

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ИНК ТПУ
В.А. Клименов
« 29 » 06 2012 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП
221400 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Управление качеством в производственно-технологических системах

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ)	бакалавр
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА	2012 г.
КУРС 3	СЕМЕСТР 5,6
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ	4/4
ПРЕРЕКВИЗИТЫ	Физика, Материаловедение и технология конструкционных материалов
КОРЕКВИЗИТЫ	Методы и средства измерений, испытаний и контроля

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ	48 часов
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	64 часа
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	112 часов
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	96 часов
ИТОГО	208 часов
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	6 семестр – экзамен 5 семестр – зачет
ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ	кафедра ФМПК ИНК
ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ФМПК	д.ф.-м.н., профессор, Суржигов А.П.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	доцент кафедры ФМПК к.т.н., Редько Л.А.

ПРЕПОДАВАТЕЛИ	доцент кафедры ФМПК к.т.н., Алхимов Ю.В.
	доцент кафедры ФМПК к.т.н., Нестерук Д.А.
	доцент кафедры ФМПК к.т.н., Калининченко Н.П.
	доцент кафедры ФМПК к.ф.-м.н., Шиян В.П.
	профессор кафедры ФМПК д.т.н., Капранов Б.И.
	доцент кафедры ФМПК к.т.н., Толмачев И.И.

2012 г.

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины ориентированы на развитие комплекса компетенций:

1. Способность к работе в области обеспечения и управления качеством с использованием существующих и новых средств и методов неразрушающего контроля;
2. Готовность к использованию стандартов и современных технологий в области неразрушающего контроля, конкурентоспособных на мировом рынке;
3. Способность к поиску и получению новой информации, необходимой для решения задач инженера-менеджера в сфере интеграции знаний применительно к своей области, к активному участию в инновационной деятельности предприятия, к открытому обмену информацией; готовность к самообучению и постоянному профессиональному самосовершенствованию;
4. Способность аргументировано излагать, обосновывать и отстаивать собственные заключения и выводы в аудиториях разной степени профессиональной подготовленности, осознавать ответственность за принятие своих профессиональных решений;
5. Способность к использованию современных методов управления в научно-исследовательской и технической сферах деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Согласно ООП дисциплина «Физические методы контроля» является вариативной дисциплиной и относится к профессиональному циклу.

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
Б3 профессиональный цикл			
<i>Б3.В Вариативная часть</i>			
Б3.В8	«Физические методы контроля»	8	Экзамен, зачет

До освоения дисциплины «Физические методы контроля» должны быть изучены следующие дисциплины (пререквизиты):

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
<i>Пререквизиты</i>			
Б2. Математический и естественнонаучный цикл			
Б2.Б2	Физика	18	экзамен
Б3 профессиональный цикл			
<i>Б3.Б Базовая часть</i>			
Б3.Б5	Метрология, стандартизация и сертификация	3	зачет
<i>Б3.В Вариативная часть</i>			
Б3.В6	Материаловедение и технология конструктивных материалов	2	зачет
Б3.В7	Методы и средства измерений, испытаний и контроля	6	зачет
<i>Постреквизиты</i>			
Б6 Итоговая государственная аттестация			
	Выпускная квалификационная работа бакалавра	12	
	Междисциплинарный экзамен по направлению		

3. Результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины разработаны в соответствии с требованиями основной образовательной программы высшего профессионального образования, общие положения (таблица 2).

№ п/п	Результат освоения ООП
P1	Способность применять на практике современные базовые естественнонаучные, математические, инженерные знания, научные принципы, лежащие в основе профессиональной деятельности.
P2	Способность выбирать, использовать, внедрять подходящие инструменты, средства и методы управления качеством.
P3	Готовность применять основные методы и средства неразрушающего контроля.
P4	Готовность следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные законы естественных наук, методы теоретических и экспериментальных исследований;
- физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации; их взаимосвязь со свойствами; основные свойства современных металлических и неметаллических материалов;
- методы и процедуру оценки уровня качества различных объектов;
- принципы действия средств измерений;
- методы измерений различных физических величин;
- основы устройств для создания физических полей;
- возможности контроля и технической диагностики изделий различного назначения и знать принципы построения технических средств контроля и диагностики;
- принципы работы современных средств измерений, основы обработки и оценки результатов измерений;
- о периодической актуализации нормативных документов;

уметь:

- применять методы математического анализа к решению инженерных, исследовательских и других профессиональных задач;
- проводить физический эксперимент;
- выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы, применять компьютерную технику и информационные технологии при решении задач;
- грамотно использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией;
- оценивать уровень качества объекта в зависимости от цели, анализировать результат;
- применять средства измерений различных физических величин;
- осуществлять выбор средств измерений по заданным метрологическим характеристикам;
- осуществлять поиск стандартов, разбираться в классификации стандартов;

- применять методы расчета параметров сигнала от дефекта и сигнала от мешающего фактора, выбора и расчета способа отстройки от мешающего фактора для различных методов контроля;
- проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты;
- пользоваться средствами измерений;
- использовать нормативные документы, относящиеся к будущей профессиональной деятельности.

владеть:

- математическим аппаратом к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию физических явлений и процессов;
- способами построения графических зависимостей;
- методами поиска и обработки информации, методами решения задач с привлечением полученных знаний, владеть средствами компьютерной техники и информационных технологий при решении экспериментальных задач;
- основными приемами обработки экспериментальных данных с использованием работы ПК с прикладными программными средствами компьютерной графики;
- методами измерений и контроля;
- типовыми методами контроля качества;
- методами выбора и применения средств неразрушающего контроля и технической диагностики конкретных изделий и устройств;
- навыками разработки технологических карт контроля;
- навыками работы в поиске, обработке, анализе большого объема новой информации и представления ее в качестве отчетов и презентаций;
- практикой применения средств и методов измерения, испытаний и контроля;
- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях;
- основными методами работы с прикладными программными средствами;
- опытом использования нормативных документов, относящиеся к будущей профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины содержит следующие модули:

1. Радиационные методы контроля;
2. Акустические методы контроля;
3. Электромагнитные методы контроля;
4. Капиллярный метод контроля;
5. Тепловой метод контроля;
6. Радиоволновой метод контроля.

Модуль 1. «Радиационные методы контроля» включает четыре раздела:

Раздел 1 Источники ионизирующих излучений, используемые в РК.

Введение. Классификация радиационных методов контроля и диагностики. Современное состояние. Перспективы развития. Радиоактивность. История, основные понятия, термины. Альфа-излучение, основные свойства, параметры, применение. Бета-излучение. Основные свойства, параметры, применение в РК. Гамма-излучение радионуклидов. Процессы взаимодействия с веществом, закономерности, сфера применения. Нейтроны. Виды источников нейтронов, способы получения, основная сфера использования в РК.

Раздел 2 Детекторы и преобразователи полей ионизирующего излучения.

Детекторы для средств радиометрического контроля. Газонаполненные ионизационные детекторы. Общая характеристика газового разряда. Ионизационные камеры. Детекто-

ры с газовым усилением. Пропорциональные детекторы, счетчики Гейгера-Мюллера. Сцинтилляционные детекторы: классификация, принцип действия, неорганические и органические сцинтилляторы, системы ФЭУ, конструкции сборок. Рентгеновские пленки: классификация, основные параметры, схемы применения. Полупроводниковые детекторы: принцип действия, характеристики, применение. Радиационно-оптические преобразователи, линейки детекторов, матрицы, волоконно-оптические сцинтилляторы.

Раздел 3 Системы радиационной дефектоскопии.

Радиографический контроль: классификация методов. Рентгено- и гамма-графия, беспленочная радиография с запоминающими пластинами, томография. Характеристики радиографирования, технология и организация радиографии, перспективы радиографии. 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.

Раздел 4 Радиометрический контроль.

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

Лабораторные работы:

1. Изучение основных параметров рентгеновских аппаратов разных типов непрерывного и импульсного действия.
2. Изучение радионуклидных промышленных источников гамма-излучения. Область применения.
3. Знакомство с характеристиками и областью применения бетатронов и других ускорителей в РК.
4. Получение рентгеновского снимка. Полный цикл обработки и анализа снимка.
5. Изучение системы беспленочной радиографии «Фосфоматик-40».
6. Получение снимков (изображений) посредством беспленочных систем, сравнение качества снимка с радиографией.

Модуль 2. «Акустические методы контроля» включает три раздела:

Раздел 1 Введение в курс.

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

Раздел 2 Акустические свойства сред.

Импеданс, волновое число, коэффициент затухания, поглощение и рассеяние в газах, жидкостях, тв. телах. Отражение и преломление акустических волн на границе 2^х полубесконечных сред. Коэффициенты отражения и прозрачности. Основные физические эффекты, используемые для возбуждения и приёма акустических волн: пьезоэффект, магнитострикционный, электромагнито-акустический, термоакустический, оптико-акустический эффекты.

Раздел 3 Пьезоэлектрические и магнитострикционные материалы.

Основные характеристики. Основные требования к преобразователям: полоса частот, чувствительность. Бесконтактные способы ввода и приёма акустических волн. Акустическое поле преобразователя. Дисковый, кольцеобразный, прямоугольный преобразователи, прямые, наклонные, фокусирующие 4преобразователи. Ультразвуковые методы из-

мерения физико-химических характеристик материалов. Ультразвуковые методы воздействия на газообразные, жидкие, тв. тела.

Лабораторные работы:

1. Общее знакомство с ультразвуковым дефектоскопом.
2. Измерение затухания и скорости звука.
3. Измерение характеристик преобразователей.
4. Измерение условных характеристик дефектов.
5. Подготовка изделия к контролю. Контроль сварных соединений.

Модуль 3. «Электромагнитные методы контроля» включает три раздела:

Раздел 1 Общие принципы организации неразрушающего контроля.

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

Раздел 2 Магнитный контроль.

Магнитная дефектоскопия. Физические основы и технология магнитопорошковой дефектоскопии. Основы индукционной и феррозондовой дефектоскопии. Магнитографический контроль. Магнитная толщинометрия. Пондеромоторные, магнитостатические и индукционные магнитные толщинометры покрытий. Магнитная структуроскопия. Задачи, решаемые в магнитной структуроскопии. Общие принципы магнитной структуроскопии. Принципы построения коэрцитиметров, их применение в задачах структуроскопии. Метод контроля по кажущейся остаточной индукции. Метод высших гармоник. Метод магнитных шумов. Контроль напряженно-деформированного состояния магнитными методами.

Раздел 3 Вихретоковый контроль.

Физические основы метода. Конструкции вихретоковых преобразователей (ВТП) по ориентации обмоток и способу включения в электрическую цепь. Теория проходного ВТП. Аналитическое решение задачи о бесконечно длинном электропроводном цилиндре в равномерном магнитном поле. Понятие эффективной магнитной проницаемости и обобщенного параметра контроля. Чувствительность проходного ВТП к электропроводности, радиусу и магнитной проницаемости цилиндра. Чувствительность проходного ВТП к дефектам цилиндра. Теория накладного ВТП. Аналитическое решение задачи об одновитковой катушке над проводящим полупространством и листом. Комплексные плоскости вносимого напряжения ВТП над немагнитным и ферромагнитным полупространством и листом. Чувствительность к дефектам изделия. Отстройка от влияния мешающих факторов в вихретоковых средствах неразрушающего контроля. Понятие мешающего фактора. Информационная структурная схема ВТ контроля. Классификация мешающих факторов и способов отстройки. Подавление мешающих факторов в ВТП выбором частоты и напряженности возбуждающего поля, оптимизация конструкции ВТП и стабилизация величины мешающих факторов. Амплитудный, фазовый и амплитудно-фазовый способ подавления мешающих факторов в блоках аналоговой обработки сигналов. Отстройка от мешающих факторов в параметрических ВТП. Структурные схемы приборов, реализующие различные способы отстройки мешающих факторов. 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.

Лабораторные работы:

1. Снятие основной кривой намагничивания ферромагнетика и определение магнитной проницаемости.
2. Снятие петли гистерезиса, определение точки Кюри и намагниченности насыщения.

3. Изучение эффекта Холла в полупроводниках.
4. Определение параметров индуктивно связанных катушек.
5. Магнитопорошковая дефектоскопия способом остаточной напряженности и способом приложенного поля.

Модуль 4. «Капиллярный метод контроля» включает три раздела:

Раздел 1 Капиллярная дефектоскопия.

Краткие сравнительные характеристики методов неразрушающего контроля. Классификация методов капиллярного контроля. Физические основы метода. Дефектоскопические материалы, инструменты и приспособления.

Раздел 2 Технология капиллярного контроля.

Подготовка изделий к контролю. Заполнение полостей дефектов пенетрантом. Удаление пенетранта с поверхности изделий. Нанесение проявителя. Проявление дефектов. Осмотр изделий и анализ индикаторных рисунков дефектов. Удаление дефектоскопических материалов. Технологическая карта контроля. Заключение по результатам капиллярного контроля.

Раздел 3 Метрологическое обеспечение капиллярного контроля.

Испытательные образцы для капиллярной дефектоскопии. Методы изготовления и аттестации стандартных образцов.

Лабораторные работы:

1. Технологический процесс капиллярного контроля. Цветной метод.
2. Контроль качества дефектоскопических материалов для капиллярного контроля.
3. Изучение смачивающей способности проникающих жидкостей.
4. Оценка проникающей способности пенетрантов.

Модуль 5. «Тепловой метод контроля» включает два раздела:

Раздел 1 Основы теплового неразрушающего контроля, теплопередача, моделирование задач теплопередачи.

Основные термины, области применения ТК, способы измерения температуры. Типы ИТН, основные характеристики ИТН, базовые процедуры АТК. Механизмы теплопередачи, адиабатический и неадиабатический теплообмен, ТФХ материалов, уравнение теплопередачи. Постановка задач теплопередачи, моделирование обнаружение дефектов, классические решения теории теплопроводности.

Раздел 2 Закономерности активного теплового контроля, обработка данных, основы ИК термографии.

Условия обнаружения сигналов от внутренних дефектов, информативные параметры ТК, стандартная обработка тепловизионных изображений. Спектр электромагнитных колебаний, законы теплового излучения, схема и уравнение ИК термографирования. Проблема коэффициента излучения, оптика тепловизоров, классификация тепловизоров.

Лабораторные работы:

1. Знакомство с лабораторным оборудованием, возможности ТК, выявление дефектов в углепластике активным методом ТК
2. Изучение возможностей математического пакета MATLAB (задание матриц, операции с матрицами, синтаксические выражения, создание пользовательских функций, язык программирования MATLAB)
3. Моделирование обнаружения дефектов с помощью программы «MultiLayer 1D»
4. Изучение классических решений теории теплопроводности с использованием MATLAB
5. Работа с тепловизором NEC 9100, определение коэффициента излучения поверхности, отраженного излучения

6. Активный тепловой контроль изделий в лаборатории с помощью тепловизора NEC 9100.

Модуль 5. «Радиоволновой метод контроля» включает четыре раздела:

Раздел 1 Задачи, решаемые радиоволновым методом контроля.

Основные области применения радиоволнового контроля. Краткие сведения о радиоволновом контроле. Структурные схемы обобщённой системы контроля. СВЧ диапазон. Контроль технологических параметров, измерение физических свойств материалов и изделий, СВЧ влагометрия, СВЧ толщинометрия, СВЧ дефектоскопия, области применения РВК.

Раздел 2 Физические основы радиоволновых методов контроля.

Электромагнитные волны. Особенности распространения электромагнитных волн в свободном пространстве и волноведущих системах. Волны ТЕМ, НнЕ. Резонатор – колебательная электромагнитная система а СВЧ.

Раздел 3 Методы и средства радиоволнового контроля.

Методы радиоволнового контроля.

Амплитудный. Фазовый, геометрический, интерференционный (амплитудно – фазовый), переменной частоты (частотно – фазовый), поляризационный, импульсный, резонаторный, волноводный методы РВК. Режимы « на отражение» и «на прохождение». Средства их реализации.

Раздел 4 Информативные параметры электромагнитных систем радиоволнового контроля.

Информативные параметры РВК. Резонансная частота. Число импульсов, добротность резонансной системы. Время распространения сигнала до контролируемого объекта и обратно. Доплеровский сдвиг частоты. Частотный сдвиг модулированный по частоте падающей волны по отношению к отражённой.

Лабораторные работы:

1. Измерение параметров согласования СВЧ трактов в средствах радиоволнового контроля.
2. Исследование ферритового вентиля и циркулятора.
3. Исследование волноводных разветвлений.
4. Методы измерения частоты в РВК.
5. Измерение мощности в радиоволновом контроле.
6. Исследование открытого резонатора, как датчика системы радиоволнового контроля.

4.2 Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения представлена таблицей 1.

Таблица 1

Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Номер раздела/темы	Аудиторная работа (час)		СРС час	Итого
	Лекции	Лаб. работы		
4.1.1.	8	10	16	34
4.1.2.	8	10	16	34
4.1.3.	8	10	16	34
4.1.4.	8	10	16	34
4.1.5.	8	12	16	36
4.1.6	8	12	16	36
ИТОГО	48	64	96	208

5. Образовательные технологии

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе.

Перечень методов обучения и форм организации обучения представлен таблицей 2.

Таблица 2

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО Методы	Лекции	Лабораторные работы	СРС
Повествовательное изложение	х	х	х
Объяснительно-иллюстративное изложение	х		
Демонстрационный метод	х		
Работа в команде		х	х
Поисковый метод	х		х
Проектный метод	х		х
Исследовательский метод		х	х
Опережающая СРС	х	х	х

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

6.1 Общий объем СРС по дисциплине включает две составляющие: текущую и творческую проблемно-ориентированную.

6.1.1. Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студентов, развитие практических умений и заключается в (81 час):

- работе бакалавров с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнении индивидуальных заданий;
- изучении теоретического материала и инструкций к практическим и лабораторным занятиям;
- подготовке к зачету.

6.1.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа, ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса общекультурных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в (81 час):

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации;
- анализе материалов по определенной научной и прикладной проблеме;
- подготовке публичных выступлений;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

6.2 Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

6.2.1 Темы индивидуальных заданий:

6.2.1.1 Радиационные методы контроля:

1. Радиация. Дозы, эффекты и риски. Радиофобия.
2. Радионуклидные исследования в медицине. Короткоживущие радионуклиды искусственного происхождения
3. Новые разработки детекторов альфа-, нейтронов и фотонов.
4. Малодозовые системы индивидуального досмотра багажа и пассажиров.
5. Обеспечение физической защиты объектов использования атомной энергии.
6. Комплекс требований при аккредитации лабораторий РК.
7. Система аттестации специалистов неразрушающего контроля.
8. Требования при аттестации по РК на 1,2,3 уровни квалификации.
9. Метрологическое обеспечение измерений в РК.
10. Радиационные технологии.
11. Рентгеновские трубки. Конструкции, принцип работы, параметры.
12. Рентгеновские аппараты. Классификация, принцип действия, характеристики, тенденции развития
13. Бетатроны. Принцип действия, сфера применения, перспективы.
14. Применение микрорадиографии при оценке произведений искусства.
15. Определение радиационной стойкости материалов и изделий.
16. Радиационные средства поиска скрытых закладок и недозволенных вложений.
17. Контроль радиоэлектронных приборов методами РК.
18. Применение методов и приборов РК в дорожном строительстве.
19. Измерение толщины покрытий методами РК.
20. Бета-толщинометры и бета-микрометры. Применение.
21. Альбедная плотнометрия почв и грунтов
22. Гамма-альтиметры. Сфера использования, параметры.

6.2.1.2 Электромагнитные методы контроля

1. Расчет режима магнитопорошковой дефектоскопии по способу СОН и СПП.
2. Расчет параметров вносимого напряжения проходного ВТП при заданном изменении электропроводности цилиндра.
3. Расчет параметров вносимого напряжения проходного ВТП при заданном изменении радиуса цилиндра.
4. Расчет параметров вносимого напряжения проходного ВТП при заданном изменении электропроводности и радиуса цилиндра.

6.2.2 Темы работ, выносимые на самостоятельную проработку:

6.2.2.1 Радиационные методы контроля:

1. Механизмы перемещения объекта контроля в радиоскопии (устройство, принцип действия).
1. Основы нейтронного активационного анализа материалов
2. Рентгеноструктурный анализ – что это?. Сфера применения
3. Поиск скрытых закладок в почвах и грунтах: состояние разработок
4. Бетатроны разработки ИНК ТПУ
5. Взаимодействие электронов с веществом. Основные закономерности
6. Взаимодействие нейтронов с веществом. Основные закономерности
7. Рентгеновские аппараты импульсного действия. Принцип работы, основные параметры.
8. Плотнометрия и влагометрия в автодорожном строительстве.
9. Нейтронные концентратометры.

6.2.2.2 Электромагнитные методы контроля

1. Вихретоковые обнаружители электропроводных объектов (металлодетекторы).
2. Метод магнитной памяти металлов.
3. Магнитолюминесцентный метод контроля.
4. Методы оценки параметров магнитных порошков и суспензий.
5. Требования к организации контроля и мерам охраны труда.

6.2.2.3 Капиллярный метод контроля

1. Понятие о цвете
2. Люминесценция
3. Цветовой контраст
4. Разрешающая способность зрения
5. Острота зрения
6. Бинокулярное зрение
7. Временные характеристики зрения
8. Контроль деталей капиллярными люминесцентными методами. Средства контроля.
9. Проблемы механизации и автоматизации капиллярного контроля.

6.2.2.4 Радиоволновой контроль

1. Диапазон СВЧ. Особенности диапазона СВЧ
2. Падение плоской электромагнитной волны на диэлектрическую пластину
3. СВЧ влагометрия
4. Волновод – основная линия передачи на СВЧ
5. СВЧ дефектоскопия трубопроводов.

6.3 Контроль самостоятельной работы организуется следующим образом:

- участие в научных студенческих конференциях и семинарах;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем, графиков и моделей на основе статистических материалов;
- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса.

6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов рекомендуется использование литературы и Internet-ресурсов согласно перечню раздела **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**. Предусмотрено также использование электронных учебников, а также специализированного программного обеспечения в процессе освоения дисциплины.

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Оценка успеваемости студентов осуществляется по результатам:

- самостоятельного (под контролем преподавателя) выполнения лабораторной работ;
- анализа подготовленных рефератов, презентаций;
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, защите отчетов по лабораторным работам и во время экзамена (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

Таблица 3

Балльно-рейтинговая оценка

Итоговая рейтинговая оценка	Традиционная оценка	Литерная оценка
96÷100	Отлично	A+
90÷95		A
80÷89	Хорошо	B+
70÷79		B
65÷69	Удовлетворительно	C+
55÷64		C
55÷100	Зачтено	D
0÷54	Неудовлетворительно/ не зачтено	F

7.1 Текущий контроль. Средствами оценки текущей успеваемости студентов по ходу освоения дисциплины являются:

7.1.1 Вопросы

7.1.1.1 Радиационные методы контроля:

- От какого параметра существенно зависит ток электронного пучка в рентгеновской трубке.
- Что является основным источником электронов в трубке.
- Какой катод преимущественно используют в промышленных трубках.
- Сравните рентгеновские аппараты, бетатроны и линейные ускорители по энергетическим параметрам и МЭД – чем вызваны различия.
- Почему в качестве материала мишени анода применяют вольфрам? Какой еще материал можно применять?
- Для чего в трубке обеспечивают высокий вакуум?
- Как увеличить срок службы рентгеновской трубки?
- Какой из источников: Co-60, Tm-170, Ir-192, Cs-137, Cf-252 при одинаковой активности будет иметь наименьшую массу (толщину) биологической защиты?
- Сколько периодов полураспада радионуклида прошло с момента выпуска, если осталось около 6% от первоначального числа частиц?
- Чему пропорциональна МЭД, создаваемая источником, и как ее можно технически изменить?
- Какие основные виды взаимодействия нейтронов применяют в РК?
- Суть опыта Резерфорда. Виды распадов и излучений.
- Что такое ионизация?
- Какое из ионизирующих излучений не используется в РК?
- Что такое изотопы, нуклоны, нуклиды?
- Назовите основные виды взаимодействия фотонов с веществом

- q) Взаимодействие какого излучения с веществом количественно описывает экспозиционная доза?
- г) Какие из частиц имеют наивысший ионизационный эффект? Для каких толщин объектов рекомендуют использовать радиоскопию?
- с) Как связана относительная чувствительность контроля с яркостью экрана?
- т) С какой целью в состав интроскопов включают УРИ? В чем их принцип действия?
- и) От каких параметров зависят линейный коэффициент ослабления и степень поглощения излучения.
- в) На что влияет ускоряющее напряжение, прикладываемое к рентгеновской трубке.
- vi) В чем основное различие между радиографией и флюорографией.
- vii) Какой из видов стекла используют в качестве защитного в флюорографии?
- viii) Какова максимальная скорость перемещения объекта в радиоскопии?

7.1.1.2 Акустические методы контроля

- a. Вычислить длину волны для акустических колебаний с частотой f , распространяющейся в материале с использованием формулы

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

- b. Выразить значение (через λ и μ) коэффициента C_{ijkl} (подставить конкретные значения i, j, k, l) тензора модулей упругости с использованием формулы

$$C_{ijkl} = \lambda \cdot \delta_{ij} \delta_{kl} + \mu (\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk})$$

$$\text{где } \lambda = \frac{E\sigma}{(1-2\sigma)(1+\sigma)}$$

$$\mu = \frac{E}{2(1+\sigma)}$$

$$\text{неравны нулю: } \begin{cases} C_{1122}, C_{1133}, C_{2211}, C_{2233}, C_{3311}, C_{3322} \\ C_{2332}, C_{1331}, C_{1221} \\ C_{1111}, C_{2222}, C_{3333} \end{cases}$$

остальные $C_{ijkl} = 0$.

Найти связь $\frac{H}{M^2}$ и МПа.

- c. Вычислить скорость распространения сдвиговой поверхностной волны C , распространяющейся вдоль ребристой поверхности с параметрами $h=5\text{мм}$, $a=2\text{мм}$, $l=5\text{мм}$, выполненной на оргстекле (взять первую гармонику $k = \frac{2\pi}{\lambda}$). Использовать формулу:

$$C = C_t \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{l}\right)^2 \operatorname{tg}^2(kh)}}$$

7.1.1.3 Электромагнитные методы контроля

- a) Вопросник по физическим основам и технологии вихретокового контроля, состоящий из 120 вопросов с многовариантными ответами.

- б) Вопросник по физическим основам и технологии магнитного контроля, состоящий из 200 вопросов с многовариантными ответами.

7.1.1.4 Радиоволновой метод контроля

1. Какова природа радиоволн?
а) упругие колебания;
б) электрические колебания;
в) электромагнитные колебания.
2. Какая длина волны излучения относится к СВЧ диапазону радиоволн?
а) 0,02 м;
б) 2×10^{-6} ;
в) 2×10^{-8}
3. В каком виде НК преимущественно используется электромагнитное излучение на частоте 37 ГГц?
а) в радиоволновом;
б) в радиационном;
в) в оптическом
4. Чем принципиально отличается идеальный диэлектрик от несовершенного диэлектрика?
а) величиной диэлектрической проницаемости;
б) плотностью;
в) химическим составом.
5. Какой тип СВЧ генератора является полупроводниковым?
а) магнетрон;
б) лампа обратной волны;
в) генератор Ганна.
6. Какой основной тип волны в прямоугольном волноводе?
а) волна H_{01} ;
б) волна H_{10} ;
в) волна H_{11} .
7. Согласование волноводных элементов тракта СВЧ преобразователей считается очень хорошим, если?
а) $K_{СВ} \sim 2,5$;
б) $1,5 < K_{СВ} < 2,5$;
в) $K_{СВ} \leq 1,02$.
8. Можно ли амплитудным радиоволновым методом измерять толщину металлических пленок?
а) нельзя;
б) можно, но толщиной свыше 100 мкм;
в) можно, но толщиной меньше 1 мкм.
9. Что является непосредственным приемником радиоволн СВЧ из перечисленных элементов?
а) вентиль на эффекте Фарадея;
б) кольцевой волноводный мост;
в) детекторная секция.

10. Основные параметры резонаторных датчиков РВК?

7.1.1.5 Тепловой метод контроля

1. Активный и пассивный виды ТК
2. Односторонняя и двусторонняя процедура ТК
3. Температурный сигнал. Стационарный и нестационарный тепловой процесс.
4. Адиабатический и неадиабатический теплообмен.

5. Основные способы измерения температуры.
6. Основные характеристики ИТН, типы ИТН.
7. Процедуры ТК в зависимости от вида зоны контроля и нагрева
8. Типы дефектов обнаруживаемых в ТК
9. Механизмы теплопередачи.
10. Закон Фурье, теплопередача за счет теплопроводности
11. Закон Ньютона, теплопередача за счет конвекции
12. Закон Стефана-Больцмана, теплопередача за счет излучения.
13. Комбинированный коэффициент теплообмена. Теплопередача в тонких газовых промежутках
14. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
15. Теплофизические характеристики материалов.
16. Дополнительные условия для решения уравнения теплопроводности
17. Прямые и обратные задачи теплового контроля
18. Моделирование тепловых процессов.
19. Классические решения теории теплопроводности. Использование обобщенных критериев.
20. Определение тепловой инерции материалов.
21. Оценка коррозионного уноса металлов.
22. Определение температуропроводности материалов методом Паркера.
23. Особенности теплопередачи для значения критерия Био < 0.1 и Био > 100 .

7.1.2 Контрольные индивидуальные задания

7.1.2.1 Радиационные методы контроля:

Пример индивидуального задания.

Контрольное задание №1. Разработка технологической карты РК.

Исходные данные: Контрольный образец №1. Стыковое сварное соединение пластин.

Размеры образца 150x6x220 мм, сталь 3, тип соединения С17, вид сварки – ручная дуговая. Объект класса А, класс чувствительности 1 по ГОСТ 7512-82.

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.

7.1.2.2 Электромагнитные методы контроля

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?

7.2. Рубежный контроль. Данный вид контроля производится на основе баллов, полученных студентом при защите контрольных индивидуальных заданий, защите курсового проекта и на основе оценки остаточных знаний.

Данный вид деятельности оценивается отдельными баллами в рейтинг-листе.

7.3. Промежуточный контроль. Данный вид контроля производится на основе баллов, полученных студентом при защите контрольных индивидуальных заданий. Данный вид деятельности оценивается отдельными баллами в рейтинг-листе.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Дисциплина	Физические методы контроля	Число недель - 18
Институт	Институт неразрушающего контроля	Число кредитов - 4
Кафедра	Физические методы и приборы контроля качества	Лекции – 24 час
Семестр	5	Лаб. работы – 32 час
Группа	1Г21	Всего аудит. работы – 56 час.
Преподаватель	Числов Николай Николаевич, доцент, к.т.н. Капранов Борис Иванович, проф., д.т.н. Калининченко Алексей Николаевич, доцент, к.т.н.	Самост. работа – 48 час.
		ВСЕГО, 104 час.

Текущий контроль						
Недели	Теоретический материал			Практическая деятельность		Итого
	Название модуля	Темы лекций	Баллы	Название лабораторных работ	Баллы	
1	Радиационные методы контроля	Источники ионизирующих излучений, используемые в РК.	2	Изучение основных параметров рентгеновских аппаратов разных типов непрерывного и импульсного действия.	2	2
2				Изучение радионуклидных промышленных источников гамма-излучения.	2	4
3		Детекторы и преобразователи полей ионизирующего излучения.	2	Знакомство с характеристиками и областью применения бетатронов и других ускорителей в РК.	2	2
4				Получение рентгеновского снимка. Полный цикл обработки и анализа снимка.	2	4
5		Системы радиационной дефектоскопии	2	Изучение системы беспленочной радиографии «Фосфоматик-40».	2	4
6		Радиометрический контроль.	2	Получение снимков (изображений) посредством беспленочных систем, сравнение качества снимка с радиографией.	2	4
7	Акустические методы контроля	Общее знакомство с ультразвуковым дефектоскопом.	2	Общее знакомство с ультразвуковым дефектоскопом.	2	4
8		Измерение затухания и скорости звука.	2	Измерение затухания и скорости звука.	2	4
9		Всего по контрольной точке (аттестации) № 1				28
10		Измерение характеристик преобразователей.	2	Измерение характеристик преобразователей.	2	4
11		Измерение условных характеристик дефектов.	2	Измерение условных характеристик дефектов.	2	4
12		Подготовка изделия к контролю. Контроль сварных соединений.	2	Подготовка изделия к контролю. Контроль сварных соединений.	2	4

Текущий контроль						
Недели	Теоретический материал			Практическая деятельность		Итого
	Название модуля	Темы лекций	Баллы	Название лабораторных работ	Баллы	
13	Электромагнитные методы контроля	Магнитная дефектоскопия. Физические основы и технология магнитопорошковой дефектоскопии.	2	Снятие основной кривой намагничивания ферромагнетика и определение магнитной проницаемости.	2	4
14		Основы индукционной и феррозондовой дефектоскопии	2	Снятие петли гистерезиса, определение точки Кюри и намагниченности насыщения.	2	4
15		Магнитная толщинометрия. Пондеромоторные, магнитостатические и индукционные магнитные толщинометры покрытий.	2	Изучение эффекта Холла в полупроводниках.	2	4
16		Общие принципы магнитной структуроскопии. Принципы построения коэрцитиметров, их применение в задачах структуроскопии.	2	Определение параметров индуктивно связанных катушек.	2	4
17		Общие принципы вихретокового контроля.	2	Магнитопорошковая дефектоскопия способом остаточной напряженности и способом приложенного поля.	2	4
18		Всего по контрольной точке (аттестации) № 2				
Итоговая аттестация						40
Зачет						100
		Зав.кафедрой	Суржиков А.П.			
		Преподаватели	Числов Н.Н. Капранов Б.И. Калиниченко А.Н.			

Дисциплина	Физические методы контроля	Число недель - 18
Институт	Институт неразрушающего контроля	Число кредитов - 4
Кафедра	Физические методы и приборы контроля качества	Лекции – 24 час
Семестр	6	Лаб. работы – 32 час
Группа	1Г21	Всего аудит. работы – 56 час.
Преподаватель	Калининченко Алексей Николаевич, доцент, к.т.н. Нестерук Денис Алексеевич, доцент, к.т.н. Шиян Владимир Петрович, доцент, к.ф.-м.н.	Самост. работа – 48 час.
		ВСЕГО, 104 час.

Текущий контроль						
Недели	Теоретический материал			Практическая деятельность		Итого
	Название модуля	Темы лекций	Баллы	Название лабораторных работ	Баллы	Баллы
1	Капиллярный метод контроля	Капиллярная дефектоскопия.				
2			3	Оценка проникающей способности пенетрантов.	3	6
3		Технология капиллярного контроля.				
4			3	Изучение смачивающей способности проникающих жидкостей.	3	6
5		Метрологическое обеспечение капиллярного контроля.				
6			3	Технологический процесс капиллярного контроля. Цветной метод.	5	8
7	Тепловой метод контроля	Основы теплового неразрушающего контроля, теплопередача, моделирование задач теплопередачи.		Изучение возможностей математического пакета MATLAB	2	2
8			4	Моделирование обнаружения дефектов с помощью программы «MultiLayer 1D»	2	6
9		Всего по контрольной точке (аттестации) № 1				28
10		Закономерности активного теплового контроля, обработка данных		Изучение классических решений теории теплопроводности с использованием MATLAB	2	2
11			4	Работа с тепловизором NEC 9100, определение коэффициента излучения поверхности, отраженного излучения	2	6
12		Основы ИК термографии	2	Активный тепловой контроль изделий в лаборатории с помощью тепловизора NEC 9100	2	4

Текущий контроль							
Недели	Теоретический материал			Практическая деятельность		Итого	
	Название модуля	Темы лекций	Баллы	Название лабораторных работ	Баллы		
13	Радиоволновой метод контроля	Задачи, решаемые радиоволновым методом контроля	2	Измерение параметров согласования СВЧ трактов в средствах радиоволнового контроля.	2	4	
14		Физические основы радиоволновых методов контроля.		Исследование ферритового вентиля и циркулятора. Исследование волноводных разветвлений.	2	2	
15			4		Методы измерения частоты в РВК.	2	6
16		Методы и средства радиоволнового контроля.	2	Измерение мощности в радиоволновом контроле.	2	4	
17		Информативные параметры электромагнитных систем радиоволнового контроля.	2	Исследование открытого резонатора, как датчика системы радиоволнового контроля.	2	4	
18		Всего по контрольной точке (аттестации) № 2					60
Итоговая аттестация							40
Экзамен							100
		Зав.кафедрой	Суржиков А.П.				
		Преподаватели	Калиниченко А.Н. Нестерук Д.А. Шиян В.П.				

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1 Основная литература

9.1.1 Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 1: В 2 кн. Кн. 1: Ф.Р. Соснин. Визуальный и измерительный контроль. Кн. 2: Ф.Р. Соснин. Радиационный контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 560 с.: ил.

9.1.2 Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 2: В 2 кн. Кн. 1: А.И. Евлампиев, Е.Д. Попов, С.Г. Сажин, Л.Д. Муравьева С.А. Добротин, А.В. Половинкин, Ю.А. Кондратьев. Контроль герметичности. Кн 2: Ю.К. Федосенко, В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, Ю.Я. Останин Вихретоковый контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 688 с.: ил.

9.1.3 Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 3: И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. Ультразвуковой контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 864 с.: ил.

9.1.4 Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 4: В 3 кн. Кн. 1: В.А. Анисимов, Б.И. Каторгин, А.Н. Куценко и др. Акустическая тензометрия. Кн. 2: Г.С. Шелихов. Магнитопорошковый метод контроля. Кн. 3: М.В. Филинов. Капиллярный контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 736 с.: ил.

9.1.5 Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 5: В 2 кн. Кн. 1: В.П. Вавилов. Тепловой контроль. Кн. 2: К.В. Подмастерьев, Ф.Р. Соснин, С.Ф. Корндорф, Т.И. Ногачева, Е.В. Пахолкин, Л.А. Бондарева, В.Ф. Мужичкий. Электрический контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 679 с.: ил. и цветная вкладка 24 с.

9.1.6 Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 6: В 3 кн. Кн. 1: В.В. Клюев, В.Ф. Мужичкий, Э.С. Горкунов, В.Е. Щербинин. Магнитные методы контроля. Кн. 2: В.Н. Филинов, А.А. Кеткович, М.В. Филинов. Оптический контроль. Кн. 3: В.И. Матвеев. Радиоволновой контроль. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2006. – 832 с.: ил.

9.2. Дополнительная литература

9.2.1 Толмачев И.И. Физические основы и технология магнитопорошковой дефектоскопии. Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 124 с.

9.2.2 Н.П. Калиниченко, М.А. Васильева. Атлас дефектов сварных соединений и основного металла. Учебное пособие. Томск, изд. ТПУ, 2007 г., 55с.

9.2.3 Н.П. Калиниченко, А.Н. Калиниченко. Лабораторный практикум по визуальному и измерительному методу контроля. Учебное пособие. Томск.Изд. ТПУ, 2008 г., 200 с.

9.2.4 Н.П. Калиниченко, А.Н. Калиниченко. Визуальный и измерительный контроль. Учебное пособие для подготовки специалистов I, II и III уровня, ТПУ, 2010 г., 311 с.

9.2.5 Матвеев В.И. радиоволновой контроль: учеб. Пособие/ под общей редакцией В.В. Клюева.М.: издательский дом «Спектр», 2011.-184 с.:ил. Диагностика безопасности.

9.3. Интернет – ресурсы

- a. В мире неразрушающего контроля, журнал: [http:// www.ndtworld.com](http://www.ndtworld.com)
- b. АНРИ –аппаратура и новости радиационных измерений: <http://www.doza.ru>
- c. Заводская лаборатория. Диагностика материалов, журнал:
<http://phase.imet.ac.ru /zavlabor/>
- d. Контроль. Диагностика, журнал: <http://www.mashin.ru>
- e. Неразрушающий контроль, журнал: <http://www.ndt.com.ua>
- f. Новости NDT, информационный бюллетень: <http://www.bccresearch.com>
- g. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, журнал:
<http://reclama@tgizdat.ru>
- i. ТД И НК, журнал: <http://www.nas.gov.ua/pwj>
- j. NDT.RU : <http://www.ndt.ru/>
- k. NDT – VOSTOK.COM.UA: <http://www.ndt-vostok.com.ua>
- l. NDT – UA.COM: <http://www.ndt-ua.com>
- m. TD.RU: <http://www.td.ru>
- n. USNDT.COM.UA: <http://www.usndt.com.ua>
- o. НИИ Интроскопии при ТПУ: <http://introscopy.tpu.ru>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины производится на базе учебных аудиторий и учебных лабораторий кафедры ФМПК ИНК (ауд. 308, 309, 310, 311, 314, 019-021, 403, 408, 409, 410, 411, 412 18-го учебного корпуса ТПУ). Помещения оснащены современным оборудованием, позволяющим проводить лекционные, практические и лабораторные занятия. Выполнение лабораторных работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах, оснащенных необходимыми установками и приборами приборов для выполнения заданий по темам лабораторных работ, курсовых проектов и учебно-исследовательских работ.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки 221400 «Управление качеством»

Программа одобрена на заседании кафедры ФМПК Института неразрушающего контроля (протокол №19 от « 26 » 06 2012 г.).

Автор доц. каф. ФМПК ИНК, к.т.н. Калиниченко Н.П.

Рецензент доцент каф. ФМПК ИНК Редько Л.А.