

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 27 » сентября 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Техническая диагностика  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов (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 нефтепромысловых 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-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает законодательные и нормативные правовые акты, регламентирующие производственно-хозяйственную деятельность технологического объекта; технологические регламенты установок; технологические схемы установок.	Знает законодательные и нормативные правовые акты, регламентирующие производственно-хозяйственную деятельность технологического объекта; технологические регламенты установок; технологические схемы установок;	Дифференцированный зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования; составлять графики проверок технологического оборудования на технологических объектах; эффективно использовать оборудование технологического объекта; анализировать причины отказа работы технологического оборудования, разрабатывать план мероприятий по их предупреждению.	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования; составлять графики проверок технологического оборудования на технологических объектах; эффективно использовать оборудование технологического объекта; анализировать причины отказа работы технологического оборудования, разрабатывать план мероприятий по их предупреждению	Дифференцированный зачет
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками обеспечения выполнения требований по эксплуатации технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом; предупреждения и устранения нарушений хода производственного процесса, связанных с эксплуатацией технологического оборудования; обеспечение подготовки технической документации на оборудование технологических	Владеет навыками обеспечения выполнения требований по эксплуатации технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом; предупреждения и устранения нарушений хода производственного процесса, связанных с эксплуатацией технологического оборудования; обеспечение подготовки технической документации на оборудование технологических объектов	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		объектов		
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает проектно-техническую документацию в соответствующей области знаний; актуальную нормативно-техническую документацию в соответствующей области знаний; типовые методики технологического и механического расчёта оборудования.	Знает проектно-техническую документацию в соответствующей области знаний; актуальную нормативно-техническую документацию в соответствующей области знаний; типовые методики технологического и механического расчёта оборудования	Дифференцированный зачет
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты опытно-конструкторских работ; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию с помощью компьютера; формировать задание на проектно-конструкторские работы; выполнять проектные расчёты с помощью компьютера.	Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний; оформлять результаты опытно-конструкторских работ; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию с помощью компьютера; формировать задание на проектно-конструкторские работы; выполнять проектные расчёты с помощью компьютера	Дифференцированный зачет
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками работы с проектно-технической документацией в соответствующей области знаний; работы с нормативно-технической документацией в соответствующей области знаний; выполнения проектных расчётов с помощью компьютера; формирования проектной документации с помощью компьютера; работы с графическими редакторами; работы в интегрированных	Владеет навыками работы с проектно-технической документацией в соответствующей области знаний; работы с нормативно-технической документацией в соответствующей области знаний; выполнения проектных расчётов с помощью компьютера; формирования проектной документации с помощью компьютера; работы с графическими редакторами; работы в интегрированных информационных системах	Дифференцированный зачет

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

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	70	70	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	22	22	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	44	44	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	110	110	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 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
8-й семестр				
Введение в техническую диагностику	1	0	0	4
Цели технической диагностики. Определение технической диагностики. 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 оборудования горного оборудования. Роль технической диагностики при экспертизе промышленной безопасности опасных производственных объектов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы теории технической диагностики	1	0	2	10
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.				
Контроль работоспособности	2	0	2	10
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	2	0	6	14
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	0	6	14
Основы решения задачи прогнозирования технического состояния и определения остаточного ресурса. Виды трендов изменения диагностических признаков. Классификация методов прогнозирования. Аналитическое прогнозирование. Методы экстраполяции полиномов. Метод регрессионного анализа. Повышение точности прогноза. Расчет доверительного интервала и ошибки прогноза.				
Методы неразрушающего контроля	6	0	12	24
Общая характеристика методов диагностирования. Основные направления развития методов диагностики нефтепромыслового оборудования. Методы неразрушающего контроля. Методы магнитного и магнитопорошкового контроля. Капиллярная дефектоскопия. Вихретоковый контроль. Радиографический контроль. Ультразвуковая дефектоскопия и толщинометрия. Методы акустической эмиссии. Неразрушающий контроль стальных канатов.				
Вибродиагностика нефтепромыслового оборудования	6	0	10	22
Основные понятия о шуме и вибрации. Единицы измерения шума и вибрации. Показатели и характеристики вибросигнала. Спектр вибросигнала. Анализ вибросигналов и решение задач диагностики. Спектральная				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
вибродиагностика. Диагностика основных дефектов роторных машин. Диагностика подшипников качения.				
Диагностика по результатам анализа масла	1	0	2	4
Основы диагностики оборудования по результатам анализа картерного масла. Методы анализа загрязнения масла при износе оборудования.				
Средства технического диагностирования	1	0	4	8
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.				
<b>ИТОГО по 8-му семестру</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>110</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>110</b>

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение пороговых значений диагностических признаков
2	Разработка алгоритма поиска неисправностей
3	Обработка данных наблюдений при прогнозировании остаточного ресурса оборудования
4	Расчет ошибки прогноза и доверительного интервала остаточного ресурса
5	Изучение приборов и материалов для магнитного контроля
6	Капиллярная дефектоскопия
7	Диагностика подшипников качения с помощью детектора огибающей
8	Ультразвуковая дефектоскопия деталей машин
9	Радиографические методы неразрушающего контроля
10	Магнитный контроль стальных канатов
11	Изучение программного обеспечения для вибродиагностики
12	Изучение и измерение вибросигналов
13	Диагностирование дефектов роторных машин методами спектральной вибродиагностики
14	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 котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 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 отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и 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 понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Богданов Е. А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 2006. 279 с.	34
2	Ушаков В.М. Неразрушающий контроль и диагностика горно-шахтного и нефтегазового оборудования : учебное пособие для вузов. М. : Мир горн. кн., 2006. 318 с.	25



<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Быков 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	Калявин В. П. Основы теории надежности и диагностики : учебник для вузов. Санкт-Петербург : Элмор, 1998. 172 с.	9
3	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
4	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
5	Яхьяев Н. Я., Кораблин А. В. Основы теории надежности и диагностика : учебник для вузов. Москва : Академия, 2009. 251 с.	65
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Дефектоскопия : журнал. Екатеринбург : УрО РАН, 1965 - .	
2	Контроль. Диагностика : научно-технический журнал. Москва : Машиностроение, 1998 - .	
3	Нефтяное хозяйство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Нефт. хоз-во, 1920 - .	
4	Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 2001 - .	
5	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике. Москва : Мастер-класс, 2006 - .	
6	Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море : научно-технический журнал. Москва : ВНИИОЭНГ, 1993 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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	Богданов Е. А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 2006. 279 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4077">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4077</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

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.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6366">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6366</a>	сеть Интернет; авторизованный 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.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lan3513">https://elib.pstu.ru/Record/lan3513</a>	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.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib8223">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib8223</a>	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.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
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.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	<a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

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

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**  
**«Техническая диагностика»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

Основная образовательная программа подготовки бакалавров

Направление 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

<b>Профиль программы</b>	05 Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Горная электромеханика
<b>Форма обучения:</b>	очная

**Курс:** 4                      **Семестр(-ы):** 8

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:                      5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:                      180 ч

**Виды контроля:**

Дифференцированный зачёт                      **8 семестр**

Пермь 2022

**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
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1.</b> задачи, решаемые технической диагностикой в процессе определения технического состояния производственных объектов;			РКР	ТВ
<b>3.2</b> цели технической диагностики и основные пути развития методов технического диагностирования, неразрушающего контроля и средств технической диагностики;			РКР	
<b>3.3</b> основные положения и принципы технической диагностики;			РКР	
<b>3.4.</b> способы контроля технического состояния машин и оборудования на всех этапах жизненного цикла;	ОПЗ		РКР	
<b>3.5.</b> классификацию, основные	ОПЗ	ОЛР	РКР	

показатели и принцип работы средств технического диагностирования				
<b>3.6.</b> последовательность построения диагностических систем;	ОПЗ		РКР	
<b>3.7.</b> физические основы методов неразрушающего контроля и вибрационной диагностики;	ОПЗ	ОЛР	РКР	
<b>3.8.</b> методы расчета степени работоспособности;	ОПЗ		РКР	
<b>3.9.</b> методы построения алгоритмов поиска дефектов;	ОПЗ	ОЛР	РКР	
<b>3.10.</b> методы неразрушающего контроля и вибродиагностики применительно к нефтепромысловым машинам и механизмам	ОПЗ	ОЛР	РКР	
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1.</b> строить диагностические системы;	ОПЗ	ОЛР		ПЗ
<b>У.2.</b> выбирать средства технического диагностирования;	ОПЗ	ОЛР		
<b>У.3.</b> рассчитывать остаточный ресурс;	ОПЗ	ОЛР		
<b>У.4.</b> прогнозировать техническое состояние	ОПЗ			
<b>У.5</b> строить алгоритмы поиска дефектов;	ОПЗ	ОЛР		
<b>У.6</b> оценивать работоспособность и техническое состояние машин и оборудования;	ОПЗ	ОЛР		
<b>У.7</b> устанавливать диагноз;	ОПЗ	ОЛР		
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1.</b> методами и техническими средствами оценки технического состояния;	ОПЗ			ПЗ
<b>В.2.</b> методами определения работоспособности;		ОЛР	РКР	
<b>В.3.</b> методами прогнозирования технического состояния;	ОПЗ			
<b>В.4.</b> методами неразрушающего контроля применительно к конкретному горному оборудованию	ОПЗ	ОЛР		
<b>В.5.</b> терминами и определениями технической диагностики;			РКР	
<b>В.6.</b> навыками применения средств технической диагностики и неразрушающего контроля	ОПЗ	ОЛР		
<b>В.7.</b> способностью выбора и оценки эффективности применяемых		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 бланочного 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, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты тем практических занятий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита тем практических занятий**

Всего запланировано 14 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических 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 дифференцированного зачета письменно 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 дифференциального зачёта по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Цели технической диагностики.
2. Роль технической диагностики в промышленности.
3. Жизненный цикл оборудования, диагностирование объектов в их жизненном цикле.
4. Сущность системы технического обслуживания по фактическому состоянию.
5. Что такое тестовая диагностика?
6. Что такое функциональная диагностика?
7. Понятие работоспособного и неработоспособного состояний.
8. Понятие отказа. Классификация отказов.
9. Понятие дефекта. Связь дефекта и отказа.
10. Причины дефектов.
11. Понятие глубины поиска дефекта.
12. Задачи технической диагностики, их сочетания.
13. Понятие диагностического симптома.
14. Состав системы диагностирования.
15. Диагностические признаки.
16. Диагностическая характеристика.
17. Диагностический параметр.
18. Условия работоспособности для диагностических параметров.
19. Условия работоспособности для диагностических характеристик.
20. Степень работоспособности. Методы контроля работоспособности.
21. Методы обнаружения дефектов.
22. Понятие алгоритма поиска дефектов.
23. Сущность построения алгоритмов поиска дефектов по показателям надежности и ремонтпригодности.
24. Сущность построения алгоритмов поиска дефектов основанных на анализе таблиц состояния.

25. Сущность информационного метода построения алгоритмов поиска неисправностей.
26. Условия для решения задачи прогнозирования технического состояния.
27. Виды трендов отражающих техническое состояние оборудования.
28. Задача интерполяции и аппроксимации при прогнозировании.
29. Задача экстраполяции при прогнозировании.
30. Сущность метода экстраполяционных полиномов.
31. От чего зависит точность прогноза?
32. Сущность метода регрессионного анализа.
33. Что положено в основу классификации методов неразрушающего контроля.
34. Что такое чувствительность метода контроля?
35. Что такое разрешающая способность метода контроля?
36. Область применения методов неразрушающего контроля, решаемые задачи.
37. Физические принципы методов магнитного контроля.
38. Сущность магнитопорошкового метода контроля.
39. Достоинства и недостатки магнитопорошкового метода.
40. Сущность вихретокового метода контроля.
41. Область применения вихретокового метода.
42. Физическая сущность капиллярного метода контроля.
43. Чувствительность капиллярного метода. Достоинства и недостатки.
44. Сущность ультразвуковой дефектоскопии. Виды волн в твердых телах.
45. Достоинства и недостатки методов ультразвукового контроля.
46. Волновые явления, используемые при ультразвуковой дефектоскопии.
47. Способ получения ультразвуковых волн.
48. Законы отражения и преломления волн при ультразвуковой дефектоскопии.  
Первый и второй критический углы.
49. Методы прохождения при ультразвуковом контроле.
50. Методы отражения при ультразвуковом контроле.
51. Сущность импедансного метода контроля.
52. Что такое механический импеданс?
53. Сущность метода акустической эмиссии.
54. Что является источником рентгеновского излучения?
55. Что является источником гамма излучения? Как она убывает со временем?
56. От чего зависит жесткость рентгеновского излучения?
57. В чем измеряется жесткость гамма излучения?
58. От чего зависит чувствительность методов радиационного контроля
59. Что такое радиография?
60. Методы диагностирования оборудования по результатам анализа масла.
61. В чем сущность спектрального метода анализа масла?
62. В чем сущность калориметрического метода анализа масла?
63. В чем сущность фотометрического метода анализа масла?
64. Что такое шум и что такое вибрация?
65. Простейший виброакустический сигнал.
66. Понятие огибающей вибросигнала.

67. Параметры, характеризующие гармонические колебания и реальный виброакустический сигнал.
68. Составляющие вибрации.
69. Частота и период колебаний.
70. Фаза колебаний.
71. Спектр вибросигнала.
72. Что такое гармоника?
73. Параметры, характеризующие вибрацию.
74. Абсолютные единицы измерения вибрации.
75. Относительные единицы измерения шума и вибрации.
76. Принцип выбора пороговых значений вибрации.
77. Измерение общего уровня вибрации. Решаемые задачи.
78. Почему в качестве параметра для нормирования величины вибрации принята виброскорость?
79. Сущность диагностики подшипников качения по Пик-фактору.
80. Задачи, решаемые при спектральном анализе сигналов.
81. Что такое разрешающая способность и диапазон спектра?
82. Алгоритм диагностики подшипника с помощью детектора огибающей.
83. Что такое характеристические частоты подшипника и от чего они зависят?
84. Метод определения вида дефекта при диагностике подшипников качения с помощью огибающей.
85. Классификация средств технического диагностирования.
86. Параметры средств технического диагностирования.
87. Параметрические и генераторные датчики.
88. Основная характеристика датчика.
89. Принцип работы датчиков виброперемещения и виброскорости
90. Принцип работы датчиков виброускорения.

**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 дифференцированном зачете**

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.

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

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

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

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.