

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50  
Уникальный программный идентификатор:  
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства  
Кафедра машин металлургического комплекса



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. проректора по учебной  
работе  
Д.В. Мулов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Диагностика и контроль работоспособности металлургического оборудования  
(наименование дисциплины)

15.04.02 Технологические машины и оборудование  
(код, наименование направления)

Металлургическое оборудование  
(образовательная программа)

Квалификация магистр  
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

*Цели дисциплины.* Целью изучения дисциплины «Диагностика и контроль работоспособности металлургического оборудования» является формирование профессиональных компетенций студентов в области современного состояния и перспектив развития методов, приборов, систем диагностики, контроля качества и оценки надежности оборудования.

*Цели освоения дисциплины:*

– изучение методов и средств мониторинга и диагностики состояния металлургического оборудования;

– освоение технологий оценки технического состояния оборудования и прогнозирования его остаточного ресурса;

– приобретение навыков разработки и внедрения систем мониторинга и диагностики на предприятиях металлургической отрасли.

*Задачи изучения дисциплины:*

– изучение принципов работы и характеристик основных видов оборудования для мониторинга и диагностики;

– освоение методов сбора и обработки информации о состоянии оборудования;

– анализ факторов, влияющих на надёжность и долговечность оборудования;

– изучение методов анализа и интерпретации полученных данных;

– освоение методик расчёта остаточного ресурса оборудования;

– формирование навыков разработки и внедрения систем мониторинга и диагностики на предприятиях металлургической отрасли.

*Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональной (ОПК-12), и профессиональной (ПК-7) компетенций выпускника.*

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», формируемые участниками образовательных отношений по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (образовательная программа магистра «Металлургическое оборудование»).

Дисциплина реализуется кафедрой машин металлургического комплекса. Основывается на базе дисциплин подготовки бакалавра: «Ремонт металлургического оборудования», «Практикум по эксплуатации и ремонту оборудования».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Ресурсосберегающие технологии упрочнения и повышения износостойкости», «Научно-исследовательская работа студента», «Производственная практика», «Преддипломная практика», «Выпускная квалификационная работа магистра».

Программа дисциплины строится на предпосылке, что студенты изучили дисциплины: «Современные металлургические производства», «Информационные технологии в профессиональной деятельности».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак.ч.

При очной форме обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (18 ак.ч.), лабораторные (18 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.), курсовой проект самостоятельная работа (36 ак.ч.).

При заочной форме обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (4 ак.ч.), практические (4 ак.ч.), лабораторные (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (132 ак.ч.), курсовой проект практические занятия (2 ак.ч.) и самостоятельная работа (34 ак.ч.).

Дисциплина при очной и заочной форме обучения изучается на 1 курсе в 1 семестре по образовательной программе магистратуры. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Диагностика и контроль работоспособности металлургического оборудования» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-12	ОПК-12.1. Знать законы развития техники, основанных на законах диалектики ОПК-12.2. Знать методы проведения технических расчетов при конструировании технологических машин и оборудования ОПК-12.3. Знать теорию систем и системный анализ при исследовании технологических машин и оборудования ОПК-12.4. Уметь предоставлять отчеты по результатам выполненных исследований в области технологических машин и оборудования ОПК-12.5. Владеть методами исследования и определяет показатели технического уровня проектируемых изделий ОПК-12.6. Владеть комплексом теоретических построений и экспериментальных операций, выполняемых в отношении технологических машин и оборудования, для определения их свойств с целью практического применения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для выполнения научно-исследовательской работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности	ПК-7	ПК-7.1. Знать методологию научного исследования; основы написания научной работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности ПК-7.2. Уметь работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией в соответствии с объектами профессиональной деятельности ПК-7.3 Владеть навыками обобщения результатов отечественных и зарубежных исследований по актуальным проблемам в соответствии с выбранным объектом профессиональной деятельности

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала, подготовку к экзамену, а также на выполнение курсового проекта.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	108	108
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	9	9
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	9	9
Выполнение курсовой работы / проекта	36	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	6	6
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	12	12
Подготовка к экзамену	36	36
Промежуточная аттестация – экзамен	Э	Э
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак.ч.	180
	з.е.	5

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 11 тем:

- тема 1 (Основные принципы диагностики сложных технических механизмов);
- тема 2 (Методы диагностики);
- тема 3 (Оптические методы НК);
- тема 4 (Радиационные методы неразрушающего контроля);
- тема 5 (Магнитные и акустические методы неразрушающего контроля);
- тема 6 (Современные методы и средства вибродиагностики);
- тема 7 (Капиллярный контроль и неразрушающий контроль течеискания);
- тема 8 (Современные методы и средства трибодиагностики);
- тема 9 (Современные методы и средства термодиагностики);
- тема 10 (Эксплуатационные повреждения оборудования).
- тема 11 (Организация диагностической службы).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.
1	Основные принципы диагностики сложных технических механизмов	Содержание и задачи курса. Особенности диагностики современного металлургического производства. Классы существующего диагностического оборудования и задачи, решаемые с его помощью	2	Понятие о равнопрочности деталей машин	2	–	–
2	Методы диагностики	Методы индивидуальных систем диагностики. Методы разрушающего контроля. Методы неразрушающего контроля (НК). Сложные системы диагностики	6			–	–
3	Оптические методы НК	Особенности визуального контроля. Визуально-оптический и измерительный контроль. Диагностическое обеспечение	2	Конструирование деталей методом экономии металла	2	Диагностика состояния технического объекта по пригодности масла. Определение характера и допустимых пределов размеров дефектов зубчатых колес металлургических машин	4
4	Радиационные методы НК	Источники ионизирующего излучения. Контроль прошедшим излучением. Радиографический контроль сварных соединений. Диагностическое обеспечение	2	–	–	–	–
5	Магнитные и акустические методы неразрушающего контроля	Область применения и классификация методов контроля. Магнитная дефектоскопия. Метод магнитной памяти. Магнитная структуроскопия. Диагностическое обеспечение. Акустические колебания и волны. Аппаратура для ультразвукового контроля.	6	Разработка операционной технологической карты ультразвукового и магнитопорошкового контроля сварных соединений	6	Диагностика элементов конструкции изделий, подверженных любому виду износа. Изучение устройство и принципа работы ультразвукового дефектоскопа УСД-60 ФР.	8

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.
		Измеряемые характеристики выявленных дефектов. Схемы контроля. Диагностическое обеспечение				Нахождение координат отражателей в учебном образце. Изучение особенностей магнитопорошковой дефектоскопии	
6	Современные методы и средства вибродиагностики.	Анализ проблематики проведения вибродиагностики металлургического оборудования. Назначение виброакустической диагностики. Возбуждение колебаний в механических системах. Выделение диагностической информации. Связь технического состояния технологических машин с виброакустическим сигналом. Диагностическое обеспечение	2	Определение остаточного ресурса или прогнозируемый интервал безаварийной работы на основании изменений контролируемых параметров	2	Изучение устройства и принципа функционирования Прибора ИСП-1 (Парус) для диагностирования подшипников качения. Определение технического состояния подшипников качения в опорных узлах машин	4
7	Капиллярный контроль и неразрушающий контроль течеискания.	Физическая сущность капиллярного контроля. Классификация и сущность капиллярных методов контроля. Способы контроля и средства течеискания. Методы течеискания	2	-	-	-	-
8	Современные методы и средства трибодиагностики.	Анализ проблематики проведения трибодиагностики металлургического оборудования	2	Стяжные ненагруженные и нагруженные соединения в машинах	2	-	-
9	Современные методы и средства термодиагностики.	Анализ проблематики проведения термодиагностики металлургического оборудования	2	-	-	Определение состояния нагруженных элементов машин с помощью тепловизора	-
10	Эксплуатационные повреждения оборудования	Износ деталей и борьба с ним. Подготовка оборудования к ремонту	4	Восстановление деталей методом ремонтных размеров	2		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.
11	Организация диагностической службы	Оценка ресурса при поверхностном разрушении. Прогнозирование ресурса при язвенной коррозии. Прогнозирование ресурса по трещиностойкости и критерию «течь перед разрушением»	4	Математические методы оптимизации	2		
	Всего аудиторных часов		36		18	–	18

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.
1	Основные принципы диагностики сложных технических механизмов	Содержание и задачи курса. Особенности диагностики современного металлургического производства. Классы существующего диагностического оборудования и задачи, решаемые с его помощью	2	Понятие о равнопрочности деталей машин	2	Определение характера и допустимых пределов размеров дефектов зубчатых колес металлургических машин	2
2	Эксплуатационные повреждения оборудования.	Оценка ресурса при поверхностном разрушении. Прогнозирование ресурса при язвенной коррозии. Прогнозирование ресурса по трещиностойкости и критерию «течь перед разрушением».	2	Конструирование деталей методом экономии металла	2	Диагностика состояния технического объекта по пригодности масла.	2
	Курсовой проект			Восстановление деталей методом ремонтных размеров	2		
	Всего аудиторных часов		4	4+ 2 КП		4	

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **6.1 Критерии оценивания**

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-12, ПК-7	экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
	диф/зачет	Пояснительная записка КП

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- практические работы – всего 40 баллов;
- лабораторные работы – всего 60 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Диагностика и контроль работоспособности металлургического оборудования» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, он имеет право повысить итоговую оценку на экзамене.

При условии успешной защиты курсового проекта обучающийся в семестре может набрать 60–100 баллов, в том числе:

- выполнение графической части, пояснительной записки, приложений – всего 50–75 баллов;
- защита курсового проекта – 10–25 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале Экзамен/диф.зачет
0-59	неудовлетворительно
60-73	удовлетворительно
74-89	хорошо
90-100	отлично

## 6.2 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

*Тема 1 Основные принципы диагностики сложных технических механизмов*

- 1) Сформулируйте понятие «Техническая диагностика».
- 2) Цель технической диагностики.
- 3) Основная задача технической диагностики. В чем сущность решения диагностической задачи?
- 4) Приведите примеры «легких» и «тяжелых» (по своим последствиям) отказов машин, в т.ч. и металлургических.
- 5) Что позволяет упредить «тяжелые» отказы технических систем?
- 6) Что такое техническое обслуживание? В чем преимущество технического обслуживания «по состоянию» перед техническим обслуживанием «по нормативам»?
- 7) Что подразумевается под объектом диагностирования?
- 8) Что такое диагностический параметр?
- 9) Что подразумевается под средством диагностирования?
- 10) Что такое система диагностирования?
- 11) Что такое алгоритм технического диагностирования?
- 12) Что является носителем информации при технической диагностике?
- 13) Какие задачи позволяет решить прогнозирование технического состояния объекта?

*Тема 2 Методы диагностики*

- 1) Охарактеризуйте известные Вам методы диагностирования.
- 2) Перечислите известные Вам средства диагностирования.
- 3) Проанализируйте методы поисков неисправностей.
- 4) Каким образом выбор метода неразрушающего контроля зависит от материала оборудования и типа возможных дефектов?
- 5) Какие комбинированные методы неразрушающего контроля применяются для повышения достоверности диагностики, и как они дополняют друг друга?

6) Каковы основные критерии выбора между разрушительными и неразрушающими методами контроля в промышленности?

7) Как осуществляется документирование и анализ результатов неразрушающего контроля для принятия решения о ремонте или замене оборудования?

8) Как влияет квалификация оператора на точность и достоверность результатов неразрушающего контроля?

9) Какие требования предъявляются к подготовке поверхности перед проведением различных методов неразрушающего контроля?

### *Тема 3 Оптические методы НК*

1) Какие дефекты можно обнаружить методом визуального контроля и какие инструменты при этом используются?

2) В чем заключаются основные требования к освещению и состоянию поверхности при визуальном контроле?

3) Как осуществляется измерительный контроль геометрических параметров детали?

4) Какие ограничения существуют у визуального контроля при оценке работоспособности оборудования?

5) Почему важно сочетать визуальный контроль с другими методами неразрушающего контроля?

6) Сущность метода термической индексации неисправностей и его практическое использование (примеры).

7) Роль термоиндикаторных красок в упреждении аварий (отказов) машин. Примеры.

8) Сущность ароматической диагностики неисправностей. Примеры.

9) Сущность цветовой диагностики неисправностей. Примеры использования.

10) В чем отличие косвенного метода обнаружения дефектов от прямого контроля нормируемых параметров? Приведите примеры.

### *Тема 4 Радиационные методы НК*

1) Какой принцип лежит в основе радиографического контроля и какие виды излучения используются?

2) Каковы основные требования к безопасности при проведении радиографического контроля?

3) В чем различие между радиографическим контролем с применением рентгеновского и гамма-излучения?

4) Какие дефекты можно выявить при помощи радиографического контроля?

5) Какие факторы влияют на качество радиографического изображения?

6) Рентгеновский способ обнаружения дефектов.

*Тема 5 Магнитные и акустические методы неразрушающего контроля*

- 1) Сущность ультразвуковой дефектоскопии.
- 2) Какой физический принцип используется в ультразвуковом контроле?
- 3) Какое оборудование применяется для ультразвуковой дефектоскопии?
- 4) Какие виды дефектов можно обнаружить с помощью ультразвукового контроля?
- 5) В чем отличие эхо-метода от теневого метода в ультразвуковом контроле?
- 6) Какие преимущества и недостатки имеет ультразвуковой метод по сравнению с радиографическим?
- 7) Перечислите известные Вам методы обнаружения дефектов в деталях.
- 8) Люминесцентный метод для поиска дефектов.
- 9) Какой принцип действия лежит в основе магнитного контроля?
- 10) Какие дефекты выявляются с использованием магнитопорошкового метода контроля?
- 11) В чем разница между методами остаточной и намагниченной индикации?
- 12) Какие материалы не поддаются магнитному контролю и почему?
- 13) Каковы основные ограничения магнитного контроля в условиях эксплуатации оборудования?
- 14) Свойства магнитного поля и его использование для диагностики.
- 15) Охарактеризуйте полюсное, циркуляционное и комбинированное намагничивание.

*Тема 6 Современные методы и средства вибродиагностики.*

- 1) Предпосылки диагностирования технического состояния элементов (узлов) машин с помощью виброметров.
- 2) Сущность понятия об ударно-импульсном методе диагностики.
- 3) Использование ударно-импульсного метода для диагностирования подшипников качения.
- 4) Кто впервые предложил прибор для диагностирования подшипников качения?
- 5) Объясните устройство прибора ИСП-1 («Парус») для диагностики подшипников качения.
- 6) Какие виды отказов подшипников качения можно определить с помощью прибора ИСП-1?
- 7) Что представляют собой фоновые шумы?
- 8) Чем отличаются ударные импульсы от фонового шума?

- 9) Какой уровень ударных импульсов считается нормальным, повышенным, аварийным?
- 10) Объясните устройство щупа у прибора ИСП-1.
- 11) Что понимают под контрольной точкой измерения?
- 12) Выбор места и подготовка контрольной точки.
- 13) Форма контрольной точки.
- 14) Порядок измерения ударных импульсов и контрольной точке.
- 15) Анализ результатов диагностирования технического состояния подшипников качения.

*Тема 7 Капиллярный контроль и неразрушающий контроль течеискания.*

- 1) Каковы основные этапы проведения капиллярного контроля?
- 2) Какие дефекты можно выявить при использовании метода контроля проникающими веществами?
- 3) Какие проникающие жидкости используются в капиллярном контроле и почему?
- 4) Какие ограничения существуют для метода контроля проникающими веществами?
- 5) В чем отличие флуоресцентного контроля от цветного капиллярного контроля?
- 6) В чем заключается принцип течеискания при помощи гелия или других газов?
- 7) Какие виды дефектов выявляются методами течеискания?
- 8) Какие методы течеискания наиболее эффективны для оборудования под давлением?
- 9) Как проводится вакуумный метод течеискания и в чем его особенности?
- 10) Почему течеискание важно для обеспечения безопасности эксплуатации оборудования?

*Тема 8 Современные методы и средства трибодиагностики.*

- 1) Объясните принцип диагностирования технического состояния фрикционных элементов тормозных устройств.
- 2) Оценочные показатели технического состояния колодочных тормозов.
- 3) Оценочные показатели технического состояния подшипников качения.
- 4) Обоснуйте необходимость диагностирования технического состояния шарниров универсальных шпинделей.
- 5) Что такое трибодиагностика и каковы её основные принципы?
- 6) Какие методы и приборы используются для трибодиагностики?
- 7) В чём преимущества трибодиагностики перед другими методами контроля состояния оборудования?
- 8) Как проводится анализ проб масла для определения износа деталей?

- 9) Каковы правила пробоотбора масел и смазок?
- 10) Какие факторы влияют на скорость загрязнения масла и износа деталей?
- 11) В каких отраслях промышленности применяется трибодиагностика и каковы перспективы её развития?

*Тема 9 Современные методы и средства термодиагностики.*

- 1) Какой принцип используется в методе теплового (инфракрасного) контроля?
- 2) Какие типы дефектов можно выявить с помощью тепловизоров?
- 3) Каковы преимущества и ограничения теплового контроля при диагностике оборудования?
- 4) Почему важно учитывать коэффициент излучения материалов при тепловом контроле?
- 5) В каких случаях тепловой контроль предпочтительнее других методов неразрушающего контроля?

*Тема 10 Эксплуатационные повреждения оборудования.*

- 1) В чем заключается сущность теории катастроф и как она используется в технической диагностике усталости металлов?
- 2) Сущность диагностики тензометрированием.
- 3) Способ диагностирования подшипников качения по наличию стружки в масле (метод Хмелева-Пасечника).
- 4) Сущность диагностирования повреждений у подшипников скольжения.
- 5) Сформулируйте понятие «вероятность события».
- 6) Как определяют вероятность достоверного события и вероятность невозможного события?

*Тема 11 Организация диагностической службы.*

- 1) Сущность экспертной системы.
- 2) Перечислите сферы, в которых используются экспертные системы.
- 3) Когда и где появились первые экспертные системы применительно к ремонтному производству?
- 4) Изобразите и объясните структуру типовой экспертной системы.
- 5) Изобразите и объясните функциональную схему экспертной системы ТОиР оборудования.
- 6) Перечислите и охарактеризуйте принципы построения экспертных систем ТОиР оборудования.

7) Почему техническую диагностику иногда называют «безразборной диагностикой»?

### 6.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации (тесты)

1) Какой метод контроля способен выявить дефекты в сварных соединениях на значительной глубине? (Ультразвуковой)

2) Как называется эффект, лежащий в основе магнитного контроля при обнаружении расслоений и трещин? (Рассеивание)

3) Какой параметр измеряется в вибродиагностике для оценки динамического состояния оборудования? (Амплитуда)

4) Какой тип излучения позволяет обнаружить дефекты плотности и пустоты внутри материала? (Гамма)

5) Какое свойство материала определяет эффективность метода контроля проникающими веществами? (Капиллярность)

6) Какой метод контроля чувствителен к локальным изменениям температуры на поверхности? (Тепловой)

7) Какая характеристика волны используется в ультразвуковом методе для определения глубины дефекта? (Длина)

8) Какой вид контроля может выявить утечку с использованием инертного газа? (Течеискание)

9) Какой фактор влияет на качество магнитного контроля при использовании порошковых индикаторов? (Остаточность)

10) Как называется элемент радиографического контроля, фиксирующий интенсивность прошедшего излучения? (Детектор)

11) Какой параметр вибрации чаще всего анализируют для выявления дефектов подшипников? (Частота)

12) Как называется процесс подготовки поверхности перед применением капиллярного метода? (Обезжиривание)

13) Какое свойство материала ограничивает применение магнитопорошкового метода контроля? (Намагниченность)

14) Как называется метод контроля, использующий охлаждающие или нагревающие дефекты в материале? (Термография)

15) Какой параметр ультразвуковой волны позволяет обнаруживать дефекты на разной глубине? (Скорость)

16) Какой из методов неразрушающего контроля наиболее эффективно выявляет внутренние дефекты в металлических конструкциях?

а) визуальный контроль;

б) магнитопорошковый контроль;

в) радиографический контроль;

г) течеискание.

Правильный ответ: в)

17) Какой из видов износа является наиболее характерным для подшипников скольжения?

- а) коррозионный износ;
- б) абразивный износ;
- в) усталостный износ;
- г) адгезионный износ.

Правильный ответ: г);

18) Какое из свойств жидкости определяет её способность проникать в микротрещины при капиллярном контроле?

- а) вязкость;
- б) плотность;
- в) капиллярность;
- г) прозрачность;

Правильный ответ: в)

19) Что является основным признаком усталостного износа деталей?

- а) глубокие царапины на поверхности;
- б) образование сетки микротрещин;
- в) отслоение покрытия;
- г) поверхностная коррозия;

Правильный ответ: б)

20) Какое оборудование чаще всего подвергается вибродиагностике?

- а) статические опоры;
- б) электрические трансформаторы;
- в) подшипники и вращающиеся механизмы;
- г) сварные соединения;

Правильный ответ: в)

21) Какая фаза подготовки оборудования к ремонту выполняется первой?

- а) сборка узлов оборудования;
- б) демонтаж изношенных деталей;
- в) визуальный осмотр и диагностика;
- г) испытания на герметичность;

Правильный ответ: в)

22) Что регистрирует тепловизор при тепловом контроле?

- а) цвет поверхности;
- б) уровень вибраций;
- в) температурные аномалии;
- г) изменения плотности материала;

Правильный ответ: в)

23) Какой метод неразрушающего контроля эффективен для обнаружения поверхностных дефектов на ферромагнитных материалах?

- а) ультразвуковой контроль;
- б) радиографический контроль;
- в) магнитопорошковый контроль;
- г) визуальный контроль;

Правильный ответ: в)

24) Какой из перечисленных методов контроля чаще всего используется для обнаружения утечек из трубопроводов?

- а) течеискание с гелием;
- б) радиографический контроль;
- в) ультразвуковой контроль;
- г) тепловой контроль;

Правильный ответ: а)

25) Как называется износ, возникающий при трении двух металлических поверхностей?

- а) коррозионный износ;
- б) абразивный износ;
- в) адгезионный износ;
- г) усталостный износ;

Правильный ответ: б)

26) Что является основным преимуществом ультразвукового контроля по сравнению с радиографическим?

- а) не требуется намагничивание;
- б) отсутствие вредного излучения;
- в) высокая скорость контроля;
- г) простота оборудования;

Правильный ответ: б)

27) Какой из методов контроля может использоваться для диагностики скрытых трещин в металлических балках?

- а) тепловой контроль;
- б) магнитопорошковый контроль;
- в) визуальный контроль;
- г) ультразвуковой контроль;

Правильный ответ: г)

28) Какой фактор необходимо контролировать при подготовке поверхности к капиллярному контролю?

- а) температуру поверхности;
- б) наличие загрязнений и жиров;
- в) цвет индикатора;

г) плотность материала;  
Правильный ответ: б)

29) Какой из видов контроля наиболее эффективно выявляет трещины в сварных швах?

а) радиографический контроль;  
б) магнитопорошковый контроль;  
в) тепловой контроль;  
г) вибродиагностика;  
Правильный ответ: а)

30) Что происходит с металлом в процессе коррозионного износа?

а) образование усталостных трещин;  
б) химическое разрушение поверхности;  
в) пластическая деформация материала;  
г) механическое отслаивание покрытия;  
Правильный ответ: б)

31) Какой метод контроля используется для определения размеров трещин с помощью звуковых волн?

а) визуальный контроль;  
б) ультразвуковой контроль;  
в) радиографический контроль;  
г) магнитопорошковый контроль;  
Правильный ответ: б)

32) Какой из методов контроля используется для поиска дефектов в глубоких слоях материала?

а) визуальный контроль;  
б) радиографический контроль;  
в) магнитопорошковый контроль;  
г) течеискание;  
Правильный ответ: б)

33) Что является основным признаком износа сальников в оборудовании?

а) потеря герметичности;  
б) повреждение поверхности;  
в) нарушение работы подшипников;  
г) появление трещин;  
Правильный ответ: а)

34) Какой из методов используется для диагностики утечек с помощью ультразвука?

а) ультразвуковой контроль;

- б) течеискание с воздухом;
  - в) течеискание с гелием;
  - г) вибродиагностика;
- правильный ответ: в)

35) Какой тип износа вызывает повышенные колебания в рабочих механизмах?

- а) адгезионный износ;
  - б) коррозионный износ;
  - в) усталостный износ;
  - г) абразивный износ;
- Правильный ответ: в)

36) Какой метод неразрушающего контроля использует изменения электрических свойств материала?

- а) визуальный контроль;
  - б) магнитопорошковый контроль;
  - в) ультразвуковой контроль;
  - г) электрический контроль;
- Правильный ответ: г);

37) Какая характеристика материала ограничивает применение магнитопорошкового контроля?

- а) температура плавления;
  - б) магнитные свойства;
  - в) плотность материала;
  - г) коррозионная стойкость;
- Правильный ответ: б)

38) Какое из описанных повреждений является типичным для стальных конструкций при коррозии?

- а) образование микротрещин;
  - б) отслоение покрытия;
  - в) увлажнение материала;
  - г) повышение жесткости;
- Правильный ответ: а)

39) Какой из методов неразрушающего контроля используется для выявления дефектов в сварных швах?

- а) течеискание;
  - б) радиографический контроль;
  - в) визуальный контроль;
  - г) ультразвуковой контроль;
- Правильный ответ: б)

40) Какой из видов износа возникает в результате химического воздействия окружающей среды?

- а) коррозионный износ;
- б) адгезионный износ;
- в) усталостный износ;
- г) абразивный износ;

Правильный ответ: а)

41) Какой из методов контроля использует магнитное поле для обнаружения дефектов в материале?

- а) тепловой контроль;
- б) магнитопорошковый контроль;
- в) ультразвуковой контроль;
- г) радиографический контроль;

Правильный ответ: б)

42) Какой из факторов непосредственно влияет на выбор метода неразрушающего контроля?

- а) доступность к объекту контроля;
- б) температура материала;
- в) толщина материала;
- г) все перечисленные;

Правильный ответ: г)

43) Какой из методов контроля не требует предварительной подготовки поверхности материала?

- а) магнитопорошковый контроль;
- б) капиллярный контроль;
- в) визуальный контроль;
- г) ультразвуковой контроль;

Правильный ответ: в)

44) Какой из методов контроля используется для оценки уровня вибрации в подшипниках?

- а) визуальный контроль;
- б) вибродиагностика;
- в) ультразвуковой контроль;
- г) магнитопорошковый контроль;

Правильный ответ: б)

45) Какой метод контроля позволяет оценить состояние материала с помощью его реакции на магнитное поле?

- а) визуальный контроль;
- б) течеискание;
- в) магнитопорошковый контроль;

г) ультразвуковой контроль;  
Правильный ответ: в)

46) Какой вид износа возникает из-за контакта частиц с поверхностью материала?

- а) адгезионный износ;
  - б) коррозионный износ;
  - в) абразивный износ;
  - г) усталостный износ;
- Правильный ответ: в)

47) Какой из методов позволяет выявить микротрещины на поверхностях без необходимости их разрушения?

- а) радиографический контроль;
  - б) визуальный контроль;
  - в) магнитопорошковый контроль;
  - г) ультразвуковой контроль;
- Правильный ответ: в)

48) Какая стадия подготовки оборудования к ремонту включает оценку состояния всех узлов и деталей?

- а) демонтаж;
  - б) ремонтные работы;
  - в) диагностика и осмотр;
  - г) установка новых деталей;
- Правильный ответ: в)

49) Какой метод позволяет оценить дефекты в материале на основе его теплового излучения?

- а) тепловой контроль;
  - б) ультразвуковой контроль;
  - в) радиографический контроль;
  - г) капиллярный контроль;
- Правильный ответ: а)

50) Какой метод используется для выявления дефектов в материалах, проникая в них с помощью жидкостей?

- а) капиллярный контроль;
  - б) радиографический контроль;
  - в) ультразвуковой контроль;
  - г) течеискание;
- Правильный ответ: а)

## 6.4 Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсового проекта является логическим продолжением материала, изучаемого в рамках дисциплины «Диагностика и контроль работоспособности металлургического оборудования».

Содержание курсового проекта:

### 1. Введение

Актуальность темы и цели диагностики оборудования в металлургическом производстве.

Цель и задачи курсового проекта.

Обоснование выбора объекта исследования и методов диагностики.

### 2. Обзор диагностируемого оборудования

Описание технологического процесса и функций оборудования в металлургическом производстве.

Классификация основных видов оборудования, подлежащих диагностике.

Характеристики и конструктивные особенности оборудования, определяющие методы диагностики.

### 3. Обоснование и выбор методов диагностики

Анализ основных методов диагностики (неразрушающий контроль, разрушающий контроль, вибродиагностика, трибодиагностика, термодиагностика и др.).

Обоснование выбора конкретного метода или комплекса методов для диагностики объекта исследования.

Описание применяемого диагностического оборудования и его возможностей.

### 4. Разработка системы диагностики оборудования

Разработка схемы диагностического процесса: этапы контроля, методы диагностики, используемое оборудование.

Выбор и обоснование типа диагностических приборов и их параметров.

Разработка алгоритма и порядка проведения диагностики (поэтапное описание действий).

Предложение методики обработки и интерпретации полученных результатов.

### 5. Анализ возможных повреждений и износа оборудования

Описание основных видов эксплуатационных повреждений и износа (абразивный, коррозионный, усталостный и др.).

Анализ причин возникновения повреждений и их влияния на работоспособность оборудования.

Предложения по мерам борьбы с износом и повышению эксплуатационной надежности.

6. Предложения по улучшению ремонтпригодности и надежности оборудования

Разработка рекомендаций по повышению ремонтпригодности оборудования.

Внедрение средств мониторинга и диагностики для увеличения межремонтного периода.

Предложения по улучшению экономических, эргономических и экологических показателей.

#### 7. Заключение

Краткий анализ проделанной работы и выводы по результатам курсового проекта.

Обоснование эффективности предложенных решений и их практическая значимость.

#### 8. Список используемой литературы

Перечень нормативной документации, учебных пособий, научных статей и других источников, использованных в проекте.

#### 9. Приложения

Чертежи, графики, схемы диагностических процессов.

Таблицы с результатами расчетов.

Фотографии или иллюстрации исследуемого оборудования и диагностических мероприятий.

Тематика курсового проекта связана с изучением и применением методов диагностики и контроля работоспособности металлургического оборудования с целью повышения его эксплуатационной надежности, продления срока службы и оптимизации процессов технического обслуживания и ремонта:

1) Сравнение эффективности ультразвукового и радиационного методов неразрушающего контроля для диагностики сварных соединений.

2) Оптимизация методов вибродиагностики для выявления дисбаланса роторного оборудования.

3) Анализ применения теплового контроля для обнаружения тепловых потерь на металлургических печах.

4) Эффективность магнитного контроля при выявлении микротрещин на деталях прокатного стана.

5) Сравнение капиллярного контроля и течеискания для диагностики трубопроводов металлургического производства.

6) Разработка комплексной системы диагностики оборудования с использованием оптических и магнитных методов контроля.

7) Применение радиографического контроля для оценки состояния литых заготовок в сталелитейном производстве.

8) Сравнительный анализ различных методов диагностики на ранних стадиях износа деталей металлургического оборудования.

- 9) Современные методы трибодиагностики и их применение для контроля подшипников качения.
- 10) Анализ возможностей теплового контроля для мониторинга температурных аномалий в конвертерных цехах.
- 11) Диагностика повреждений валков прокатного стана с использованием ультразвукового контроля.
- 12) Применение вибродиагностики для выявления неисправностей подшипников в воздуходувках металлургического цеха.
- 13) Оптический контроль состояния печных футеровок в доменном производстве.
- 14) Анализ работоспособности насосного оборудования с использованием методов течеискания.
- 15) Радиационный контроль для выявления дефектов стенок труб печного оборудования.
- 16) Вибродиагностика шестеренчатых редукторов в системах приводов металлургического оборудования.
- 17) Контроль термических деформаций при работе кристаллизаторов на непрерывных разливочных машинах.
- 18) Диагностика и контроль работоспособности фильтрационного оборудования на основе магнитных методов.
- 19) Анализ износа и состояния деталей подъемно-транспортного оборудования в металлургическом производстве.
- 20) Применение ультразвукового метода для диагностики дефектов в роторных насосах прокатного цеха.
- 21) Разработка методов диагностики оборудования доменного цеха с применением теплового и вибрационного контроля.
- 22) Оптимизация системы диагностики компрессорного оборудования в кислородно-компрессорном цехе.
- 23) Анализ причин износа оборудования в прокатном цехе и методы его диагностики.
- 24) Применение комплексных методов неразрушающего контроля для диагностики литейного оборудования.
- 25) Тепловой и магнитный контроль футеровок в сталеплавильном цехе.
- 26) Разработка мероприятий по повышению надежности трубопроводов в конвертерном цехе с использованием методов НК.
- 27) Диагностика вентиляторного оборудования агломерационного цеха с применением вибродиагностики.

28) Анализ методов контроля и диагностики для повышения эксплуатационной надежности оборудования в прокатном цехе.

29) Контроль и диагностика футеровок ковшей доменного цеха с использованием теплового метода.

30) Применение трибодиагностики для оценки износа подшипников на подъемно-транспортных механизмах сортировочного участка.

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### *Основная литература*

1. Сидоров, В. А. Техническая диагностика механического оборудования : учебник / В. А. Сидоров. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 256 с. : ил., табл., схем., граф. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617471> (дата обращения: 16.08.2024). – Режим доступа: по подписке ШГПУ. – Текст : электронный.

2. Сидоров В. А. Диагностика металлургических машин : учебное пособие / В. А. Сидоров. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 172 с. : ил., табл. ISBN 978-5-9729-1440-1. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/2093419> (дата обращения: 09.08.2024). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

3. Методы неразрушающего контроля : учебное пособие / О. Н. Петров, А. Н. Сокольников, В. И. Верещагин, Д. В. Агровиченко [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 132 с. – ISBN 978-5-7638-4317-0. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1818746> (дата обращения: 09.08.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### *Дополнительная литература*

1. Неразрушающий контроль : справочник : в 8 томах / под ред. В. В. Ключева. – Изд. 2-е, перераб. и испр. – Москва : Машиностроение, 2008-. – 24 см. – (Справочник); ISBN 978-5-94275-409-9 (В пер.) – URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004090381> (дата обращения: 21.08.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Потапов А. И., Сясько В. А., Соломенчук П. В., Ивкин А. Е., Чертов Д. Н. Электромагнитные и магнитные методы неразрушающего контроля материалов и изделий. Том I. Электромагнитные и магнитные методы контроля толщины покрытий и стенок изделий. – СПб. : Нестор-История, 2014. – 480 с. ISBN 978-5-4469-0232-3. – URL: <https://idspektr.ru/index.php/home/486-131> (дата обращения: 21.08.2024). – Режим доступа: по подписке.

3. Потапов А. И., Сясько В. А., Соломенчук П. В., Ивкин А. Е., Чертов Д. Н. Электромагнитные и магнитные методы неразрушающего контроля материалов и изделий. Том II. Электромагнитные и магнитные методы дефектоскопии и контроля свойств материалов. – СПб. : Нестор-История, 2015. – 440 с. ISBN 978-5-4469-0461-7. – URL: <https://idspektr.ru/index.php/home/486-131> (дата обращения: 21.08.2024). – Режим доступа: по подписке.

### ***Нормативные ссылки***

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности процессов получения или применения металлов». Приказ Ростехнадзора от 09.12.2020 г. № 512 (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 г. № 61943) – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=382638> (дата обращения: 21.06.2024).

2. ГОСТ Р ИСО 9712-2019. Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 декабря 2019 г. N 1330-ст. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169965> (дата обращения: 21.06.2024).

3. РД 11-126-96. Методические рекомендации по организации и осуществлению контроля за обеспечением безопасной эксплуатации зданий и сооружений на подконтрольных металлургических и коксохимических производствах. Постановление Госгортехнадзора России от 20.12.96 № 51. – URL: <https://www.ruspromexpert.ru/law/127/858.html> (дата обращения: 21.08.2024).

4. МТ-РТС- ВИК-М- 01-2017. Методика визуального и измерительного контроля цапф и траверс металлоразливочных ковшей, крюков и удлинительных крюковых подвесок кранов, транспортирующих расплавленный металл. Утверждено ЧОУ ДПО «НУЦ «РТС» 30.03.2017 г. – URL: <https://gosts.normacs.ru/Doclist/doc/12HDR.html>. (дата обращения: 21.08.2024).

5. ГОСТ 22727-88. Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля. Постановление Государственного комитета СССР по стандартам от 09.02.88 № 212 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005699>. (дата обращения: 21.08.2024).

6. МТ-РТС- МК-М-02- 2017. Методика магнитопорошкового контроля цапф и траверс металлоразливочных ковшей, крюков и удлинительных крюковых подвесок кранов, транспортирующих расплавленный металл. Утверждено ЧОУ ДПО «НУЦ «РТС» 30.03.2017 г. – URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293723/4293723619.htm>. (дата обращения: 21.08.2024).

7. РДИ 38.18.016-94. Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования. Разработан: ВНИКТИнефтехимоборудование Утвержден: ГПИ Фундаментпроект Минмонтажспецстроя СССР 23.06.1994 Утвержден: Минтопэнерго РФ 23.06.1994 Утвержден: НП АВОК 23.06.1994 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200069186>. (дата обращения: 21.08.2024).

8. ГОСТ Р ИСО 55772009. Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль. Словарь. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15.12.2009 г. № 1106- ст – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200081359>. (дата обращения: 21.08.2024).

9. ГОСТ Р 557242013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. Приказом Федерального агентства по техническому

регулированию и метрологии от 08.11.2013 г. № 1410- ст – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107569>. (дата обращения: 21.08.2024).

10. ГОСТ Р ИСО 99341-2011. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Часть 1 Основные требования. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13.12.2011 г. № 1115- ст – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200094384>. (дата обращения: 21.08.2024).

11. ГОСТ Р ИСО 20816-1-2021. Вибрация. Измерения вибрации и оценка вибрационного состояния машин. Часть 1. Общее руководство. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2021 г. N 1894-ст. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200182677>. (дата обращения: 21.08.2024).

### ***Учебно-методические материалы и пособия, используемые студентами при изучении дисциплины***

1. [Техническое диагностирование металлургического оборудования](#) : практикум / В. Н. Ульяницкий, Д. А. Вишневский, А. А. Орлов, С. Л. Мальков. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2020. — 77 с.

### **7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1 Научная библиотека ДонГТУ – [library.dstu.education](http://library.dstu.education)

2 Электронная библиотека БГТУ им. Шухова – <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>

3 Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

4 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

5 Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – [Сублицензионный договор с ООО "Научно-производственное предприятие "ТЭД КОМПАНИ"](#), <http://www.iprbookshop.ru/>

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Количество посадочных мест – 32 шт.            Доска для написания мелом – 1 шт.            Мультимедийный проектор – 1 шт.            Настенный экран – 1 шт.            Модель вагоноопрокидывателя – 1 шт.            Доменный скиповый подъёмник – 1 шт.            Загрузочное устройство доменной печи – 1 шт.            Пресс гидравлический – 1 шт.            Конвейер ленточный – 1 шт.            Ножницы дисковые – 1шт.            Главный подъём разливочного крана – 1 шт.            Тормоз колодочный – 1 шт.            Барабан смеситель – 1шт.            Ножницы гильотинные – 1 шт.            Модель подъёмного механизма – 1 шт.            Модель универсального слябинга – 1шт.            Стрипперный механизм – 1 шт.            Лазерный станок для маркировки и гравировки «CN EXPERT» – 1 шт.            Система ручной лазерной сварки комплекс CW – 1 шт.            Система Лазерная очистка CW-1500/C – 2 шт.</p>	<p>ауд. <u>122</u> корп. <u>1</u>  <u>Учебно-</u>  <u>исследовательская</u>  <u>лаборатория меха-</u>  <u>нического оборудо-</u>  <u>вания металлурги-</u>  <u>ческих предприя-</u>  <u>тий</u></p>
<p>Количество посадочных мест – 20 шт.            Анализатор вибрации двухканальный ДИАНА–2М – 1 шт.            Дефектоскоп ультразвуковой А1212 MASTER – 1 шт.            Дефектоскоп ультразвуковой А1550 IntroVisor – 1 шт.            Калибровочный ультразвуковой образец V2/25 – 1 шт.            Ультразвуковой дефектоскоп на фазированных решетках УСД-60ФР – 1 шт.            Калибровочный образец КО-ФР – 1 шт.            Дефектоскоп магнитопорошковый переносной импульсный МД-И – 1 шт.            Магнитопорошковый дефектоскоп на постоянных магнитах, МД-6К – 1 шт.            Намагничивающее устройство на постоянных магнитах для магнитопорошковой дефектоскопии, НУ-1ПМ – 1 шт.            Толщиномер ультразвуковой УТ-507 – 1 шт.</p>	<p>ауд. <u>109</u> корп. <u>1</u>  <u>Лаборатория</u>  <u>неразрушающего</u>  <u>контроля</u></p>

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Толщиномер ультразвуковой В7-217–1 шт.  Толщиномер ультразвуковой УДТ-40 – 2 шт.  Прибор измерения геометрических параметров и параметров окружающей среды многофункциональный КОНСТАНТА К6Ц – 2 шт.  Твердомеры портативные динамические ТКМ-359С – 3 шт.  Твердомер динамический малогабаритный ТДМ-2 – 1 шт.  Твердомеры портативные ультразвуковые ТКМ-459М – 2 шт  Трещиномер электропотенциальный 281М – 1 шт.  Адгезиметр электронный АМЦ 2-50USB – 1 шт.  Магнитометр дифференциальный МФ 24ФМ – 1 шт.  Микроскоп МПБВ-1020 – 5 шт.  Комплект для визуально-измерительного контроля ВИК – 5 шт.  Видеоэндоскоп – 1 шт.  Плоттер – 1 шт.  Ноутбук ARDOR GAMING NEO 17.3 NEO G17-17ND304 – 1шт.  Ноутбук ASUS X1605ZA-MB386 – 12 шт.  Interactive WhiteBoard IQBoard DVT TN082 – 1 шт  Персональный аудиовидеорегистратор BODY CAM BC-3 – 2шт.  Интерактивная доска Interactiv WhiteBoard IQBoard DVT TN082 – 1 шт.  Анемометр Testo 410-2 – 1 шт.  Радиометр теплового излучения «ИК-метр – 1 шт.  Измеритель массовой концентрации аэрозольных частиц «АЭКРОН-П» – 1 шт.  Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М» – 1 шт.  Лабораторная работа по изучению устройства и принципа работы металлургических агрегатов – 5 шт.  Комплекты мер моделей дефектов МИ СО-П-П-ЦО-П-ШО СО-1 – 1 шт.  Комплекты мер моделей дефектов МИ СО-М-П-ЦО СО-2 – 1шт.  Комплекты мер моделей дефектов МИ СО-М-Ц СО-3 – 1 шт.  Комплекты мер моделей дефектов «Ступенька» – 2 шт.  Контрольный образец для дефектоскопов полюсного намагничивания МО-3 – 1 шт.  Контрольный образец с искусственным дефектом в виде трещины МО-5 – 1 шт.  Калибровочный образец КО-ФР-03 – 1 шт.  Калибровочный образец V2/25 - 1 шт.  Измеритель параметров электрического и магнитного полей 3-х компонентный "ВЕ-МЕТР" – 1 шт.</p>	

## Лист согласования РПД

Разработал  
доц. кафедры машин  
металлургического комплекса  
(должность)



(подпись)

Н.А. Денисова  
(ФИО)

Заведующий кафедрой машин  
металлургического комплекса



(подпись)

Н.А. Денисова  
(ФИО)

Протокол № 1  
заседания кафедры машин  
металлургического комплекса

От 30 августа 2024

Декан факультета горно-  
металлургической промышленности и  
строительства



(подпись)

О.В. Князьков  
(ФИО)

Согласовано

Председатель методической  
комиссии по направлению подготов-  
ки 15.04.02 Технологические машины  
и оборудование («Металлургическое  
оборудование»)



(подпись)

Н.А. Денисова  
(ФИО)

Начальник учебно-методического  
центра



(подпись)

О.А. Коваленко  
(ФИО)

## Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	