

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1147090	Методы неразрушающего контроля. Часть 1

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Приборостроение	Код ОП 1. 12.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Приборостроение	Код направления и уровня подготовки 1. 12.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Вайнштейн Илья Александрович	д.ф.-м.н., профессор	зав. кафедрой	Физических методов и приборов контроля качества
2	Штанг Татьяна Владимировна	к.ф.-м.н.	доцент	Физических методов и приборов контроля качества

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы неразрушающего контроля. Часть 1

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Методы неразрушающего контроля. Часть 1» содержит две дисциплины: «Контроль проникающими веществами» и «Радиоволновой, тепловой и оптический контроль». Содержание модуля охватывает круг вопросов, связанных с видами оборудования, материалами и технологиями контроля. Освещаются функциональные схемы контроля и области рационального применения различных методов испытаний. Приводятся сведения о стандартизации методов капиллярной дефектоскопии и контроля герметичности и течиискания. Излагаются вопросы по безопасности проведения работ и охране окружающей среды. Дается обзор методов и схем радиоволнового, теплового и оптического контроля, а также практические навыки их применения.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Контроль проникающими веществами	3
2	Радиоволновой, тепловой и оптический контроль	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Контроль проникающими веществами	ПК-1 - Способен анализировать и разрабатывать технологическую и нормативную документацию по НК	З-1 - Классифицировать межгосударственные, национальные и международные стандарты в области неразрушающего контроля

	<p>контролируемого объекта</p>	<p>З-2 - Идентифицировать термины и понятия, применяемые в области неразрушающего контроля</p> <p>З-3 - Характеризовать современное состояние средств и технологий неразрушающего контроля</p> <p>З-4 - Сформулировать физические основы методов неразрушающего контроля</p> <p>З-5 - Определять методы, объемы, средства и технологии НК контролируемого объекта</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор эффективных технологий НК и средств контроля для применения в конкретных условиях</p> <p>П-2 - Разрабатывать стандарты и методики внедряемых технологий НК для применения на контролируемом объекте</p> <p>П-3 - Принимать решения о необходимости проведения корректировки технической документации</p>
	<p>ПК-4 - Способен анализировать схемы контроля, выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке с учетом физических принципов их работы, характеристик и области применения</p>	<p>З-3 - Сформулировать физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений</p> <p>З-4 - Определять правила и принципы выбора средств измерения, используемых в контрольной оснастке</p> <p>У-1 - Анализировать схемы контроля</p> <p>У-2 - Выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке</p> <p>П-1 - Разрабатывать новые методики испытаний</p>
<p>Радиоволновой, тепловой и оптический контроль</p>	<p>ПК-1 - Способен анализировать и разрабатывать технологическую и нормативную документацию по НК контролируемого объекта</p>	<p>З-1 - Классифицировать межгосударственные, национальные и международные стандарты в области неразрушающего контроля</p> <p>З-2 - Идентифицировать термины и понятия, применяемые в области неразрушающего контроля</p> <p>З-3 - Характеризовать современное состояние средств и технологий неразрушающего контроля</p>

		<p>З-4 - Сформулировать физические основы методов неразрушающего контроля</p> <p>З-5 - Определять методы, объемы, средства и технологии НК контролируемого объекта</p> <p>У-2 - Анализировать нормативную, конструкторскую и технологическую документацию</p> <p>У-3 - Формулировать правила по применению на контролируемом объекте внедряемых технологий неразрушающего контроля</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор эффективных технологий НК и средств контроля для применения в конкретных условиях</p> <p>П-2 - Разрабатывать стандарты и методики внедряемых технологий НК для применения на контролируемом объекте</p>
	<p>ПК-4 - Способен анализировать схемы контроля, выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке с учетом физических принципов их работы, характеристик и области применения</p>	<p>З-3 - Сформулировать физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений</p> <p>З-4 - Определять правила и принципы выбора средств измерения, используемых в контрольной оснастке</p> <p>У-1 - Анализировать схемы контроля</p> <p>У-2 - Выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке</p> <p>П-1 - Разрабатывать новые методики испытаний</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Контроль проникающими веществами

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Штанг Татьяна Владимировна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	физических методов и приборов контроля качества

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Штанг Татьяна Владимировна, Доцент, физических методов и приборов контроля качества

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами учебного плана, место в системе подготовки бакалавров направления 12.03.01. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы. Краткие исторические сведения о развитии методов контроля проникающими веществами. Общие понятия и термины контроля проникающими веществами. Классификация методов контроля проникающими веществами.
2	Капиллярные методы контроля	Место капиллярного контроля в системе неразрушающих методов контроля качества продукции по ГОСТ 18353 – 79 и ГОСТ Р 56542- 2015. Сущность методов капиллярного неразрушающего контроля.(КНК). Основные термины капиллярной дефектоскопии и их определения в соответствии с ГОСТ 24522-80. Классификация методов капиллярного контроля в соответствии с ГОСТ 18353-79, ГОСТ Р 56542-2015 и ГОСТ 24522-80. Основные и комбинированные методы обнаружения дефектов проникающими жидкостями и их классификация. Способы обнаружения индикаторного следа дефекта: яркостный, цветной, люминесцентный, люминесцентно-цветной, комбинированный. Технологические характеристики методов и способов капиллярного контроля.

		<p>Области применения методов капиллярной дефектоскопии, объекты контроля и выявляемые дефекты. Преимущества и недостатки капиллярных методов контроля. Выбор методов КНК. Стандартизация и метрологическое обеспечение капиллярной дефектоскопии.</p>
<p>3</p>	<p>Физические и физико-химические основы капиллярных методов контроля</p>	<p>Основные физические и физико-химические процессы и их роль в капиллярном контроле. Поверхностное натяжение. Уравнение Бачинского и Мак-Леода. Парахор Сегдена. Расчет поверхностного натяжения смеси индикаторных пенетрантов по парахору компонентов. Методы определения поверхностного натяжения.</p> <p>Смачивание и растекание жидкостей. Условие равновесия межфазных поверхностей. Эмпирическая формула Венцеля-Дерягина. Основные количественные характеристики смачивания. Понятие о лиофобных и лиофильных поверхностях.</p> <p>Адгезия и когезия. Уравнение Дюпре. Величина работы адгезии при очистке контролируемых изделий от загрязнений.</p> <p>Сорбционные явления и капиллярная конденсация. Понятие о сорбции, адсорбции, физической и химической адсорбции (хемосорбции), капиллярной конденсации.</p> <p>Растворение. Сольватация. Способы выражения концентрации растворов, используемых в капиллярной дефектоскопии. Растворимость веществ.</p> <p>Диспергирование и эмульгирование. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификация микрогетерогенных систем. Степень дисперсности. Поверхностно-активные вещества. Детергенты. Эмульсии. Суспензии. Аэрозоли. Способы диспергирования.</p> <p>Люминесценция. Механизмы возникновения свечения. Свойства люминесценции. Правило Стокса-Ломмеля. Энергетический и квантовый выход люминесценции. Гасители. Химическое и физическое взаимодействие тушителей с люминесцирующими веществами.</p> <p>Цветной и яркостный контраст. Понятие о световом и цветном порогах чувствительности глаза. Разрешающая способность и острота зрения. Контрастная чувствительность глаза и иррадиация.</p> <p>Физические принципы заполнения сквозных и тупиковых дефектов проникающими жидкостями.</p> <p>Явление капиллярного впитывания. Микрополярность жидкостей и гидродинамика пенетрантов. Гидродинамика пенетранта в сквозных дефектах. Капиллярное давление. Формула Лапласа. Диффузия и растворение воздуха в тупиковых дефектах. Заполнение тупиковых дефектов пенетрантом.</p> <p>Ультразвуковой капиллярный эффект.</p>

		<p>Сущность и основные закономерности ультразвукового капиллярного эффекта. Роль вторичных акустических явлений. Кавитационный механизм ультразвукового капиллярного эффекта. Общие рекомендации по применению ультразвукового эффекта в капиллярной дефектоскопии.</p>
4	<p>Чувствительность капиллярного контроля и способы ее эталонирования</p>	<p>Порог, класс чувствительности. Классификация чувствительности КМК. Дифференциальная чувствительность средств контроля. Воспроизводимость и сходимость результатов капиллярного неразрушающего контроля. Методы оценки чувствительности.</p>
5	<p>Технология капиллярного неразрушающего контроля</p>	<p>Порядок подготовки изделий к контролю. Способы предварительной подготовки контролируемой поверхности. Основные технологические операции. Способы заполнения полостей капиллярных дефектов индикаторными пенетрантами. Способы удаления индикаторного пенетранта с поверхности. Способы нанесения проявителя. Способы проявления индикаторных следов дефектов и их интенсификация. Выбор способа проявления в зависимости от типа проявителя. Способы обнаружения индикаторного следа дефекта. Документирование и интерпретация результатов контроля. Составление заключения о результатах контроля. Технологическая (операционная) карта. Условно-символьная запись технологии контроля. Способы удаления проявителя.</p>
6	<p>Средства капиллярного неразрушающего контроля</p>	<p>Дефектоскопические материалы, их классификация. Классификация пенетрантов в зависимости от физического состояния, светоколеристических признаков и технологических характеристик. Классификация очистителей и гасителей. Классификация проявителей в зависимости от физического состояния и характера взаимодействия с индикаторным пенетрантом. Унифицированные групповые обозначения дефектоскопических материалов. Целевые комплекты (наборы) дефектоскопических материалов. Показатели качества материалов. Понятие о рецептурных бланках.</p> <p>Аппаратура, приборы и оборудование капиллярного неразрушающего контроля. Общие технические требования. Классификация аппаратуры в зависимости от функционального назначения. Стационарные, передвижные и портативные дефектоскопические установки. Технические характеристики и условно-символьное обозначение капиллярных дефектоскопов. Унифицированные группы аппаратуры. Вспомогательные средства. Установки ультразвуковой интенсификации. Ультрафиолетовые облучатели. Источники УФ-излучения. Свойства ультрафиолетовых лучей. УФ-облученность, ее измерение и допустимые нормы (ГОСТ 18442-80). Светофильтры.</p> <p>Тест-объекты для испытания средств капиллярного неразрушающего контроля. Компараторы и мониторы пенетрантных систем для испытаний в капиллярном контроле.</p>

		<p>Имитаторы дефектов и натурные образцы для испытаний в капиллярном контроле (ГОСТ 23349-78). Контрольные и испытательные образцы.</p> <p>Средства и методы контроля качества материалов и технологических режимов. Контроль ультрафиолетовой облученности и освещенности видимым светом от УФ облучателя (ГОСТ 18442-80). Способы и технология изготовления люминесцентного экрана. Способы контроля качества предварительной подготовки поверхности изделий. Контроль качества физико-химических свойств индикаторных жидкостей, суспензий, сорбентов, порошковых и красочных проявителей. Контроль качества очистителей.</p> <p>Автоматизация анализа изображения контролируемой поверхности. Телевизионные анализаторы.</p> <p>Автоматизация контроля изделий при дефектоскопии проникающими веществами. Контроль изделий простой формы. Сканирование поверхности. Контроль изделий сложной формы. . Двухэтапный способ организации контроля. Автоматический комплекс контроля изделий массового производства.</p>
7	Контроль герметичности изделий и технологического оборудования	<p>Основные понятия и термины техники течеискания. Технологические процессы и причины нарушения герметичности промышленной продукции. Герметичность вакуумных систем и объектов, содержащих газ под избыточным давлением. Требование к герметичности. Подготовка поверхности контролируемых изделий к испытаниям на герметичность. Выбор метода испытания. Способы и схемы контроля. Области применения методов контроля герметичности и течеискания, объекты контроля и выявляемые дефекты. Стандартизация и метрологическое обеспечение контроля герметичности и течеискания.</p>
8	Физические основы контроля герметичности и течеискания	<p>Физические свойства газов и паров. Элементы молекулярной кинетической теории газов. Вакуум. Основные понятия вакуума как физической характеристики газа. Закономерности, определяющие перетекание по каналам течей газов и жидкостей через сквозные дефекты. Уравнения Пуазейля и Кнудсена. Облитерация.</p>
9	Средства контроля герметичности и течеискания	<p>Пробные вещества. Средства для создания и измерения разности давлений. Понятие о процессе откачки вакуумной системы. Основное уравнение вакуумной техники. Классификация вакуумных насосов. Принцип действия, области применения, схема работы вакуумных насосов. Основные параметры вакуумных насосов. Выбор вакуумных насосов. Ловушки, их применение.</p> <p>Манометры и вакуумметры. Классификация вакуумметров. Принцип действия, области применения, схемы вакуумметров.</p> <p>Средства обнаружения течей. Пороговая чувствительность.</p>
10	Методы испытаний изделий на герметичность	<p>Газоаналитические методы контроля герметичности. Классификация методов контроля герметичности и течеискания. Акустический метод и области его применения.</p>

		<p>Катарометрический метод. Основные принципы и схемы манометрического метода контроля, области его применения. Галогенный метод и области его применения. Массспектрометрический метод и способы его реализации. Электронно-захватный метод. Метод высокочастотного разряда. Химический метод индикации сквозных дефектов. Радиационный метод.</p> <p>Жидкостные и газожидкостные методы контроля герметичности. Основные принципы и схемы гидравлического, пузырькового, вакуумного, пневмогидравлического, пневматического, капиллярного и люминесцентного способов индикации сквозных дефектов. Сравнительные характеристики и области применения простейших методов контроля. Виды контрольного оборудования, аппаратуры и вспомогательных средств. Расчеты величин течей при испытаниях. Порядок контроля сосудов, работающих под давлением.</p>
11	Течеискатели и их применение	<p>Основные схемы и принципы устройства ультразвуковых и катарометрических течеискателей; их технические характеристики и области применения.</p> <p>Принципиальные схемы и конструкции галогенных и массспектрометрических течеискателей. Виды и свойства применяемых пробных газов. Способы управления работой элементов вакуумных систем течеискателей. Порядок отбора проб и калибровка течеискателей по контрольным течам. Средства измерения вакуума в масс-спектрометрических течеискателях. Методики контроля способами щупа, обдува, накопления и вакуумирования. Электрозахватные и электроразрядные течеискатели. Манометрические устройства контроля герметичности. Области применения течеискателей. Механизация и автоматизация контроля герметичности и течеискания. Правила техники безопасности и охраны труда при работе с вакуумными насосами и установками, оборудованием для сжатых газов и гидравлических испытаний, токсичными и горючими веществами, применяемыми при течеискании.</p>
12	Автоматизированные устройства и автоматы контроля герметичности серийной и массовой продукции	<p>Классификация автоматизированных устройств контроля герметичности (АУКГ) и их общая характеристика.</p> <p>Газоаналитические автоматы и полуавтоматы контроля герметичности. Манометрические автоматизированные устройства и автоматы. Автоматизация процесса локализации течей. Роботизация испытаний изделий на герметичность.</p>
13	Заключение	<p>Современное состояние и направления развития неразрушающего контроля. Перспективы и направления совершенствования методов и средств контроля проникающими веществами, создания принципиально новых моделей дефектоскопической аппаратуры контроля проникающими веществами и новых видов дефектоскопических материалов.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен анализировать схемы контроля, выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке с учетом физических принципов их работы, характеристик и области применения	З-4 - Определять правила и принципы выбора средств измерения, используемых в контрольной оснастке

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль проникающими веществами

Электронные ресурсы (издания)

- Ланис, В. А.; Практические основы техники вакуумных испытаний : практическое пособие.; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1955; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222607> (Электронное издание)
- , Волченко, В. Н.; Контроль качества сварки : практическое пособие.; Машиностроение, Москва; 1975; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601727> (Электронное издание)
- Панфилович, К. Б.; Физические основы вакуумной техники : учебное пособие.; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259035> (Электронное издание)

Печатные издания

- Глазков, Ю. А., Клюев, В. В.; Капиллярный контроль : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств".; Спектр, Москва; 2013 (1 экз.)
- , Клюев, В. В.; Течеискание : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств".; Спектр, Москва; 2015 (1 экз.)
- Маслов, Б. Г.; Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Оборудование и технология свароч. пр-ва" направления подгот. "Машиностроит. технологии и оборудование".; Академия, Москва; 2008 (9

экз.)

4. Решетов, А. А., Аракелян, А. К.; Неразрушающий контроль и техническая диагностика энергетических объектов : учеб. пособие.; Издательство Чувашского университета, Чебоксары; 2010 (1 экз.)
5. , Ключев, В. В., Ковалев, А. В., Соснин, Ф. Р., Филонов, В. И., Аертс, В.; Неразрушающий контроль и диагностика : справочник.; Машиностроение : Спектр, Москва; 2005 (1 экз.)
6. Алешин, Н. П.; Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 151701 "Проектирование технологических машин и комплексов" и направлению подготовки бакалавров-магистров 150700 "Машиностроение".; Машиностроение, Москва; 2013 (5 экз.)
7. Ермолов, И. Н., Останин, Ю. Я.; Методы и средства неразрушающего контроля качества : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1988 (44 экз.)
8. Прохоренко, П. П., Боровиков, А. С.; Введение в теорию капиллярного контроля; Наука и техника, Минск; 1988 (1 экз.)
9. Пипко, А. И., Плисковский, В. Я.; Основы вакуумной техники : Учеб. для техникумов.; Энергоатомиздат, Москва; 1992 (3 экз.)
10. Белокур, И. П.; Дефектоскопия материалов и изделий; Тэхника, Киев; 1989 (1 экз.)
11. , Самойлович, Г. С.; Неразрушающий контроль металлов и изделий : Справочник.; Машиностроение, Москва; 1976 (2 экз.)
12. ; Основы вакуумной техники : Учеб. для техникумов.; Энергия, Москва; 1975 (11 экз.)
13. Бударин, Л. Н.; Химические методы испытания изделий на герметичность; Наукова думка, Киев; 1991 (2 экз.)
14. Волченко, В. Н.; Контроль качества сварных конструкций : Учебник для машиностроит. техникумов.; Машиностроение, Москва; 1986 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

study.urfu.ru - Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. Является единым каталогом и точкой доступа ко всем электронным образовательным ресурсам в вузе;

<http://standards.ru>-Официальный сайт Федерального информационного фонда технических регламентов;

<http://gost.ru>-Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РОССТАНДАРТ.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль проникающими веществами

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
---	---	--	---------------------

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Радиоволновой, тепловой и оптический
контроль

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Вайнштейн Илья Александрович	доктор физико- математических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физических методов и приборов контроля качества

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Вайнштейн Илья Александрович, Заведующий кафедрой, физических методов и приборов контроля качества

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Содержание и задачи курса. Определение основных особенностей и места РТОК среди других методов неразрушающего контроля. Классификация изучаемых методов. Цели и задачи РТОК
2	Радиоволновой контроль (РВК)	Первичные сведения о РВК: преимущества, области применения, диапазон используемых длин волн (частот). Биологическое действие микроволн (сверхвысокочастотного (СВЧ) электромагнитного поля) как фактора экологического загрязнения среды. Взаимодействие микроволн с веществом. Особенности распространения микроволн в диэлектрических, проводящих и полупроводящих средах. Применение законов геометрической оптики для описания

		<p>взаимодействия СВЧ излучения с веществом - плоскопараллельная</p> <p>модель. Распространение микроволн в многослойной среде.</p> <p>Коэффициенты отражения и прохождения (преломления)</p> <p>Определение параметров сред методами РВК: измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь</p> <p>Устройства, входящие в СВЧ - тракты приборов РВК. Методы регистрации измеряемых характеристик и анализа сигналов: амплитудно - фазовый, резонансный, поляризационный</p> <p>Схемы сравнения сигналов в устройствах РВК</p> <p>Входной и технологический РВК: влагометрия и вискозиметрия.</p> <p>Физический принцип и основные типы устройств.</p> <p>СВЧ - толщинометрия. Примеры использования в РВК.</p> <p>Приборы</p> <p>СТ-21И и СТ-11П. Влияние кривизны поверхности на точность РВК.</p> <p>Изучение структуры, анизотропии физических свойств и напряженнодеформированного состояния</p> <p>Взаимодействие микроволн с дефектами типа расслоения и инородных включений. СВЧ - дефектоскопия: приборы СД-12Д и СНЗОАФ</p> <p>Радиоинтроскопия. Радиоволновые структуроскопы и интерферометры. Системы визуализации результатов контроля.</p> <p>Системы автоматизированного РВК</p> <p>СВЧ - контроль с использованием явления электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Радиоголография: основные принципы, схемы записи и восстановления. Перспективы развития и экономическая эффективность РВК.</p>
3	Тепловой контроль (ТК)	<p>Области применения ТК. Особенности тепловых методов, их классификация по ГОСТ 18353-79. Биологическое действие тепловых полей. Теплофизические свойства материалов. Виды теплопередачи.</p> <p>Основные законы.</p>

		<p>Источники тепла, излучатели, первичные преобразователи тепловой энергии. Вспомогательные устройства. Метрологическое</p> <p>обеспечение теплового контроля, эталонные приборы (ГОСТы 2045-71, 9177-74, 2823-73, 9871-75, 6651-78, 6616-74, 9736-80, 6923-81, 10627-71)</p> <p>Устройства для бесконтактного измерения температуры: яркостные, радиационные и цветовые пирометры. Термопрофили.</p> <p>Принцип действия, функциональные схемы, характеристики приемников излучения, температурные диапазоны.</p> <p>Приемные устройства инфракрасных (ИК) систем. Классификация систем второго и третьего поколений. Структурные схемы. Приемники с накоплением сигнала, фотонные приемники. Многоэлементные приемные устройства. Пировидиконы.</p> <p>Тепловизионная аппаратура: классификация, назначение. Тепловизионные измерения.</p> <p>Основные особенности функциональных схем тепловизоров: оптика, системы сканирования, электронные схемы.</p> <p>Тепловизоры системы АГА и БТВ (ТВ- 03). Перспективы развития и применения методов ТК, новые устройства и регистрирующие среды.</p> <p>Экономическая эффективность ТК</p>
4	Оптический контроль (ОК)	<p>Области применения оптических методов контроля.</p> <p>Характеристики оптического излучения, свойства зрения. Основы оптических измерений: приборы и приспособления: источники и приемники излучения, оптические материалы и их характеристики.</p> <p>Оптическая микроскопия: основные схемы наблюдения и методы исследования, элементы конструкций микроскопов: окуляры, объективы, конденсоры.</p>

		<p>Оптическая структуроскопия. Сканирующие и несканирующие преобразователи изображения. Телевизионная и когерентно-оптическая структуроскопия.</p> <p>Метод оптической голографии. Основные схемы. Типы устройств.</p> <p>Биологическое действие лазерного излучения и средства защиты при организации работ. Лазерные устройства контроля размеров.</p> <p>Оптические, интерференционные и голографические методы контроля топографии поверхности, поверхностных дефектов и микрогеометрии.</p> <p>Измерение и контроль характеристик оптических материалов, приборов и качества изображения. Спектральная аппаратура.</p> <p>Волоконно-оптические устройства. Приборы оптической эндоскопии. Устройства на основе световодов. Системы активного ОК.</p> <p>Экономическая эффективность ОК.</p>
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен анализировать и разрабатывать технологическую и нормативную документацию по НК контролируемого объекта	З-1 - Классифицировать межгосударственные, национальные и международные стандарты в области неразрушающего контроля

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоволновой, тепловой и оптический контроль

Электронные ресурсы (издания)

1. ; Световодные способы и технологии комбинированной дефектоскопии; Белорусская наука, Минск; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230991> (Электронное издание)
2. Федюнин, П. А.; Способы радиоволнового контроля параметров защитных покрытий авиационной техники : монография.; Физматлит, Москва; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457652> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Будадин, О. Н., Клюев, В. В.; Тепловой контроль : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств".; Спектр, Москва; 2013 (1 экз.)
2. Вавилов, В. П.; Тепловые методы неразрушающего контроля : справочник.; Машиностроение, Москва; 1991 (11 экз.)
3. ; Измерения. Контроль. Качество. Неразрушающий контроль : Справ. техн. ком. по стандартизации.; Издательство стандартов, Москва; 2002 (1 экз.)
4. Решетов, А. А., Аракелян, А. К.; Неразрушающий контроль и техническая диагностика энергетических объектов : учеб. пособие.; Издательство Чувашского университета, Чебоксары; 2010 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).

Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).

Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).

Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ(<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоволновой, тепловой и оптический контроль

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--