

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**

**«Средства и методы контроля качества продукции»**

Направление подготовки	«15.04.01 Машиностроение»
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование и технология сварочного производства

Обеспечивающее подразделение
Кафедра «Технология сварочного и металлургического производства им. В.И. Муравьева»

Разработчик ФОС:

Доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Григорьев В.В.

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании  
кафедры, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Бахматов П.В.

<sup>1</sup> В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
«ОПК-10» Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	<p>ОПК-10.1 Знает требования и параметры физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</p> <p>ОПК-10.2 Умеет разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</p> <p>ОПК-10.3 Владеет навыками самостоятельной разработки методов и проведения стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</p>	<p><i>Знать: Требования и параметры физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</i></p> <p><i>Уметь: Разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</i></p> <p><i>Владеть: навыками самостоятельной разработки методов и проведения стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</i></p>
<b>Профессиональные</b>		
«ПК-2» Способен к разработке и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций	<p>ПК-2.1 Знает организацию сварочных работ в отрасли и в организации</p> <p>ПК-2.2 Умеет определять потребности в оборудовании и материалах, необходимых для выполнения сварочных работ</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками разработки мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций</p>	<p><i>Знать: Организацию сварочных работ в отрасли и в организации</i></p> <p><i>Уметь: Определять потребности в оборудовании и материалах, необходимых для выполнения сварочных работ</i></p> <p><i>Владеть: Навыками разработки мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций</i></p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки

1	Организация контроля качества. Методы и средства оценки качества металлов.	ОПК-10 ПК-2	Теоретические вопросы.	Знает методики неразрушающего контроля. Типы дефектов выявляемые конкретными методами контроля, основные преимущества и недостатки методов контроля, организация проведения контроля на производстве.
2	Визуальный контроль качества продукции	ОПК-10 ПК-2	Теоретические вопросы. Практическая работа №1	Знает основные классификации дефектов. Умеет производить контроль качества визуальным и измерительным контролем.
3	Методы радиационного контроля	ОПК-10 ПК-2	Теоретические вопросы. Практическая работа № 2	Знает типы рентгеновских излучений, аппаратуру и технологию радиационного контроля. Умеет самостоятельно оценивать качество сварных швов путем расшифровки рентгенограмм.
4	Ультразвуковой контроль и диагностика качества	ОПК-10 ПК-2	Теоретические вопросы. Лабораторная работа № 1	Знает основные методы УЗ контроля сварных швов и варианты включения УЗ-преобразователей. Умеет самостоятельно производить ультразвуковой контроль и оценивать качество путем расшифровки АРД диаграмм.
5	Методы контроля качества проникающими веществами	ОПК-10 ПК-2	Теоретические вопросы. Лабораторные работы № 2	Знает классификацию методов капиллярной дефектоскопии, основные понятия и физический смысл. Умеет самостоятельно производить контроль капиллярной дефектоскопией методами цветной и керосиновым методами и оценивать качество сварного соединения.
6	Магнитные и вихревые методы диа-	ОПК-10 ПК-2	Теоретические вопросы. Лабо-	Знает особенности метода магнитной и

	гностики и контроля качества		рапорная работа № 3	вихретоковой дефектоскопии. Умеет самостоятельно производить контроль качества с применением магнитопорошковых дефектоскопов.
7	Методы испытания механических свойств	ОПК-10 ПК-2	Теоретические вопросы. Лабораторные работы № 4	Знает классификацию и физический смысл разрушающих методов контроля. Основные нормативные документы на испытания механических свойств. Умеет обрабатывать данные механических испытаний и оценивать качество сварных соединений.
8	Контроль сварочного оборудования, исходных материалов и квалификации персонала	ОПК-10 ПК-2	Теоретические вопросы	Знает категории сварных соединений, основные требования к контролю качества оборудования и исходных материалов. Умеет классифицировать категорию сварного шва в зависимости от ответственности конструкции, производить диагностику сварочного оборудования и оценивать качество используемых материалов.
8	Контрольная работа	ОПК-10 ПК-2	Контрольная работа	Знает категории сварных соединений, основные требования к контролю качества. Умеет самостоятельно составлять технологическую карту неразрушающего контроля различных конструкций.

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта очной формы обучения

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
2 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Практические работы (2 работы)	В течение семестра	10 баллов за одну работу	10 баллов - студент правильно и полностью выполнил практическую работу. Показал отличные знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 7 баллов - студент выполнил практическое задание с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 4 баллов - студент выполнил практическую работу не в срок. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 0 баллов – лабораторная не выполнена
1	Лабораторные работы (4 работы)	В течение семестра	10 баллов за одну работу	10 баллов - студент правильно и полностью выполнил лабораторную работу. Показал отличные знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 7 баллов - студент выполнил лабораторное задание с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 4 баллов - студент выполнил лабораторную работу не в срок. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 0 баллов – лабораторная не выполнена
2	Контрольная работа	В конце семестра	20 баллов	20 баллов - студент правильно и полностью выполнил практическое задание. Показал отличные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 15 баллов - студент выполнил практическое задание с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 10 баллов - студент выполнил практическое задание не в срок. Показал удовлетворительные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 0 баллов – задание не выполнено.
Текущий контроль		-	80 баллов	-
3	Теоретические вопросы	В конце семестра	20 баллов	20 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 15 баллов - студент ответил на теоретический вопрос с небольшими неточностями. Показал хо-

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
				<p><i>рошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i></p> <p><i>10 баллов - студент ответил на теоретический вопрос с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i></p> <p><i>0 баллов - при ответе на теоретический вопрос студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i></p>
	ИТОГО во 2 семестре:	-	100 баллов	-
ИТОГО: 100 баллов				
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень).</p>				

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

Лабораторные и практические работы приведены в методических материалах, размещенных на сайте университета.

#### **Практическая работа № 1. Визуально-измерительный контроль**

1. Ознакомится и изучить методические указания по выполнению лабораторной работы (РД 03-606-03, ГОСТ 16037-80).
2. Подготовить рабочее место к работе.
3. По готовности обратиться к учебному мастеру и изложить последовательность выполнения лабораторной работы.
4. Произвести измерения выданных образцов, при необходимости провести работы по очистке их поверхности;
5. Выполнить паспорт, технологическую карту объекта контроля;
6. Выполнить развертку объекта контроля, с указанием на ней выявленных дефектов по длине сварного соединения;
7. Заключение о годности.

## **Практическая работа № 2. Радиографический контроль. Расшифровка рентгенограмм**

1. Ознакомится и изучить методические указания по выполнению лабораторной работы.
2. Подготовить рабочее место к работе.
3. По готовности обратится к учебному мастеру и изложить последовательность выполнения лабораторной работы.
4. Начертить схему объекта контроля (ОК).
5. Включить негатоскоп в затемненном помещении.
6. Внимательно рассмотреть пленку, выявить наличие дефектов и определить их величину.
7. Выполнить развертку ОК и отметить места расположения выявленных дефектов.
8. Оценить качество шва и, согласно нормативно-технической документации (НТД), составить заключение о годности. Описать способы исправления дефектов.

### **Лабораторная работа № 1. Ультразвуковая дефектоскопия**

1. Ознакомится и изучить методические указания по выполнению лабораторной работы.
2. Подготовить рабочее место к работе.
3. По готовности обратится к учебному мастеру и изложить последовательность выполнения лабораторной работы.
4. Произвести измерения выданных образцов, при необходимости провести работы по очистке их поверхности;
5. Произвести калибровку ультразвукового дефектоскопа с помощью СОП, настроить АРД-диаграмму.
6. При использовании наклонного ПЭП произвести ультразвуковую дефектоскопию, отметить участки выявленных дефектов. Установить размер и глубину залегания дефектов.
7. На основе проведенного контроля занести данные в паспорт и технологическую карту объекта контроля.
8. Заключение о годности.

### **Лабораторная работа № 2. Контроль качества проникающими веществами**

1. Ознакомится и изучить методические указания по выполнению лабораторной работы.
2. Подготовить рабочее место к работе.
3. По готовности обратится к учебному мастеру и изложить последовательность выполнения лабораторной работы.
4. Произвести измерения выданных образцов, при необходимости провести работы по очистке их поверхности;
5. Произвести контроль качества методом цветной дефектоскопии.
  - 5.1. Очистить поверхность образца с помощью очистителя.
  - 5.2. Нанести пенетрант. Слой пенетранта должен полностью закрыть исследуемый участок поверхности. После нанесения подождать 5 минут.
  - 5.3. С помощью очистителя очистить поверхность от пенетранта. Необходимо добиться, чтобы на поверхности не было замечено следов пенетранта.
  - 5.4. Насухо вытереть поверхность. Подождать 10 минут.
  - 5.5. С помощью аэрозольного баллончика нанести тонкий слой проявителя. Тол-

щина слоя определяется по следующим признакам: должна быть покрыта вся исследуемая поверхность; при застывании слой проявителя меняет свой цвет с прозрачного на белый матовый – вся исследуемая поверхность должна быть белой матовой.

5.6. Через 2-3 минуты осмотреть поверхность. Обнаружить зоны изменения цвета проявителя с белого на красный.

6. Выполнить паспорт, технологическую карту объекта контроля (см. Приложение 1, 2).

7. Выполнить чертеж развертки объекта контроля, с указанием на ней выявленных дефектов по длине сварного соединения.

8. Заключение о годности.

### **Лабораторная работа № 3. Магнитопорошковая дефектоскопия**

1. Ознакомится и изучить методические указания по выполнению лабораторной работы.

2. Подготовить рабочее место к работе.

3. По готовности обратится к учебному мастеру и изложить последовательность выполнения лабораторной работы.

4. Произвести измерения выданных образцов, при необходимости провести работы по очистке их поверхности;

5. Произвести контроль качества методом магнитопорошковой дефектоскопии.

5.1. Нанести на объект контроля грунт.

5.2. Включить магнитопорошковый дефектоскоп МПД-17П.

5.3. Переключить тумблер «намагничивание» в рабочее положение.

5.3. С помощью электромагнита произвести намагничивание объекта контроля в 3-х зонах.

5.4. С помощью аэрозольного баллончика нанести магнитную суспензию на околошовную зону.

5.5. Через 2-3 минуты осмотреть поверхность. Обнаружить зоны расположения дефектов, зафиксировать.

6. Произвести размагничивание объекта контроля в 3-х зонах, путем переключения тумблера «намагничивание» в положение «размагничивание».

7. Заполнить паспорт объекта контроля.

8. Выполнить чертеж развертки объекта контроля, с указанием на ней выявленных дефектов по длине сварного соединения.

9. Заключение о годности.

### **Лабораторная работа № 4. Статические и динамические испытания на растяжение и ударную вязкость**

1. Ознакомится и изучить методические указания по выполнению лабораторной работы.

2. Подготовить рабочее место к работе.

3. По готовности обратится к учебному мастеру и изложить последовательность выполнения лабораторной работы.

4. Выполнить измерения образцов для испытаний на статическое растяжение и ударную вязкость. Определить тип образца согласно ГОСТ 6996-60.

5. Произвести статическое растяжение на разрывной машине Instron с записью диаграмм.

6. Произвести динамические испытания на копре JB-W00

7. Определить по диаграммам деформаций  $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ .

8. Измерить образцы после механических испытаний.



9. Зная исходную нагрузку определить ударную вязкость объекта контроля.
10. По результатам статических и динамических испытаний определить годность сварного соединения.

### **Перечень вопросов для защиты лабораторных и практических работ**

1. На каких стадиях производства выполняется визуально-измерительный контроль (ВИК).
2. Сколько категорий сварных соединений существует в авиационной промышленности и судостроении.
3. Основные причины образования дефектов в сварных соединениях.
4. Какие дефекты выявляются визуально-измерительным контролем.
5. Основная нормативно-техническая документация для проведения ВИК.
6. Какое оборудование применяется при оценке качества методом ВИК.
7. Как производится ВИК универсальным шаблоном сварщика типа 3.
8. Способы устранения дефектов.
9. Влияние дефектов на работоспособность конструкции.
10. Методика проведения капиллярной дефектоскопии.
11. Дефекты выявляемые цветной дефектоскопией.
12. Плюсы и минусы цветной дефектоскопии.
13. Что подразумевает собой метод керосиновой пробы. Методика проведения.
14. Основные недостатки при проведении контроля методом керосиновой пробы.
15. Классы чувствительности капиллярной дефектоскопии.
16. Область применения капиллярной дефектоскопии.
17. Классы аппаратов для проведения капиллярной дефектоскопии.
18. Радиографический метод контроля (РК). Основные понятия.
19. Область применения радиографического контроля.
20. Какие дефекты выявляются методом РК.
21. Аппаратура для проведения РК.
22. Как производится подготовка рентгеновской пленки для оценки качества шва.
23. Что представляет собой радиационная толщина.
24. В чем заключается технология проведения магнитной дефектоскопии (МД).
25. Классификация методов магнитной дефектоскопии.
26. Сколько классов чувствительности согласно ГОСТ 21105-80 существует у метода МД.
27. Какие типы материалов существуют в зависимости от значений магнитной проницаемости.
28. Как распределяется магнитный поток по сечению качественного и некачественного сварного соединения.
29. Описать технологию ультразвукового контроля качества сварных соединений (УЗК)
30. Какие существуют типы пьезоэлектрических преобразователей, в чем особенность каждого.
31. Описать основные методы УЗ-контроля сварных швов и варианты включения УЗ-преобразователей.
32. Какие дефекты можно выявить УЗ-контролем.
33. В чем недостаток метода ультразвукового контроля.
34. Основные параметры УЗ-контроля.
35. Какие эталоны чувствительности применяются при настройке УЗ-дефектоскопов.

36. Зачем производятся испытания на механические свойства.
37. Какие методы контроля механических свойств Вы знаете.
38. Что включает в себя ГОСТ 6996.
39. В чем заключается зависимость между прочностью и пластичностью.
40. Описать методику испытаний на статическое растяжение
41. Как оценивается предел текучести, предел прочности, сужение.
42. Описать методику испытаний на ударную вязкость.
43. Как типы концентраторов существуют. В чем их особенность.
44. Как производится обработка данных после испытаний на ударную вязкость.
45. Описать процедуру проведения измерения твердости.
46. Какие шкалы существуют в методе измерения твердости. В чем их отличие.
47. Как происходит оценка качества шва по результатам измерения твердости.
48. Описать методику испытаний на статический изгиб.
49. Если изгиб произошел по линии сплавления, является ли шов качественным.
50. Как происходит базирование объекта контроля при испытаниях на статический изгиб.
51. Какая аппаратура применяется при исследовании микро-, макроструктуры.
52. Что представляет собой микро-, макроструктура.
53. Как происходит оценка качества основного металла и сварного шва.
54. Если сварной шов имеет крупнозернистую структуру, является ли он качественным.
55. Описать методику циклических и виброиспытаний.
56. Какое оборудование применяется при виброиспытаниях.
57. Как оценивается качество при циклических испытаниях.

### **Теоретические вопросы к зачету с оценкой**

1. Визуально-измерительный контроль сварных соединений
2. Технология капиллярной дефектоскопии сварных соединений
3. Основные понятия оценки качества сварки
4. Технология радиографического контроля качества сварных соединений.
5. Технология магнитной дефектоскопии. Подготовка и проведение контроля. Аппаратура.
6. Понятие о дефектах. Статистические показатели дефектности и их влияние на уровень и стабильности технологии сварки.
7. Радиационный контроль. Природа ионизирующих излучений. Взаимодействие ионизирующих излучений. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом.
8. Дефектоскопические материалы и оборудование для капиллярной дефектоскопии. Классы чувствительности.
9. Радиографический метод контроля. Основные фотографические характеристики рентгеновской пленки.
10. Физические основы капиллярной дефектоскопии. Смачивание, капиллярные и сорбционные явления.
11. Оптимизация уровня допустимой дефектности продукции.
12. Аппаратура для радиационной дефектоскопии. Рентгенаппараты. Ускорители электронов. Гаммадефектоскопы.
13. Классификация методов капиллярной дефектоскопии.
14. Область применения радиационного контроля.
15. Вихретоковая дефектоскопия.
16. Физические основы УЗК. Волны, зондирующий импульс УЗК, акустическое сопротивление среды, критические углы отражения и преломления УЗ-волн.

17. Технология магнитной дефектоскопии. Область применения. Уровень чувствительности.
18. Влияние дефектов на работоспособность конструкций.
19. Классификация методов УЗК
20. Технологические испытания свариваемости материалов. Качественная и количественная оценка.
21. Основные факторы, влияющие на качество сварных изделий и их связь с основными характеристиками качества продукции.
22. Преимущества и недостатки радиографического контроля. Радиоскопия. Радиометрия.
23. Технология магнитной дефектоскопии. Основные способы намагничивания.
24. Дефекты сварочного производства. Дефекты подготовки производства, изменения размеров и формы, наружные и внутренние дефекты.
25. Основные параметры УЗК. Стандартные образцы и эталонирование чувствительности.

### Контрольная работа

Контрольная работа выполняется по способам сварки и родственным ей технологиям и процессам, являющимся объектом диссертационного исследования магистранта. Примеры возможных тематик представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Варианты тематики контрольной работы

Номер	Способ сварки	Примечание
1	Сварка трением с перемешиванием	Нержавеющие стали, титановые и алюминиевые сплавы
2	Лазерная сварка	
3	Сварка трубопроводных систем летательных аппаратов	
4	Аргонодуговая сварка (TIG)	
5	Газо-лазерный раскрой	
6	Плазменная сварка	
7	Электронно-лучевая сварка	Титановые сплавы авиационного назначения
8	Сварка в космосе	
9	Сварка в медицине	Как применительно к биологическим тканям, так и к медицинскому инструменту
10	Сварка трубных досок	Теплообменные аппараты нефтехимического, химического производства, пищевой промышленности
11	Сварка в защитных газах (MIG/MAG)	Материал по выбору студента
12	Электродуговая металлизация	Материал по выбору студента
13	Порошковое напыление	Материал по выбору студента
14	Производство сварочной проволоки	Материал по выбору студента
15	Сварка под слоем флюса	Материал по выбору студента

Студент в праве самостоятельно определить и другие виды сварки для рассмотрения (после согласования с преподавателем).

В контрольной работе необходимо рассмотреть физическую сущность способа сварки, схемы проведения процесса, режимы и сварочные материалы, сварочное оборудование, методы проведения и оценку качества по результатам разрушающего и неразруша-

ющего контроля. Провести анализ изделия/технологического процесса, рассматриваемого в диссертационном исследовании. Описать и обосновать методику проведения выбранных методов контроля качества, используемую нормативно-техническую документацию и оборудование, применяемое при контроле качества.

Содержание контрольной работы:

1. Объект контроля, основные элементы и конструкционные элементы;
2. Используемое сварочное оборудование;
3. Основные сведения о контролируемом оборудовании, сварном узле и применяемых методах контроля;
4. Используемое оборудование и оснастка при контроле качества, принцип действия, технические характеристики;
5. Технологические карты сварки и контроля, схемы контроля и используемая нормативно-техническая документация.
6. Допустимые и не допустимые дефекты, выявляемые при оценке качества, причины их образования и методы исправления;
7. Рекомендации для повышения качества в проектируемой технологии.