

Утверждаю

Директор института
неразрушающего контроля

 В.Н. Бориков

«24» 06 2015 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Направление (специальность) ООП 15.04.01 Машиностроение

Профиль(и) подготовки (специализации, программа) _____
«Машины и технологии сварочного производства»

Квалификация (степень) магистр

Базовый учебный план приема 2015 г.

Курс 2 семестр 3

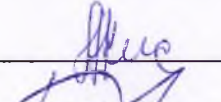
Количество кредитов 3

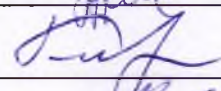
Код дисциплины ДИСЦ.В.М.1.6

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	--
Лабораторные занятия, ч	8
Аудиторные занятия, ч	24
Самостоятельная работа, ч	84
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации Зачет

Обеспечивающее подразделение кафедра «Оборудование и технология сварочного производства» ИНК

Заведующий кафедрой  Киселев А.С.

Руководитель ООП  Кирсанов С.В.

Преподаватель  Филишов Н.Я.

2015 г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины).

В результате освоения данной дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц2 и Ц3 основной образовательной программы 15.04.01 «Машиностроение».

Это обеспечивается:

подготовкой выпускников к междисциплинарным научным исследованиям для решения задач, связанных с разработкой инновационных методов неразрушающего контроля материалов и изделий;

подготовкой выпускников к проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности в области создания приборов, оборудования и современных технологий неразрушающего контроля, конкурентоспособных на мировом рынке;

подготовка выпускников к эксплуатации и обслуживанию современной аппаратуры, выполнению требований защиты окружающей среды и правил безопасности производства.

Целью освоения модуля является совершенствование и закрепление знаний и умений магистров в области неразрушающего контроля материалов и сварных соединений, создания и использования аппаратуры для определения качества продукции.

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Для изучения дисциплины ДИСЦ.В.М.1.6 «Контроль качества сварных соединений» необходимо освоить пререквизиты: ДИСЦ.В.М1 «Новые конструкционные материалы»; ДИСЦ.В.М4 «Компьютерные технологии в машиностроении».

Содержание разделов дисциплины согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (кореквизиты): ДИСЦ.В.М.1.4 «Сварка специальных сталей и сплавов», ДИСЦ.В.М.1.5 «Специальные методы сварки и пайки».

3. Результаты освоения модуля (дисциплины)

При изучении дисциплины магистранты должны научиться самостоятельно выбирать, в зависимости от степени ответственности объекта, один или сочетание нескольких методов неразрушающего контроля изделий в реальном секторе промышленности.

После изучения данной дисциплины магистры приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: **Р2, Р3, Р4**. Соответствие результатов освоения дисциплины «Контроль качества сварных соединений», формируемым компетенциям ООП, представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
	32.1	Физических основ и технических возможностей основных методов неразрушающего	У2.1	Выбирать в зависимости степени ответственности методы и для неразрушающего	В2.1	Работы с приборами и оборудованием для неразрушающего контроля

P2 (ОК-8, ПК-1)		контроля		контроля		
	32.2	Технологии процесса неразрушающего контроля	У2.2	Разработки технологии проведения неразрушающего контроля	В2.2	Разработки технологической карты на контроль качества изделия
P3 (ОК-2, ОК-3, ПК-23, ПК-24)	33.1	Конструкции и принципа работы оборудования, применяемого для неразрушающего контроля	У3.1	Подготовить контролируемый объект к проведению контроля	В3.1	Настройки и калибровки оборудования для обнаружения недопустимых дефектов
	33.2	Виды дефектов, возникающих в сварных швах при монтаже и изготовлении металлоконструкций	У3.2	Находить и использовать литературные и компьютерные базы данных, требования НТД для проведения контроля и оценки качества изделий	В3.2	Оценки качества изделий и оформления заключения о пригодности его к эксплуатации
P4(ПК-23, ПК-26)	34.1	Новые методы и современное оборудование, применяемое для неразрушающего контроля	У4.1	Использовать новое оборудование и технологии для обнаружения недопустимых дефектов	В4.1	Эксплуатации и обслуживания современного оборудования
	34.2	Современные технологии неразрушающего контроля	У4.2	Разрабатывать новые технологические решения для контроля качества изделий	В4.2	Применения и внедрения оригинальных технологий в процесс контроля

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

№ п/п	Результат
РД1	Применять глубокие знания в области неразрушающего контроля изделий и сварных соединений
РД2	Ставить и решать инновационные задачи по применению современных методов неразрушающего контроля с использованием системного анализа и моделирования процессов контроля.
РД3	Проектировать принципиально новые приборы и оборудование неразрушающего контроля различного типа и назначения, конкурентоспособные на мировом рынке машиностроительного производства

4. Структура и содержания модуля (дисциплины).

4.1. Структура дисциплины по разделам, формам организации и контроля обучения

Таблица 3

	Название раздела/темы	Аудиторная работа		СРС	Итого	Форма текущего контроля и аттестации
		ЛК	ЛБ			
1	Характеристика сварочных дефектов, визуальный и измерительный контроль сварных соединений	2	1	10	13	Отчет
2	Методы течеискания	2	1	10	13	Отчет
3	Капиллярная дефектоскопия	2	1	10	13	Отчет
4	Магнитные методы контроля сварных соединений	2	1	10	13	Отчет
5	Радиационная дефектоскопия сварных соединений	4	2	24	30	Отчет
6	Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений	4	2	20	26	Отчет
7	Итоговая аттестация					зачет
	Итого	16	8	84	108	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Характеристика сварочных дефектов, визуально-измерительный контроль сварных соединений.

Классификация сварочных дефектов по геометрическим и технологическим признакам. Тип и виды дефектов. Факторы подготовки и сборки. Поверхностные и внутренние дефекты. Основные причины дефектов. Влияние дефектов на работоспособность соединений при видах нагрузок (статических, усталостных, динамических). Оценка уровня дефектности по статическим показателям.

Визуальный осмотр. Входной контроль основных и сварочных материалов. Контроль заготовки и сборки. Наблюдение за процессом сварки. Визуальный и измерительный контроль готовых соединений. Требования к измерительным инструментам.

Лабораторная работа 1. Визуальный и измерительный контроль сварных соединений.

Раздел 2. Методы течеискания.

При освоении данного раздела магистрант изучает основные методы контроля герметичности сварных соединений.

Жидкостные методы течеискания - гидравлическим давлением, наливом, поливом. Керосиновый метод. Пузырьковые методы - пневматический, пневмогидравлический, вакуумный. Газожидкостные манометрический, химический, радиоактивный. Газоэлектрические методы. Чувствительность методов контроля герметичности.

Лабораторная работа 2. Контроль герметичности сварных соединений вакуумным методом и методом керосиновой пробы.

Раздел 3. Капиллярная дефектоскопия.

При освоении данного раздела магистрант изучает основные методы контроля капиллярного контроля сварных соединений.

Физические основы и классификация капиллярных методов. Дефектоскопические методы, способы заполнения дефектных полостей проникающими жидкостями. Аппаратура, принадлежность и методика люминесцентного, цветного и люминесцентно-цветного контроля. Чувствительность контроля и оценка дефектов по индикаторным следам.

Лабораторная работа 3. Контроль поверхностных дефектов цветным капиллярным методом.

Раздел 4. Магнитные методы контроля сварных соединений.

При освоении данного раздела магистрант изучает основные методы контроля поверхностных и приповерхностных дефектов магнитными методами.

Физические основы и классификация методов. Магнитопорошковый, магнитографический и индукционный методы контроля. Аппаратура, методика и чувствительность магнитных методов. Преимущества и недостатки магнитных методов. Правила оценки дефектов соединений по результатам магнитного контроля.

Лабораторная работа 4. Магнитопорошковый метод контроля.

Раздел 5. Радиационная дефектоскопия сварных соединений.

При освоении данного раздела магистрант изучает радиационные методы неразрушающего контроля сварных соединений.

Физические основы радиационной дефектоскопии. Природа ионизирующих излучений, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Источники излучения.

Рентгеновские пленки и усиливающие экраны, основные параметры режима контроля и их выбор, оценка чувствительности контроля. Преимущества и недостатки методов. Правила оценки дефектности при радиационном контроле. Техника безопасности. Дозиметрия.

Лабораторная работа 5. Радиографический контроль сварных соединений.

Лабораторная работа 6. Расшифровка радиографических снимков сварных соединений.

Раздел 6. Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений.

Физические основы ультразвуковой дефектоскопии. Продольные и поперечные волны их возбуждение и распространение. Отражение волн от дефектов. Методы контроля: эхо-методы, теневой и зеркально-теневой методы.

Аппаратура для контроля: дефектоскопы, преобразователи, эталоны и тест образцы, вспомогательные приспособления. Основные параметры контроля и их выбор, оценка чувствительности контроля. Измерение размеров и координат расположения дефектов. Преимущества и недостатки методов.

Правила оценки дефектов соединений по результатам ультразвукового контроля.

Лабораторная работа 7. Общая настройка дефектоскопа и браковочного уровня.

Лабораторная работа 8. Ультразвуковой контроль сварных соединений.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Текущая и опережающая СРС

Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, заключается в:

- работе с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме,
- выполнении домашних заданий,
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям,
- изучении инструкций по эксплуатации оборудования и выполнению лабораторных работ,
- подготовке к зачету.

6.2. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- этапы проведения визуального и измерительного контроля сварных соединений и проверяемые параметры,
- механизм заполнения капилляров контрольным веществом,
- особенности контроля герметичности сосудов избыточным давлением,
- процесс намагничивания ферромагнитных материалов,
- типы и параметры рентгеновских пленок, применяемых в радиографии,
- типы отражателей в стандартных образцах предприятия.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы проводится в отчетные периоды, устанавливаемые преподавателем на основании линейного плана-графика обучения. В эти периоды магистранты должны предоставить отчеты по выполнению лабораторных работ и защитить их.

7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств):

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Таблица 6

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Защита отчетов по лабораторным работам	РД1, РД2, РД3
Зачет	

7.1. Контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защите лабораторных работ

1. Что понимается под герметичностью изделия?
2. Чем обусловлена область применения контроля течеисканием?
3. Чем отличаются пробное и контрольное вещества?
4. Какие методы течеискания применяются для контроля герметичности сварных соединений?
5. Назовите области применения гидравлического метода течеискания избыточным давлением и его чувствительность.
6. Герметичность каких сварных швов контролируется вакуумным методом?
7. В чем сущность газоаналитических методов?
8. На чем основаны радиационные методы контроля герметичности?.

9. Почему дефекты малых размеров обладают свойствами капиллярных трубок?
10. Чем определяется проникающая способность жидкости?
11. Что такое пенетрант?
12. Что затрудняет проникновение пенетранта в дефекты?
13. Какие способы проявления применяются в капиллярной дефектоскопии?
14. Какие способы применяются для капиллярного контроля?
15. Что применяется в качестве пенетрантов?
16. 8. Что такое – краевой угол смачивания?.
17. Почему магнитные методы применимы лишь к ферромагнитным материалам?
18. Как происходит намагничивание намагничивания ферромагнитных материалов.
19. Что такое - коэрцитивная сила? Как различаются ферромагнитные материалы по магнитным свойствам?
20. Где применяются магнитомягких и магнитотвердых материалы?
21. Какие способы применяются для намагничивания деталей?
22. На чем основано выявление дефектов этим методом?
23. Какие дефекты можно выявить магнитными и электромагнитными методами?
24. На каком принципе основана ультразвуковая дефектоскопия?
25. Что такое дифракция, интерференция, реверберация?
26. Какие встречаются типы упругих волн в твердой изотропной среде?
27. В чем заключается прямой и обратный пьезоэффект?
28. Что является основным элементом УЗ-преобразователя?
29. В чем отличие нормальных и наклонных преобразователей?
30. Как проводится ультразвуковой контроль эхо-импульсным методом?
31. Что такое «мертвая зона» и от чего она зависит?
32. Какие схемы включения преобразователей существуют?
33. Какие методы применяются в ультразвуковой дефектоскопии.
34. Какова технология подготовки изделия к ультразвуковому контролю?
35. Что лежит в основе радиационных методов контроля?
36. Какие виды ядерных распадов существуют?
37. Что понимается под активностью радиационного источника?
38. Какие типы отечественных рентгеновских пленок используются для радиографического контроля?
39. Какие источники ионизирующего излучения применяются в дефектоскопии?
40. Что подразумевает под чувствительностью радиографического метода контроля?
41. Какие параметры влияют на чувствительность радиографического метода.
42. Что такое резкость или четкость снимка?
43. Чем необходимо руководствоваться при выборе схемы просвечивания сварочного соединения?
44. Какой метод неразрушающего контроля называется радиографическим?
45. Каково сопоставление чувствительность различных методов радиационного контроля?
46. В чем заключается входной контроль качества материала?
47. Какие материалы могут быть допущены в производство?
48. По каким параметрам производится контроль заготовок?
49. Какие требования предъявляются к специализированным сборочным приспособлениям.
50. Какие параметры контролируются в собранных под сварку стыках?
51. Что подвергается контролю в сварочном оборудовании?
52. Какие дефекты можно выявить внешним осмотром сварных соединений и материалов?

53. В чем заключается внешний осмотр заготовок до сварки?
54. 9. Какие существуют приспособления для проверки формы и размеров швов?
55. Что понимается под термином надежность и долговечность сварного соединения?
56. Какие дефекты относятся к критическим?
57. Что такое доминирующий отказ?
58. Чем отличаются внутренние и поверхностные дефекты?
59. Какие внутренние дефекты, образуются при сварке плавлением?
60. По каким причинам возникают такие дефекты как непровары, прожоги, трещины.
61. Какие поверхностные дефекты сварных соединений возникают при ручной дуговой сварке?
62. Как влияют на прочность сварного соединения непровары?
63. Как влияют дефекты на прочность сварных соединений при статических и динамических нагрузках.

7.2. Примеры вопросов на зачет

1. На каких стадиях изготовления сварных конструкций проводится визуальный и измерительный контроль? На основании какой НТД?
2. Капиллярные методы и их применение.
3. Пузырьковые методы течеискания.
4. Способы намагничивания деталей при магнитных методах контроля.
5. Эхо-метод УЗК.
6. Способ зарядки радиографической кассеты. Назначение люминесцентных экранов и металлических фольг.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

– текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала, ответы на вопросы при защите выполненных лабораторных работ) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

– промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на зачете студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

Для оценивания учебных достижений магистрантов в табл. 7. представлена шкала соответствия знаний и оценок.

Таблица 7.

	ОЦЕНКИ		Определение оценки
	А+	96–100 баллов	
«Отлично»	А	90–95 баллов	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и опыт
	В+	80–89 баллов	
«Хорошо»	В	70–79 баллов	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт
	С+	65–69 баллов	
«Удовл.»	С	55–64 баллов	Приемлемое понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт
	Д	Больше или равно 55 баллов	
Зачтено	Д	Больше или равно 55 баллов	Результаты обучения соответствуют минимальным требованиям
Неудовлетворительно / незачет	F	менее 55 баллов	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Капранов Б.И. Акустические методы контроля и диагностики. Часть 1: учеб. пособие / Б.И. Капранов, М.М. Коротков; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск; Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 186 с.
2. Калиниченко Н.П. Капиллярный контроль: учеб. пособие для подготовки специалистов I, II и III уровня / Н.П. Калиниченко, А.Н. Калиниченко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 292 с.
3. Толмачёв И.И. Магнитные методы контроля и диагностики: учеб. пособие / И.И. Толмачёв – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 216 с.
4. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учеб. пособие для вузов / Н.П. Алешин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2013. – 574 с.
5. Ультразвуковой контроль: учеб. пособие для вузов / Н.П. Алешин [и др.] / под ред. В.В. Клюева. – М.: Спектр, 2013. – 224 с.
6. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: учеб. пособие / Б.Г. Маслов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
7. Кулешов В.К. Физические и экспериментальные основы радиационного контроля и диагностики: учеб. пособие для вузов / В.К. Кулешов, Ю.И. Сертаков, П.В. Ефимов; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2006.
8. Калиниченко Н.П. Лабораторный практикум по контролю проникающими веществами. Капиллярный контроль: учеб. пособие / Н.П. Калиниченко, А.Н. Калиниченко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 112 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m225.pdf>, свободный.

Дополнительная литература

9. Решетов А.А. Неразрушающий контроль и техническая диагностика энергетических объектов: учеб. пособие / А.А. Решетов, А.К. Аракелян; Чувашский государственный университет (ЧГУ). – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2010. – 470 с.
10. Герасимова Л.П. Контроль качества сварных и паяных соединений: справочник / Л.П. Герасимова. – М.: Интернет Инжиниринг, 2007. – 376 с.
11. Троицкий В.А. Неразрушающий контроль сварных соединений / В.А. Троицкий, М.И. Валевиц. – М.: Машиностроение, 1988. – 112 с.
12. Фомин В.Н. Радиографический контроль качества в сварочном производстве: учеб. пособие / В.Н. Фомин; Донской государственный технический университет (ДГТУ). – Ростов-на-Дону: Изд-во ДГТУ, 2008. – 100 с.
13. Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т. / под ред. В.В. Клюева. – 2-е изд., перераб. и испр. – М.: Машиностроение, 2006-2008.
14. Контроль качества сварки: учеб. пособие / под ред. В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975. – 327 с.
15. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
16. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
17. ГОСТ 16037-80. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
18. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.

19. ГОСТ 21105-87. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.
 20. ГОСТ 7512-82. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.
 21. ГОСТ 14 782-86. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., кол-во установок
Лекционная аудитория		16А, 301 ауд.
Учебно-исследовательская лаборатория неразрушающего контроля		16А, 112 ауд.
1	2	3
1	Рентгеновский аппарат «АРИНА-02»	1 шт.
1	2	3
2	Комплект принадлежностей для радиографического контроля	1 шт.
3	Набор инструментов для визуального и измерительного контроля	1 шт.
4	Комплект материалов для капиллярного контроля	1 шт.
5	Набор оборудования для магнитопорошкового контроля	1 шт.
6	Вакуумные камеры для контроля герметичности сварных соединений	2 шт.
7	Вакуумные насосы	1 шт.
8	Ультразвуковой дефектоскоп и набор стандартных образцов для капиллярного контроля	1 шт.

Программа составлена на основе СУОС ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 15.04.01 «Машиностроение» и профилю подготовки «Оборудование и технология сварочного производства»

Программа одобрена на заседании кафедры «Оборудование и технология сварочного производства»

(протокол №15 от «22» июня 2015 г.).

Автор Филищов Н.Я.

Рецензент Князьков А.Ф.