

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 04 » марта 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Диагностика технического состояния горных машин и оборудования
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 21.05.04 Горное дело
(код и наименование направления)

Направленность: Горные машины и оборудование (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование системных знаний и представлений о задачах, методах и средствах технической диагностики и неразрушающего контроля горных машин и оборудования на всех этапах их жизненного цикла.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний основных терминов и определений технической диагностики, задач технической диагностики и принципов их решения, методов неразрушающего контроля и их физических основ, основных направлений развития современных методов неразрушающего контроля и технической диагностики, средств технического диагностирования и принципов их работы;
- формирование умений выполнения расчетов по определению остаточного ресурса технологического оборудования, выполнения расчетов диагностических параметров, в т. ч. их пороговых значений, интерпретации результатов диагностики, построения и использования диагностических моделей, технического обеспечения диагностирования применительно к конкретным деталям и узлам оборудования;
- формирование владений практическими навыками решения задач, связанных с применением методов технической диагностики и неразрушающего контроля; основными правилами, методами и средствами технического диагностирования, методами неразрушающего контроля и методами оценки остаточного ресурса.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные термины и определения технической диагностики, ГОСТ 20911-75 «Техническая диагностика»;
- основные положения и принципы технического диагностирования;
- задачи технической диагностики и их сочетания, процесс формирования диагноза;
- диагностические признаки и способы контроля работоспособности;
- алгоритмы поиска неисправностей, методы и принципы построения алгоритмов поиска неисправностей;
- методы прогнозирования состояния технических объектов и определения остаточного ресурса;
- методы неразрушающего контроля;
- методы разрушающего контроля;
- методы вибродиагностики роторных машин;
- методы вибродиагностики подшипников качения;
- средства технического диагностирования.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	Знает содержание основных этапов разработки проектной и технической документации при проектировании горных машин и электромеханического оборудования	Знает содержание основных этапов разработки проектной и технической документации при проектировании горных машин и электромеханического оборудования	Экзамен
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	Умеет работать с нормативной документацией (правилами безопасности, нормами проектирования и др.), разрабатывать и оформлять в соответствии с ней технические проекты и отчеты	Умеет работать с нормативной документацией (правилами безопасности, нормами проектирования и др.), разрабатывать и оформлять в соответствии с ней технические проекты и отчеты	Экзамен
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	Владеет навыками разработки и оформления проектной и технической документации на различных стадиях разработки и модернизации горных машин и электромеханического оборудования	Владеет навыками разработки и оформления проектной и технической документации на различных стадиях разработки и модернизации горных машин и электромеханического оборудования	Экзамен
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знает системы управления, средства по обеспечению мониторинга параметров работы и современные способы диагностирования технического состояния горных машин и электромеханического оборудования	Знает системы управления, средства по обеспечению мониторинга параметров работы и современные способы диагностирования технического состояния горных машин и электромеханического оборудования	Экзамен
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умеет выбирать средства по обеспечению мониторинга параметров работы и диагностирования технического состояния горных машин и электромеханического оборудования	Умеет выбирать средства по обеспечению мониторинга параметров работы и диагностирования технического состояния горных машин и электромеханического оборудования	Экзамен
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владеет навыками обработки и работы с	Владеет навыками обработки и работы с	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		данными, получаемыми со средств мониторинга параметров работы горных машин и электромеханического оборудования	данными, получаемыми со средств мониторинга параметров работы горных машин и электромеханического оборудования	
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает особенности конструкции и принцип работы горных машин и электромеханического оборудования, основы их эксплуатации и требуемые мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту	Знает особенности конструкции и принцип работы горных машин и электромеханического оборудования, основы их эксплуатации и требуемые мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту	Экзамен
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет работать с конструктивными и принципиальными схемами горных машин и электромеханического оборудования	Умеет работать с конструктивными и принципиальными схемами горных машин и электромеханического оборудования	Экзамен
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками анализа, синтеза и расчета конструктивных и принципиальных схем горных машин и электромеханического оборудования для различных режимов работы и условий эксплуатации	Владеет навыками анализа, синтеза и расчета конструктивных и принципиальных схем горных машин и электромеханического оборудования для различных режимов работы и условий эксплуатации	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
9-й семестр				
Введение в техническую диагностику	1	0	0	2
Цели технической диагностики. Определение технической диагностике. История развития методов диагностики и средств технического диагностирования. Жизненный цикл оборудования и роль диагностики на всех этапах жизненного цикла. Системы технического обслуживания и роль технической диагностики. Методы повышения надежности и технического обслуживания горного оборудования. Роль технической диагностики при экспертизе промышленной безопасности опасных производственных объектов.				
Основы теории технической диагностики	1	0	0	2
Основные понятия и определения технической диагностики. Задачи технической диагностики. Условия решения задач диагностики. Процесс формирования диагноза. Основные принципы технической диагностики. Этапы разработки системы технического диагностирования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Контроль работоспособности	1	0	2	4
Постановка задачи контроля работоспособности. Качественный и количественный контроль работоспособности. Диагностические признаки и условия работоспособности. Пороговые значения диагностических признаков и их определение. Степень работоспособности и методы ее определения.				
Поиск дефектов	1	2	2	4
Методы обнаружения дефектов в оборудовании. Понятие дефектоскопии. Алгоритмы поиска дефектов в механических системах. Методы построения алгоритмов поиска дефектов и неисправностей. Примеры разработки алгоритмов.				
Прогнозирование технического состояния	2	2	0	6
Основы решения задачи прогнозирования технического состояния и определения остаточного ресурса. Виды трендов изменения диагностических признаков. Классификация методов прогнозирования. Аналитическое прогнозирования. Методы экстраполяции полиномов. Метод регрессионного анализа. Повышение точности прогноза. Расчет доверительного интервала и ошибки прогноза.				
Методы неразрушающего контроля	6	8	6	16
Общая характеристика методов диагностирования. Основные направления развития методов диагностики горно-шахтного оборудования. Методы неразрушающего контроля. Методы магнитного и магнитопорошкового контроля. Капиллярная дефектоскопия. Вихретоковый контроль. Радиографический контроль. Ультразвуковая дефектоскопия. Метод акустической эмиссии. Неразрушающий контроль канатов в шахтных стволах.				
Вибродиагностика горного оборудования	2	6	4	14
Основные понятия о шуме и вибрации. Единицы измерения шума и вибрации. Показатели и характеристики вибросигнала. Спектр вибросигнала. Анализ вибросигналов и решение задач диагностики. Спектральная вибродиагностика. Диагностика основных дефектов роторных машин. Диагностика подшипников качения.				
Диагностика по результатам анализа масла	0	0	2	2
Основы диагностики оборудования по результатам анализа картерного масла. Методы анализа загрязнения масла при износе оборудования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Средства технического диагностирования	2	0	2	4
Классификация средств технического диагностирования. Основные показатели средств технического диагностирования. Датчики средств диагностирования. Физические основы работы различных типов датчиков. Датчики вибрации. Установка датчиков и выбор точек контроля.				
ИТОГО по 9-му семестру	16	18	18	54
ИТОГО по дисциплине	16	18	18	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Разработка алгоритма поиска неисправностей на примере редуктора выемочной машины
2	Обработка данных наблюдений при проведении прогнозирования остаточного ресурса
3	Расчет доверительного интервала и ошибки прогноза остаточного ресурса
4	Изучение программного обеспечения для вибродиагностики
5	Диагностирование дефектов роторных машин методами спектральной вибродиагностики

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Магнитопорошковый контроль деталей горных машин
2	Ультразвуковая дефектоскопия деталей горных машин
3	Изучение и измерение параметров вибросигнала
4	Диагностика подшипников качения с помощью детектора огибающей
5	Магнитная дефектоскопия стальных канатов
6	Изучение конструкции и характеристик датчиков вибрации

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления студентов и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды). При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных, ранее изученных дисциплин; закрепление основ теоретических знаний с позиций системного представления по изучаемой дисциплине с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов включает регулярное изучение теоретического материала с углубленной проработкой отдельных разделов по указанию преподавателя, подготовку к практическим занятиям. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала дисциплины реализуется с использованием библиотечных ресурсов вуза, специальной учебной и научной литературы, Internet-ресурсов.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчета по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального изучения и понимания вопросов, изучаемых студентом самостоятельно, а также в процессе выполнения индивидуального комплексного задания.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Ушаков В.М. Неразрушающий контроль и диагностика горно-шахтного и нефтегазового оборудования : учебное пособие для вузов. М. : Мир горн. кн., 2006. 318 с.	25

2	Яхьяев Н. Я., Кораблин А. В. Основы теории надежности и диагностика : учебник для вузов. Москва : Академия, 2009. 251 с.	66
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Диагностика горных машин и оборудования : учебное пособие для вузов / Герике Б. Л., Герике П. Б., Козова Г. И., Квагинидзе В. С., Хорешок А.А. Москва : У Никитских ворот, 2012. 393 с. 25 усл. печ. л.	3
2	Малкин В. С. Техническая диагностика : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. 271 с. 14,28 усл. печ. л.	2
3	Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / Клюев В. В., Соснин Ф. Р., Ковалев А. В., Филинов В. Н. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 2005. 656 с.	9
4	ыков И. Ю., Борейко Д. А. Диагностика нефтегазопромыслового оборудования методами неразрушающего контроля : учебное пособие для вузов. Старый Оскол : ТНТ, 2016. 243 с. 14,18 усл. печ. л.	6
2.2. Периодические издания		
1	Горное оборудование и электромеханика : научно-аналитический и производственный журнал. Москва : Новые технологии	1
2	Горные машины и электромеханика : научно-аналитический и производственный журнал. Москва : Машиностроение	1
3	Дефектоскопия : журнал. Екатеринбург : УрО РАН	1
4	Контроль. Диагностика : научно-технический журнал. Москва : Машиностроение	1
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Калявин В. П. Основы теории надежности и диагностики : учебник для вузов. СПб : Элмор, 1998. 172 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6366	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Малкин В. С. Техническая диагностика : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. 271 с. 14,28 усл. печ. л.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168814	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Ушаков В.М. Неразрушающий контроль и диагностика горно-шахтного и нефтегазового оборудования : учебное пособие для вузов .— М.: Мир горн, кн., 2006 .— 318 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lan3513	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Яхьяев Н. Я., Кораблин А. В. Основы теории надежности и диагностика : учебник для вузов. Москва : Академия, 2009. 251 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib8223	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Компас-3D V14, ПНИПУ 2013 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Виброанализатор ВАСТ СД-12М	1
Лабораторная работа	Проектор	1
Лабораторная работа	Ультразвуковой дефектоскоп УДС "Пеленг"	1
Лекция	Персональный компьютер	5
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Диагностика технического состояния горных машин»

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно рабочей программе дисциплины (РПД) освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (9 семестра учебного плана) состоит из одного учебного модуля. Предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине. Перечень контролируемых результатов обучения и виды контроля уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений приведены в таблице 1.1.

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и сдаче экзамена.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	РК	Экзамен
Усвоенные знания				
3.1. задачи, решаемые технической диагностикой в процессе определения технического состояния производственных объектов;			РКР	ТВ
3.2 цели технической диагностики и основные пути развития методов технического диагностирования, неразрушающего контроля и средств технической диагностики;			РКР	
3.3 основные положения и принципы технической диагностики;			РКР	
3.4. способы контроля технического состояния машин и оборудования на всех этапах жизненного цикла;	ОПЗ		РКР	
3.5. классификацию, основные	ОПЗ	ОЛР	РКР	

показатели и принцип работы средств технического диагностирования				
3.6. последовательность построения диагностических систем;	ОПЗ		РКР	
3.7. физические основы методов неразрушающего контроля и вибрационной диагностики;	ОПЗ	ОЛР	РКР	
3.8. методы расчета степени работоспособности;	ОПЗ		РКР	
3.9. методы построения алгоритмов поиска дефектов;	ОПЗ	ОЛР	РКР	
3.10. методы неразрушающего контроля и вибродиагностики применительно к горным машинам	ОПЗ	ОЛР	РКР	
Освоенные умения				
У.1. строить диагностические системы;	ОПЗ	ОЛР		ПЗ
У.2. выбирать средства технического диагностирования;	ОПЗ	ОЛР		
У.3. рассчитывать остаточный ресурс;	ОПЗ	ОЛР		
У.4. прогнозировать техническое состояние	ОПЗ			
У.5 строить алгоритмы поиска дефектов;	ОПЗ	ОЛР		
У.6 оценивать работоспособность и техническое состояние машин и оборудования;	ОПЗ	ОЛР		
У.7 устанавливать диагноз;	ОПЗ	ОЛР		
Приобретенные владения				
В.1. методами и техническими средствами оценки технического состояния;	ОПЗ			ПЗ
В.2. методами определения работоспособности;		ОЛР	РКР	
В.3. методами прогнозирования технического состояния;	ОПЗ			
В.4. методами неразрушающего контроля применительно к конкретному горному оборудованию	ОПЗ	ОЛР		
В.5. терминами и определениями технической диагностики;			РКР	
В.6. навыками применения средств технической диагностики и неразрушающего контроля	ОПЗ	ОЛР		
В.7. способностью выбора и оценки эффективности применяемых методов контроля		ОЛР	РКР	

РКР – рубежная контрольная работа, ОПЗ – отчет по практическому занятию; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практические занятия (оценка умений, навыков); ЛР – лабораторная работа; ОЛР – отчет по лабораторной работе.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий и промежуточный контроль

Текущий и промежуточный контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты оцениваются по 4-балльной шкале и заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей

компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторных работ проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов с оценкой владения студентами монотехнической речью, связанной со спецификой дисциплины. Шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами тем дисциплины. Первая КР по теме 1 «Основы технической диагностики», вторая КР – по темам «Методы неразрушающего контроля», третья КР по темам «Вибродиагностика и средства технического диагностирования».

Типовые задания первой КР:

1. Основные задачи технической диагностики и их сочетания.
2. Метод построения алгоритмов поиска неисправностей с использованием показателей надежности и ремонтпригодности.
3. Сущность метода прогнозирования технического состояния, основанного на регрессионном анализе.

Типовые задания второй КР:

1. Что положено в основу классификации методов неразрушающего контроля?
2. Понятие разрешающей способности метода контроля.
3. Чем определяется чувствительность метода неразрушающего контроля?
4. Какой из методов неразрушающего контроля является наиболее важным?
5. Сущность прямого и обратного пьезоэффекта. Какой используется в излучателях, а какой в приемниках?
6. Как влияет собственная частота колебаний пьезоэлектрической пластины на амплитуду и частоту ее колебаний под действием переменного тока?
7. Что такое первый и второй критический углы?
8. Какие волны будут распространяться в детали, если угол ввода волн будет равен второму критическому?

Типовые задания третьей КР

1. Единицы измерения шума и вибрации.
2. Что такое спектр вибросигнала?
3. Что такое огибающая вибросигнала?
4. Как осуществляется идентификация дефектов подшипника качения по спектру огибающей?

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача

рубежных контрольных работ и индивидуальных заданий, а также положительная интегральная оценка по результатам текущего контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений заявленной компетенции.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Роль технической диагностики в промышленности. Диагностирование объектов в их жизненном цикле.
2. Основные понятия и определения технической диагностики. Техническое состояние. Метод и алгоритм диагностирования. Объекты и средства диагностирования. Диагностические признаки.
3. Задачи технической диагностики, их сочетания и процесс формирования диагноза.
4. Основные этапы разработки системы технического диагностирования.
5. Сущность построения алгоритмов поиска дефектов, основанного на показателях надежности. Сущность информационного метода построения алгоритмов.
6. Постановка задачи аналитического прогнозирования. Задачи интерполяции и экстраполяции. Сущность метода экстраполяционных полиномов.
7. Общая характеристика методов неразрушающего контроля. Решаемые задачи. Параметры, характеризующие метод контроля.
8. Магнитные методы контроля. Физическая сущность методов. Магнитопорочковый метод. Чувствительность метода. Достоинства и недостатки.
9. Капиллярная дефектоскопия. Классификация методов. Физическая сущность метода. Чувствительность метода. Достоинства и недостатки.
10. Сущность ультразвуковой дефектоскопии. Виды волн в твердых телах. Достоинства и недостатки методов УЗК. Волновые явления, используемые при дефектоскопии.
11. Активные методы ультразвукового контроля. Методы отражения и комбинированные методы.
12. Импедансный метод контроля. Метод акустической эмиссии.
13. Общие понятия об акустическом шуме и вибрации. Простейший акустический сигнал. Понятие огибающей вибросигнала.
14. Диагностирование подшипников качения с помощью детектора огибающей. Порядок реализации метода. Метод определения вида дефекта.

15. Вибродиагностика дефектов роторных машин. Небаланс масс ротора. Основные признаки. Статический и динамический небаланс.
16. Вибродиагностика дефектов роторных машин. Ослабление фундамента. Ослабление крепления к фундаменту. Алгоритм диагностирования фундамента и крепления механизма к фундаменту.
17. Средства измерения вибрации. Датчики вибрации. Классификация. Принцип действия различных датчиков.
18. Дефектоскопия стальных канатов. Критерии браковки канатов. Диагностические признаки. Сущность выявления обрывов проволок.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Рассчитать степень работоспособности оборудования
2. Разработать алгоритм поиска неисправностей
3. Выбрать методы и средства технического диагностирования для заданного типа оборудования

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Спрогнозировать остаточный ресурс работы оборудования по ретроспективным данным
2. Составить таблицу причинно-следственных связей между дефектами и признаками их проявления
3. Рассчитать характеристические частоты подшипника качения
4. Проанализировать спектр огибающей и определить возможные дефекты подшипника качения
5. Рассчитать число наружных проволок в канате, которые необходимо удалить для имитации потери сечения 12%.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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

3.1. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена

для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.3. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.