

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 |
|------------|--|
| 1146953 | Материалы и методы микро- и нанотехнологий |

Екатеринбург

| | |
|--|---|
| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
| Образовательная программа 1. Электроника и наноэлектроника | Код ОП 1. 11.03.04/33.01 |
| Направление подготовки 1. Электроника и наноэлектроника | Код направления и уровня подготовки 1. 11.03.04 |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-----------------------------|---|------------------|---|
| 1 | Бирюков Дмитрий Юрьевич | кандидат физико-математических наук, доцент | Доцент | 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 **Материалы и методы микро- и нанотехнологий**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает две дисциплины «Физические методы неразрушающего контроля» и «Основы радиационного материаловедения». Данный модуль посвящен знакомству с основными видами наноструктурных материалов, их структурой, свойствами и областью применения. Также в модуле рассматривается физика взаимодействия излучения с поверхностью твердого тела. В результате освоения модуля студенты получают представление о существующих наноструктурах и перспективах их использования в электронике и наноэлектронике.

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 | Основы радиационного материаловедения | 4 |
| 2 | Физические методы неразрушающего контроля | 4 |
| ИТОГО по модулю: | | 8 |

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 |
| Основы радиационного материаловедения | ПК-2 - Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования | З-1 - Различать методы синтеза и исследования материалов микро- и нанотехнологий З-2 - Различать методы физического контроля свойств материалов |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p> | <p>З-3 - Характеризовать основные физико-химические процессы, протекающие при реализации микро- и наносистем</p> <p>У-1 - Обобщать результаты теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>У-2 - Выбирать современные методы расчета и анализа нано- и микросистем</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и элементов электронной техники</p> |
| | <p>ПК-6 - Способен разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы</p> | <p>З-1 - Перечислить нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы разработки изделий электронной техники</p> <p>З-2 - Соотнести нормативные и руководящие материалы по оформлению конструкторской документации</p> <p>З-3 - Воспроизвести эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов и изделий электронной техники</p> <p>У-1 - Разрабатывать алгоритмы работы и технические задания на проектирование электронных приборов</p> <p>У-2 - Определять технические требования к проектированию электронных приборов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт разработки технических заданий на электронные приборы</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор электронных компонентов для отдельных блоков электронных приборов</p> |
| <p>Физические методы неразрушающего контроля</p> | <p>ПК-2 - Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и</p> | <p>З-1 - Различать методы синтеза и исследования материалов микро- и нанотехнологий</p> <p>З-2 - Различать методы физического контроля свойств материалов</p> <p>З-3 - Характеризовать основные физико-химические процессы, протекающие при реализации микро- и наносистем</p> <p>У-1 - Обобщать результаты теоретических и экспериментальных исследований</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>наноэлектроники различного функционального назначения</p> | <p>У-2 - Выбирать современные методы расчета и анализа нано- и микросистем</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и элементов электронной техники</p> |
| | <p>ПК-6 - Способен разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы</p> | <p>З-1 - Перечислить нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы разработки изделий электронной техники</p> <p>З-2 - Соотнести нормативные и руководящие материалы по оформлению конструкторской документации</p> <p>З-3 - Воспроизвести эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов и изделий электронной техники</p> <p>У-1 - Разрабатывать алгоритмы работы и технические задания на проектирование электронных приборов</p> <p>У-2 - Определять технические требования к проектированию электронных приборов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт разработки технических заданий на электронные приборы</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор электронных компонентов для отдельных блоков электронных приборов</p> |

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы радиационного материаловедения

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-------------------------------|--|------------------|--|
| 1 | Штанг Татьяна Владимировна | к.ф.-м.н. | 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 | Характеристика радиационных технологий и их применение в современной промышленности |
| 2 | Источники излучений – типы, принципы действия, параметры | Изотопные источники. Электронные ускорители. Ускорители заряженных ионов |
| 3 | Взаимодействие радиации с материалами | Виды жесткой радиации. Упругие и неупругие столкновения, потенциалы взаимодействия. Прохождение гамма - излучения, электронов и нейтронов через материалы. Особенности взаимодействия тяжелых ионов с поверхностными слоями материалов. Ионизационные потери, линейная передача энергии (LET) различными излучениями |
| 4 | Радиационно-химические методы формирования наноструктур | Физико-химические основы радиолиза материалов. Пространственное распределение первичных продуктов радиолиза. «Шпоры» и треки. Радиационно-индуцированные первичные наноструктуры. Эволюция первичных радиационно индуцированных структур. Получение нанопористых структур: трековые мембраны и их применение. Получение кремний углеродных нанонитей. Получение наногелей, их радиационные сшивка, применение. Радиационно-химическая сборка наноструктур в растворах. Формирование нанокластеров при радиационно-химическом восстановлении ионов металлов в растворах. Формирование наночастиц при мощном рентгеновском облучении композитов. |

| | | |
|---|---|--|
| 5 | Наноструктурирование и модификация свойств материалов под воздействием мощных излучений | Наноструктурирование поверхностных слоев металлов под действием импульсных электронных пучков. Упрочение режущего инструмента при ионном облучении. Формирование нанокластеров и квантовых точек при ионном облучении полупроводников и диэлектриков. Лазерное напыление наноразмерных покрытий. Нанометризация поверхностных слоев металлов при плазменной обработке, формирование на поверхности изделий тугоплавких фаз и пленок. |
| 6 | Заключение | Сравнение технико-экономических характеристик радиационных технологий формирования наноструктур и получения наноматериалов с другими методами. Перспективы развития и применения радиационных технологий в nanoиндустрии. |

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 | целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях | Технология самостоятельной работы | ПК-6 - Способен разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы | З-3 - Воспроизвести эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов и изделий электронной техники П-2 - Осуществлять обоснованный выбор электронных компонентов для отдельных блоков электронных приборов |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы радиационного материаловедения

Электронные ресурсы (издания)

1. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва;

2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Андриевский, Р. А., Рагуля, А. В.; Наноструктурные материалы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 651800 "Физ. материаловедение".; Академия, Москва; 2005 (15 экз.)
2. , Козлов, Ю. Д., Стефаненко, И. В., Ермолаев, С. В.; Высокие технологии с использованием источников ионизирующих излучений в промышленности : учеб. пособие.; Энергоатомиздат, Москва; 2006 (1 экз.)
3. Рогов, В. А., Ушомирская, Л. А., Чудаков, А. Д.; Основы высоких технологий : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. пр-в", "Автоматизация и упр.", "Машиностроит. технологии и оборудование".; Вузовская книга, Москва; 2007 (2 экз.)
4. Быковский, Ю. А.; Ионная и лазерная имплантация металлических материалов; Энергоатомиздат, Москва; 1991 (1 экз.)
5. Попов, В. Ф.; Процессы и установки электронно-ионной технологии : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1988 (21 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

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).

Зональная научная библиотека УрФУ(<http://lib.urfu.ru>).

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

Научный портал "Нанотехнологии и наноматериалы" (<http://portalnano.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы радиационного материаловедения

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

| № п/п | Виды занятий | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------|----------------------|--|---|
| 1 | Лекции | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> | Не требуется |
| 2 | Практические занятия | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | <p>OriginPro</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> |
| 3 | Лабораторные занятия | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | <p>OriginPro</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> |
| 4 | Консультации | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> | Не требуется |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | | Доска аудиторная | |
| 5 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная | Не требуется |
| 6 | Самостоятельная работа студентов | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физические методы неразрушающего
контроля

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | Фамилия Имя Отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|-------------------------------|--|------------------|--|
| 1 | Бирюков Дмитрий Юрьевич | кандидат физико- математических наук, доцент | доцент | Физические методы и приборы контроля качества |
| 2 | Штанг Татьяна Владимировна | к.ф.-м.н. | 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:

- Бирюков Дмитрий Юрьевич, доцент, Физические методы и приборы контроля качества
- 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. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы. Общие термины и определения. Виды и методы неразрушающего контроля. Классификация методов и средств неразрушающего контроля. Краткие исторические сведения о развитии неразрушающих методов контроля. |
| 2 | Физические и физико-химические основы капиллярных методов контроля | Основные физические и физико-химические процессы и их роль в капиллярном контроле: смачивание и поверхностное натяжение, адгезия и когезия, явление капиллярности и капиллярное давление, диффузия, сорбционные явления (адсорбция и абсорбция), растворение и сольватация, диспергирование и эмульгирование, ультразвуковой капиллярный эффект и акустическая кавитация, люминесценция, цветовой и яркостный контраст. |
| 3 | Методы и средства капиллярного контроля | Классификация методов капиллярного контроля. Основные и комбинированные методы обнаружения дефектов проникающими жидкостями и их классификация. Способы обнаружения индикаторного следа дефекта. Технологические характеристики методов и способов капиллярного контроля. |

| | | |
|---|--|---|
| | | <p>Дефектоскопические материалы, их классификация. Аппаратура, приборы и оборудование капиллярного неразрушающего контроля. Общие технические требования. Классификация аппаратуры в зависимости от функционального назначения. Капиллярные дефектоскопы. Дефектоскопические установки и линии автоматизированного контроля. Контрольные и испытательные образцы.</p> <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> |
| 4 | Физические основы методов 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> |
| 5 | Методы и средства контроля герметичности и течеискания | <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. Классификация методов контроля герметичности и течеискания. Способы и схемы контроля. Автоматизация контроля герметичности и течеискания. Пробные вещества. Средства для создания и измерения разности давлений. Средства обнаружения течей. Области применения методов контроля герметичности и течеискания, объекты контроля и выявляемые дефекты. Стандартизация и метрологическое обеспечение контроля герметичности и течеискания.</p> |
| 6 | Методы акустического контроля и основы их проектирования | <p>Постановка задачи для расчетов, выполняемых при разработке аппаратуры акустического контроля. Назначение схем контроля, их виды. Влияние способов акустического контакта и зоны контроля. Последовательность расчетов, выполняемая при проектировании методов акустического контроля.</p> |
| 7 | Технические средства методов акустического контроля | <p>Виды пьезоэлектрических преобразователей (ПЭП) и их конструктивные особенности. Назначение и характеристики пьезопластины. Функции и основные характеристики протектора. Назначение и конструктивные параметры демпфера пьезопреобразователя. Особенности конструкции раздельно совмещенного преобразователя. Учет параметров УЗ волн при конструировании ПЭП. Особенности применения ПЭП для эхо импульсного дефектоскопа, эхолитомера, теневого дефектоскопа.</p> <p>Рассмотрение структурных элементов дефектоскопа и их назначение. Характеристики генератора зондирующих импульсов и их влияние на параметры контроля. Оценка</p> |

| | | |
|---|---|--|
| | | <p>минимального напряжения генератора для покрытия основных энергетических потерь. Особенности работы генератора зондирующего сигнала в эхо-импульсном дефектоскопе, эхотолщиномере и теновом дефектоскопе.</p> |
| 8 | Технология методов акустического контроля | <p>Рассмотрение параметров контроля и характеристик аппаратуры. Влияние рабочей частоты на параметры эхоимпульсного и теневого методов, ультразвуковой толщинометрии. Давление звуковых волн вблизи излучателя и приемника. Поле звуковой волны в бездефектной зоне. Учет прямого и обратного пьезоэффектов для определения преобразованных давлений и напряжений. Учет параметров пьезопластины для обеспечения оптимальных режимов излучения-приема. Учет влияния дефектов на поле отраженной УЗ волны. Основные типы модельных отражателей. Учет пропускающей способности отражателей, заполненных веществом. Особенности акустического тракта при использовании РС преобразователей и иммерсионных ванн.</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 | целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях | Технология самостоятельной работы | ПК-2 - Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения | З-2 - Различать методы физического контроля свойств материалов П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и элементов электронной техники |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические методы неразрушающего контроля

Электронные ресурсы (издания)

1. Мигун, Н. П.; Тепловые воздействия при капиллярном неразрушающем контроле; Белорусская наука, Минск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89361> (Электронное издание)
2. , Шарапов, В.; Электроакустические преобразователи; Техносфера, Москва; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273793> (Электронное издание)
3. Мордасов, Д. М.; Струйно-акустические эффекты в методах неразрушающего контроля вещества : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76596> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Алешин, Н. П.; Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Оборудование и технология свароч. пр-ва" направления подгот. "Машиностроит. технологии и оборудование".; Машиностроение, Москва; 2006 (11 экз.)
2. Ермолов, И. Н., Останин, Ю. Я.; Методы и средства неразрушающего контроля качества : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1988 (44 экз.)
3. 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. Пипко, А. И., Плисковский, В. Я.; Основы вакуумной техники : Учеб. для техникумов.; Энергоатомиздат, Москва; 1992 (3 экз.)
5. Алешин, Н. П., Лупачев, В. Г.; Ультразвуковая дефектоскопия : Справ. пособие.; Высшэйшая школа, Минск; 1987 (12 экз.)
6. , Сухоруков, В. В.; Неразрушающий контроль : В 5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля ; Высш. шк., Москва; 1991 (30 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

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).

Зональная научная библиотека УрФУ(<http://lib.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические методы неразрушающего контроля

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 | Консультации | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная | Не требуется |
| 3 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная | Не требуется |
| 4 | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет | Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES |

| | | | |
|---|----------------------------------|--|--|
| 5 | Лабораторные занятия | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p> |
| 6 | Самостоятельная работа студентов | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> | <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p> |