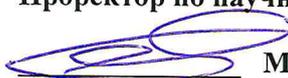


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе

 Мищенко В.Я. \_\_\_\_\_

« 16 » 06 \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Сварка, родственные процессы и технологии»**

**Направление подготовки (специальность) 15.06.01 «Машиностроение»**

**Направленность (Специализация) 05.02.10 «Сварка, родственные процессы  
и технологии**

**Квалификация (степень) выпускника** исследователь, преподаватель-  
исследователь

**Нормативный срок обучения** 4 года

**Форма обучения** очная

Автор программы Орлов А.С. д.т.н., проф. 

Программа обсуждена на заседании кафедры «Металлические конструкции и сварка в  
строительстве» « 11 » 06 2015 года Протокол № 7/1

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов

**Воронеж 2015**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

– получение знаний о закономерностях развития при сварке тепловых металлургических процессов фазовых и структурных превращений; возникновения и развития деформаций и напряжений; процессов, определяющих свариваемость материалов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины:

– формирование у аспирантов основы знаний о способах сварки металлов, обеспечивающих высокое качество и эксплуатационную надежность сварных конструкций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Сварка, родственные процессы и технологии» относится к вариативной части цикла обязательных дисциплин учебного плана.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины.* Изучение дисциплины «Сварка, родственные процессы и технологии» требует усвоения основных знаний, умений и компетенций обучающегося по дисциплине «Материаловедение и ТКМ».

Дисциплина «Сварка, родственные процессы и технологии» является предшествующей для дисциплин «Технология и оборудование сварки плавлением», «Технология и оборудование сварки в строительстве», «Основы проектирования сварных конструкций», «Металлические конструкции».

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины «Сварка, родственные процессы и технологии» направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- способностью 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 (ОПК-1);

- способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);

способностью формировать и аргументировано представлять научные гипотезы. (ОПК-3);

- способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в

ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения (ОПК-4);

- способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ОПК-5);

- способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (ОПК-6);

- способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения технологических систем и специализированного сварочного оборудования, а также средств технологического оснащения сварочного производства (ПК-1);

- способность формулировать и решать нетиповые задачи технологического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации сварочной техники (ПК-2);

- способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы в области сварочной техники и технологии (ПК-3);

- способность проявлять инициативу в сфере научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска области сварочной техники и технологии, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения (ПК-4);

- способность планировать и проводить экспериментальные исследования в области сварки с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ПК-5);

- способность профессионально излагать результаты своих исследований в области сварки и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (ПК-6).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

***Знать:***

Природу образования соединений при сварке, классификацию и сущность основных методов сварки

Закономерности процессов кристаллизации при сварке

Физические процессы в электрическом дуговом разряде

Металлургию сварки, природу дефектов сварных швов металлургического происхождения, природу сварочных напряжений и деформаций

***Уметь:***

обоснованно выбирать методы сварки, , сварочные материалы, режимы сварки

***Владеть:***

Методами расчета термических циклов при сварке

Методами расчета напряжений и деформаций при сварке

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Сварка, родственные процессы и технологии» составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6/-	7/-		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	40	20	20		
В том числе:					
Лекции	10	5/-	5/-		
Практические занятия (ПЗ)	30	15/-	15/-		

Лабораторные работы (ЛР)		-/-	-/-		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	104	52/-	52/-		
В том числе:					
Курсовой проект	-/-	-/-	-/-		
Контрольная работа	-/-	-/-			
Вид промежуточной аттестации ( экзамен)	, экзамен (72)/-	Экзамен 36/-	Экзамен (36)/-		
Общая трудоемкость	час	216/-	108/-	108-	
	зач. ед.	6	3	3	

*Примечание:* здесь и далее числитель – очная/знаменатель – заочная формы обучения.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Физическая и технологическая сущность процесса сварки и резки металлов	Физическая и технологическая сущность процесса сварки и резки металлов. Образование соединений при сварке. Классификация способов сварки. Способы сварки в твердой фазе (сварка давлением). Способы сварки в жидкой фазе (сварки плавлением).
2	Электрическая дуга Тепловые процессы при сварке плавлением.	Электрическая дуга. Физические процессы в эл. дуге. Основные способы электродуговой сварки. Способы резки металлов и сплавов. Тепловые процессы при сварке плавлением. Основные характеристики теплового сварочного источника. Термический цикл при сварке. Наплавка.
3	Кристаллизация при сварке	Плавление электродного и основного металлов. Формирование и кристаллизация металла шва.
4	Металлургические процессы при дуговой сварке сталей.	Формирование химического состава металла шва. Взаимодействие металла с газами и шлаками. Изменение структуры и свойств металла в зоне термического влияния. Строение сварного соединения. Свариваемость металлов и сплавов.
5	Напряжения и деформации при сварке. Дефекты сварных соединений.	Понятие о напряжениях и деформации при сварке. Снижение остаточных напряжений в сварных конструкциях. Предотвращение сварочных напряжений. Исправление сварочных деформации.

		Дефекты геометрической формы шва. Дефекты металлургического, гидродинамического и термомодеформационного происхождения. Горячие и холодные трещины; поры и неметаллические включения.
--	--	---

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
1.	«Технология и оборудование сварки плавлением»	+	+	+	+	+	+
2.	«Металлические конструкции».	+	+	+	+	+	+

## 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Физическая и технологическая сущность процесса сварки и резки металлов	2	6		21	29
2.	Электрическая дуга Тепловые процессы при сварке плавлением.	2	6		21	29
3.	Кристаллизация при сварке	2	6		21	29
4.	Металлургические процессы при дуговой сварке сталей.	2	6		21	29
5.	Напряжения и деформации при сварке. Дефекты сварных соединений.	2	6		20	28

## 5.4. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1	1	Физическая и технологическая сущность процесса сварки и резки металлов	6
2	2	Электрическая дуга Тепловые процессы при сварке плавлением.	6
3	3	Кристаллизация при сварке	6
4	4	Металлургические процессы при дуговой сварке сталей.	6
5	5	Напряжения и деформации при сварке. Дефекты сварных соединений.	6

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ, КУРСОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Учебным планом дисциплины «Сварка, родственные процессы и технологии» проведение курсовых проектов, курсовых и контрольных работ не предусмотрено.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Компетенции (общепрофессиональная – ОПК; профессиональная – ПК)	Форма контроля
1	УК-1. Способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Экзамен (Э)
2	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	Экзамен (Э)
3	ОПК-2. Способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	Экзамен (Э)
4	ОПК-3. Способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы	Экзамен (Э)
5	ОПК-4. Способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения	Экзамен (Э)
6	ОПК-5. Способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	Экзамен (Э)
7	ОПК-6. Способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций	Экзамен (Э)
8	ПК-1. Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения технологических систем и специализированного сварочного оборудования, а также средств технологического оснащения сварочного производства	Экзамен (Э)
9	ПК-2. Способность формулировать и решать нетиповые задачи технологического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации сварочной техники	Экзамен (Э)
10	ПК-3. Способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы в области сварочной техники и технологии	Экзамен (Э)

11	ПК-4. Способность проявлять инициативу в сфере научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска области сварочной техники и технологии, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения	Экзамен (Э)
12	ПК-5. Способность планировать и проводить экспериментальные исследования в области сварки с последующим адекватным оценением получаемых результатов	Экзамен (Э)
13	ПК-6. Способность профессионально излагать результаты своих исследований в области сварки и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций	Экзамен (Э)

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля	
		З	Э
Знает	Природу образования соединений при сварке, классификацию и сущность основных методов сварки Закономерности процессов кристаллизации при сварке Физические процессы в электрическом дуговом разряде Металлургию сварки, природу дефектов сварных швов металлургического происхождения Природу сварочных напряжений и деформаций (УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		+
Умеет	Обоснованно выбирать методы сварки, сварочные материалы, режимы сварки, (УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		+
Владеет	Методами расчета термических циклов при сварке (УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		+

### 7.2.1. I Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками:

- «отлично»
- «хорошо»
- «удовлетворительно»
- «неудовлетворительно»

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Металлургию сварки, природу де-		

	фектов сварных швов металлургического происхождения природу сварочных напряжений и деформаций (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	отлично	Обучающийся демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
Умеет	обоснованно выбирать методы сварки, сварочные материалы, режимы сварки (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		
Владеет	Методами расчета термических циклов при сварке (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		
Знает	Металлургию сварки, природу дефектов сварных швов металлургического происхождения природу сварочных напряжений и деформаций (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	хорошо	Обучающийся демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
Умеет	обоснованно выбирать методы сварки, , сварочные материалы, режимы (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		
Владеет	Методами расчета термических циклов при сварке (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		
Знает	Металлургию сварки, природу дефектов сварных швов металлургического происхождения природу сварочных напряжений и деформаций (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	удовлетворительно	Обучающийся демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
Умеет	обоснованно выбирать методы сварки, , сварочные материалы, режимы сварки (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		
Владеет	Методами расчета термических циклов при сварке (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		
Знает	Методами расчета термических циклов при сварке (УК-1, ОПК-1,ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-		1. Обучающийся демонстрирует небольшое понимание заданий. В

	5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		основном, требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.
Умеет	обоснованно выбирать методы сварки, сварочные материалы, режимы сварки (УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	неудовлетворительно	2. Обучающийся демонстрирует непонимание заданий.
Владеет	Методами расчета термических циклов при сварке (УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)		3. У обучающегося нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

### 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности.

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Физическая сущность процесса сварки.
2. Термодинамическое определение процесса сварки.
3. Физические признаки, характеризующие осуществления процесса сварки.
4. Классификация процессов сварки по физическим признакам.
5. Основные характеристики тепловых сварочных источников.
6. Термический цикл при сварке.
7. Основные характеристики термического цикла при сварке.
8. Наплавка.
9. Сварочная электрическая дуга.
10. Признаки классификации сварочных дуг.
11. Статическая вольтамперная характеристика сварочной дуги.
12. Характерные области вольтамперной характеристики электрической дуги при увеличении тока.
13. Мощность электрической дуги
14. Плавление электродного металла при электродуговой сварке
15. Плавление основного (свариваемого) металла
16. Перенос капель жидкого металла, образующихся при плавлении электрода в сварочную ванну,
17. Разновидности пространственных положений, при которых выполняются швы сварных соединений при сварке.
18. Силы, действующие на жидкий металл сварочной ванны и определяющие формирование геометрии сварочного шва.
19. Кристаллизация сварочной ванны при сварке плавлением
20. Металлургические процессы (реакции) при сварке плавлением
21. Химический состав металла шва при сварке плавлением

2. Основные газы, взаимодействующие с жидким металлом при электродуговой и газовой сварке.

23. Характерные типы металлургических реакций взаимодействия металла со шлаками при сварке плавлением.

24. Характерные зоны, определяющие строение сварного соединения

25. Характерные участки зоны термического влияния или околошовной зоны сварных соединений углеродистых сталей:

26. Свариваемость как свойство материалов.

## **Тесты контроля качества усвоения дисциплины.**

### **1. Физическая сущность процесса сварки.**

- а) технологический процесс получения неразъемных соединений путем совместного пластического деформирования соединяемых частей;
- б) процесс получения неразъемных соединений путем расплавления кромок свариваемых изделий и последующей кристаллизации жидкого металла;
- в) процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при нагревании и (или) пластическом деформировании.

### **2 Термодинамическое определение процесса сварки.**

- а) процесс получения монолитного соединения материалов путем термодинамически необратимого превращения тепловой и (или) механической энергии и вещества в стыке;
- б) процесс получения монолитного соединения путем превращения тепловой энергии и вещества в энергию сил межатомного взаимодействия в стыке;
- в) процесс получения монолитного соединения путем превращения механической энергии и пластического деформирования в энергию сил межатомного взаимодействия в стыке.

### **3. Физические признаки, характеризующие осуществления процесса сварки.**

- а) термические (тепловые) процессы нагрева и плавления;
- б) механические процессы, создающие давление при сварке;
- в) термические процессы, механические процессы, термомеханические процессы.

### **4.Способы сварки плавлением.**

- а) дуговая, электрошлаковая, газопрессовая, термитная, контактная, газовая;
- б) дуговая, плазменная, ультразвуковая, газовая, взрывом, диффузионная;
- в) дуговая, электронно-лучевая, лазерная, ванная, газовая, термитная, световая, электрошлаковая.

### **5.Основные характеристики тепловых сварочных источников.**

- а) полная и эффективная мощность, распределение теплового потока энергии и ее концентрация, режим работы источника (кратковременный, непрерывный, импульсный);
- б) полная и эффективная мощность, температура в источнике тепла, величина тока и напряжение электрической дуги;
- в) полная и эффективная мощность, распределение теплового потока энергии и ее концентрация, КПД источника.

### **6.Наплавка.**

- а) нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия;
- б) нанесение поверхностного слоя металла на изделие электродуговой сваркой покрытыми электродами;
- в) создание поверхностного слоя металла путем плазменного оплавления изделия.

### **7.Сварочная электрическая дуга.**

- а) устойчивый электрический разряд в сильно ионизированной смеси газов и паров свариваемых металлов, обусловленный протеканием электрического тока между электропроводными телами;
- б) процесс образования ионов и электронов в промежутке между электродами, к которым подводится напряжение;
- в) процесс протекания постоянного электрического тока между металлическими электродами при приложении к ним разности потенциалов.

### **8Признаки классификации сварных дуг.**

- а) по среде, в которой происходит дуговой разряд, по роду применяемого электрического тока;
- б) по типу электрода, по длительности горения, по характеру воздействия на обрабатываемую поверхность – прямое или косвенное воздействие;
- в) по среде, в которой происходит дуговой разряд, по роду применяемого электрического тока, по типу электрода, по длительности горения, по характеру воздействия на обрабатываемую поверхность – прямое или косвенное воздействие.

### **9.Статическая вольтамперная характеристика сварочной дуги.**

- а) зависимость напряжения дуги от сопротивления в дуговом промежутке;

- б) зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока;
- в) зависимость напряжения дуги при постоянной ее длине от силы сварочного тока.

**10. Мощность электрической дуги определяется.**

- а) величиной тока дуги;
- б) величиной напряжения дуги;
- в) произведением величины тока на величину напряжения дуги.

**11. Перенос капель жидкого металла, образующихся при плавлении электрода в сварочную ванну, обусловлен:**

- а) силой тяжести;
- б) электромагнитными силами, возникающими при протекании тока в дуге;
- в) силой поверхностного натяжения;
- г) силами реакции паров металла, выделяющимися из расплавленного металла капли;
- д) силой тяжести, электромагнитными силами, возникающими при протекании тока в дуге, силой поверхностного натяжения, силами реакции паров металла, выделяющимися из расплавленного металла капли.

**12. Разновидности пространственных положений, при которых выполняются швы сварных соединений при сварке.**

- а) нижнее и вертикальное;
- б) вертикальное и горизонтальное;
- в) потолочное;
- г) нижнее, вертикальное, горизонтальное, потолочное.

**13. Кристаллизация сварочной ванны при сварке плавлением начинается:**

- а) от мелкодисперсных тугоплавких частиц, находящихся в жидком металле сварочной ванны;
- б) от дополнительных центров кристаллизации, вводимых в сварочную ванну из присадочного металла;
- в) от частично оплавленных зерен основного свариваемого металла.

**14. Металлургические процессы (реакции) при сварке плавлением включают в себя:**

- а) взаимодействие расплавленного металла с газами;
- б) взаимодействие расплавленного металла со шлаками;
- в) взаимодействие расплавленного металла с газами и шлаками.

**15. Химический состав металла шва при сварке плавлением определяется:**

- а) химическим составом и долей участия основного (свариваемого) металла в формировании шва;
- б) химическим составом и долей участия электродного металла в формировании шва;
- в) реакциями взаимодействия расплавленного металла с газами и шлаками;
- г) химическим составом и долей участия основного (свариваемого) металла, электродного металла в формировании шва, реакциями взаимодействия расплавленного металла с газами и шлаками.

**16. Основные газы, взаимодействующие с жидким металлом при электродуговой и газовой сварке.**

- а) кислород, азот, гелий;
- б) кислород, водород, аргон;
- в) кислород, азот, водород.

**17. Характерные зоны, определяющие строение сварного соединения:**

- а) шов и основной металл;
- б) шов, зона сплавления, зона термического влияния или околошовная зона, основной металл;
- в) шов, зона сплавления, зона закалки, зона перекристаллизации, зона термического влияния, основной металл.

**18. Характерные участки зоны термического влияния или околошовной зоны сварных соединений углеродистых сталей:**

- а) участок перегрева, участок нормализации, участок неполной перекристаллизации, участок рекристаллизации, участок синеломкости;
- б) участок расплавленного металла, участок неполного расплавления, участок перекристаллизации, участок неполной перекристаллизации, участок старения и рекристаллизации, основной металл;
- в) металл шва, участок неполного расплавления, участок перегрева, участок перекристаллизации, основной металл.

**19. Свариваемость как свойство материалов.**

- а) способность образовывать неразъемные соединения материалов без трещин и пор;
- б) свойство материалов или сочетания материалов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия;
- в) способность материалов образовывать неразъемные соединения с одинаковым химическим составом в шве и основном металле.

**20. Сварочные материалы для ручной электродуговой сварки.**

- а) сварочная проволока, флюс;
- б) сварочная проволока;
- в) электроды.

**21. Параметры режима ручной дуговой сварки.**

- а) время сварки, скорость сварки, величина сварочного тока;
- б) величина сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электрода;
- в) скорость подачи проволоки, величина сварочного тока, напряжение дуги.

**21. Величина сварочного тока выбирается в зависимости от [...].**

- а) диаметра электрода и типа металла электродного стержня;
- б) химического состава свариваемого металла и пространственного положения сварного шва;
- в) напряжения дуги и типа обмазки электродов.

**22. Диаметр электрода выбирается в соответствии с [...].**

- а) химическим составом свариваемого металла;
- б) толщиной свариваемого металла;
- в) характеристиками сварочного оборудования.

**23. Автоматическая сварка под флюсом относится к способам [...].**

- а) сварки давлением;
- б) сварки плавлением;
- в) термомеханическим способам сварки.

**24. Сварочные материалы для автоматической сварки под флюсом.**

- а) сварочная проволока, флюс;
- б) сварочная проволока;
- в) электроды.

**25. Преимущества автоматической сварки под флюсом по сравнению с ручной дуговой:**

- а) возможность сварки во всех пространственных положениях;
- б) повышение производительности процесса сварки, повышение качества сварных соединений, уменьшение себестоимости 1 м сварочного шва;
- в) наложение швов в труднодоступных местах.

**26. Разновидности механизированной (полуавтоматической) сварки в зависимости от характера защиты расплавленного металла и типа электродной проволоки.**

- а) аргонодуговая сварка, сварка в  $\text{CO}_2$ , сварка в смеси газов;
- б) под флюсом, в защитных газах и порошковой проволокой;
- в) электрошлаковая и газовая.

**27. Инертные защитные газы.**

- а) углекислый газ, азот, водород;
- б) аргон, гелий;
- в) кислород, ацетилен.

**28. Активные защитные газы.**

- а) углекислый газ, азот, водород;
- б) аргон, гелий;
- в) кислород, ацетилен.

**29. Горючие газы для газовой сварки.**

- а) азот, водород, кислород;
- б) ацетилено-кислородные, пропан-бутановые смеси, природный газ;
- в) аргон, гелий, углекислый газ.

**30. Параметры режима газовой сварки.**

- а) способ сварки (левый и правый), мощность пламени, диаметр присадочной проволоки, траектория движения горелки и присадочной проволоки;
- б) величина сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электрода или электродной проволоки, величина зазора между свариваемыми стержнями;
- в) величина сварочного тока, скорость подачи проволоки, напряжение в дуге, скорость сварки, диаметр электродной проволоки.

**31. Классификация резки по характеру применяемого подогрева.**

- а) газовая, электрокислородная, кислородно-флюсовая с газовым нагревом;
- б) ацетилено-кислородная, пропан-бутановая;
- в) ручная дуговая, газовая.

**32. Классификация резки по характеру образуемых резов.**

- а) разделительная, поверхностная, резка копьём;
- б) отделительная, объемная, сквозная;
- в) разрезная, контурная, глубокая.

**33. Основные причины, вызывающие возникновение напряжений и деформаций при сварке.**

- а) литейная усадка при кристаллизации металла шва, неравномерный нагрев, изменение объема металла, вызванное структурными превращениями в металле при сварке;
- б) литейная усадка при кристаллизации металла шва, закреплений изделий в приспособлениях, перегрев изделия;
- в) литейная усадка при кристаллизации металла шва, неравномерный нагрев, завышенная величина тока в дуге.

**34. Дефекты геометрической формы шва.**

- а) трещины, поры, ослабление или чрезмерное усиление шва, грубая чешуйчатость и неравномерность ширины шва, непровары, подрезы, наплывы;  
 б) трещины, шлаковые включения, ослабление или чрезмерное усиление шва, грубая чешуйчатость и неравномерность ширины шва, непровары, подрезы, наплывы;  
 в) ослабление или чрезмерное усиление шва, грубая чешуйчатость и неравномерность ширины шва, непровары, подрезы, наплывы, провисание корня шва, прожоги, кратеры.

**35. Дефекты металлургического, гидродинамического и термомеханического происхождения.**

- а) горячие трещины, холодные трещины, поры, шлаковые включения, свищи;  
 б) горячие трещины, холодные трещины, поры, непровары, подрезы, наплывы;  
 в) горячие трещины, холодные трещины, поры, кратеры, прожоги.

**Паспорт фонда оценочных средств**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Физическая и технологическая сущность процесса сварки и резки металлов	(УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	Экзамен
2	Электрическая дуга Тепловые процессы при сварке плавлением.	(УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	Экзамен
3	Кристаллизация присварке	(УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	Экзамен
4	Металлургические процессы при дуговой сварке сталей.	(УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	Экзамен
5	Напряжения и деформации при сварке. Дефекты сварных соединений.	(УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6)	Экзамен

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.**

При проведении экзамена обучающемуся представляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося на экзамене не должен превышать 1 астрономического часа. Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой (ГОСТы).

**8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), РАЗРАБОТАННОГО НА КАФЕДРЕ**

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методиче-	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество

п		ские указания, компьютерная программа)			
	. Орлов, А.С. Основные способы сварки и резки ме- таллов: лаб. прак- тикум / А.С. Орлов [и др.]; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т.- Воронеж, 2011.- 62 с.	лаб. практи- кум	А.С. Орлов, А.Ф.Николаев, В.А.Биржеев, В.В.Григораш, А.С.Померанцев	2011	Библиотека 298
2	Болдырев, Алек- сандр Михайло- вич. Сварка в строи- тельстве: техно- логия сварочных работ и оборудо- вание [Текст] : курс лекций : учеб. пособие / Воронеж. гос. ар- хит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2009	: курс лекций : учеб. посо- бие	А.М. Болдырев	2009	Библиотека 222
3	Орлов, Александр Семенович. Контроль качества сварки в строи- тельстве [Текст] : учеб. пособие / Воронеж. гос. ар- хитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : . .], , 2011). - 57 с. : ил.	учеб. посо- бие	А.С. Орлов	2011	Библиотека 251
4	Болдырев, А.М. Источники пита- ния сварочной ду- ги / Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т.- Воронеж, 2013	Учебное по- сobie	Болдырев А.М., Орлов А.С., Рубцова Е.Г., Померанцев А.С.	2013	Библиотека 116

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важное, выделять ключевые слова, термины. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю в конце лекции, на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Получение и закрепление практических навыков по выбору металлов и сплавов, подбору режимов термической обработки для них, выбору метода и технологии сварки.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, контрольные вопросы по практическим занятиям.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### Основная

1. Теория сварочных процессов [Текст]: учебник для вузов : допущено УМО / под ред. В. М. Неровного. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 (М. : ППП "Типография "Наука", 2007). - 748 с. - ISBN 978-5-7038-3020-8 : 153-15. 25экз.
2. Орлов, А.С. Основные способы сварки и резки металлов: лаб. практикум / А.С. Орлов [и др.]; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2011. - 62 с. 298 экз.
3. Орлов, А.С. Контроль качества сварки в строительстве: учеб. пособие / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж: [б. и.], 2011 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий ВГАСУ, 2011). - 57 с. : ил. - ISBN 978-5-89040-343-8: 12-79. 254 экз.

#### Дополнительная

1. Орлов, Александр Семенович. Контроль качества сварки в строительстве [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2011. - 1 электрон. опт. диск. - 20-00.
2. Основные способы сварки и резки металлов [Электронный ресурс] : лаборатор. практикум : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2011 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2011). - 1 электрон. опт. диск. - 20

## **10.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:**

1. Компьютерный класс, который позволяет реализовать неограниченные образовательные возможности с доступом в сеть Интернет на скорости 6 мегабит в секунду. С возможностью проводить групповые занятия с обучаемыми, а так же онлайн (оффлайн) тестирование.
2. Библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотек страны и мира. В количестве 3-х мест.
3. Персональный компьютер с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows XP, Office 2007, которое позволяет работать с видео-аудио материалами, создавать и демонстрировать презентации, с выходом в сеть Интернет
4. Видеопроектор для демонстрации слайдов.
5. Информационно-справочные системы СтройКонсультант, NormaCS.
6. Компьютерная система контроля знаний Weldman.

## **10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):**

1. Операционная система Windows.
2. Текстовый редактор MS Word.
3. Графический редактор MS Paint.
4. Средства компьютерных телекоммуникаций: Internet Explorer, Google Chrome.
5. Компьютерная программа контроля знаний в локальной сети.

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать Интернет-ресурсы:

- <http://encycl.yandex.ru> (Энциклопедии и словари);
- <http://standard.gost.ru> (Росстандарт);
- <http://www.fepo.ru> (Подготовка к Интернет-тестированию).
- [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) (Электронная библиотека)

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:**

- круги шлифовальные ГОСТ 8212
- печь тип СНОЛ 1,6.2,5.1/9-ИЗ
- печь СНОЛ-25/12
- твердомеры ТК-2 и ТШ
- машина разрывная Р-5
- копер маятниковый
- микроскопы МИМ-7
- штангенциркуль
- слайдпроектор и набор кодограмм
- пост для ручной электродуговой сварки (стол, вытяжка, источник питания, токопроводящие провода, электрододержатель, щиток, молоток, зубило, металлическая щетка)

- сварочный трактор ТС-17, сварочный выпрямитель ВДМ-1202С
- сварочный полуавтомат ПДГ-515-4К, источник ВДУ-506У3, баллоны с углекислым газом
- установка для односторонней сварки К-264, установка для двусторонней сварки МТР-1201
- пост газовой сварки (газовые баллоны, понижающие газовые редукторы, шланги и инжекторная горелка), макет и стенд по газовой сварке
- пост газовой резки (газовые баллоны, понижающие газовые редукторы, шланги, резаки), макет и стенд по газовой резке.

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

В процессе изучения дисциплины «Сварка, родственные процессы и технологии» используется курс лекций, практические занятия.

**Лекция.** Можно использовать различные типы лекций: вводная, мотивационная (возбуждающая интерес к осваиваемой дисциплине); подготовительная (готовящая обучающегося к более сложному материалу); интегрирующая (дающая общий теоретический анализ предшествующего материала); установочная (направляющая обучающихся к источникам информации для дальнейшей самостоятельной работы).

Содержание и структура лекционного материала должны быть направлены на формирование у обучающегося соответствующих компетенций и соотноситься с выбранными преподавателем методами контроля и оценкой их усвоения.

**Практические работы.** Практические работы играют важную роль в выработке у обучающихся навыков применения полученных знаний для решения практических задач. Важнейшей стороной любой формы практических занятий являются *упражнения*. Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, изложенной в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности обучающихся - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи. Проводя упражнения с обучающимися, следует специально обращать внимание на формирование способности к осмыслению и пониманию.

*Цель занятий* должна быть ясна не только преподавателю, но и обучающимся.

Следует организовывать практические работы так, чтобы студенты постоянно ощущали нарастание сложности выполняемых заданий, испытывали положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, были заняты напряженной творческой работой, поисками правильных и точных решений. Большое значение имеют индивидуальный подход и продуктивное педагогическое общение. Обучаемые должны получить возможность раскрыть и проявить свои способности, свой личностный потенциал. Поэтому при разработке заданий преподаватель должен учитывать уровень подготовки и интересы каждого студента группы, выступая в роли консультанта и не подавляя самостоятельности и инициативы студентов. Лабораторный практикум направлен на практическое изучение наиболее распространенных способов механических испытаний металлических материалов, макроскопического и микроскопического анализа металлов и сплавов, основ термической обработки сталей. Обучающиеся проводят испытания, измерения, расчеты и анализ полученных результатов, по каждой работе оформляется отчет по определенной форме.

Самостоятельная и внеаудиторная работа обучающихся при освоении учебного материала. Самостоятельная работа может выполняться обучающимся в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, а также в домашних условиях. Организация самостоятельной работы обучающегося должна предусматривать контролируемый доступ к лабораторному оборудованию, приборам, базам

данных, к ресурсу Интернет. Необходимо предусмотреть получение обучающимся профессиональных консультаций, контроля и помощи со стороны преподавателей.

Самостоятельная работа обучающихся должна подкрепляться учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебным программным обеспечением.

Промежуточный контроль включает зачет и экзамен. Зачет проводится в форме тестирования или Интернет-тестирования или в устной форме. К зачету допускаются обучающиеся, полностью выполнившие учебный план дисциплины. Возможно проведение зачета на основании рейтинговой оценки работы (в т.ч. и самостоятельной) в течение семестра.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение», профиль 05.02.10 «Сварка, родственные процессы и технологии», 05.05.04 «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины».

Руководитель основной

образовательной программы \_\_\_\_\_ А.С. Орлов

подпись

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_  
ученая степень, звание, подпись

\_\_\_\_\_   
инициалы, фамилия

**Эксперт**

\_\_\_\_\_  
(место работы)

\_\_\_\_\_  
(занимаемая должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

М П  
Организации

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Физическая сущность процесса сварки.
2. Свариваемость как свойство материалов.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Термодинамическое определение процесса сварки.
2. Характерные участки зоны термического влияния или околошовной зоны сварных соединений углеродистых сталей:

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Физические признаки, характеризующие осуществления процесса сварки.
2. Свариваемость как свойство материалов.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Классификация процессов сварки по физическим признакам.
2. Характерные типы металлургических реакций взаимодействия металла со шлаками при сварке плавлением.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Основные характеристики тепловых сварочных источников.
2. Основные газы, взаимодействующие с жидким металлом при электродуговой и газовой сварке.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Термический цикл при сварке.
2. Химический состав металла шва при сварке плавлением

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Основные характеристики термического цикла при сварке.
2. Металлургические процессы (реакции) при сварке плавлением

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Наплавка.
2. Кристаллизация сварочной ванны при сварке плавлением

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Сварочная электрическая дуга.
2. Силы, действующие на жидкий металл сварочной ванны и определяющие формирование геометрии сварочного шва.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Признаки классификации сварочных дуг.
2. Разновидности пространственных положений, при которых выполняются швы сварных соединений при сварке.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Статическая вольтамперная характеристика сварочной дуги.
2. Перенос капель жидкого металла, образующихся при плавлении электрода в сварочную ванну.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

1. Характерные области вольтамперной характеристики электрической дуги при увеличении тока.
2. Плавление основного (свариваемого) металла

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Воронежский государственный  
архитектурно-строительный университет»

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Орлов  
аспирантура  
Кафедра МК и сварки в строительстве  
Дисциплина «Сварка, родственные  
процессы и технологии»  
гр. А 27

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

1. Мощность электрической дуги
2. Плавление электродного металла при электродуговой сварке

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Орлов А.С.