МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт физики металлов имени М.Н. Михеева

Уральского отделения Российской академии наук

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|   |

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДЕНО: Зам. директора ИФМ УрО РАН,доктор физ.-мат. наук  |

|  |
| --- |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.А. Коротин  |

«20» мая 2019 г. |
|  |  |

**фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации**

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**Направление подготовки**

**15.06.01 «Машиностроение»**

**Направленность подготовки**

**«Методы контроля и диагностика в машиностроении»**

Квалификация

**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

 Программа утверждена на заседании

Ученого совета ИФМ УрО РАН протокол № 9 от «20» мая 2019 г.

Екатеринбург, 2019 г.

**Список документов и материалов**

|  |
| --- |
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП
 |
| 1. Цели и место дисциплины в структуре ОПОП
 |
| 1. Фонд оценочных средств по дисциплине
 |
| 3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания |
| 3.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины |
|
|
| 4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины. |
| 1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.
 |

1. **Дисциплина «** **Современные методы контроля и диагностики»**
	1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы***(с ориентацией на карты компетенций)*

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Результаты обучения | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
| Знания | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Умения | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |

**1.2 Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Современные методы контроля и диагностики» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на \_4\_ курсе.

Целью дисциплины является подготовка высококвалифицированного специалиста в области контроля и диагностики.

В результате аспирант приобретает умение ориентироваться в современной науке, приобщается к ее передовому краю, получает возможность соотнести собственные исследовательские интересы с актуальными задачами, стоящими перед современной наукой, сделать их частью научного поля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Современные методы контроля и диагностики, Физические основы разрушения материалов, Вихретоковый контроль, Магнитный контроль, Акустический контроль, Контроль излучениями.

**1.3 Фонд оценочных средств по дисциплине**

**1.3.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.**

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ОПК-2** способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-1** Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-2** Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-3** Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-4** Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**1.3.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
| 1-й этапЗнания | Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Знать основные принципы и методы контроля и диагностики технического состояния деталей, механизмов и изделий | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| 2-й этапУмения | Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Определять вид дефектов, качество и надежность машин; правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| 3-й этапВладеть навыками | Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Владеть знаниями об основных типах технической диагностики, стандартной терминологией и базисными методами исследования. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются индивидуальная проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссии на лекционном и практических занятиях по прочитанной литературе. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – письменная работа. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен.

**Примерные критерии оценивания**

**Собеседование** проходит в виде устной беседы для выявления у аспиранта знаний по предметной области

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)**выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Программа кандидатского экзамена для направления – 15.06.01 Машиностроение (Направленность подготовки «Методы контроля и диагностика в**

**машиностроении»)**

**1. Качество продукции и методы контроля.**

1.1. Основные задачи технической диагностики. Качество продукции и надежность изделий. Виды дефектов и причины их образования при основных технологических операциях. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций. Технические требования и ГОСТы на приемку готовых изделий.

1.2. Виды контроля. Разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля. Комплексный контроль. Прогнозирование работоспособности изделий.

1.3. Классификация физических методов неразрушающего контроля материалов, деталей, узлов изделий, сварных и др. неразъемных соединений и области их применения. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля.

1.4. Элементы прикладной математической статистики. Понятие о корреляционном и регрессионном анализе. Статистические методы обработки результатов контроля. Оценка достоверности методов контроля.

1.5. Прямые и обратные задачи с целью создания оптимальных технологий и средств контроля.

1.6. Общее представление о базовых элементах автоматизации контроля качества продукции: манипуляторы, сканирующие устройства, транспортные системы, роботы, системы программного управления, микропроцессоры и ЭВМ. Применение микропроцессоров и ЭВМ для обработки результатов контроля. Основы построения гибких автоматизированных модулей и систем контроля.

**2. Акустические методы контроля.**

2.1. Типы акустических волн и особенности их распространения. Способы получения и приема ультразвуковых колебаний. Свойства ультразвуковых колебаний. Классификация методов акустического контроля.

2.2. Пьезоэлектрические преобразователи. Их основные конструкции и требования к ним. Чувствительность, широкополосность, стабильность акустического контакта, реверберационно шумовая характеристика. Типы пьезоматериалов и основные технические характеристики. Характеристика акустического поля излучения-приема. Способы формирования акустических полей. Фазоуправление литейные решетки. Фазоманипулированные и другие сложные системы для управления полевыми характеристиками.

2.3. Методы отражения, прохождения, резонансных, свободных колебаний, импедансный и др. Основные характеристики методов и области их применения. Способы визуализации звуковых полей. Акустическая голография и томография.

2.4. Электромагнитоакустические (ЭМА) и лазерные излучатели ультразвука. Основы физики их применения, полные характеристики и конструкции.

2.5. Акустическая эмиссия, ее природа и регистрируемые параметры. Локация источника акустической эмиссии и оценка погрешностей измерения. Связь параметров сигналов акустической эмиссии с характеристиками их источников. Аппаратура для акустической эмиссии. Особенности конструкций преобразователей. Область применения.

2.6. Методика дефектоскопии и дефектометрии поковок, проката, сварных швов и неметаллических материалов. Основные положения технологии контроля. Измеряемые характеристики дефектов и критерии оценки качества при акустическом контроле. Оценка контролепригодности изделий.

 2.7. Функциональная схема эхо-импульсного дефектоскопа. Параметры контроля и аппаратуры и способы их стандартизации. Дефектоскопы, преобразователи и вспомогательные средства при ультразвуковом контроле.

2.8. Автоматические системы акустического контроля. Принципы получения, обработки и архивирования информации.

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

2.10. Применение ЭВМ для обработки результатов ультразвукового контроля и решения прямых и обратных задач с целью пролонгирования работоспособности изделий и конструкций машиностроения.

**3. Вихретоковые методы контроля.**

3.1. Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей (накладные, проходные, комбинированные), их конструкции, характеристики, область применения. Уравнения Максвелла и расчет преобразователей.

3.2. Методы отстройки от влияния факторов, мешающих контролю (амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, многочастотный).

3.3. Импульсный способ возбуждения преобразователей. Метод высших гармоник. Методы модуляционного анализа. Влияние движения изделия на результаты контроля.

3.4. Вихретоковые дефектоскопы статические и динамические, толщиномеры, структуроскопы. Функциональные схемы, характеристики и область применения различных средств вихретоковой дефектоскопии.

**4. Капиллярные методы контроля.**

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

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

**5. Магнитные методы контроля.**

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

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

5.3. Методы контроля физико-химических и механических свойств материалов. Метод магнитного фазового анализа, метод с использованием эффекта Баркгаузена, метод измерения напряженного состояния.

5.4. Виды намагничивания: продольное, циркулярное и комбинированное. Расчет величины тока намагничивания. Способы контроля: в приложенном поле и на остаточной намагниченности.

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

**6. Оптические методы контроля.**

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

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

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

**7. Радиационные методы контроля.**

7.1. Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Прохождение через материалы рентгеновского, тормозного и гамма-излучения, заряженных частиц, нейтронов. Классификация радиационных методов контроля: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы. Методы компьютерной радиографии и радиометрии.

7.2. Радиационно-физические и технические характеристики источников ионизирующего излучения: рентгеновских аппаратов, в том числе импульсных аппаратов и с постоянным анодным напряжением, радионуклидных источников излучения и гамма-дефектоскопов, бетатронов, микротронов и линейных ускорителей заряженных частиц, источников нейтронов.

7.3. Преобразователи ионизирующих излучений, применяемые в радиографии: радиографические пленки и фотобумаги, усиливающие металлические, флуоресцирующие и флюрометаллические экраны, экраны-преобразователи в нейтронной радиографии, электрорадиографические пластины и аппараты.

7.4. Преобразователи изображений, применяемые в радиоскопии: флуороскопические экраны, сцинтилляционные монокристаллы, рентгеновские электронно-оптические преобразователи, рентгеновидиконы. Телевизионные устройства. Основные типы радиоскопических систем.

7.5. Детекторы излучения, применяемые в радиометрии: ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, полупроводниковые детекторы. Счетные и анализирующие устройства. Основные типы радиометрических систем.

7.6. Основные технические характеристики установок и приборов для радиационно-дефектоскопического контроля, контроля толщины, плотности и других физических параметров материалов и изделий. Чувствительность и производительность контроля. Область применения.

7.7. Физические основы и область применения радиационной компьютерной томографии, газосорбционной дефектоскопии, диффузионной радиографии.

7.8. Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Единицы изменения ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности.

**8. Радиоволновые методы контроля.**

8.1. Распространение радиоволн, взаимодействие их с веществом. Диэлектрические характеристики материалов, деталей и соединений. Источники и приемники СВЧизлучения. 8.2. Физические основы радиоволновых методов контроля. Прохождение, отражение и поляризации СВЧ-излучения. Классификация методов радиодефектоскопии. 8.3. Устройства и технические характеристики радиоволновых контрольных установок и приборов для дефектоскопии и толщинометрии радиопрозрачных материалов и деталей. Чувствительность, производительность и область применения радиоволновых методов контроля.

**9. Тепловые методы контроля.**

9.1. Природа теплового излучения. Теплофизические характеристики вещества. Уравнение теплопроводности.

9.2. Физические основы пассивных тепловых методов контроля (контактных и собственного излучения). Физические основы активных тепловых методов (стационарного и нестационарного). Способы и устройства теплового нагружения. Способы регистрации тепловых полей. Характеристики преобразователей теплового излучения.

9.3. Чувствительность и производительность тепловых методов контроля. Область применения.

**10. Методы течеискания.**

10.1. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы течеискания. Регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Определение суммарной герметичности и локализация течей.

10.2. Основные методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, пузырьковый, химический, гидростатический, люминесцентный. Чувствительность методов и область применения. Производительность контроля.

10.3. Средства контроля герметичности. Технические характеристики массспектрометрических, галогенных и других течеискателей.

**11. Электрические методы контроля.**

11.1. Взаимодействие электрического поля с веществом и возникновение электрического поля под влиянием внешних взаимодействий.

11.2. Физико-технические основы применения электрических методов контроля: электропотенциального, электроемкостного, трибоэлектрического, термоэлектрического, экзоэлектронной эмиссии. Чувствительность методов, производительность контроля, область применения.

11.3. Резисторные, емкостные, пьезоэлектрические преобразователи.

**12. Вибрационные методы контроля.**

12.1. Физические основы вибрационного метода контроля. Типы колебаний. Понятие об абсолютной и относительной вибрации. Основные параметры вибрации, измеряемые в процессе вибрационного контроля.

 12.2. Классификация методов вибрационного контроля. Перечень основных дефектов, выявляемых методами вибрационного контроля. Основные математические зависимости, используемые в вибрационном контроле.

12.3. Средства вибрационного контроля. Типы датчиков, используемых для вибрационного контроля. Метрологическое обеспечение вибрационного контроля.

**13. Диагностика объектов машиностроения.**

13.1. Общие характеристики и эффективность систем технической диагностики машин (СТДМ) и ее информационно-статистические показатели.

13.2. Классификация методов и параметров диагностирования. Прямые и обратные задачи диагноза. 13.3. Первичные измерительные преобразователи СТДМ и их конструкции, преобразователи сопротивления, емкостные, электромагнитные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические, преобразователи температуры. Промежуточные преобразователи и приборы СТДМ.

 13.4. Метрологическое обеспечение диагностирования.

13.5. Системы диагноза технического состояния, объемы диагноза, математические модели объектов диагноза (аналитические, графо-аналитические, функциональные). Способы диагностики (вибрационный, шумовой, химический).

13.6. Принципы организации систем функционального диагностирования технического состояния сложных объектов.

13.7. Методы оптимизации безусловных и условных алгоритмов диагностирования. Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей.

13.8. Анализ работоспособности объекта. Показатели оценки работоспособности. Методы определения работоспособности. Вопросы прогнозирования остаточного ресурса. Модели изменения диагностического параметра. Определение предельных значений диагностических параметров. Периодичность диагностирования.

13.9. Обнаружение возникшей неисправности. Признаки наличия и методы обнаружения неисправности.

13.10. Автоматизированные методы диагностирования.

**14. Повышение научно-технического уровня методов контроля и диагностики в машиностроении.**

14.1. Основные требования к технологичности (контролепригодности) изделий машиностроения на этапах их разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта.

14.2. Пути повышения производительности и надежности методов и средств контроля качества продукции и их технико-экономической эффективности.

**1.4 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Литература.

1. Боровиков А.С., Прохоренко П.П., Дежкунов Н.В. Физические основы и средства капиллярной дефектоскопии /Под ред. акад. АН БССР И.И.Лиштвана и докт. хим. наук А.В. Карякина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 295 с.

2. Дорофеев А.Л., Казамаков Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. – 2 изд. Перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 232 с.

3. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. М.: Машиностроение, 1982. – 240 с.

4. Методы акустического контроля металлов. Под ред. Н.П.Алешина. – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с. пл.

5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомеп А.С. Теплопередача. – 4 изд. Перераб. И доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.

6. Кузьмичев Д.А., Радкевич И.А., Смирнов А.Д. Автоматизация экспериментальных исследований. – М.: Наука. Главная редакция физикоматематической литературы, 1983. – 392 с.

7. Ланис В.А., Левина Л.Е. Техника вакуумных испытаний. Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 218 с.

8. Матис И.Г. Емкостные преобразователи для неразрушающего контроля. Рига: Зинатне, 1982. – 380 с.

9. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. / Под ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1995. – 488 с. пл.

**1.5 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса «Современные методы контроля и диагностики», литература и методические указания; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов и материалов тестов, мультимедийный класс. Институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

Есть аудитории с доступом к глобальной сети Интернет, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, каждый аспирант может быть обеспечен рабочим местом. Данные аудитории обеспечивают доступ в электронно-библиотечную систему (электронную библиотеку) института.

Приложение № 1

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Современные методы контроля и диагностики» на 4 курсе

(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Объем дисциплины**  |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 7/252 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 120 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) | 132 |
| Итого: | 252 |

 Формы контроля: кандидатский экзамен

1. **Дисциплина «Физические основы разрушения»**
	1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы***(с ориентацией на карты компетенций)*

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Результаты обучения | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
| Знания | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Умения | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |

**2.2 Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физические основы разрушения» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на \_4\_ курсе.

Целью дисциплины является подготовка высококвалифицированного специалиста в области контроля и диагностики.

В результате аспирант приобретает умение ориентироваться в современной науке, приобщается к ее передовому краю, получает возможность соотнести собственные исследовательские интересы с актуальными задачами, стоящими перед современной наукой, сделать их частью научного поля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Современные методы контроля и диагностики, Физические основы разрушения материалов, Вихретоковый контроль, Магнитный контроль, Акустический контроль, Контроль излучениями.

**2.3. Фонд оценочных средств по дисциплине**

**2.3.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.
Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ОПК-2** способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-1** Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-2** Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-3** Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-4** Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**2.3.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
| 1-й этапЗнания | Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Знать физическую природу упругости, пластичности и разрушения материалов, теорию дислокаций и механизмы пластической деформации моно- и поликристаллов | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 2-й этапУмения | Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Уметь применять теоретические результаты физики прочности и механики разрушения для решения конкретных задач, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 3-й этапВладеть навыками | Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Владеть навыками определения стандартных показателей прочности, пластичности материалов и склонности к разрушению, стандартной терминологией и определениями. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются индивидуальная проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссии на лекционном и практических занятиях по прочитанной литературе. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – письменная работа. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен.

**Примерные критерии оценивания**

**Собеседование** проходит в виде устной беседы для выявления у аспиранта знаний по предметной области

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)**выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Программа кандидатского экзамена для направления – 15.06.01 Машиностроение (Направленность подготовки «Методы контроля и диагностика в**

**машиностроении»)**

**1. Качество продукции и методы контроля.**

1.1. Основные задачи технической диагностики. Качество продукции и надежность изделий. Виды дефектов и причины их образования при основных технологических операциях. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций. Технические требования и ГОСТы на приемку готовых изделий.

1.2. Виды контроля. Разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля. Комплексный контроль. Прогнозирование работоспособности изделий.

1.3. Классификация физических методов неразрушающего контроля материалов, деталей, узлов изделий, сварных и др. неразъемных соединений и области их применения. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля.

1.4. Элементы прикладной математической статистики. Понятие о корреляционном и регрессионном анализе. Статистические методы обработки результатов контроля. Оценка достоверности методов контроля.

1.5. Прямые и обратные задачи с целью создания оптимальных технологий и средств контроля.

1.6. Общее представление о базовых элементах автоматизации контроля качества продукции: манипуляторы, сканирующие устройства, транспортные системы, роботы, системы программного управления, микропроцессоры и ЭВМ. Применение микропроцессоров и ЭВМ для обработки результатов контроля. Основы построения гибких автоматизированных модулей и систем контроля.

**2. Акустические методы контроля.**

2.1. Типы акустических волн и особенности их распространения. Способы получения и приема ультразвуковых колебаний. Свойства ультразвуковых колебаний. Классификация методов акустического контроля.

2.2. Пьезоэлектрические преобразователи. Их основные конструкции и требования к ним. Чувствительность, широкополосность, стабильность акустического контакта, реверберационно шумовая характеристика. Типы пьезоматериалов и основные технические характеристики. Характеристика акустического поля излучения-приема. Способы формирования акустических полей. Фазоуправление литейные решетки. Фазоманипулированные и другие сложные системы для управления полевыми характеристиками.

2.3. Методы отражения, прохождения, резонансных, свободных колебаний, импедансный и др. Основные характеристики методов и области их применения. Способы визуализации звуковых полей. Акустическая голография и томография.

2.4. Электромагнитоакустические (ЭМА) и лазерные излучатели ультразвука. Основы физики их применения, полные характеристики и конструкции.

2.5. Акустическая эмиссия, ее природа и регистрируемые параметры. Локация источника акустической эмиссии и оценка погрешностей измерения. Связь параметров сигналов акустической эмиссии с характеристиками их источников. Аппаратура для акустической эмиссии. Особенности конструкций преобразователей. Область применения.

2.6. Методика дефектоскопии и дефектометрии поковок, проката, сварных швов и неметаллических материалов. Основные положения технологии контроля. Измеряемые характеристики дефектов и критерии оценки качества при акустическом контроле. Оценка контролепригодности изделий.

 2.7. Функциональная схема эхо-импульсного дефектоскопа. Параметры контроля и аппаратуры и способы их стандартизации. Дефектоскопы, преобразователи и вспомогательные средства при ультразвуковом контроле.

2.8. Автоматические системы акустического контроля. Принципы получения, обработки и архивирования информации.

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

2.10. Применение ЭВМ для обработки результатов ультразвукового контроля и решения прямых и обратных задач с целью пролонгирования работоспособности изделий и конструкций машиностроения.

**3. Вихретоковые методы контроля.**

3.1. Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей (накладные, проходные, комбинированные), их конструкции, характеристики, область применения. Уравнения Максвелла и расчет преобразователей.

3.2. Методы отстройки от влияния факторов, мешающих контролю (амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, многочастотный).

3.3. Импульсный способ возбуждения преобразователей. Метод высших гармоник. Методы модуляционного анализа. Влияние движения изделия на результаты контроля.

3.4. Вихретоковые дефектоскопы статические и динамические, толщиномеры, структуроскопы. Функциональные схемы, характеристики и область применения различных средств вихретоковой дефектоскопии.

**4. Капиллярные методы контроля.**

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

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

**5. Магнитные методы контроля.**

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

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

5.3. Методы контроля физико-химических и механических свойств материалов. Метод магнитного фазового анализа, метод с использованием эффекта Баркгаузена, метод измерения напряженного состояния.

5.4. Виды намагничивания: продольное, циркулярное и комбинированное. Расчет величины тока намагничивания. Способы контроля: в приложенном поле и на остаточной намагниченности.

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

**6. Оптические методы контроля.**

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

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

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

**7. Радиационные методы контроля.**

7.1. Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Прохождение через материалы рентгеновского, тормозного и гамма-излучения, заряженных частиц, нейтронов. Классификация радиационных методов контроля: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы. Методы компьютерной радиографии и радиометрии.

7.2. Радиационно-физические и технические характеристики источников ионизирующего излучения: рентгеновских аппаратов, в том числе импульсных аппаратов и с постоянным анодным напряжением, радионуклидных источников излучения и гамма-дефектоскопов, бетатронов, микротронов и линейных ускорителей заряженных частиц, источников нейтронов.

7.3. Преобразователи ионизирующих излучений, применяемые в радиографии: радиографические пленки и фотобумаги, усиливающие металлические, флуоресцирующие и флюрометаллические экраны, экраны-преобразователи в нейтронной радиографии, электрорадиографические пластины и аппараты.

7.4. Преобразователи изображений, применяемые в радиоскопии: флуороскопические экраны, сцинтилляционные монокристаллы, рентгеновские электронно-оптические преобразователи, рентгеновидиконы. Телевизионные устройства. Основные типы радиоскопических систем.

7.5. Детекторы излучения, применяемые в радиометрии: ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, полупроводниковые детекторы. Счетные и анализирующие устройства. Основные типы радиометрических систем.

7.6. Основные технические характеристики установок и приборов для радиационно-дефектоскопического контроля, контроля толщины, плотности и других физических параметров материалов и изделий. Чувствительность и производительность контроля. Область применения.

7.7. Физические основы и область применения радиационной компьютерной томографии, газосорбционной дефектоскопии, диффузионной радиографии.

7.8. Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Единицы изменения ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности.

**8. Радиоволновые методы контроля.**

8.1. Распространение радиоволн, взаимодействие их с веществом. Диэлектрические характеристики материалов, деталей и соединений. Источники и приемники СВЧизлучения. 8.2. Физические основы радиоволновых методов контроля. Прохождение, отражение и поляризации СВЧ-излучения. Классификация методов радиодефектоскопии. 8.3. Устройства и технические характеристики радиоволновых контрольных установок и приборов для дефектоскопии и толщинометрии радиопрозрачных материалов и деталей. Чувствительность, производительность и область применения радиоволновых методов контроля.

**9. Тепловые методы контроля.**

9.1. Природа теплового излучения. Теплофизические характеристики вещества. Уравнение теплопроводности.

9.2. Физические основы пассивных тепловых методов контроля (контактных и собственного излучения). Физические основы активных тепловых методов (стационарного и нестационарного). Способы и устройства теплового нагружения. Способы регистрации тепловых полей. Характеристики преобразователей теплового излучения.

9.3. Чувствительность и производительность тепловых методов контроля. Область применения.

**10. Методы течеискания.**

10.1. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы течеискания. Регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Определение суммарной герметичности и локализация течей.

10.2. Основные методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, пузырьковый, химический, гидростатический, люминесцентный. Чувствительность методов и область применения. Производительность контроля.

10.3. Средства контроля герметичности. Технические характеристики массспектрометрических, галогенных и других течеискателей.

**11. Электрические методы контроля.**

11.1. Взаимодействие электрического поля с веществом и возникновение электрического поля под влиянием внешних взаимодействий.

11.2. Физико-технические основы применения электрических методов контроля: электропотенциального, электроемкостного, трибоэлектрического, термоэлектрического, экзоэлектронной эмиссии. Чувствительность методов, производительность контроля, область применения.

11.3. Резисторные, емкостные, пьезоэлектрические преобразователи.

**12. Вибрационные методы контроля.**

12.1. Физические основы вибрационного метода контроля. Типы колебаний. Понятие об абсолютной и относительной вибрации. Основные параметры вибрации, измеряемые в процессе вибрационного контроля.

 12.2. Классификация методов вибрационного контроля. Перечень основных дефектов, выявляемых методами вибрационного контроля. Основные математические зависимости, используемые в вибрационном контроле.

12.3. Средства вибрационного контроля. Типы датчиков, используемых для вибрационного контроля. Метрологическое обеспечение вибрационного контроля.

**13. Диагностика объектов машиностроения.**

13.1. Общие характеристики и эффективность систем технической диагностики машин (СТДМ) и ее информационно-статистические показатели.

13.2. Классификация методов и параметров диагностирования. Прямые и обратные задачи диагноза. 13.3. Первичные измерительные преобразователи СТДМ и их конструкции, преобразователи сопротивления, емкостные, электромагнитные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические, преобразователи температуры. Промежуточные преобразователи и приборы СТДМ.

 13.4. Метрологическое обеспечение диагностирования.

13.5. Системы диагноза технического состояния, объемы диагноза, математические модели объектов диагноза (аналитические, графо-аналитические, функциональные). Способы диагностики (вибрационный, шумовой, химический).

13.6. Принципы организации систем функционального диагностирования технического состояния сложных объектов.

13.7. Методы оптимизации безусловных и условных алгоритмов диагностирования. Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей.

13.8. Анализ работоспособности объекта. Показатели оценки работоспособности. Методы определения работоспособности. Вопросы прогнозирования остаточного ресурса. Модели изменения диагностического параметра. Определение предельных значений диагностических параметров. Периодичность диагностирования.

13.9. Обнаружение возникшей неисправности. Признаки наличия и методы обнаружения неисправности.

13.10. Автоматизированные методы диагностирования.

**14. Повышение научно-технического уровня методов контроля и диагностики в машиностроении.**

14.1. Основные требования к технологичности (контролепригодности) изделий машиностроения на этапах их разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта.

14.2. Пути повышения производительности и надежности методов и средств контроля качества продукции и их технико-экономической эффективности.

**2.4 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Литература.

1. Боровиков А.С., Прохоренко П.П., Дежкунов Н.В. Физические основы и средства капиллярной дефектоскопии /Под ред. акад. АН БССР И.И.Лиштвана и докт. хим. наук А.В. Карякина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 295 с.

2. Дорофеев А.Л., Казамаков Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. – 2 изд. Перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 232 с.

3. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. М.: Машиностроение, 1982. – 240 с.

4. Методы акустического контроля металлов. Под ред. Н.П.Алешина. – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с. пл.

5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомеп А.С. Теплопередача. – 4 изд. Перераб. И доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.

6. Кузьмичев Д.А., Радкевич И.А., Смирнов А.Д. Автоматизация экспериментальных исследований. – М.: Наука. Главная редакция физикоматематической литературы, 1983. – 392 с.

7. Ланис В.А., Левина Л.Е. Техника вакуумных испытаний. Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 218 с.

8. Матис И.Г. Емкостные преобразователи для неразрушающего контроля. Рига: Зинатне, 1982. – 380 с.

9. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. / Под ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1995. – 488 с. пл.

**2.5 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса «Современные методы контроля и диагностики», литература и методические указания; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов и материалов тестов, мультимедийный класс. Институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

Есть аудитории с доступом к глобальной сети Интернет, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, каждый аспирант может быть обеспечен рабочим местом. Данные аудитории обеспечивают доступ в электронно-библиотечную систему (электронную библиотеку) института.

Приложение № 1

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Физические основы разрушения» на 4 курсе

(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Объем дисциплины**  |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 7/252 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 120 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) | 132 |
| Итого: | 252 |

 Формы контроля: кандидатский экзамен

1. **Дисциплина «Вихретоковый контроль»**
	1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,**

**соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной**

**профессиональной образовательной программы**

*(с ориентацией на карты компетенций)*

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Результаты обучения | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
| Знания | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Умения | Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |

**2.2 Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Вихретоковый контроль» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на \_4\_ курсе.

Целью дисциплины является подготовка высококвалифицированного специалиста в области контроля и диагностики.

В результате аспирант приобретает умение ориентироваться в современной науке, приобщается к ее передовому краю, получает возможность соотнести собственные исследовательские интересы с актуальными задачами, стоящими перед современной наукой, сделать их частью научного поля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Современные методы контроля и диагностики, Физические основы разрушения материалов, Вихретоковый контроль, Магнитный контроль, Акустический контроль, Контроль излучениями.

**2.3. Фонд оценочных средств по дисциплине**

**2.3.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.
Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ОПК-2** способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-1** Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-2** Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-3** Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-4** Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**2.3.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
| 1-й этапЗнания | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы вихретокового диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 2-й этапУмения | Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Применять методики и оборудование для вихретоковой дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 3-й этапВладеть навыками | Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Владеть навыками по оценке возможностей вихретокового метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию, стандартной терминологией и определениями. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются индивидуальная проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссии на лекционном и практических занятиях по прочитанной литературе. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – письменная работа. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен.

**Примерные критерии оценивания**

**Собеседование** проходит в виде устной беседы для выявления у аспиранта знаний по предметной области

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)**выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Программа кандидатского экзамена для направления – 15.06.01 Машиностроение (Направленность подготовки «Методы контроля и диагностика в**

**машиностроении»)**

**1. Качество продукции и методы контроля.**

1.1. Основные задачи технической диагностики. Качество продукции и надежность изделий. Виды дефектов и причины их образования при основных технологических операциях. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций. Технические требования и ГОСТы на приемку готовых изделий.

1.2. Виды контроля. Разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля. Комплексный контроль. Прогнозирование работоспособности изделий.

1.3. Классификация физических методов неразрушающего контроля материалов, деталей, узлов изделий, сварных и др. неразъемных соединений и области их применения. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля.

1.4. Элементы прикладной математической статистики. Понятие о корреляционном и регрессионном анализе. Статистические методы обработки результатов контроля. Оценка достоверности методов контроля.

1.5. Прямые и обратные задачи с целью создания оптимальных технологий и средств контроля.

1.6. Общее представление о базовых элементах автоматизации контроля качества продукции: манипуляторы, сканирующие устройства, транспортные системы, роботы, системы программного управления, микропроцессоры и ЭВМ. Применение микропроцессоров и ЭВМ для обработки результатов контроля. Основы построения гибких автоматизированных модулей и систем контроля.

**2. Акустические методы контроля.**

2.1. Типы акустических волн и особенности их распространения. Способы получения и приема ультразвуковых колебаний. Свойства ультразвуковых колебаний. Классификация методов акустического контроля.

2.2. Пьезоэлектрические преобразователи. Их основные конструкции и требования к ним. Чувствительность, широкополосность, стабильность акустического контакта, реверберационно шумовая характеристика. Типы пьезоматериалов и основные технические характеристики. Характеристика акустического поля излучения-приема. Способы формирования акустических полей. Фазоуправление литейные решетки. Фазоманипулированные и другие сложные системы для управления полевыми характеристиками.

2.3. Методы отражения, прохождения, резонансных, свободных колебаний, импедансный и др. Основные характеристики методов и области их применения. Способы визуализации звуковых полей. Акустическая голография и томография.

2.4. Электромагнитоакустические (ЭМА) и лазерные излучатели ультразвука. Основы физики их применения, полные характеристики и конструкции.

2.5. Акустическая эмиссия, ее природа и регистрируемые параметры. Локация источника акустической эмиссии и оценка погрешностей измерения. Связь параметров сигналов акустической эмиссии с характеристиками их источников. Аппаратура для акустической эмиссии. Особенности конструкций преобразователей. Область применения.

2.6. Методика дефектоскопии и дефектометрии поковок, проката, сварных швов и неметаллических материалов. Основные положения технологии контроля. Измеряемые характеристики дефектов и критерии оценки качества при акустическом контроле. Оценка контролепригодности изделий.

 2.7. Функциональная схема эхо-импульсного дефектоскопа. Параметры контроля и аппаратуры и способы их стандартизации. Дефектоскопы, преобразователи и вспомогательные средства при ультразвуковом контроле.

2.8. Автоматические системы акустического контроля. Принципы получения, обработки и архивирования информации.

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

2.10. Применение ЭВМ для обработки результатов ультразвукового контроля и решения прямых и обратных задач с целью пролонгирования работоспособности изделий и конструкций машиностроения.

**3. Вихретоковые методы контроля.**

3.1. Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей (накладные, проходные, комбинированные), их конструкции, характеристики, область применения. Уравнения Максвелла и расчет преобразователей.

3.2. Методы отстройки от влияния факторов, мешающих контролю (амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, многочастотный).

3.3. Импульсный способ возбуждения преобразователей. Метод высших гармоник. Методы модуляционного анализа. Влияние движения изделия на результаты контроля.

3.4. Вихретоковые дефектоскопы статические и динамические, толщиномеры, структуроскопы. Функциональные схемы, характеристики и область применения различных средств вихретоковой дефектоскопии.

**4. Капиллярные методы контроля.**

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

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

**5. Магнитные методы контроля.**

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

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

5.3. Методы контроля физико-химических и механических свойств материалов. Метод магнитного фазового анализа, метод с использованием эффекта Баркгаузена, метод измерения напряженного состояния.

5.4. Виды намагничивания: продольное, циркулярное и комбинированное. Расчет величины тока намагничивания. Способы контроля: в приложенном поле и на остаточной намагниченности.

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

**6. Оптические методы контроля.**

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

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

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

**7. Радиационные методы контроля.**

7.1. Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Прохождение через материалы рентгеновского, тормозного и гамма-излучения, заряженных частиц, нейтронов. Классификация радиационных методов контроля: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы. Методы компьютерной радиографии и радиометрии.

7.2. Радиационно-физические и технические характеристики источников ионизирующего излучения: рентгеновских аппаратов, в том числе импульсных аппаратов и с постоянным анодным напряжением, радионуклидных источников излучения и гамма-дефектоскопов, бетатронов, микротронов и линейных ускорителей заряженных частиц, источников нейтронов.

7.3. Преобразователи ионизирующих излучений, применяемые в радиографии: радиографические пленки и фотобумаги, усиливающие металлические, флуоресцирующие и флюрометаллические экраны, экраны-преобразователи в нейтронной радиографии, электрорадиографические пластины и аппараты.

7.4. Преобразователи изображений, применяемые в радиоскопии: флуороскопические экраны, сцинтилляционные монокристаллы, рентгеновские электронно-оптические преобразователи, рентгеновидиконы. Телевизионные устройства. Основные типы радиоскопических систем.

7.5. Детекторы излучения, применяемые в радиометрии: ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, полупроводниковые детекторы. Счетные и анализирующие устройства. Основные типы радиометрических систем.

7.6. Основные технические характеристики установок и приборов для радиационно-дефектоскопического контроля, контроля толщины, плотности и других физических параметров материалов и изделий. Чувствительность и производительность контроля. Область применения.

7.7. Физические основы и область применения радиационной компьютерной томографии, газосорбционной дефектоскопии, диффузионной радиографии.

7.8. Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Единицы изменения ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности.

**8. Радиоволновые методы контроля.**

8.1. Распространение радиоволн, взаимодействие их с веществом. Диэлектрические характеристики материалов, деталей и соединений. Источники и приемники СВЧизлучения. 8.2. Физические основы радиоволновых методов контроля. Прохождение, отражение и поляризации СВЧ-излучения. Классификация методов радиодефектоскопии. 8.3. Устройства и технические характеристики радиоволновых контрольных установок и приборов для дефектоскопии и толщинометрии радиопрозрачных материалов и деталей. Чувствительность, производительность и область применения радиоволновых методов контроля.

**9. Тепловые методы контроля.**

9.1. Природа теплового излучения. Теплофизические характеристики вещества. Уравнение теплопроводности.

9.2. Физические основы пассивных тепловых методов контроля (контактных и собственного излучения). Физические основы активных тепловых методов (стационарного и нестационарного). Способы и устройства теплового нагружения. Способы регистрации тепловых полей. Характеристики преобразователей теплового излучения.

9.3. Чувствительность и производительность тепловых методов контроля. Область применения.

**10. Методы течеискания.**

10.1. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы течеискания. Регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Определение суммарной герметичности и локализация течей.

10.2. Основные методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, пузырьковый, химический, гидростатический, люминесцентный. Чувствительность методов и область применения. Производительность контроля.

10.3. Средства контроля герметичности. Технические характеристики массспектрометрических, галогенных и других течеискателей.

**11. Электрические методы контроля.**

11.1. Взаимодействие электрического поля с веществом и возникновение электрического поля под влиянием внешних взаимодействий.

11.2. Физико-технические основы применения электрических методов контроля: электропотенциального, электроемкостного, трибоэлектрического, термоэлектрического, экзоэлектронной эмиссии. Чувствительность методов, производительность контроля, область применения.

11.3. Резисторные, емкостные, пьезоэлектрические преобразователи.

**12. Вибрационные методы контроля.**

12.1. Физические основы вибрационного метода контроля. Типы колебаний. Понятие об абсолютной и относительной вибрации. Основные параметры вибрации, измеряемые в процессе вибрационного контроля.

 12.2. Классификация методов вибрационного контроля. Перечень основных дефектов, выявляемых методами вибрационного контроля. Основные математические зависимости, используемые в вибрационном контроле.

12.3. Средства вибрационного контроля. Типы датчиков, используемых для вибрационного контроля. Метрологическое обеспечение вибрационного контроля.

**13. Диагностика объектов машиностроения.**

13.1. Общие характеристики и эффективность систем технической диагностики машин (СТДМ) и ее информационно-статистические показатели.

13.2. Классификация методов и параметров диагностирования. Прямые и обратные задачи диагноза. 13.3. Первичные измерительные преобразователи СТДМ и их конструкции, преобразователи сопротивления, емкостные, электромагнитные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические, преобразователи температуры. Промежуточные преобразователи и приборы СТДМ.

 13.4. Метрологическое обеспечение диагностирования.

13.5. Системы диагноза технического состояния, объемы диагноза, математические модели объектов диагноза (аналитические, графо-аналитические, функциональные). Способы диагностики (вибрационный, шумовой, химический).

13.6. Принципы организации систем функционального диагностирования технического состояния сложных объектов.

13.7. Методы оптимизации безусловных и условных алгоритмов диагностирования. Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей.

13.8. Анализ работоспособности объекта. Показатели оценки работоспособности. Методы определения работоспособности. Вопросы прогнозирования остаточного ресурса. Модели изменения диагностического параметра. Определение предельных значений диагностических параметров. Периодичность диагностирования.

13.9. Обнаружение возникшей неисправности. Признаки наличия и методы обнаружения неисправности.

13.10. Автоматизированные методы диагностирования.

**14. Повышение научно-технического уровня методов контроля и диагностики в машиностроении.**

14.1. Основные требования к технологичности (контролепригодности) изделий машиностроения на этапах их разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта.

14.2. Пути повышения производительности и надежности методов и средств контроля качества продукции и их технико-экономической эффективности.

**3.4 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Литература.

1. Боровиков А.С., Прохоренко П.П., Дежкунов Н.В. Физические основы и средства капиллярной дефектоскопии /Под ред. акад. АН БССР И.И.Лиштвана и докт. хим. наук А.В. Карякина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 295 с.

2. Дорофеев А.Л., Казамаков Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. – 2 изд. Перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 232 с.

3. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. М.: Машиностроение, 1982. – 240 с.

4. Методы акустического контроля металлов. Под ред. Н.П.Алешина. – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с. пл.

5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомеп А.С. Теплопередача. – 4 изд. Перераб. И доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.

6. Кузьмичев Д.А., Радкевич И.А., Смирнов А.Д. Автоматизация экспериментальных исследований. – М.: Наука. Главная редакция физикоматематической литературы, 1983. – 392 с.

7. Ланис В.А., Левина Л.Е. Техника вакуумных испытаний. Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 218 с.

8. Матис И.Г. Емкостные преобразователи для неразрушающего контроля. Рига: Зинатне, 1982. – 380 с.

9. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. / Под ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1995. – 488 с. пл.

**3.5 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса «Современные методы контроля и диагностики», литература и методические указания; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов и материалов тестов, мультимедийный класс. Институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

Есть аудитории с доступом к глобальной сети Интернет, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, каждый аспирант может быть обеспечен рабочим местом. Данные аудитории обеспечивают доступ в электронно-библиотечную систему (электронную библиотеку) института.

Приложение № 1

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Вихретоковый контроль» на 4 курсе

(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Объем дисциплины**  |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 2/72 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 36 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) | 36 |
| Итого: | 72 |

Формы контроля: кандидатский экзамен

1. **Дисциплина «Магнитный контроль»**
	1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,**

**соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной**

**профессиональной образовательной программы**

*(с ориентацией на карты компетенций)*

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Результаты обучения | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
| Знания | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Умения | Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |

**4.2 Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Магнитный контроль» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на \_4\_ курсе.

Целью дисциплины является подготовка высококвалифицированного специалиста в области контроля и диагностики.

В результате аспирант приобретает умение ориентироваться в современной науке, приобщается к ее передовому краю, получает возможность соотнести собственные исследовательские интересы с актуальными задачами, стоящими перед современной наукой, сделать их частью научного поля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Современные методы контроля и диагностики, Физические основы разрушения материалов, Вихретоковый контроль, Магнитный контроль, Акустический контроль, Контроль излучениями.

**4.3. Фонд оценочных средств по дисциплине**

**4.3.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.
Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать:- виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ОПК-2** способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать:- виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-1** Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать:- виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-2** Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать:- виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-3** Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать:- виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-4** Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать:- виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**4.3.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
| 1-й этапЗнания | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 2-й этапУмения | Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 3-й этапВладеть навыками | Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются индивидуальная проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссии на лекционном и практических занятиях по прочитанной литературе. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – письменная работа. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен.

**Примерные критерии оценивания**

**Собеседование** проходит в виде устной беседы для выявления у аспиранта знаний по предметной области

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)**выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Программа кандидатского экзамена для направления – 15.06.01 Машиностроение (Направленность подготовки «Методы контроля и диагностика в**

**машиностроении»)**

**1. Качество продукции и методы контроля.**

1.1. Основные задачи технической диагностики. Качество продукции и надежность изделий. Виды дефектов и причины их образования при основных технологических операциях. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций. Технические требования и ГОСТы на приемку готовых изделий.

1.2. Виды контроля. Разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля. Комплексный контроль. Прогнозирование работоспособности изделий.

1.3. Классификация физических методов неразрушающего контроля материалов, деталей, узлов изделий, сварных и др. неразъемных соединений и области их применения. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля.

1.4. Элементы прикладной математической статистики. Понятие о корреляционном и регрессионном анализе. Статистические методы обработки результатов контроля. Оценка достоверности методов контроля.

1.5. Прямые и обратные задачи с целью создания оптимальных технологий и средств контроля.

1.6. Общее представление о базовых элементах автоматизации контроля качества продукции: манипуляторы, сканирующие устройства, транспортные системы, роботы, системы программного управления, микропроцессоры и ЭВМ. Применение микропроцессоров и ЭВМ для обработки результатов контроля. Основы построения гибких автоматизированных модулей и систем контроля.

**2. Акустические методы контроля.**

2.1. Типы акустических волн и особенности их распространения. Способы получения и приема ультразвуковых колебаний. Свойства ультразвуковых колебаний. Классификация методов акустического контроля.

2.2. Пьезоэлектрические преобразователи. Их основные конструкции и требования к ним. Чувствительность, широкополосность, стабильность акустического контакта, реверберационно шумовая характеристика. Типы пьезоматериалов и основные технические характеристики. Характеристика акустического поля излучения-приема. Способы формирования акустических полей. Фазоуправление литейные решетки. Фазоманипулированные и другие сложные системы для управления полевыми характеристиками.

2.3. Методы отражения, прохождения, резонансных, свободных колебаний, импедансный и др. Основные характеристики методов и области их применения. Способы визуализации звуковых полей. Акустическая голография и томография.

2.4. Электромагнитоакустические (ЭМА) и лазерные излучатели ультразвука. Основы физики их применения, полные характеристики и конструкции.

2.5. Акустическая эмиссия, ее природа и регистрируемые параметры. Локация источника акустической эмиссии и оценка погрешностей измерения. Связь параметров сигналов акустической эмиссии с характеристиками их источников. Аппаратура для акустической эмиссии. Особенности конструкций преобразователей. Область применения.

2.6. Методика дефектоскопии и дефектометрии поковок, проката, сварных швов и неметаллических материалов. Основные положения технологии контроля. Измеряемые характеристики дефектов и критерии оценки качества при акустическом контроле. Оценка контролепригодности изделий.

 2.7. Функциональная схема эхо-импульсного дефектоскопа. Параметры контроля и аппаратуры и способы их стандартизации. Дефектоскопы, преобразователи и вспомогательные средства при ультразвуковом контроле.

2.8. Автоматические системы акустического контроля. Принципы получения, обработки и архивирования информации.

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

2.10. Применение ЭВМ для обработки результатов ультразвукового контроля и решения прямых и обратных задач с целью пролонгирования работоспособности изделий и конструкций машиностроения.

**3. Вихретоковые методы контроля.**

3.1. Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей (накладные, проходные, комбинированные), их конструкции, характеристики, область применения. Уравнения Максвелла и расчет преобразователей.

3.2. Методы отстройки от влияния факторов, мешающих контролю (амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, многочастотный).

3.3. Импульсный способ возбуждения преобразователей. Метод высших гармоник. Методы модуляционного анализа. Влияние движения изделия на результаты контроля.

3.4. Вихретоковые дефектоскопы статические и динамические, толщиномеры, структуроскопы. Функциональные схемы, характеристики и область применения различных средств вихретоковой дефектоскопии.

**4. Капиллярные методы контроля.**

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

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

**5. Магнитные методы контроля.**

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

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

5.3. Методы контроля физико-химических и механических свойств материалов. Метод магнитного фазового анализа, метод с использованием эффекта Баркгаузена, метод измерения напряженного состояния.

5.4. Виды намагничивания: продольное, циркулярное и комбинированное. Расчет величины тока намагничивания. Способы контроля: в приложенном поле и на остаточной намагниченности.

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

**6. Оптические методы контроля.**

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

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

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

**7. Радиационные методы контроля.**

7.1. Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Прохождение через материалы рентгеновского, тормозного и гамма-излучения, заряженных частиц, нейтронов. Классификация радиационных методов контроля: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы. Методы компьютерной радиографии и радиометрии.

7.2. Радиационно-физические и технические характеристики источников ионизирующего излучения: рентгеновских аппаратов, в том числе импульсных аппаратов и с постоянным анодным напряжением, радионуклидных источников излучения и гамма-дефектоскопов, бетатронов, микротронов и линейных ускорителей заряженных частиц, источников нейтронов.

7.3. Преобразователи ионизирующих излучений, применяемые в радиографии: радиографические пленки и фотобумаги, усиливающие металлические, флуоресцирующие и флюрометаллические экраны, экраны-преобразователи в нейтронной радиографии, электрорадиографические пластины и аппараты.

7.4. Преобразователи изображений, применяемые в радиоскопии: флуороскопические экраны, сцинтилляционные монокристаллы, рентгеновские электронно-оптические преобразователи, рентгеновидиконы. Телевизионные устройства. Основные типы радиоскопических систем.

7.5. Детекторы излучения, применяемые в радиометрии: ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, полупроводниковые детекторы. Счетные и анализирующие устройства. Основные типы радиометрических систем.

7.6. Основные технические характеристики установок и приборов для радиационно-дефектоскопического контроля, контроля толщины, плотности и других физических параметров материалов и изделий. Чувствительность и производительность контроля. Область применения.

7.7. Физические основы и область применения радиационной компьютерной томографии, газосорбционной дефектоскопии, диффузионной радиографии.

7.8. Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Единицы изменения ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности.

**8. Радиоволновые методы контроля.**

8.1. Распространение радиоволн, взаимодействие их с веществом. Диэлектрические характеристики материалов, деталей и соединений. Источники и приемники СВЧизлучения. 8.2. Физические основы радиоволновых методов контроля. Прохождение, отражение и поляризации СВЧ-излучения. Классификация методов радиодефектоскопии. 8.3. Устройства и технические характеристики радиоволновых контрольных установок и приборов для дефектоскопии и толщинометрии радиопрозрачных материалов и деталей. Чувствительность, производительность и область применения радиоволновых методов контроля.

**9. Тепловые методы контроля.**

9.1. Природа теплового излучения. Теплофизические характеристики вещества. Уравнение теплопроводности.

9.2. Физические основы пассивных тепловых методов контроля (контактных и собственного излучения). Физические основы активных тепловых методов (стационарного и нестационарного). Способы и устройства теплового нагружения. Способы регистрации тепловых полей. Характеристики преобразователей теплового излучения.

9.3. Чувствительность и производительность тепловых методов контроля. Область применения.

**10. Методы течеискания.**

10.1. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы течеискания. Регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Определение суммарной герметичности и локализация течей.

10.2. Основные методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, пузырьковый, химический, гидростатический, люминесцентный. Чувствительность методов и область применения. Производительность контроля.

10.3. Средства контроля герметичности. Технические характеристики массспектрометрических, галогенных и других течеискателей.

**11. Электрические методы контроля.**

11.1. Взаимодействие электрического поля с веществом и возникновение электрического поля под влиянием внешних взаимодействий.

11.2. Физико-технические основы применения электрических методов контроля: электропотенциального, электроемкостного, трибоэлектрического, термоэлектрического, экзоэлектронной эмиссии. Чувствительность методов, производительность контроля, область применения.

11.3. Резисторные, емкостные, пьезоэлектрические преобразователи.

**12. Вибрационные методы контроля.**

12.1. Физические основы вибрационного метода контроля. Типы колебаний. Понятие об абсолютной и относительной вибрации. Основные параметры вибрации, измеряемые в процессе вибрационного контроля.

 12.2. Классификация методов вибрационного контроля. Перечень основных дефектов, выявляемых методами вибрационного контроля. Основные математические зависимости, используемые в вибрационном контроле.

12.3. Средства вибрационного контроля. Типы датчиков, используемых для вибрационного контроля. Метрологическое обеспечение вибрационного контроля.

**13. Диагностика объектов машиностроения.**

13.1. Общие характеристики и эффективность систем технической диагностики машин (СТДМ) и ее информационно-статистические показатели.

13.2. Классификация методов и параметров диагностирования. Прямые и обратные задачи диагноза. 13.3. Первичные измерительные преобразователи СТДМ и их конструкции, преобразователи сопротивления, емкостные, электромагнитные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические, преобразователи температуры. Промежуточные преобразователи и приборы СТДМ.

 13.4. Метрологическое обеспечение диагностирования.

13.5. Системы диагноза технического состояния, объемы диагноза, математические модели объектов диагноза (аналитические, графо-аналитические, функциональные). Способы диагностики (вибрационный, шумовой, химический).

13.6. Принципы организации систем функционального диагностирования технического состояния сложных объектов.

13.7. Методы оптимизации безусловных и условных алгоритмов диагностирования. Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей.

13.8. Анализ работоспособности объекта. Показатели оценки работоспособности. Методы определения работоспособности. Вопросы прогнозирования остаточного ресурса. Модели изменения диагностического параметра. Определение предельных значений диагностических параметров. Периодичность диагностирования.

13.9. Обнаружение возникшей неисправности. Признаки наличия и методы обнаружения неисправности.

13.10. Автоматизированные методы диагностирования.

**14. Повышение научно-технического уровня методов контроля и диагностики в машиностроении.**

14.1. Основные требования к технологичности (контролепригодности) изделий машиностроения на этапах их разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта.

14.2. Пути повышения производительности и надежности методов и средств контроля качества продукции и их технико-экономической эффективности.

**4.5 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса «Современные методы контроля и диагностики», литература и методические указания; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов и материалов тестов, мультимедийный класс. Институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

Есть аудитории с доступом к глобальной сети Интернет, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, каждый аспирант может быть обеспечен рабочим местом. Данные аудитории обеспечивают доступ в электронно-библиотечную систему (электронную библиотеку) института.

Приложение № 1

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Магнитный контроль» на 4 курсе

(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Объем дисциплины**  |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 2/72 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 36 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) | 36 |
| Итого: | 72 |

Формы контроля: кандидатский экзамен

1. **Дисциплина «Акустический контроль»**
	1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,**

**соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной**

**профессиональной образовательной программы**

*(с ориентацией на карты компетенций)*

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Результаты обучения | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
| Знания | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Умения | Применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Владеть навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |

**5.2 Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Акустический контроль» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на \_4\_ курсе.

Целью дисциплины является подготовка высококвалифицированного специалиста в области контроля и диагностики.

В результате аспирант приобретает умение ориентироваться в современной науке, приобщается к ее передовому краю, получает возможность соотнести собственные исследовательские интересы с актуальными задачами, стоящими перед современной наукой, сделать их частью научного поля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Современные методы контроля и диагностики, Физические основы разрушения материалов, Вихретоковый контроль, Магнитный контроль, Акустический контроль, Контроль излучениями.

**5.3. Фонд оценочных средств по дисциплине**

**5.3.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.
Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ОПК-2** способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-1** Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-2** Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-3** Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-4** Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**5.3.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
| 1-й этапЗнания | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы акустического диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 2-й этапУмения | Применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Применять методики и оборудование для акустической дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 3-й этапВладеть навыками | Владеть навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Владеть навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Владеть навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Владеть навыками по оценке возможностей акустического метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются индивидуальная проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссии на лекционном и практических занятиях по прочитанной литературе. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – письменная работа. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен.

**Примерные критерии оценивания**

**Собеседование** проходит в виде устной беседы для выявления у аспиранта знаний по предметной области

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)**выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Программа кандидатского экзамена для направления – 15.06.01 Машиностроение (Направленность подготовки «Методы контроля и диагностика в**

**машиностроении»)**

**1. Качество продукции и методы контроля.**

1.1. Основные задачи технической диагностики. Качество продукции и надежность изделий. Виды дефектов и причины их образования при основных технологических операциях. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций. Технические требования и ГОСТы на приемку готовых изделий.

1.2. Виды контроля. Разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля. Комплексный контроль. Прогнозирование работоспособности изделий.

1.3. Классификация физических методов неразрушающего контроля материалов, деталей, узлов изделий, сварных и др. неразъемных соединений и области их применения. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля.

1.4. Элементы прикладной математической статистики. Понятие о корреляционном и регрессионном анализе. Статистические методы обработки результатов контроля. Оценка достоверности методов контроля.

1.5. Прямые и обратные задачи с целью создания оптимальных технологий и средств контроля.

1.6. Общее представление о базовых элементах автоматизации контроля качества продукции: манипуляторы, сканирующие устройства, транспортные системы, роботы, системы программного управления, микропроцессоры и ЭВМ. Применение микропроцессоров и ЭВМ для обработки результатов контроля. Основы построения гибких автоматизированных модулей и систем контроля.

**2. Акустические методы контроля.**

2.1. Типы акустических волн и особенности их распространения. Способы получения и приема ультразвуковых колебаний. Свойства ультразвуковых колебаний. Классификация методов акустического контроля.

2.2. Пьезоэлектрические преобразователи. Их основные конструкции и требования к ним. Чувствительность, широкополосность, стабильность акустического контакта, реверберационно шумовая характеристика. Типы пьезоматериалов и основные технические характеристики. Характеристика акустического поля излучения-приема. Способы формирования акустических полей. Фазоуправление литейные решетки. Фазоманипулированные и другие сложные системы для управления полевыми характеристиками.

2.3. Методы отражения, прохождения, резонансных, свободных колебаний, импедансный и др. Основные характеристики методов и области их применения. Способы визуализации звуковых полей. Акустическая голография и томография.

2.4. Электромагнитоакустические (ЭМА) и лазерные излучатели ультразвука. Основы физики их применения, полные характеристики и конструкции.

2.5. Акустическая эмиссия, ее природа и регистрируемые параметры. Локация источника акустической эмиссии и оценка погрешностей измерения. Связь параметров сигналов акустической эмиссии с характеристиками их источников. Аппаратура для акустической эмиссии. Особенности конструкций преобразователей. Область применения.

2.6. Методика дефектоскопии и дефектометрии поковок, проката, сварных швов и неметаллических материалов. Основные положения технологии контроля. Измеряемые характеристики дефектов и критерии оценки качества при акустическом контроле. Оценка контролепригодности изделий.

 2.7. Функциональная схема эхо-импульсного дефектоскопа. Параметры контроля и аппаратуры и способы их стандартизации. Дефектоскопы, преобразователи и вспомогательные средства при ультразвуковом контроле.

2.8. Автоматические системы акустического контроля. Принципы получения, обработки и архивирования информации.

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

2.10. Применение ЭВМ для обработки результатов ультразвукового контроля и решения прямых и обратных задач с целью пролонгирования работоспособности изделий и конструкций машиностроения.

**3. Вихретоковые методы контроля.**

3.1. Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей (накладные, проходные, комбинированные), их конструкции, характеристики, область применения. Уравнения Максвелла и расчет преобразователей.

3.2. Методы отстройки от влияния факторов, мешающих контролю (амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, многочастотный).

3.3. Импульсный способ возбуждения преобразователей. Метод высших гармоник. Методы модуляционного анализа. Влияние движения изделия на результаты контроля.

3.4. Вихретоковые дефектоскопы статические и динамические, толщиномеры, структуроскопы. Функциональные схемы, характеристики и область применения различных средств вихретоковой дефектоскопии.

**4. Капиллярные методы контроля.**

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

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

**5. Магнитные методы контроля.**

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

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

5.3. Методы контроля физико-химических и механических свойств материалов. Метод магнитного фазового анализа, метод с использованием эффекта Баркгаузена, метод измерения напряженного состояния.

5.4. Виды намагничивания: продольное, циркулярное и комбинированное. Расчет величины тока намагничивания. Способы контроля: в приложенном поле и на остаточной намагниченности.

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

**6. Оптические методы контроля.**

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

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

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

**7. Радиационные методы контроля.**

7.1. Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Прохождение через материалы рентгеновского, тормозного и гамма-излучения, заряженных частиц, нейтронов. Классификация радиационных методов контроля: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы. Методы компьютерной радиографии и радиометрии.

7.2. Радиационно-физические и технические характеристики источников ионизирующего излучения: рентгеновских аппаратов, в том числе импульсных аппаратов и с постоянным анодным напряжением, радионуклидных источников излучения и гамма-дефектоскопов, бетатронов, микротронов и линейных ускорителей заряженных частиц, источников нейтронов.

7.3. Преобразователи ионизирующих излучений, применяемые в радиографии: радиографические пленки и фотобумаги, усиливающие металлические, флуоресцирующие и флюрометаллические экраны, экраны-преобразователи в нейтронной радиографии, электрорадиографические пластины и аппараты.

7.4. Преобразователи изображений, применяемые в радиоскопии: флуороскопические экраны, сцинтилляционные монокристаллы, рентгеновские электронно-оптические преобразователи, рентгеновидиконы. Телевизионные устройства. Основные типы радиоскопических систем.

7.5. Детекторы излучения, применяемые в радиометрии: ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, полупроводниковые детекторы. Счетные и анализирующие устройства. Основные типы радиометрических систем.

7.6. Основные технические характеристики установок и приборов для радиационно-дефектоскопического контроля, контроля толщины, плотности и других физических параметров материалов и изделий. Чувствительность и производительность контроля. Область применения.

7.7. Физические основы и область применения радиационной компьютерной томографии, газосорбционной дефектоскопии, диффузионной радиографии.

7.8. Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Единицы изменения ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности.

**8. Радиоволновые методы контроля.**

8.1. Распространение радиоволн, взаимодействие их с веществом. Диэлектрические характеристики материалов, деталей и соединений. Источники и приемники СВЧизлучения. 8.2. Физические основы радиоволновых методов контроля. Прохождение, отражение и поляризации СВЧ-излучения. Классификация методов радиодефектоскопии. 8.3. Устройства и технические характеристики радиоволновых контрольных установок и приборов для дефектоскопии и толщинометрии радиопрозрачных материалов и деталей. Чувствительность, производительность и область применения радиоволновых методов контроля.

**9. Тепловые методы контроля.**

9.1. Природа теплового излучения. Теплофизические характеристики вещества. Уравнение теплопроводности.

9.2. Физические основы пассивных тепловых методов контроля (контактных и собственного излучения). Физические основы активных тепловых методов (стационарного и нестационарного). Способы и устройства теплового нагружения. Способы регистрации тепловых полей. Характеристики преобразователей теплового излучения.

9.3. Чувствительность и производительность тепловых методов контроля. Область применения.

**10. Методы течеискания.**

10.1. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы течеискания. Регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Определение суммарной герметичности и локализация течей.

10.2. Основные методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, пузырьковый, химический, гидростатический, люминесцентный. Чувствительность методов и область применения. Производительность контроля.

10.3. Средства контроля герметичности. Технические характеристики массспектрометрических, галогенных и других течеискателей.

**11. Электрические методы контроля.**

11.1. Взаимодействие электрического поля с веществом и возникновение электрического поля под влиянием внешних взаимодействий.

11.2. Физико-технические основы применения электрических методов контроля: электропотенциального, электроемкостного, трибоэлектрического, термоэлектрического, экзоэлектронной эмиссии. Чувствительность методов, производительность контроля, область применения.

11.3. Резисторные, емкостные, пьезоэлектрические преобразователи.

**12. Вибрационные методы контроля.**

12.1. Физические основы вибрационного метода контроля. Типы колебаний. Понятие об абсолютной и относительной вибрации. Основные параметры вибрации, измеряемые в процессе вибрационного контроля.

 12.2. Классификация методов вибрационного контроля. Перечень основных дефектов, выявляемых методами вибрационного контроля. Основные математические зависимости, используемые в вибрационном контроле.

12.3. Средства вибрационного контроля. Типы датчиков, используемых для вибрационного контроля. Метрологическое обеспечение вибрационного контроля.

**13. Диагностика объектов машиностроения.**

13.1. Общие характеристики и эффективность систем технической диагностики машин (СТДМ) и ее информационно-статистические показатели.

13.2. Классификация методов и параметров диагностирования. Прямые и обратные задачи диагноза. 13.3. Первичные измерительные преобразователи СТДМ и их конструкции, преобразователи сопротивления, емкостные, электромагнитные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические, преобразователи температуры. Промежуточные преобразователи и приборы СТДМ.

 13.4. Метрологическое обеспечение диагностирования.

13.5. Системы диагноза технического состояния, объемы диагноза, математические модели объектов диагноза (аналитические, графо-аналитические, функциональные). Способы диагностики (вибрационный, шумовой, химический).

13.6. Принципы организации систем функционального диагностирования технического состояния сложных объектов.

13.7. Методы оптимизации безусловных и условных алгоритмов диагностирования. Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей.

13.8. Анализ работоспособности объекта. Показатели оценки работоспособности. Методы определения работоспособности. Вопросы прогнозирования остаточного ресурса. Модели изменения диагностического параметра. Определение предельных значений диагностических параметров. Периодичность диагностирования.

13.9. Обнаружение возникшей неисправности. Признаки наличия и методы обнаружения неисправности.

13.10. Автоматизированные методы диагностирования.

**14. Повышение научно-технического уровня методов контроля и диагностики в машиностроении.**

14.1. Основные требования к технологичности (контролепригодности) изделий машиностроения на этапах их разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта.

14.2. Пути повышения производительности и надежности методов и средств контроля качества продукции и их технико-экономической эффективности.

.

**5.5 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса «Современные методы контроля и диагностики», литература и методические указания; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов и материалов тестов, мультимедийный класс. Институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

Есть аудитории с доступом к глобальной сети Интернет, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, каждый аспирант может быть обеспечен рабочим местом. Данные аудитории обеспечивают доступ в электронно-библиотечную систему (электронную библиотеку) института.

Приложение № 1

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Акустический контроль» на 4 курсе

(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Объем дисциплины**  |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 2/72 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 36 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) | 36 |
| Итого: | 72 |

Формы контроля: кандидатский экзамен

1. **Дисциплина «Контроль излучениями»**
	1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине,**

**соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной**

**профессиональной образовательной программы**

*(с ориентацией на карты компетенций)*

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Результаты обучения | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
| Знания | Знать виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Знать виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Умения | Применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| Применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| Применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |  |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |  |
| Владеть навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |  |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |  |
|  | Владеть навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |  |

**6.2 Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Контроль излучениями» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на \_4\_ курсе.

Целью дисциплины является подготовка высококвалифицированного специалиста в области контроля и диагностики.

В результате аспирант приобретает умение ориентироваться в современной науке, приобщается к ее передовому краю, получает возможность соотнести собственные исследовательские интересы с актуальными задачами, стоящими перед современной наукой, сделать их частью научного поля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Современные методы контроля и диагностики, Физические основы разрушения материалов, Вихретоковый контроль, Магнитный контроль, Акустический контроль, Контроль излучениями.

**6.3. Фонд оценочных средств по дисциплине**

**6.3.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.
Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции

**ОПК-1** Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производств | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ОПК-2** способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производств | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-1** Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производств | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-2** Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производств | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-3** Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производств | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**ПК-4** Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать: - виды технологических дефектов, физические принципы радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производств | Фрагментарное владение основами дисциплины | В целом успешное, но не систематическое владение основами дисциплины | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основами дисциплины | Успешное и систематическое владение основами дисциплины |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: - применять методики и оборудование для радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля для дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий;- правильно интерпретировать экспериментальные результаты | Фрагментарное владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но не систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении способности к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов | Успешное и систематическое владение способностью к выбору области их применения, правильно интерпретированию экспериментальных результатов |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть:- навыками по оценке возможностей радиационного, радиоволнового, теплового и электрического контроля, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | Фрагментарное владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но не систематическое владение стандартной терминологией и определениями. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения стандартной терминологией и определениями. | Успешное и систематическое владение стандартной терминологией и определениями |

**6.3.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
| 1-й этапЗнания | Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Знать виды технологических дефектов, физические принципы работы магнитного диагностического оборудования, основные положения современной теории строения материалов, передовых технологиях их обработки и современные методы испытаний и контроля на всех этапах производства | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 2-й этапУмения | Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий, - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| - правильно интерпретировать экспериментальные результаты. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Применять методики и оборудование для магнитной дефектоскопии машиностроительных материалов и изделий,  | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |
| 3-й этапВладеть навыками | Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию- стандартной терминологией и определениями. | ОПК-1 Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ОПК-2 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-1 Способность самостоятельно ставить сложные научно-исследовательские задачи в своей профессиональной области, самостоятельно проводить поиск и анализ современной научной, технической и патентной литературы по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях как на русском, так и на иностранном языке |
| Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-2 Способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям методов контроля и диагностики в машиностроении, в том числе - в смежных областях, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях. |
| - стандартной терминологией и определениями. | ПК-3 Способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов в соответствующей профессиональной области |
| Владеть навыками по оценке возможностей магнитного метода исследования, его практическому использованию и информативности, навыками корреляционной связи между составом, структурой и свойствами материалов с учетом эксплуатационных требований к изделию | ПК-4 Готовность организовывать и планировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области методов контроля и диагностики в машиностроении и в смежных областях, а также организовывать работу небольших научно-исследовательских групп (научно-исследовательских лабораторий) для решения сложных научных и технологических задач инновационного характера |

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются индивидуальная проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссии на лекционном и практических занятиях по прочитанной литературе. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – письменная работа. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен.

**Примерные критерии оценивания**

**Собеседование** проходит в виде устной беседы для выявления у аспиранта знаний по предметной области

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)**выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Программа кандидатского экзамена для направления – 15.06.01 Машиностроение (Направленность подготовки «Методы контроля и диагностика в**

**машиностроении»)**

**1. Качество продукции и методы контроля.**

1.1. Основные задачи технической диагностики. Качество продукции и надежность изделий. Виды дефектов и причины их образования при основных технологических операциях. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций. Технические требования и ГОСТы на приемку готовых изделий.

1.2. Виды контроля. Разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля. Комплексный контроль. Прогнозирование работоспособности изделий.

1.3. Классификация физических методов неразрушающего контроля материалов, деталей, узлов изделий, сварных и др. неразъемных соединений и области их применения. Метрологическое обеспечение средств контроля. Стандартизация методов контроля.

1.4. Элементы прикладной математической статистики. Понятие о корреляционном и регрессионном анализе. Статистические методы обработки результатов контроля. Оценка достоверности методов контроля.

1.5. Прямые и обратные задачи с целью создания оптимальных технологий и средств контроля.

1.6. Общее представление о базовых элементах автоматизации контроля качества продукции: манипуляторы, сканирующие устройства, транспортные системы, роботы, системы программного управления, микропроцессоры и ЭВМ. Применение микропроцессоров и ЭВМ для обработки результатов контроля. Основы построения гибких автоматизированных модулей и систем контроля.

**2. Акустические методы контроля.**

2.1. Типы акустических волн и особенности их распространения. Способы получения и приема ультразвуковых колебаний. Свойства ультразвуковых колебаний. Классификация методов акустического контроля.

2.2. Пьезоэлектрические преобразователи. Их основные конструкции и требования к ним. Чувствительность, широкополосность, стабильность акустического контакта, реверберационно шумовая характеристика. Типы пьезоматериалов и основные технические характеристики. Характеристика акустического поля излучения-приема. Способы формирования акустических полей. Фазоуправление литейные решетки. Фазоманипулированные и другие сложные системы для управления полевыми характеристиками.

2.3. Методы отражения, прохождения, резонансных, свободных колебаний, импедансный и др. Основные характеристики методов и области их применения. Способы визуализации звуковых полей. Акустическая голография и томография.

2.4. Электромагнитоакустические (ЭМА) и лазерные излучатели ультразвука. Основы физики их применения, полные характеристики и конструкции.

2.5. Акустическая эмиссия, ее природа и регистрируемые параметры. Локация источника акустической эмиссии и оценка погрешностей измерения. Связь параметров сигналов акустической эмиссии с характеристиками их источников. Аппаратура для акустической эмиссии. Особенности конструкций преобразователей. Область применения.

2.6. Методика дефектоскопии и дефектометрии поковок, проката, сварных швов и неметаллических материалов. Основные положения технологии контроля. Измеряемые характеристики дефектов и критерии оценки качества при акустическом контроле. Оценка контролепригодности изделий.

 2.7. Функциональная схема эхо-импульсного дефектоскопа. Параметры контроля и аппаратуры и способы их стандартизации. Дефектоскопы, преобразователи и вспомогательные средства при ультразвуковом контроле.

2.8. Автоматические системы акустического контроля. Принципы получения, обработки и архивирования информации.

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

2.10. Применение ЭВМ для обработки результатов ультразвукового контроля и решения прямых и обратных задач с целью пролонгирования работоспособности изделий и конструкций машиностроения.

**3. Вихретоковые методы контроля.**

3.1. Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей (накладные, проходные, комбинированные), их конструкции, характеристики, область применения. Уравнения Максвелла и расчет преобразователей.

3.2. Методы отстройки от влияния факторов, мешающих контролю (амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, многочастотный).

3.3. Импульсный способ возбуждения преобразователей. Метод высших гармоник. Методы модуляционного анализа. Влияние движения изделия на результаты контроля.

3.4. Вихретоковые дефектоскопы статические и динамические, толщиномеры, структуроскопы. Функциональные схемы, характеристики и область применения различных средств вихретоковой дефектоскопии.

**4. Капиллярные методы контроля.**

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

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

**5. Магнитные методы контроля.**

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

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

5.3. Методы контроля физико-химических и механических свойств материалов. Метод магнитного фазового анализа, метод с использованием эффекта Баркгаузена, метод измерения напряженного состояния.

5.4. Виды намагничивания: продольное, циркулярное и комбинированное. Расчет величины тока намагничивания. Способы контроля: в приложенном поле и на остаточной намагниченности.

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

**6. Оптические методы контроля.**

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

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

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

**7. Радиационные методы контроля.**

7.1. Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Прохождение через материалы рентгеновского, тормозного и гамма-излучения, заряженных частиц, нейтронов. Классификация радиационных методов контроля: радиографический, радиоскопический, радиометрический методы. Методы компьютерной радиографии и радиометрии.

7.2. Радиационно-физические и технические характеристики источников ионизирующего излучения: рентгеновских аппаратов, в том числе импульсных аппаратов и с постоянным анодным напряжением, радионуклидных источников излучения и гамма-дефектоскопов, бетатронов, микротронов и линейных ускорителей заряженных частиц, источников нейтронов.

7.3. Преобразователи ионизирующих излучений, применяемые в радиографии: радиографические пленки и фотобумаги, усиливающие металлические, флуоресцирующие и флюрометаллические экраны, экраны-преобразователи в нейтронной радиографии, электрорадиографические пластины и аппараты.

7.4. Преобразователи изображений, применяемые в радиоскопии: флуороскопические экраны, сцинтилляционные монокристаллы, рентгеновские электронно-оптические преобразователи, рентгеновидиконы. Телевизионные устройства. Основные типы радиоскопических систем.

7.5. Детекторы излучения, применяемые в радиометрии: ионизационные камеры, газоразрядные счетчики, полупроводниковые детекторы. Счетные и анализирующие устройства. Основные типы радиометрических систем.

7.6. Основные технические характеристики установок и приборов для радиационно-дефектоскопического контроля, контроля толщины, плотности и других физических параметров материалов и изделий. Чувствительность и производительность контроля. Область применения.

7.7. Физические основы и область применения радиационной компьютерной томографии, газосорбционной дефектоскопии, диффузионной радиографии.

7.8. Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Единицы изменения ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности.

**8. Радиоволновые методы контроля.**

8.1. Распространение радиоволн, взаимодействие их с веществом. Диэлектрические характеристики материалов, деталей и соединений. Источники и приемники СВЧизлучения. 8.2. Физические основы радиоволновых методов контроля. Прохождение, отражение и поляризации СВЧ-излучения. Классификация методов радиодефектоскопии. 8.3. Устройства и технические характеристики радиоволновых контрольных установок и приборов для дефектоскопии и толщинометрии радиопрозрачных материалов и деталей. Чувствительность, производительность и область применения радиоволновых методов контроля.

**9. Тепловые методы контроля.**

9.1. Природа теплового излучения. Теплофизические характеристики вещества. Уравнение теплопроводности.

9.2. Физические основы пассивных тепловых методов контроля (контактных и собственного излучения). Физические основы активных тепловых методов (стационарного и нестационарного). Способы и устройства теплового нагружения. Способы регистрации тепловых полей. Характеристики преобразователей теплового излучения.

9.3. Чувствительность и производительность тепловых методов контроля. Область применения.

**10. Методы течеискания.**

10.1. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы течеискания. Регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. Определение суммарной герметичности и локализация течей.

10.2. Основные методы течеискания: манометрический, масс-спектрометрический, галогенный, пузырьковый, химический, гидростатический, люминесцентный. Чувствительность методов и область применения. Производительность контроля.

10.3. Средства контроля герметичности. Технические характеристики массспектрометрических, галогенных и других течеискателей.

**11. Электрические методы контроля.**

11.1. Взаимодействие электрического поля с веществом и возникновение электрического поля под влиянием внешних взаимодействий.

11.2. Физико-технические основы применения электрических методов контроля: электропотенциального, электроемкостного, трибоэлектрического, термоэлектрического, экзоэлектронной эмиссии. Чувствительность методов, производительность контроля, область применения.

11.3. Резисторные, емкостные, пьезоэлектрические преобразователи.

**12. Вибрационные методы контроля.**

12.1. Физические основы вибрационного метода контроля. Типы колебаний. Понятие об абсолютной и относительной вибрации. Основные параметры вибрации, измеряемые в процессе вибрационного контроля.

 12.2. Классификация методов вибрационного контроля. Перечень основных дефектов, выявляемых методами вибрационного контроля. Основные математические зависимости, используемые в вибрационном контроле.

12.3. Средства вибрационного контроля. Типы датчиков, используемых для вибрационного контроля. Метрологическое обеспечение вибрационного контроля.

**13. Диагностика объектов машиностроения.**

13.1. Общие характеристики и эффективность систем технической диагностики машин (СТДМ) и ее информационно-статистические показатели.

13.2. Классификация методов и параметров диагностирования. Прямые и обратные задачи диагноза. 13.3. Первичные измерительные преобразователи СТДМ и их конструкции, преобразователи сопротивления, емкостные, электромагнитные, пьезоэлектрические, фотоэлектрические, преобразователи температуры. Промежуточные преобразователи и приборы СТДМ.

 13.4. Метрологическое обеспечение диагностирования.

13.5. Системы диагноза технического состояния, объемы диагноза, математические модели объектов диагноза (аналитические, графо-аналитические, функциональные). Способы диагностики (вибрационный, шумовой, химический).

13.6. Принципы организации систем функционального диагностирования технического состояния сложных объектов.

13.7. Методы оптимизации безусловных и условных алгоритмов диагностирования. Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей.

13.8. Анализ работоспособности объекта. Показатели оценки работоспособности. Методы определения работоспособности. Вопросы прогнозирования остаточного ресурса. Модели изменения диагностического параметра. Определение предельных значений диагностических параметров. Периодичность диагностирования.

13.9. Обнаружение возникшей неисправности. Признаки наличия и методы обнаружения неисправности.

13.10. Автоматизированные методы диагностирования.

**14. Повышение научно-технического уровня методов контроля и диагностики в машиностроении.**

14.1. Основные требования к технологичности (контролепригодности) изделий машиностроения на этапах их разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта.

14.2. Пути повышения производительности и надежности методов и средств контроля качества продукции и их технико-экономической эффективности.

**3.4 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Литература.

1. Боровиков А.С., Прохоренко П.П., Дежкунов Н.В. Физические основы и средства капиллярной дефектоскопии /Под ред. акад. АН БССР И.И.Лиштвана и докт. хим. наук А.В. Карякина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 295 с.

2. Дорофеев А.Л., Казамаков Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. – 2 изд. Перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 232 с.

3. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. М.: Машиностроение, 1982. – 240 с.

4. Методы акустического контроля металлов. Под ред. Н.П.Алешина. – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с. пл.

5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомеп А.С. Теплопередача. – 4 изд. Перераб. И доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.

6. Кузьмичев Д.А., Радкевич И.А., Смирнов А.Д. Автоматизация экспериментальных исследований. – М.: Наука. Главная редакция физикоматематической литературы, 1983. – 392 с.

7. Ланис В.А., Левина Л.Е. Техника вакуумных испытаний. Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 218 с.

8. Матис И.Г. Емкостные преобразователи для неразрушающего контроля. Рига: Зинатне, 1982. – 380 с.

9. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. / Под ред. В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1995. – 488 с. пл.

**6.5 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса «Современные методы контроля и диагностики», литература и методические указания; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов и материалов тестов, мультимедийный класс. Институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

Есть аудитории с доступом к глобальной сети Интернет, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, каждый аспирант может быть обеспечен рабочим местом. Данные аудитории обеспечивают доступ в электронно-библиотечную систему (электронную библиотеку) института.

Приложение № 1

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Контроль излучениями» на 4 курсе

(наименование дисциплины)

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Объем дисциплины**  |
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 2/72 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 36 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) | 36 |
| Итого: | 72 |

 Формы контроля: кандидатский экзамен