тема 13. Вибрационные испытания и тестовая диагностика оборудования	4		
Тема 14. Входной (выходной) контроль состояния Определение технического состояния до и после монтажа узлов и механизмов	4		
Тема 15. Тестовая диагностика Тестовые испытания на разгоне и выбеге Определение собственных частот методом тестовой диагностики	9		
Тема 16. Определение величины дефекта Определение глубины дефекта в спектральном анализе и анализе глубины модуляции в спектре огибающей высокочастотной случайной вибрации	12		
Текущий контроль 6. Контрольная работа	3		
Учебный модуль 7. Отчетная документация			
Тема 17. Виды отчетов Результаты измерений по маршруту История развития дефекта История технического состояния узла	8		
Тема 18. Практический мониторинг, диагностика и прогноз технического состояния на стендах с применение программно-аппаратного комплекса Построение дерева оборудования Составление маршрута и передача его в сборщик данных Проведение измерений вибрации Передача результатов измерений в компьютерную программу. Анализ результатов измерений в терминах контроля, мониторинга, диагностики и прогноза технического состояния	8		
Текущий контроль 7. Контрольная работа	3		
Текущий контроль. Контрольная работа			
Промежуточная аттестация по дисциплине. Зачет	5		
ВСЕГО:	144		

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	7	1				
2	7	1				
3	7	1				
4	7	2				
5	7	2				
6	7	2				
7	7	1				
8	7	1				
9	7	2				
10	7	1				
11	7	2				
12	7	3				
13	7	1				

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
14	7	1				
15	7	1				
16	7	2				
17	7	1				
18	7	3				
ВСЕГО:		28				

3.2. Практические и семинарские 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	Практическая работа по методам неразрушающего контроля	7	2				
5	Практическое занятие по нормативной базе по вибрационному контролю и мониторингу роторного оборудования – расчет порогов «Предупреждение» и «Останов» оборудования	7	2				
6	Практическое занятие с техническими средствами измерения вибрации	7	4				
7	Практическое занятие по сборщикам данных	7	4				
9	Практическое занятие по анализу сигналов вибрации – спектры и спектры огибающей случайной высокочастотной вибрации	7	4				
10	Практическое занятие по программам вибродиагностики	7	4				
16	Практическое занятие по определению вида и глубины дефектов по спектрам и спектрам огибающей, замеренным на работающем оборудовании	7	2				
18	Практический мониторинг, диагностика и прогноз технического состояния на стендах с применением программно-аппаратного комплекса	7	6				
ВСЕГО:		28					

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

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	7	7				
1-7	Контрольная работа						

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	7	65				
Подготовка к практическим занятиям	7	18				
Подготовка к зачету	7	5				
Выполнение домашнего задания (контрольной работы)						
ВСЕГО:		88				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Разбор конкретных ситуаций (case-studies)	8		
Практические и семинарские занятия	Индивидуальная работа на стендах	6		
ВСЕГО:		14		

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. Азовцев Ю.А., Баркова Н.А., Гаузе А.А., Вибрационная диагностика роторных машин и оборудования целлюлозно-бумажных комбинатов. Учебное пособие. СПб, 2014г. 128 с.

Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafmavsysyt/2.pdf>

б) дополнительная учебная литература

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

3. Бумагоделательные и картоноделательные машины [Текст]: учебн. Пос. / под ред. В.С. Курова, Н.Н. Кокушина. – СПб.: Изд. Центр СПбГПТУ, 2009 – 598с.

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, «СЕВЗАПУЧЦЕНТР», 2012г., 159 с

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

1. www.knigafond.ru – ЭБС «Книгафонд»
2. www.twirpx.com – ЭБС «Все для студентов»

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-2 (2, 3)	<ol style="list-style-type: none"> 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 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вопросы для устного собеседования 2. Практическое задание 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к зачёту (30 вопросов) 2. Практическое задание (10 заданий)
ПК-9 (3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Излагает основы методов анализа результатов измерения вибрации 2. Демонстрирует реализацию методов измерения сигналов вибрации для различных задач вибродиагностики 3. Использует различные методы измерения и анализа сигнала в зависимости от технического состояния оборудования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устные собеседования 2. Практическое задание 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к зачёту (30 вопросов) 2. Практическое задание (10 заданий)
ПК-13 (1,2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Излагает методы обслуживания оборудования 2. Демонстрирует методы диагностики и прогноза технического состояния оборудования 3. Использует результаты диагностирования и прогноза технического состояния оборудования для перехода с планово-предупредительного ремонта на обслуживание по фактическому состоянию 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устные собеседования 2. Практическое задание 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к зачёту (30 вопросов) 2. Практическое задание (10 заданий)
ПК-20 (2,3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Показывает знания структуры необходимых работ по стандартизации и сертификации 2. Проводит работы по стандартизации и сертификации, организует мероприятия 3. Владеет методами проведения работ по стандартизации и сертификации 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устные собеседования 2. Практическое задание 	<ol style="list-style-type: none"> 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 показывает всестороннее и глубокое знание основных физических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях;

	усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

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

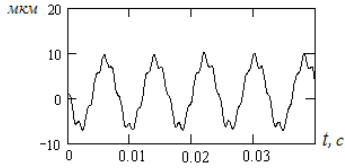
10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ 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	6
13	Измерительные преобразователи виброускорения. Области их применения, принцип действия, конструкция и особенности использования преобразователей, работающих на сжатие-растяжение и на срез	6
14	Уравнение свободных колебаний акселерометра. Резонансная частота вибропреобразователя	7
15	Частота резонанса закрепленного на объекте акселерометра и экспериментальное определение ее действительного значения	7
16	Амплитудно-частотная характеристика акселерометра. Рабочий диапазон частот. Его чувствительность и понятие «поперечная чувствительность»	8
17	Особенности спектрального анализа периодических и непериодических сигналов	8
18	Последовательный и параллельный спектральный анализ.	9
19	Октавный и третьоктавный спектральный анализ	10
20	Особенности использования фильтрации с постоянной абсолютной полосой пропускания частот и с постоянной относительной полосой пропускания частот анализируемого сигнала	10
21	Особенности использования и области применения в технической диагностике частотных методов: общий уровень, октавный, и третьоктавный анализ, узкополосный спектральный анализ низкочастотных сигналов	11
22	Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов в технической диагностике	11
23	Особенности использования параметров высокочастотной случайной вибрации для диагностики узлов машин и оборудования	12
24	Понятия «динамический диапазон», «граничная частота спектра», «разрешающая способность анализатора спектра», «время измерения спектра с усреднением	13

25	Преобразование Фурье и понятие «БПФ» (Быстрое Преобразование Фурье)	13
26	Эффект алайзинга и особенности построения антиалайзингового фильтра	14
27	Реализация спектрального анализа аппаратурными средствами (их структурная схема) и виртуальными приборами	15
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 заданий разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	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.?	$2f_c = 50 \times 2 = 100 \text{ Гц}$ $2f_{вр} = \frac{2\pi}{60} = \frac{2 \times 2950}{60} = 98,332 \text{ Гц}$ $\Delta f = 100 - 98,332 = 1,66 \text{ Гц}$ 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: $\Delta f = f_{гр} / n = 200 / 800 = 0,25$ $T = 1 / \Delta f = 1 / 0,25 = 4 \text{ с}$ Итак: из предлагаемых условий правильными будут: граничная 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 $\Delta f = f_{гр} / n = 400 / 400 = 1 \text{ Гц}$ Время измерения $t = 1 / \Delta f = 1 / 1 = 1 \text{ с}$ При 10 усреднениях $\Sigma t = 10 t = 10 \text{ с}$
4	Сигнал пропускается через полосовой фильтр с центральной частотой $f = 100 \text{ Гц}$ и шириной полосы фильтра $\Delta f = 10 \text{ Гц}$. Через какое время после начала измерения выделяемая компонента сигнала на выходе фильтра практически не будет иметь искажений?	$t_s = 3 \frac{1}{\Delta f} = 3 \frac{1}{10} = 0,3 \text{ с}$
5	При измерении общего уровня вибрации виброметром с аналоговым фильтром с полосой частот 2-1000 Гц сколько времени необходимо накапливать сигнал после включения	$t_s = 3 \frac{1}{\min\{f_s, \Delta f\}} = 3 \frac{1}{2} = 1,5 \text{ с}$

	прибора?	
6	Какая минимальная частота дискретизации сигнала с верхней граничной частотой 100 Гц достаточна для восстановления его формы по данным оцифровки?	200 Гц
7	Какая частота дискретизации сигнала будет оптимальной с точки зрения минимизации времени измерения и объема памяти прибора при необходимости анализировать спектр огибающей вибрации до частоты 200 Гц при средней частоте третьоктавного фильтра 5000 Гц?	14400 Гц
8	Частота сигнала, представленного на рис.2, равна: 	125Гц

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.