

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

Каракозов А. А.

03 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03 Методы неразрушающего контроля

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Инжиниринг и технический менеджмент
металлургического оборудования
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

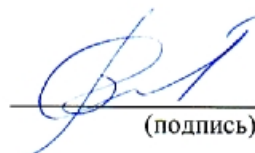
Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1, 2, 3	2, 3, 4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	12 / 432	12 / 432
Контактная работа (час.), в том числе:	165	54
лекции (час.)	51	14
лабораторные работы (час.)	102	22
практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	150	261
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	—	—
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36 экзамен, 36 экзамен, 45	экзамен, 36 экзамен, 36 экзамен, 45

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Методы неразрушающего контроля» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (Направленность (профиль) – Инжиниринг и технический менеджмент металлургического оборудования) для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

профессор кафедры «Механическое
оборудование заводов черной
металлургии им. В.Я. Седуша»,
д.т.н., доцент



(подпись)

Сидоров В. А.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В.Я. Седуша». ша В. Я.»..

Протокол от « 16 » 03 2023 года № 7 .

Заведующий кафедрой



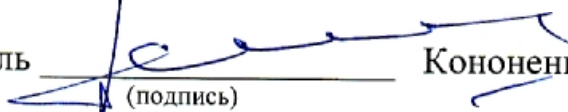
(подпись)

Еронько С. П.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВ-ПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Протокол от « 23 » 03 2023 года № 4 .

Председатель



(подпись)

Кононенко А. П.

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В.Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В.Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В.Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В.Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В.Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы определения и контроля технического состояния деталей металлургических машин.

Целью дисциплины является: формирование системы теоретических знаний и практических навыков в области неразрушающего контроля деталей механического оборудования металлургических машин и металлопродукции металлургических предприятий и приобретений студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых для решения разнообразных задач, которые встречаются в инженерной деятельности и связаны с определением технического состояния деталей металлургического оборудования.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- современное состояние и общие положения использования методов неразрушающего контроля относительно металлургических машин и выпускаемой продукции;
- основные методы и средства неразрушающего контроля для определения работоспособного состояния деталей механизма и металлопродукции,
- условия возникновения повреждений, механизм разрушения деталей и узлов, металлоконструкций металлургических кранов;
- последовательность решения задач с использованием методов неразрушающего контроля;

уметь:

- обоснованно выбирать методы решения конкретных задач, которые встречаются в инженерной и исследовательской деятельности;
- определять работоспособное состояние деталей механизмов и металлопродукции,
- определять возможность применения методов неразрушающего контроля для определения дефектов деталей металлургических машин,
- выбирать методы и средства неразрушающего контроля, определять границы использования методов и средств;

владеть:

- навыками визуального осмотра механического оборудования;
- последовательностью включения и настройки приборов неразрушающего контроля;
- капиллярным методом неразрушающего контроля;
- методами определения толщины металлоконструкций при одностороннем доступе.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен выполнять оценку работоспособности эксплуатируемых технологических машин и оборудования, осуществлять управление техническим состоянием на этапе эксплуатации технологического оборудования, обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на

- стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации (ПК-2);
- способен организовать работы по монтажу, наладке, техническому диагностированию, техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования металлургических производств (ПК-3).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин программы бакалавриата: «Физика», «Химия», «Теория машин и механизмов», «Материаловедение», «Детали машин».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении производственной практики, государственной итоговой аттестации и во время производственной деятельности.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семин.)	СР
<i>Тема 1. Капиллярные методы контроля</i>	27 / 15	2 / 1	18 / 4	0 / 0	7 / 10
<i>Тема 2. Магнитные методы контроля</i>	21 / 13	2 / 0	12 / 2	0 / 0	7 / 11
<i>Тема 3. Вихретоковые методы контроля</i>	19 / 15	2 / 0	10 / 4	0 / 0	7 / 11
<i>Тема 4. Оптический, визуальный неразрушающий контроль</i>	21 / 14	2 / 1	12 / 2	0 / 0	7 / 11
<i>Тема 5. Радиационные методы контроля</i>	9 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	7 / 11
<i>Тема 6. Акустические методы контроля</i>	25 / 16	2 / 1	16 / 4	0 / 0	7 / 11
<i>Тема 7. Ультразвуковой неразрушающий контроль</i>	34 / 16	3 / 1	24 / 4	0 / 0	7 / 11
<i>Тема 8. Электрический неразрушающий контроль</i>	19 / 15	2 / 0	10 / 4	0 / 0	7 / 11
<i>Тема 9. Дефекты литья</i>	9 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	7 / 11
<i>Тема 10. Дефекты непрерывно-</i>	9 / 14	2 / 2	0 / 0	0 / 0	7 / 12

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
литого слитка					
Тема 11. Дефекты прокатки иковки	9 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	7 / 11
Тема 12. Дефекты, возникающие при различных видах обработки деталей	9 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	7 / 11
Тема 13. Дефекты сварных соединений	9 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	7 / 11
Тема 14. Дефекты эксплуатации	9 / 11	2 / 2	0 / 0	0 / 0	7 / 11
Тема 15. Изломы деталей	9 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	7 / 11
Тема 16. Неисправности колёс при эксплуатации	10 / 11	3 / 0	0 / 0	0 / 0	7 / 11
Тема 17. Цели и задачи, особенности проведения неразрушающего контроля на металлургических предприятиях. Нормативно-техническая документация	6 / 10	2 / 2	0 / 0	0 / 0	4 / 8
Тема 18. Средства неразрушающего контроля	6 / 12	2 / 1	0 / 0	0 / 0	4 / 11
Тема 19. Выбор методов и средств НК для продукции металлургических предприятий	6 / 12	2 / 1	0 / 0	0 / 0	4 / 11
Тема 20. Выбор методов и средств неразрушающего контроля для металлургических машин. Нормативно-техническая документация	6 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	4 / 11
Тема 21. Разработка методик неразрушающего контроля	6 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	4 / 11
Тема 22. Сертификация и подготовка специалистов	8 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	6 / 11
Тема 23. Организация службы неразрушающего контроля на металлургическом предприятии	8 / 11	2 / 0	0 / 0	0 / 0	6 / 11
Тема 24. Планирование работы службы НК на металлургическом предприятии. Техника безопасности при проведении неразрушающего контроля	9 / 11	3 / 0	0 / 0	0 / 0	6 / 11
Контактная работа (дополнительная)	12 / 18				

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Курсовая работа (проект)					0 / 0
Итого по видам занятий	315 / 315	51 / 12	102 / 24	0 / 0	150 / 261
Контроль	117 / 117				
ИТОГО:	432				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-2	Тема 1 – 24.
ПК-3	Темы 1 - 24.

3.2 Лекции

Семестр первый

Тема 1. Капиллярные методы контроля.

Содержание темы 1:

Физические основы капиллярных методов контроля: люминесцентного, цветного и люминесцентно-цветного. Основные свойства проникающих жидкостей (пенетрантов), проявителей, очистителей, гасителей.

Средства и аппаратура для капиллярных методов контроля. Уровни чувствительности и факторы, обуславливающие ее. Область применения, производительность люминесцентного, цветного и люминесцентно-цветного методов контроля.

Литература к теме 1: [1, 2].

Тема 2. Магнитные методы контроля.

Содержание темы 2:

Природа ферромагнетизма. Физические основы магнитных методов контроля. Магнитное поле дефекта и способы его регистрации.

Магнитные методы контроля: магнитопорошковый, магнитографический, феррозондовый, индукционный, магниторезисторный, с использованием эффекта Холла. Чувствительность методов и факторы, влияющие на нее.

Методы контроля физико-химических и механических свойств материалов: метод магнитного фазового анализа, метод измерения напряженного состояния. Виды намагничивания: продольное, циркулярное и комбинированное. Расчет величины тока намагничивания. Способы контроля: в прикладываемом поле и на остаточной намагниченности.

Магнитные дефектоскопы, толщиномеры, Коэрцитиметры. Устройства намагничивания и размагничивания изделий. Область применения.

Литература к теме 2: [1, 2].

Тема 3. Вихретоковые методы контроля.

Содержание темы 3:

Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей (накладные, проходные, комбинированные), их конструкции, характеристики, область применения. Методы отстройки от влияния факторов, мешающих контролю (амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый).

Литература к теме 3: [1, 2].

Тема 4. Оптические методы контроля.

Содержание темы 4:

Физические основы и классификация оптических методов контроля. Использование эффектов отражения, поляризации, дифракции и интерференции для контроля геометрии и дефектов изделий.

Средства оптического контроля. Когерентные и некогерентные источники излучения. Методы и устройства приема оптических сигналов. Чувствительность и продуктивность оптических методов контроля и область их применения.

Оптическая голография. Чувствительность и область применения. Использование голографической интерферометрии в неразрушающем контроле.

Литература к теме 4: [1, 2].

Тема 5. Радиационные методы контроля.

Содержание темы 5:

Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Проникновение через материалы рентгеновского, тормозного и гамма-излучения, заряженных частиц, нейтронов. Классификация радиационных методов контроля. Основные технические характеристики установок и приборов для радиационно-дефектоскопического контроля, контроля толщины, плотности и других физических параметров материалов и изделий. Чувствительность и производительность контроля. Область применения.

Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Единицы измерения ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности.

Литература к теме 5: [1, 2].

Тема 6. Акустические методы контроля.

Содержание темы 6:

Типы акустических волн и особенности их распространения. Способы получения и приема ультразвуковых колебаний. Свойства ультразвуковых колебаний. Классификация методов акустического контроля. Акустические методы: отражение, прохождение, резонансных и свободных колебаний, импедансный и др. Основные характеристики методов и области их применения. Способы визуализации звуковых полей. Акустическая голография и томография.

Литература к теме 6: [1, 2].

Тема 7. Ультразвуковой неразрушающий контроль.

Содержание темы 7:

Функциональная схема эхо-импульсного дефектоскопа. Параметры контроля и аппаратуры и способы их стандартизации. Дефектоскопы, преобразователи и вспомогательные средства при ультразвуковом контроле. Автоматические системы акустического контроля. Принципы получения, обработки и архивирования информации.

Способы ультразвукового контроля толщины изделий и физико-механических свойств материалов. Способы измерения толщины изделий с чистыми и грубыми поверхностями. Контроль прочности и напряжения по изменению скорости и затуханию ультразвука.

Литература к теме 7: [1, 2].

Тема 8. Электрический неразрушающий контроль.

Содержание темы 8:

Взаимодействие электрического поля с веществом и возникновения электрического поля под влиянием внешних воздействий. Физико-технические основы применения электрических методов контроля: электропотенциального, электроемкостного, трибоэлектрического, термоэлектрического, электростатического порошкового, электропараметрического, электроискрового и др. Чувствительность методов, производительность контроля, область применения. Резисторные, емкостные, пьезоэлектрические преобразователи.

Литература к теме 8: [1, 2].

Семестр второй

Тема 9. Дефекты литья.

Содержание темы 9:

Усадочные раковины. Рыхлота. Пористость. Ликвационные зоны. Газовая ликвация. Газовые пузыри или раковины. Песчаная раковина. Шлаковая раковина. Поверхностное окисление. Неметаллические включения. Завороты корки. Металлические включения. Утяжина. Ужимины. Плены. Спаи. Горячие трещины. Холодные трещины. Термические трещины. Литейные подрезы. Коробление. Отклонение микроструктуры.

Литература к теме 9: [1, 2].

Тема 10. Дефекты непрерывнолитого слитка.

Содержание темы 10:

Дефекты, встречающиеся в непрерывнолитых заготовках: дефекты геометрической формы (профиля) заготовки; поверхностные и подповерхностные дефекты (трещины); внутренние дефекты, которые располагаются внутри тела заготовки.

Литература к теме 10: [1, 2].

Тема 11. Дефекты прокатки иковки.

Содержание темы 11:

Гармошка. Рванины. Расслоения. Трещины. Закаты и заковы. Раскатанные отпечатки. Вкатанные металлические частицы. Раскатанный пригар. Воло-

совина. Раскатанный (раскованный) пузырь. Раскатанное (раскованное) загрязнение. Затянутая кромка. Прокатная плена. Раскатанная (раскованная) корочка. Сковорочник. Отстающая окалина. Вкатанная окалина.

Литература к теме 11: [1, 2].

Тема 12. Дефекты, возникающие при различных видах обработки деталей.

Содержание темы 12:

Дефекты поверхности, образовавшиеся при механической обработке. Дефекты поверхности, образовавшиеся при травлении. Механические повреждения. Нарушения геометрии изделия. Дефекты резьбовых соединений. Дефекты холодной объёмной штамповки. Дефекты защитных покрытий.

Литература к теме 12: [1, 2].

Тема 13. Дефекты сварных соединений.

Содержание темы 13:

Дефекты группы 1 – трещины. Дефекты группы 2 – поры. Дефекты группы 3 – твёрдые включения. Дефекты группы 4 – несплавления и непровар. Дефекты группы 5 – нарушение формы шва. Дефекты группы 6 – прочие дефекты. Методы контроля и поиск дефектов сварных соединений.

Литература к теме 13: [1, 2].

Тема 14. Дефекты эксплуатации.

Содержание темы 14:

Изменение размеров и формы. Нарушение точности взаимного расположения рабочих поверхностей. Механические повреждения. Коррозионные повреждения. Изменение физико-механических свойств материала.

Литература к теме 14: [1, 2].

Тема 15. Изломы деталей.

Содержание темы 15:

Виды изломов в зависимости от признака классификации. Хрупкое и вязкое разрушение. Усталостное разрушение. Классификация строения усталостных изломов. Дефекты закалки стали. Визуальный и макроскопический осмотр поверхности излома.

Литература к теме 15: [1, 2].

Тема 16. Неисправности колёс при эксплуатации.

Содержание темы 16:

Износы. Термомеханические повреждения. Механические повреждения, вызывающие деформацию. Нарушение сплошности металла эксплуатационного происхождения. Нарушение сплошности металла технологического происхождения. Разрушение в виде выкрашивания металла и откола отдельных частей. Разрушение в виде излома. Нарушение геометрического параметра. Нарушение отклонений формы и расположения поверхностей.

Литература к теме 16: [1, 2].

Семестр третий

Тема 17. Цели и задачи, особенности проведения неразрушающего контроля на металлургических предприятиях. Нормативно-техническая документация.

Содержание темы 17:

Металлургическое предприятие – потребитель машиностроительной продукции. Металлургическое предприятие – изготовитель металлопроката. Основные требования к технологичности изделий машиностроения на этапах их разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта. Пути повышения производительности и надежности методов и средств контроля качества продукции и их технико-экономической эффективности.

Литература к теме 17: [1, 2].

Тема 18. Средства неразрушающего контроля.

Содержание темы 18:

Портативные, анализаторы, стационарные системы. Стационарные комплексы неразрушающего контроля качества металлопродукции.

Литература к теме 18: [1, 2].

Тема 19. Выбор методов и средств неразрушающего контроля для продукции металлургических предприятий.

Содержание темы 19:

Качество продукции и надёжность изделий. Виды дефектов и причины их образования при технологических операциях. Виды контроля: разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля. Комплексный контроль. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля. Технические стандарты на приём готовых изделий.

Литература к теме 19: [1, 2].

Тема 20. Выбор методов и средств неразрушающего контроля для металлургических машин Нормативно-техническая документация.

Содержание темы 20:

Основные задачи неразрушающего контроля. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций. Прогнозирование работоспособности изделий. Классификация физических методов неразрушающего контроля материалов, деталей, узлов изделий, сваренных и других неразъемных соединений и области их применения. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля.

Литература к теме 20: [1, 2].

Тема 21. Разработка методик неразрушающего контроля.

Содержание темы 21:

Методика дефектоскопии и дефектометрии проката, сварных швов и неметаллических материалов. Основные положения технологии контроля. Изме-

ряемые характеристики дефектов и критерии оценки качества при акустическом контроле. Оценка контролепригодности изделий.

Литература к теме 21: [1, 2].

Тема 22. Сертификация и подготовка специалистов.

Содержание темы 22:

Учебные и аттестационные центры. Подготовка и уровни квалификации.

Литература к теме 22: [1, 2].

Тема 23. Организация службы неразрушающего контроля на металлургическом предприятии.

Содержание темы 23:

Общие характеристики и эффективность систем технической диагностики машин и ее информационно-статистические показатели. Классификация методов и параметров диагностирования. Прямые и обратные задачи диагностирования. Метрологическое обеспечение диагностики.

Литература к теме 23: [1, 2].

Тема 24. Планирование работы службы неразрушающего контроля на металлургическом предприятии.

Содержание темы 24:

Принципы организации систем диагностирования. Методы оптимизации безусловных и условных алгоритмов диагностирования. Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей. Анализ работоспособности объекта. Методы определения работоспособности. Вопросы прогнозирования остаточного ресурса. Модели изменения диагностического параметра. Определение предельных значений диагностических параметров.

Литература к теме 24: [1, 2].

3.3 Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. (очн./заочн.)	Литература
1	Акустические методы контроля	16 / 4	[1, 2, 4]
2	Капиллярные методы контроля	18 / 4	[1, 2, 3, 4]
3	Магнитные методы контроля	12 / 2	[1, 2, 3, 4]
4	Оптические методы контроля	10 / 2	[1, 2, 3, 4]
5	Вихретоковые методы контроля	12 / 4	[1, 2, 3, 4]
6	Электрические методы контроля	10 / 4	[1, 2, 3, 4]
7	Ультразвуковой неразрушающий контроль	24 / 4	[1, 2, 4]
ИТОГО:		102 / 24	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. (очн./заочн.)
1	Изучение лекционного материала	100 / 220
2	Подготовка к практическим занятиям	0 / 0
3	Подготовка к лабораторным работам	50 / 14
4	Выполнение курсового проекта	0 / 0
5	Выполнение курсовой работы	0 / 0
6	Выполнение индивидуального задания	0 / 27
ИТОГО:		150 / 261

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

В каждом семестре для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение индивидуального задания [6]. Тематика индивидуальных заданий связана с разработкой технических решений для неразрушающего контроля деталей механизмов, связанных с темой магистерского исследования. Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – не менее 9 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210´297 мм).

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

Семестр первый

1. Цели и задачи неразрушающего контроля.
2. Назначение капиллярного контроля.
3. Применение и достоинства капиллярного метода неразрушающего контроля.
4. Физические основы и методика капиллярного метода контроля.
5. Приборы и оборудование для капиллярного контроля.
6. Чувствительность капиллярного контроля.
7. Назначение магнитного контроля.
8. Применение и достоинства магнитного метода неразрушающего контроля.
9. Физические основы и методика капиллярного метода контроля.
10. Технологические операции магнитопорошкового метода.
11. Приборы и оборудование для магнитного контроля.
12. Чувствительность капиллярного контроля.
13. Назначение вихретокового контроля.
14. Применение и достоинства вихретокового метода контроля.
15. Физические основы вихретокового метода контроля.
16. Приборы для вихретокового контроля.
17. Чувствительность вихретокового контроля.
18. Назначение визуального контроля.
19. Применение и достоинства, физические основы визуального контроля.
20. Средства оптического контроля.
21. Чувствительность визуального контроля.
22. Назначение радиационного контроля.
23. Применение и достоинства радиационного метода неразрушающего контроля.
24. Физические основы и методика радиационного метода контроля.
25. Приборы и оборудования для радиационного контроля.
26. Чувствительность радиационного контроля.
27. Назначение акустического контроля.
28. Классификация акустических методов контроля.

29. Области применения методов акустического контроля.
30. Достоинства акустического контроля.
31. Назначение ультразвукового контроля.
32. Применение и достоинства ультразвукового метода неразрушающего контроля.
33. Физические основы и методика ультразвукового метода контроля.
34. Приборы и оборудование для ультразвукового контроля.
35. Чувствительность ультразвукового контроля.
36. Взаимодействие электрического поля с веществом
37. Возникновение электрического поля под влиянием внешних воздействий.
38. Физико-технические основы применения электрических методов контроля.
39. Чувствительность электрических методов контроля.
40. Производительность электрических методов контроля.
41. Область применения электрических методов контроля.
42. Резисторные, емкостные, пьезоэлектрические преобразователи.

Семестр второй

1. Дефекты.
2. Технология литья.
3. Дефекты литья I группы - несоответствие по геометрии.
4. Дефекты литья II группы - дефекты поверхности.
5. Дефекты литья III группы – несплошности.
6. Дефекты литья IV группы – включения.
7. Методы обнаружения дефектов литья.
8. Методы исправления дефектов литья.
9. Технология получения слитка на машине непрерывного литья заготовок.
10. Дефекты непрерывно литого слитка I группы - дефекты геометрии заготовки.
11. Дефекты непрерывно литого слитка II группы - поверхностные и подповерхностные дефекты.
12. Дефекты непрерывно литого слитка III группы - внутренние дефекты.
13. Технология прокатки.
14. Дефекты прокатки на поверхности, обусловленные качеством слитка и литой заготовки.
15. Дефекты прокатки на поверхности, образовавшиеся в процессе деформации.
16. Дефекты поверхности, образовавшиеся при механической обработке.
17. Дефекты поверхности, образовавшиеся при травлении.
18. Дефекты поверхности - механические повреждения.
19. Нарушения геометрии изделия.
20. Дефекты резьбовых соединений.
21. Дефекты холодной объёмной штамповки.
22. Дефекты защитных покрытий.
23. Дефекты сварных соединений группы 1 – трещины.
24. Дефекты сварных соединений группы 2 – поры.
25. Дефекты сварных соединений группы 3 – твёрдые включения.

26. Дефекты сварных соединений группы 4 – несплавления и непровар.
27. Дефекты сварных соединений группы 5 – нарушение формы шва.
28. Дефекты сварных соединений группы 6 – прочие дефекты.
29. Методы контроля и поиск дефектов сварных соединений.
30. Дефекты эксплуатации - изменение размеров и формы.
31. Нарушение точности взаимного расположения рабочих поверхностей.
32. Дефекты эксплуатации - коррозионные повреждения.
33. Изменение физико-механических свойств материала.
34. Виды изломов в зависимости от признака классификации.
35. Хрупкое, вязкое и усталостное разрушение.
36. Классификация строения усталостных изломов.
37. Дефекты закалки стали.
38. Визуальный и макроскопический осмотр поверхности излома.
39. Неисправности колёс при эксплуатации - износы.
40. Неисправности колёс при эксплуатации - термомеханические повреждения.
41. Неисправности колёс при эксплуатации - механические деформации.
42. Нарушение сплошности металла колёс эксплуатационного происхождения.
43. Нарушение сплошности металла колёс технологического происхождения.
44. Разрушение в виде выкрашивания металла колёс и откола отдельных частей.
45. Неисправности колёс при эксплуатации - разрушение в виде излома.
46. Нарушение геометрического параметра колёс при эксплуатации.
47. Отклонения формы и расположения поверхностей колёс при эксплуатации.

Семестр третий

1. Разработка методик неразрушающего контроля.
2. Область применения, требования и методика капиллярного метода неразрушающего контроля.
3. Требования, условия, инструменты и методика магнитнопорошкового неразрушающего контроля.
4. Визуальный (оптический) метод неразрушающего контроля, базовый набор инструментов.
5. Условия и требования при проведении радиационного метода неразрушающего контроля.
6. Сертификация при подготовке специалистов службы неразрушающего контроля.
7. Обучение, экзамены и сертификация специалистов неразрушающего контроля.
8. Требования к организации учебного центра.
9. Требования к специалистам 1-го уровня службы неразрушающего контроля.
10. Требования к специалистам 2-го уровня службы неразрушающего контроля.
11. Структура центра подготовки специалистов учебного подразделения.
12. Требования к специалистам 3-го уровня службы неразрушающего контроля.
13. Организация службы неразрушающего контроля на металлургическом предприятии.
14. Структура службы неразрушающего контроля.

15. Функции службы неразрушающего контроля (цели и задачи).
16. Подготовка кадров для службы неразрушающего контроля.
17. Необходимое обеспечение для службы неразрушающего контроля.
18. Эффективность службы неразрушающего контроля.
19. Возможные типы структур организации службы неразрушающего контроля.
20. Структура взаимодействия производственных цехов и службы неразрушающего контроля.
21. Цели и задачи центральной заводской лаборатории и службы неразрушающего контроля.
22. Организационные подразделения службы неразрушающего контроля.
23. Задание на создание службы неразрушающего контроля на металлургическом предприятии.
24. Виды методов и средств неразрушающего контроля для металлургических машин НТД.
25. Основные виды конструкции металлургических машин.
26. Характерные неисправности металлургических машин.
27. Существующие методы неразрушающего контроля.
28. Обоснование выбора методов неразрушающего контроля для диагностики металлургических машин.
29. Организация неразрушающего контроля металлургических машин.
30. Основные цели и задачи проведения неразрушающего контроля на предприятии.
31. Основные принципы организации неразрушающего контроля на металлургическом предприятии.
32. Различие между организацией неразрушающего контроля продукции и оборудованием.
33. Назначение нормативно-технической документации в неразрушающего контроля.
34. Цели и задачи неразрушающего контроля.
35. Классификация методов неразрушающего контроля материалов, деталей, узлов, изделий.
36. Методы неразрушающего контроля.
37. Метрологическое обеспечение средств контроля.
38. Стандартизация методов контроля.
39. Средства неразрушающего контроля.
40. Средства неразрушающего контроля качества металлопродукции.
41. Входной, операционный, активный, приемочный, комплексный контроль.
42. Дефекты изделий машиностроения.
43. Дефекты продукции металлургического предприятия.
44. Формирование службы неразрушающего контроля на металлургическом предприятии.
45. Виды контроля: разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки:	магистратура <small>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</small>
Направление подготовки:	15.04.02 Технологические машины и оборудование <small>(код, название)</small>
Направленность (профиль):	Инжиниринг и технический менеджмент металлургического оборудования <small>(название)</small>
Семестр:	1
Учебная дисциплина:	Методы неразрушающего контроля

БИЛЕТ № 1

1. Цели и задачи неразрушающего контроля.
2. Физические основы вихретокового метода контроля.
3. Области применения методов акустического контроля.

Утверждено на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов чёрной металлургии им. В.Я. Седуша»

Протокол № ____ от ____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ Ернько С.П. Экзаменатор _____ Сидоров В.А.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Методы неразрушающего контроля»

для обучающихся по направлению подготовки

15.04.02 Технологические машины и оборудование

(Направленность (профиль) - Инжиниринг и технический менеджмент металлургического оборудования)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа, отвечающий сопровождает написанное поясняющей схемой (рисунком)

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных занятий.

Правильный ответ на 1-й и 2-й вопрос оценивается в 15 баллов.

Правильный ответ на 3-й вопрос оценивается в 19 баллов.

Баллы снимаются, если в ответе на вопрос упущены какие-либо второстепенные моменты (до 2 баллов), допущены несущественные неточности (до 4 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 5 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости). При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов чёрной металлургии» им. В.Я. Седуша

Протокол № ____ от ____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ Ернько С.П.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Методы неразрушающего контроля» в каждом семестре производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового экзамена).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам выполнения лабораторных работ, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы. Выполнение заданий лабораторных работ, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт о выполнении задания по лабораторной работе.	3	Задание выполнено правильно, решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	2	Задание выполнено правильно, но есть неточности в обосновании принятых решений, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам	51	Из расчёта 17 аудиторных занятий для проведения лабораторных работ. Оценивается каждое занятие.
ИТОГО	51	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	51	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	40	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
ИТОГО	51	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена

– письменная. Экзаменационный билет включает 3 теоретических вопроса. Распределение баллов по семестровому экзамену приведено в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 2 баллов), допущены несущественные неточности (до 4 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 5 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости). При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	15
	вопрос 2	15
	вопрос 3	19
ИТОГО		49

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

Лабораторная работа на тему: «Капиллярные методы контроля».

Вопросы при текущем опросе:

1. Пояснить физические основы метода и определить возможность обнаружения конкретных видов дефектов.
2. Пояснить назначение и принцип действия, возможности нанесения пенетранта, очистителя и проявителя.
3. Показать последовательность процесса определения трещин.
4. Объяснить принципы анализа результатов контроля.
5. Перечислить возможные ошибки при проведении капиллярного метода неразрушающего контроля.

4.5 Курсовое проектирование

Курсовое проектирование по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Безъязычный В. Ф. Неразрушающие методы контроля изделий в машиностроении [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. Ф. Безъязычный, М. В. Тимофеев, А. Н. Сутягин, М. А. Ганзен ; ФГБОУ ВПО "Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П. А. Соловьева". - 11,6 Мб. - Рыбинск.: РГАТУ, 2014. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/17/cd7021.pdf>
2. Неразрушающий контроль и техническая диагностика качества изделий машиностроительных производств : учебное пособие / В. И. Бутенко, В. А. Лебедев, Н. С. Коваль [и др.]. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. — 264 с. — ISBN 978-5-7890-1723-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117722.html>

II Дополнительная литература

3. Сидоров, В. А. Техническая диагностика механического оборудования : учебник / В. А. Сидоров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 256 с. Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115178.html>
4. Неразрушающий контроль. В 2 частях. Ч.2. Неразрушающий контроль в управлении качеством с применением мехатронных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ К.П. Латышенко [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. - 81 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85965.html>. — ЭБС «IPRbooks»

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Методы неразрушающего контроля» [Электронный ресурс]: для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. механического оборудования заводов чёрной металлургии им. В.Я. Седуша; сост.: В.А.Сидоров. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).
6. Методические указания к организации самостоятельной работы и выполнению индивидуального задания по дисциплине «Методы неразрушающего контроля» : для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. механического оборудования заводов чёрной металлургии им. В.Я. Седуша; сост.: В.А.Сидоров, – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

Internet-ресурсы

<http://www.ntcexpert.ru> – Научно-технический центр «Эксперт»

<https://t-ndt.ru> – ООО «Техно-НДТ» - Приборы неразрушающего контроля геодезическое и строительное оборудование

<https://www.serconsrus.ru/about> – Компания Серконс

<http://nova78.ru> – Методы неразрушающего контроля – интернет журнал теории и практики

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

учебная аудитория №6.314 учебный корпус 6 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (мультимедийное оборудование: ноутбук, Операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017). Мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты; стенды, демонстрационные плакаты).

7.2 Лабораторные работы:

учебная лаборатория, аудитория №6.204а учебный корпус 6 для проведения практических и лабораторных занятий. (мультимедийное оборудование: ноутбук, Операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4

(2017), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные; стенды, демонстрационные плакаты; комплект портативных приборов фирмы SPM: тахометр, виброметр, прибор для контроля состояния подшипников качения методом ударных импульсов; комплект аппаратуры для балансирования КРАБ-2; анализатор вибрации «КВАРЦ»; виброметры VIB-10, ИШТ, ИВС-5; индикатор состояния подшипников ИСП-1; толщиномер УТ-96; калибровочный вибростенд; учебный стенд для балансировки ротора в одной плоскости; учебный стенд для балансировки ротора в двух плоскостях; комплект оборудования для эндоскопии).

7.3 Самостоятельная работа:

помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС-Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).