Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.09.2025 11:14:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885bc03

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Неразрушающие методы контроля

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
Перспективные материалы и технологии

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

доцент, к.т.н., доцент /Е.В. Лукьяненко/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н., профессор /В.В. Овчинников/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3. Структура и содержание дисциплины ... 4
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 4
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 5
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 5
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 6
   - 4.1. Основная литература ... 7
   - 4.2. Дополнительная литература ... 7
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 7
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 7
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 7
5. Материально-техническое обеспечение ... 8
6. Методические рекомендации ... 8
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 8
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 8
7. Фонд оценочных средств ... 10
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 10
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 10
   - 7.3. Оценочные средства ... 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины – формирование знаний и навыков обоснованно выбирать и применять на практике методы и устройства неразрушающего контроля качества изделий машиностроения.

Задачи дисциплины – освоение основных характеристик методов неразрушающего контроля качества изделий; владеть навыками поиска информации о методах неразрушающего контроля качества изделий; развить в студентах практические навыки использования диагностических методов и средств в соответствии с видами повреждений и дефектов, а также с учетом конструктивных особенностей объектов контроля, особенностей технологии производства и эксплуатации.

Планируемые результаты обучения – подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений применять полученные знания и навыки при исследовании, эксплуатации и техническом обслуживании объектов.

Обучение по дисциплине «Неразрушающие методы контроля» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 02.06.2020 N 701:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу факультативных учебных дисциплин.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б1):

-Введение в специальность;
-Теория строения материалов.
- Методы определения свойств материалов.

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

– Металлические материалы;
– Неметаллические материалы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	*Семестры*
			6
1	**Аудиторные занятия**	**18**	***18***
	В том числе:		
1.	Лекции	8	8
2.	Семинарские/практические занятия	10	10
	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**54**
	В том числе:		
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	36	36
2.	Самостоятельное изучение	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф. зачет/экзамен		**зачет**
	Итого	**72**	**72**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Шестой семестр

Введение

Классификация неразрушающих методов контроля и диагностики. Современное состояние. Перспективы развития. История, основные понятия, термины.

Радиационные методы контроля

Системы радиационной дефектоскопии. Радиографический контроль: классификация методов. Рентгено- и гамма-графия, беспленочная радиография с запоминающими пластинами, томография.

Радиационная интроскопия (радиоскопия). Системы радиоскопии, структура. Методы

оценки качества систем радиоскопии. Стереорадиоскопия. Рентгентелевизионные системы передачи и обработки изображений. Области применения и перспективы развития систем радиоскопии. Основные понятия томографии, варианты схем и применений.

Радиометрический контроль. Радиометрическая дефектоскопия: чувствительность методов, расшифровка информации. Автоматизированные системы радиометрии. Области применения. Толщинометрия, плотнометрия, уровнеметрия. Методы прошедшего излучения, методы отраженного излучения

Акустические методы контроля

Понятия об акустических колебаниях и волнах. Длина волны, скорость распространения, частота. Связь между ними. Основные типы волн в газах, жидкостях, тв. телах. Объёмные волны. Энергетические характеристики акустических волн: звуковая энергия, плотность потока энергии, интенсивность или сила звука, акустическое давление

.

Основные физические эффекты, используемые для возбуждения и приёма акустических волн: пьезоэффект, магнитострикционный, электромагнито-акустический, термоакустический, оптико-акустический эффекты. Пьезоэлектрические и магнитострикционные материалы. Их основные характеристики. Основные требования к преобразователям: полоса частот, чувствительность. Бесконтактные способы ввода и приёма акустических волн.

Ультразвуковые методы измерения физико-химических характеристик материалов.

Электромагнитные методы контроля

Общие принципы организации неразрушающего контроля. Федеральный закон о промышленной безопасности. Система неразрушающего контроля. Общие принципы аттестации специалистов и лабораторий неразрушающего контроля.

Магнитный контроль

Магнитная дефектоскопия. Физические основы и технология магнитопорошковой дефектоскопии. Основы индукционной и феррозондовой дефектоскопии. Магнитографический контроль.

Магнитная толщинометрия. Пондеромоторные, магнитостатические и индукционные магнитные толщиномеры покрытий. Магнитная структуроскопия. Задачи, решаемые в магнитной структуроскопии. Метод контроля по кажущейся остаточной индукции. Метод высших гармоник. Метод магнитных шумов. Контроль напряженно-деформированного состояния магнитными методами.

Вихретоковый контроль

Физические основы метода. Конструкции вихретоковых преобразователей (ВТП) по ориентации обмоток и способу включения в электрическую цепь. Понятие эффективной магнитной проницаемости и обобщенного параметра контроля. Чувствительность проходного ВТП к электропроводности, радиусу и магнитной проницаемости цилиндра. Чувствительность проходного ВТП к дефектам цилиндра.

Вихретоковые приборы для контроля геометрических размеров. Приборы для контроля толщины листов и стенок труб. Приборы для контроля толщины диэлектрических покрытий на электропроводном основании. Отстройка от влияния зазора. Структурные схемы толщиномеров с накладными ВТП. Характеристики толщиномеров, применяемых в промышленности.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские занятия

6 семестр

Семинарское занятие №1 «Применение методов и приборов радиационного контроля (РК) в машиностроении»

Семинарское занятие №2 «Измерение толщины покрытий методами РК»

Семинарское занятие №3 «Вихретоковые обнаружители электропроводных объектов (металлодетекторы)»

Семинарское занятие №4 «Магнитолюминесцентный метод контроля»

Семинарское занятие №5 «Методы оценки параметров магнитных порошков и суспензий»

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник в 7-ми томах/ В.В. Клюев и др.; Под ред. В.В. Клюева. 2-е изд., испр. и доп.- М.: Машиностроение, 2003
2. В.А. Струк, Л.С. Пинчук, Н.К. Мышкин, В.А. Гольдаде, П.А. Витязь Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях: Учебно-справочное руководство / В.А. Струк, Л.С. Пинчук, Н.К. Мышкин, В.А. Гольдаде, П.А. Витязь — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. — 536 с.

Дополнительная литература

3. Неразрушающий контроль. Кн.3. Электромагнитный контроль/ Под ред. В.В. Сухорукова. - М.: Высшая школа, 1993.
4. Толмачев И.И. Электромагнитные методы контроля. - Томск: Изд. ТПУ, 2001. -156 с.
5. Толмачев И.И. Физические основы и технология магнитопорошковой дефектоскопии. Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 124 с.

Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений

Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран, твердомер ТР
1307	Учебное лабораторное оборудование: электропечь (Набертерм 1280°).; электропечь (Снол 1100°); электропечь (ПК-РК–10/12 1280°) полировальныйстанокStruersTegraPol-11отрезнойстанокStruersLaboton – 3.; установкадляторцевойзакалки; установкадляэлектротравленияStruersLectroPol -5. Шкафы для хранения химических реактивов, образцов, инструментов и расходных материалов. Верстак с инструментами; рабочее место для травления, оборудованное вытяжкой.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;

- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Пройдены все этапы текущего контроля, предусмотренные программой дисциплины. Студент на протяжении семестра демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками.
Не зачтено	Не пройден хотя бы один этап текущего контроля, предусмотренного программой дисциплины или студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, навыков

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Сообщение по теме	Выступление на семинаре

7.3.2. Промежуточная аттестация

Зачет в 6 семестре получают студенты, выполнившие все виды текущего контроля.

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Неразрушающие методы контроля» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	Тест	Подг. Лабор.	К/р	Э	З
Шестой семестр															
1.1	**Введение** Классификация неразрушающих методов контроля и диагностики. Современное состояние. Перспективы развития. История, основные понятия, термины.	**6**		**2**			**6**								
1.2	**Радиационные методы контроля** Системы радиационной дефектоскопии. Радиографический контроль, классификация методов.	**6**		**2**			**6**								
1.3	*Семинарское занятие №1* «Применение методов и приборов радиационного контроля (РК) в машиностроении»	**6**			**2**		**6**								
1.4	*Семинарское занятие №2* «Измерение толщины покрытий методами РК»	**6**			**2**		**6**								

1.5	**Акустические методы контроля** Понятия об акустических колебаниях и волнах. Ультразвуковые методы измерения физико-химических характеристик материалов.	**6**		**2**			**6**								
1.6	**Электромагнитные методы контроля** Общие принципы организации неразрушающего контроля. Федеральный закон о промышленной безопасности. Система неразрушающего контроля.	**6**		**2**			6								
1.7	*Семинарское занятие №3* «Вихретоковые обнаружители электропроводных объектов (металлодетекторы)»	**6**			**2**		**6**								
1.8	*Семинарское занятие №4* «Магнитолюминесцентный метод контроля»	**6**			**2**		6								
1.9	*Семинарское занятие №5* «Методы оценки параметров магнитных порошков и суспензий»	**6**			**2**		**6**								
	Форма аттестации														**з**
	Всего часов по дисциплине В шестом семестре			**8**	**10**		**54**								
	Всего часов по дисциплине			**8**	**10**		**54**								

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Неразрушающие методы контроля»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Перспективные материалы и технологии

Образцы практической работы (задания) для семинаров

Индивидуальные задания

Радиационные методы контроля:

Контрольное задание №1. Разработка технологической карты РК.

Исходные данные: Контрольный образец №1.Стыковое сварное соединение пластин. Размеры образца 150х6х220 мм, сталь 3, тип соединения С17, вид сварки – ручная дуговая. Объект класса А, класс чувствительности 1 по ГОСТ7512-82.

1.Выбрать источник излучения в соответствии с ГОСТ 20426 и «Типовой методикой радиационно-дефектоскопического контроля»

2. Определить схему геометрии просвечивания.

3. Выбрать тип рентгеновской пленки в соответствии с классом сварного соединения и классом чувствительности.

4. Указать схему зарядки кассет в соответствии с ГОСТ 7512, материал и толщину экранов.

5. Провести выбор параметров просвечивания: Фокусного расстояния, нерезкости изображения, напряжения и тока (для рентгеновской трубки), экспозиции в соответствии с ГОСТ 20426 и номограммами «Типовой методики…».

6. Определить нужное количество снимков.

7. Провести разметку образца.

8. Пояснить по схеме контроля расположение образца в зоне контроля, установку и тип эталона чувствительности, маркировочных знаков, кассеты с пленкой.

9. Пояснить методику расшифровки снимков.

10. Составить и заполнить технологическую карту РК.

Электромагнитные методы контроя

Контрольное задание №1.

1. Возможен ли магнитопорошковый контроль способом остаточной напряженности детали из стали 20?

2. Освещенность на поверхности детали составляет 700 люкс. По какому условному уровню чувствительности можно провести магнитопорошковый контроль детали?

3. Как изменится обобщенный параметр накладного ВТП, если рабочая частота контроля увеличится в 4 раза?

Перечень вопросов к зачету

	Вопросы к зачету
1	От какого параметра существенно зависит ток электронного пучка в рентгеновской трубке.
2	Какие основные виды взаимодействия нейтронов применяют в РК?

3	Что является основным источником электронов в трубке.
4	Какой катод преимущественно используют в промышленных трубках.
5	Сравните рентгеновские аппараты, бетатроны и линейные ускорители по энергетическим параметрам и МЭД – чем вызваны различия.
6	Почему в качестве материала мишени анода применяют вольфрам? Какой еще материал можно применять?
7	Для чего в трубке обеспечивают высокий вакуум?
8	Как увеличить срок службы рентгеновской трубки?
9	Сколько периодов полураспада радионуклида прошло с момента выпуска, если осталось около 6% от первоначального числа частиц?
10	Суть опыта Резерфорда. Виды распадов и излучений.
11	Что такое ионизация?
12	Какое из ионизирующих излучений не используется в РК?
13	Что такое изотопы, нуклоны, нуклиды?
14	Назовите основные виды взаимодействия фотонов с веществом
15	Взаимодействие какого излучения с веществом количественно описывает экспозиционная доза?
16	Какие из частиц имеют наивысший ионизационный эффект? Для каких толщин объектов рекомендуют использовать радиоскопию?
17	Почему в качестве материала мишени анода применяют вольфрам? Какой еще материал можно применять?
18	Для чего в трубке обеспечивают высокий вакуум?
19	Механизмы перемещения объекта контроля в радиоскопии (устройство, принцип действия).
20	Рентгеноструктурный анализ – что это?. Сфера применения
21	Вихретоковые обнаружители электропроводных объектов (металлодетекторы).
22	Метод магнитной памяти металлов.
23	Магнитолюминесцентный метод контроля.
24	Методы оценки параметров магнитных порошков и суспензий.
25	Требования к организации контроля и мерам охраны труда.