

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1. В. 08**

(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория сварочных процессов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

### 15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

### Современные технологические процессы изготовления деталей в машиностроении

(направленность (профиль))

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2019**

### Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	6											
Часов по РУП	216											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены			Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
	7											
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам						6					6	
Лекции						32					32	
Лабораторные						16					16	
Практические						16					16	
Контактная работа						64,35					64,35	
Сам. работа						116					116	
Контроль						35,65					35,65	
Итого						216					216	

Тольятти, 2018

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности): 15.03.01 Машиностроение

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**

☒ Отсутствует

☐ Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры :  
СОМДиРП (протокол заседания № 1 от « 30 » 08 20 18 г.).

☐ Рецензент

\_\_\_\_\_  
(должность, ученое звание, степень) (подпись) (И.О. Фамилия)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Срок действия рабочей программы дисциплины до 30.08.2023 г.**

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой:

СОМД и РП  
(разработавшей РПД)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_ В.В.Ельцов

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**

**Б1.В.08 ТЕОРИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)**

Цель – изложение широкого круга вопросов, относящихся к теории процессов, происходящих при сварке, обобщение их в стройную систему теоретических знаний, базирующихся на последних достижениях сварочной науки и производства.

Задачи:

1. Сформировать у студентов умений качественного и количественного анализа изучаемых сварочных процессов;
2. Сформулировать у студентов знания физических, химических, механических явлений, лежащих в основе различных способов сварки;
3. Изучение тепловых процессов при сварке;
4. Изучение закономерностей формирования свойств металла сварного шва и сварного соединения в целом.

**2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – физика, химия, введение в профессию

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – основы научных исследований, выпускная квалификационная работа.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов из-	<b>Знать:</b> конструктивные особенности сварных соединений; конструктивные и технологические факторы, определяющие работоспособность сварных соединений и конструкций; особенности поведения и механизмы разрушения соединений при различных эксплуатационных воздействиях; принципы оценки работоспособности сварных конструкций.

делий, узлов и деталей выпускаемой продукции (ПК-14);	<b>Уметь:</b> применять основные задачи теории надежности для оценки особенностей эксплуатации сварных соединений, узлов и конструкций; оценивать влияние внешних и внутренних факторов на надежность сварных соединений; непосредственно связывать показатели надежности с механическими и физико-химическими свойствами материалов сварных соединений и узлов и с воздействующими на них факторами.
	<b>Владеть:</b> методами определения показателей надежности по свойствам материалов сварных соединений и узлов, присадочных материалов и воздействующими на них внешними факторами.
умение использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями (ПК-6)	<b>Знать:</b> нормы и методы автоматизированного проектирования документации
	<b>Уметь:</b> разрабатывать стратегии моделирования чертежей с нуля и на основе трехмерных моделей
	<b>Владеть:</b> навыками создания электронных чертежей и другой документации в САПР

### Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
1. Введение	1.1. Место теории и практики в изучении сварочных процессов
2. Физические основы и классификация процессов сварки	2.1. Монолитность соединения.
	2.2. Введение и преобразование энергии в зоне сварки.
	2.2. Введение и преобразование вещества в зоне сварки.
3. Источники энергии при сварке	3.1. Виды энергии, преобразуемой при сварке в тепловую.
	3.2. Оценка энергетической эффективности при сварке.
	3.3. Физико-химические процессы в дуговом разряде.
	3.4. Разновидности дуговых разрядов, применяемых в сварочной технике.
	3.5. Строение сварочной дуги и ее технологические свойства.
4. Тепловые процессы при сварке	4.1. Основные понятия и законы в тепловых расчетах при сварке.

	4.2. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
	4.3. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты.
	4.4. Применение ЭВМ для расчета температурных полей и экспериментальное определение температур при сварке.
	4.5. Нагрев и плавление металла при сварке.
5. Физико-химические процессы при сварке	5.1. Термодинамические, электрохимические и кинетические основы металлургических процессов сварки.
6. Металлургические процессы при сварке	6.1. Особенности протекания металлургических процессов при различных видах сварки.
	6.2. Взаимодействие металлов с газами.
	6.3. Взаимодействие металлов и шлаков при сварке.
7. Процессы кристаллизации при сварке	7.1. Плавление и затвердевание металла при сварке.
	7.2. Сварочная ванна, ее образование, основные характеристики.
	7.3. Особенности затвердевания металла шва.
	7.4. Формирование первичной структуры металла шва.
	7.5. Влияние первичной структуры на механические свойства металла шва.
8. Образование вторичной структуры и ее влияние на свойства металла сварных соединений.	8.1. Неоднородность сварного соединения.
9. Технологическая прочность сварных соединений	9.1. Термдеформационные процессы при сварке.
	9.2. Природа образования горячих трещин при сварке.
	9.3. Холодные трещины в сварных соединениях.
	9.4. Ламелярные трещины и трещины повторного нагрева.
	9.5. Явления охрупчивания и хрупкое разрушение металла сварных соединений.
10. Свариваемость	10.1. Факторы определяющие свариваемость.
	10.2. Методы оценки свариваемости.
11. Заключение	Общие принципы выбора способа сварки, сварочных материалов для изготовления сварных конструкций.

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 6 ЗЕТ.**

#### 4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса): «Теория сварочных процессов»

Семестр изучения: 7

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально-технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуемая литература (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 1. Введение	Тема 1.1. Место теории и практики в изучении сварочных процессов	4				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы	Компьютерный проектор, интерактивная доска , ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
Раздел 2. Физические основы и классификация процессов сварки	Тема 2.1. Монолитность соединения	4				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 2.2. Введение и преобразование энергии в зоне сварки	4				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 2.3. Введение и преобразование вещества в зоне сварки	4				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литерату-	отсутствует	[1,3,4,6]

									ра		
Раздел 3. Источники энергии при сварке	Тема 3..1. Виды энергии, преобразуемые при сварке в тепловую энергию	2				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	3	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 3.2. Оценка энергетической эффективности сварочных процессов	2				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	3	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 3.3. Физико-химические процессы в дуговом разряде	2				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	3	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 3.4. Разновидности дуговых разрядов, применяемых в сварочной технике	1				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	3	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Лабораторная работа 1. Исследование распределения тепла свободных сварочных дуг	1	3		1	Индивидуальные лабораторные работы.	2	Оформление отчета по лабораторным работам. Анализ результатов и выводы	Персональный компьютер, сварочный пост, инвертор для сварки, плавящиеся электроды, приборы	проверка знаний по итогам лаб. занятий	[1,2,4,7]
	Тема 3.5. Строение сварочной дуги и её технологические характеристики	1				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
Раздел 4.	Тема	1					2	Изучение кон-	Компьютерный	отсут-	[1,3,4,6]

Тепловые процессы при сварке	4.1.Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке					Лекция с использованием интерактивной доски, проектора		спектов и рекомендуемой литературы, подготовка к лабораторным занятиям	проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	
	Тема 4.2. Дифференциальное уравнение теплопроводности	<b>1</b>				Лекция с использованием интерактивной доски, проектора Практические занятия	<b>2</b>	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы Оформление отчета	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 4.3. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты	<b>1</b>				Лекции с использованием интерактивной доски, проектора	<b>2</b>	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 4.4.Применение ЭВМ для расчета температурных полей и экспериментальное определение температур при сварке	<b>1</b>				Лекции с использованием интерактивной доски, проектора Практические занятия	<b>2</b>	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы, подготовка к занятиям	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 4.5.Нагрев и плавление металла при сварке	<b>1</b>		<b>10</b>		Лекции с использованием интерактивной доски, проектора. Индивидуальные практические работы.	<b>2</b>	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы, оформление отчета по практическим работам	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература	отсутствует	[1,3,4,5,6]
	Лабораторная работа 1. Эксперименталь-		4		1	Индивидуальные лабораторные работы.	2	Оформление отчета по лабораторным работам.	Сварочный пост для ручной дуговой сварки, при-	проверка знаний по ито-	[1,2,4,7]



	ное исследование процесса распространения тепла при сварке.							Анализ результатов и выводы	боры, стальные пластины, термодпары, литература	гам лаб. занятий	
	Лабораторная работа 2. Температурное поле при сварке разнородных металлов с использованием метода электро моделирования		4		1	Индивидуальные лабораторные работы.	2	Оформление отчета по лабораторным работам. Анализ результатов и выводы	Специализированная установка для электро моделирования, литература	проверка знаний по итогам лаб. занятий	[1,2,4,7]
Раздел 5. Физико-химические процессы при сварке	Тема 5.1. Термодинамические, электрохимические и кинетические основы металлургических процессов сварки	1		6		Лекции. Индивидуальные практические работы	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы, оформление отчета по практическим работам	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
Раздел 6. Металлургические процессы при сварке	Тема 6.1. Особенности протекания металлургических процессов при различных видах сварки	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 6.2. Взаимодействие металлов с газами	1				Лекции	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 6.3. Взаимодействие	1				Лекция	2	Изучение кон-	Компьютерный	отсут-	[1,3,4,6]

	металлов и шлаков при сварке							спектов и рекомендуемой литературы,	проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	
Раздел 7. Процессы кристаллизации при сварке	Тема 7.1. Плавление и затверждение металла при сварке	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 7.2.Сварочная ванна, её образование, основные характеристики	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 7.3. Особенности затвердевания металла шва	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
	Лабораторная работа 3. Исследование процессов затвердевания сварочной ванны с использованием метода материального моделирования		4		2	Индивидуальные лабораторные работы.	2	Оформление отчета по лабораторным работам. Анализ результатов и выводы	Специализированная установка для физического моделирования процессов кристаллизации сварочной ванны ,ПЭВМ, литература	проверка знаний по итогам лаб. занятий	[1,2,4,7]
	Тема 7.4.Формирование первичной структуры ме-	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска,	отсутствует	[1,3,4,6]

	талла шва								ПЭВМ, литерату- ра,		
	Лабораторная работа 4. Исследование процесса легиро- вания металла при сварке по- крытым электро- дом		4		2	Индивидуальные лабо- раторные работы.	2	Оформление отчет- та по лаборатор- ным работам. Анализ результа- тов и выводы	Сварочный пост, электроды раз- личных марок, слесарный ин- струмент, спек- тропроектор, спектрограф, об- жиговая камера, ПЭВМ, литерату- ра	проверка знаний по ито- гам лаб. занятий	[1,2,4, 7]
	Тема 7.5. Влия- ние первичной структуры на ме- ханические свой- ства металла шва	1				Лекция	2	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры,	Компьютерный проектор, интер- активная доска, ПЭВМ, литерату- ра,	отсут- ствует	[1,3,4,6]
Раздел 8. Образова- ние вто- ричной структуры и её влия- ние на свойства металла сварных соедине- ний	Тема 8.1. Неод- нородность свар- ного соединения	1				Лекция	2	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры,	Компьютерный проектор, интер- активная доска, ПЭВМ, литерату- ра,	отсут- ствует	[1,3,4,6]
Раздел 9. Техноло- гическая прочность сварных	Тема 9.1. Термо- деформационные процессы при сварке	1				Лекция	2	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры,	Компьютерный проектор, интер- активная доска, ПЭВМ, литерату- ра,	отсут- ствует	[1,3,4,6]

соединений	Тема 9.2. Природа образования горячих трещин при сварке	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 9.3.Холодные трещины в сварных соединениях	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 9.4.Ламелярные трещины и трещины повторного нагрева	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 9.5. Явление охрупчивания и хрупкое разрушение металла сварных соединений	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
Раздел 10. Свариваемость	Тема 10.1. Факторы, определяющие свариваемость	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литерат.	отсутствует	[1,3,4,6]
	Тема 10.2.Методы оценки свариваемости	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]
Раздел 11. Заключение	Тема 11.1. Общие принципы выбора способа сварки, сварочных материалов для изго-	1				Лекция	2	Изучение конспектов и рекомендуемой литературы,	Компьютерный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ, литература,	отсутствует	[1,3,4,6]

	товления сварных конструкций										
<b>Итого:</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>116</b>				
		контроль <b>216</b>									

### 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Проверка знаний для проведения лабораторных работ	Устный опрос перед выполнением лабораторных работ	«допуск к лабораторным работам»	Студент ответил на вопросы преподавателя
		«не допуск к лабораторным работам»	Студент не ответил на вопросы преподавателя
Выполнение всех лабораторных и практических работ. Проверка знаний по итогам лабораторных занятий.	Выполнение лабораторных и практических работ работы	«допуск к экзамену»	Студент выполнил лабораторные и практические работы по темам дисциплины, и ответил на дополнительные вопросы преподавателя.
		«не допуск к экзамену»	Студент не выполнил лабораторные работы и практические по темам дисциплины или не ответил на дополнительные вопросы преподавателя.
		«не допуск к экзамену»	Студент не выполнил лабораторные работы по темам дисциплины или не ответил на дополнительные вопросы преподавателя.
<b>Экзамен (7 семестр):</b> Устно по экзаменационным билетам или тестирование	Выполнение всех лабораторных работ	«отлично»	Без замечаний
		«хорошо»	Незначительные замечания
		«удовлетворительно»	Существенные замечания
		«неудовлетворительно»	Нет ответа на 2 вопроса экз. билета из 3

## 6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Курсовая работа (проект) учебным планом не предусмотрен

## Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Письменные работы по дисциплине не предусмотрены

## 8. Вопросы к экзамену

№ п/п	Вопросы
1	Что называют сваркой с точки зрения теории сварочных процессов?
2	В чем сущность введения и преобразования энергии и вещества в зоне сварки?
3	Каким образом происходит создание монолитного соединения в результате сварки?
4	Как классифицировать способы сварки по видам энергии активации и агрегатному состоянию вещества?
5	В чем состоит физическая сущность сварки?
6	Какие технические задачи решают с помощью сварки?
7	Какие источники тепла используют при сварке плавлением?
8	Что такое электрическая дуга и как её применить для сварки?
9	Как определить эффективную мощность сварочной дуги?
10	В чем состоит значение для горения св. дуги эмиссии электронов и ионизации газов?
11	Как использовать энергию излучения в качестве сварочного источника тепла? Поясните на нескольких примерах.
12	Как использовать механическую энергию для соединения материалов? Какие способы сварки основаны на использовании механической энергии?
13	В чем состоит сущность сварки в твердом и жидком состояниях с использованием механической и тепловой энергии?
14	В чем состоит сущность сварки в жидком и парообразном состояниях с применением тепловой энергии? Приведите примеры таких способов сварки.
15	Как можно использовать электрическое сопротивление в качестве источника тепла для сварки? В чем состоит разница при выделении тепла при прохождении тока через металлический проводник и в контакте между двумя проводниками?
16	Какие методы расчета температур при сварке применяют? Что понимают под краевыми и граничными условиями в теплофизических расчетах при сварке?
17	В чем состоит значение процессов теплопроводности, конвекции и излучения при сварке?
18	Какой вид передачи тепла описывает закон Фурье? Представьте закон Фурье в виде уравнения.
19	Из каких трех стадий состоит процесс распространения тепла при сварке?
20	Какими методами решают дифференциальное уравнение теплопроводности? Поясните физический смысл входящих в него членов.
21	Как схематизируются источники тепла и нагреваемые тела при расчете температур при сварке?

22	Чем отличаются решения дифференциального уравнения теплопроводности для мгновенного неподвижного точечного, линейного, плоского источников тепла соответственно в полубесконечном теле, пластине и стержне?
23	Как качественно охарактеризовать понятия: движущийся и быстро движущийся источник тепла; тонкая и толстая пластины?
24	Какой физический смысл вкладывается в понятия: полная и эффективная тепловые мощности; эффективный КПД источника тепла; погонная энергия; гомологическая температура?
25	В чем состоит физический смысл понятий: теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, теплоотдача?
26	Как охарактеризовать понятия: термический цикл, изотерма, градиент температур, температурное поле, квазистационарное температурное поле?
27	В чем состоит разница между движущимся и мощным быстро движущимся источником тепла? Между пластиной и плоским слоем?
28	Для какой схемы источника тепла и нагреваемого тела решение дифференциального уравнения теплопроводности имеет вид: $T(r, x) = (q/2\pi \cdot \lambda \cdot \delta) \cdot \exp(-V \cdot x/2a) \cdot K_0(r\sqrt{(v^2/4a^2 + b/a)})$ ? Объясните физический смысл входящих в уравнение членов.
29	Для какой схемы источника тепла и нагреваемого тела решение дифференциального уравнения теплопроводности имеет вид: $T(r, x) = (q/2\pi \cdot \lambda \cdot \delta) \cdot \exp[(-v/2a)(R+x)]$ ? Объясните физический смысл входящих в уравнение членов.
30	Для какой схемы источника тепла и нагреваемого тела решение дифференциального уравнения теплопроводности имеет вид: $T(y, t) = (q/v \cdot \delta \cdot \sqrt{4\pi \cdot \lambda \cdot c \gamma \cdot t}) \exp(-y^2/4at - \beta t)$ ? Объясните физический смысл входящих в уравнение членов.
31	Как зависит температурное поле от параметров режима сварки и теплофизических свойств свариваемого материала?
32	Как определить количество тепла, выделяющееся при прохождении тока в жидком неметаллическом проводнике и металлическом проводнике?
33	Что представляет собой сварочная ванна и факторы, от которых зависят её размеры и форма?
34	Как образуются центры кристаллизации в сварочной ванне?
35	Из каких этапов состоит затвердевание металла в сварочной ванне?
36	Почему происходит переохлаждение металла в сварочной ванне, от чего оно зависит?
37	Чем отличаются виды переохлаждения металла в сварочной ванне?
38	Как Вы представляете механизм роста первичных кристаллитов и факторы его обуславливающие?
39	Для каких сварочных процессов характерен концентрационный нагрев?
40	В чем состоит влияние первичной структуры металла сварного шва на его свойства?
41	Что такое кристаллизационные слои в металле шва и причины их образования?
42	Что представляет собой зона термического влияния и чем она может отличаться при сварке различных металлов?
43	В чем состоит механизм образования горячих трещин при сварке?
44	Как объяснить влияние формы и размеров сварочной ванны, направленности первичных кристаллитов на склонность металла шва к образованию горячих трещин?



45	По каким внешним признакам отличаются горячие трещины?
46	Как влияют легирующие элементы на склонность металла швов к образованию горячих трещин?
47	Что такое эквиваленты хрома и никеля?
48	Что представляют собой температурный интервал хрупкости и эффективный интервал кристаллизации?
49	Как Вы представляете процесс полигонизации ?
50	Какова роль эвтектик в образовании горячих трещин?
51	Какие путями и методами следует бороться с горячими трещинами ?
52	Как сварочная текстура влияет на свойства сварных соединений?
53	В чем разница между первичной и вторичной структурами сварного соединения?
54	Что такое холодные трещины при сварке?
55	Какие причины вызывают образование холодных трещин при сварке?
56	Какими путями можно уменьшить склонность сварных соединений к образованию холодных трещин?
57	В чем состоит различие между горячими и холодными трещинами?
58	Что такое замедленное разрушение и почему оно возникает?
59	Какими путями можно уменьшить склонность сварных соединений к замедленному разрушению?
60	Что такое свариваемость?
61	Какими методами оценивают свариваемость?
62	В чем разница между свариваемостью и технологической прочностью?
63	Из чего складывается проверка служебных характеристик сварных соединений?
64	Какими методами можно оценить стойкость сварных соединений к образованию холодных и горячих трещин?
65	Как определить стойкость сварных соединений против перехода в хрупкое состояние?
66	В чем особенности протекания химических реакций при сварке?
67	Какие основные химико-физические процессы оказывают влияние на качество сварных соединений?
68	Как использовать понятия и явления, описываемые физхимией в сварочных процессах?
69	Как влияют внешние факторы на равновесие химических реакций при сварке?
70	В чем сущность закона действующих масс?
71	В чем различие между константой распределения и константой равновесия?
72	Где и как учитывается и используется при сварке химическое сродство веществ?
73	Как на практике при сварке материалов использовать константу равновесия химических реакций?
74	Как использовать химическую энергию в качестве источника тепла при сварке?
75	Каково значение поверхностного натяжения и внутреннего трения для сварочных процессов?
76	Где и как учитывают вязкость жидкостей при сварке?
77	В чем сущность закона Нернста и где в сварочных процессах его используют?

79	Где в сварочных процессах применяется понятие упругость диссоциации оксида?
80	Какие основные реакционные зоны можно выделить при дуговой сварке плавящимся электродом?
81	Как происходит окисление и диссоциация окислов при сварке?
82	Какие причины вызывают возникновение пор при сварке?
83	Как бороться с пористостью при сварке?
84	Что представляют собой сварочные флюсы и шлаки?
85	В чем состоит воздействие шлаков на металл при сварке?
86	Какие требования предъявляются к свойствам сварочных шлаков?
87	В чем различие между длинными и короткими шлаками?
88	Как различаются кислые и основные шлаки?
89	Каково назначение шлаков, получаемых при различных способах сварки?
90	В чем состоит различие в составах покрытий электродов и флюсов?
91	В особенность шлаков, образующихся при плавлении флюсов и покрытий?
92	Чем отличаются различные покрытия электродов?
93	Какие шлаки получают при дуговой сварке плавящимся электродом в защитных газах?
94	Как влияет состав флюса на состав металла сварного соединения?
95	Как протекает процесс раскисления при сварке сталей?
96	В чем состоит модифицирование металла шва при сварке?
97	Что такое легирование при сварке и с какой целью его проводят?
98	Как осуществить легирование металла шва посредством обменных реакций?
99	Каковы пути ввода легирующих элементов в металл сварного шва?
100	В чем состоит отличие легирования через покрытия и флюсы от легирования через сварочную проволоку?
101	Чем обусловлена возможность очистки металла шва от примесей в ходе сварки?
102	Как очистить металл шва от серы в ходе сварки?
103	Почему необходимо ограничивать содержание фосфора в металле шва при сварке сталей?
104	В чем разница процессов удаления серы и фосфора при сварке сталей?
105	В чем состоит механизм образования химической неоднородности в металле шва при легировании через сварочные материалы?
106	Какие виды химической неоднородности могут возникнуть в сварном соединении?
107	Как влияет нестабильность сварочного процесса на химическую неоднородность металла шва?
108	Что понимают под термином «ликвация»?
109	Что понимают под термином «сегрегация»?
110	Как повысить однородность металла шва при сварке покрытыми электродами?

## 9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 9.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства <sup>1</sup>
1	Источники энергии при сварке	ПК-6; ПК-14	Собеседование, отчет по лабораторной работе. Экзаменационные билеты
2	Тепловые процессы при сварке	ПК-6; ПК-14	Собеседование, отчет по лабораторной работе. Экзаменационные билеты
3	Процессы кристаллизации при сварке	ПК-6; ПК-14	Собеседование, отчет по лабораторной работе. Экзаменационные билеты
4	Процессы кристаллизации при сварке	ПК-6; ПК-14	Собеседование, отчет по лабораторной работе. Экзаменационные билеты
5	Свариваемость	ПК-6; ПК-14	Собеседование, отчет по лабораторной работе. Экзаменационные билеты

### 9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 9.2.1. Отчет по лабораторной работе

- Комплект отчетов по лабораторным работам (прилагаются в УМКД).  
**Лабораторная работа №1** «Экспериментальное исследование процесса распространения тепла при сварке»  
**Лабораторная работа №2** «Температурное поле при сварке разнородных металлов с использованием метода электро моделирования»  
**Лабораторная работа №3** «Исследование процессов затвердевания сварочной ванны с использованием метода материального моделирования»  
**Лабораторная работа №4** «Исследование процесса легирования металла при сварке покрытым электродом»

<sup>1</sup> Рекомендуемый перечень оценочных средств представлен на сайте УМУ

### ***Форма отчета по лабораторным работам (содержание):***

1. Цель работы;
2. Программа работы;
3. Описание лабораторной установки;
4. Методика исследований;
5. Результаты исследований;
6. Выводы по работе

### ***Требования к оформлению лабораторных работ:***

Отчет (или протокол) по лабораторной работе оформляется на листах белой бумаги формата А4 (210х295 мм). Текст и рисунки размещаются с одной стороны листа. Поля должны быть не менее 25 мм слева и 15 мм справа, сверху и снизу. Листы, начиная со второго, должны быть пронумерованы. Первым оформляется титульный лист. На следующей странице формулируются цель работы и описывается ход работы, приводятся (если требуется) формулы, расчетные соотношения и результаты расчетов (экспериментов) в виде таблиц, рисунков и графиков. В соответствии с полученными результатами делаются выводы об выполнении задания. Нумерация пунктов, таблиц, схем, рисунков и графиков сквозная.

Отчет оформляется в рукописном или машинописном варианте, сшивается в скоросшивателе или переплетается.

### ***Процедура оценивания лабораторной работы.***

При приеме лабораторной работы оценивается: полнота выполнения опытов и экспериментов, полнота оформления отчета и достоверность полученных результатов, способность студента проводить анализ полученных результатов и делать выводы, степень понимания и владения материалом.

#### ***Критерии оценки:***

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если:
  - работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
  - при разработке технологических процессов продемонстрированы способность использовать современные инструментальные средства и умения выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов;
  - в представленном отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделаны выводы;
  - получены ответы на контрольные вопросы по лабораторной работе.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если:
  - работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;
  - или опыты, измерения, вычисления, наблюдения выполнены неправильно;

- при разработке технологических процессов не продемонстрированы способность использовать современные инструментальные средства и умения выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов;
- не получены ответы на контрольные вопросы по лабораторной работе.

## **10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)**

При реализации дисциплины применяются информационные технологии традиционного, модульного (по отдельным темам) обучения, интерактивные практические работы, видеофильмы, информационные технологии (интернет) и элементы технологии проектного обучения, путем создания студентом презентаций по заданной теме. Используется тестирование для оценки степени усвоения материала. Применяется технология обучения в режиме онлайн в ЭИОС.

### **Методические указания преподавателю**

При освоении всех разделов дисциплины необходимо сочетание всех форм учебной деятельности: изучение лекционного материала, выполнение заданий на практических занятиях, как с использованием компьютера, так и без него, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой и использование методических указаний, консультации преподавателей при выполнении расчетно-графических работ.

## **11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)**

### **11.1. Обязательная литература**

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1.	Технология и оборудование сварки плавлением [Электронный ресурс] : лаб. практикум / В. П. Сидоров [и др.] ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы" ; под ред. В. П. Сидорова, К. В. Моторина. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 392 с. - Библиогр.: с. 379-380. - Прил.: с. 381-392. - ISBN 978-5-8259-1019-2.	Учебное пособие	1CD
2.	Зорин Е. Е. Лабораторный практикум : электродуговая, контактная сварка и контроль качества сварных соединений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. Е. Зорин. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 160 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2155-8.	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
3.	Ельцов В. В. Сварка и наплавка изделий из легких сплавов трехфазной дугой неплавящимися электродами [Электронный ресурс] : лаб. практикум / В. В. Ельцов, М. С. Сабитов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы", каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 40 с. : ил. - Библиогр.: с. 38. - Прил.: с. 39-40. - ISBN 978-5-8259-0846-5	Лабораторный практикум	1CD

### **11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)**

• фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
4.	Материаловедение и технологии обработки материалов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 150700 "Машиностроение", 151000 "Технолог. машины и оборудование", специальности 151701 "Проектирование технолог. машин и комплексов" / А. Ф. Третьяков, Л. В. Тарасенко. - Гриф УМО. - Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 543 с. : ил. - Библиогр.: с. 543. - ISBN 978-5-7038-3889-1. - 320-00.	Учебное пособие	4
5.	Материаловедение сварки : практикум / А. И. Ковтунов, С. В. Мямин ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 31 с. : ил. - Библиогр.: с. 30. - 8-69.	Практикум	45
6.	Материаловедение : учеб. для бакалавров / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под ред. Г. Г. Бондаренко. - 2-е изд. ; гриф УМО. - Москва : Юрайт, 2012. - 360 с. - Библиогр.: с. 340. - Прил.: с. 341-358. - ISBN 978-5-9916-1587-7 : 712-00.	Учебник	1
7.	Ковтунов А.И. Металлургия цветных металлов : учеб.-метод. пособие / А. И. Ковтунов, Т. В. Чермашенцева - Тольятти : ТГУ, 2008. - 62 с.	Учебно-методическое пособие	51

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
МП

\_\_\_\_\_  
(подпись) А.М. Асаева  
(И.О. Фамилия)

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Научно-технический и производственный журнал «Сборка в машиностроении, приборостроении». Электронный документ. Доступ: <http://www.mashin.ru/>

2. Журнал «Сварка и диагностика». Электронный документ. Доступ: <http://svarka.naks.ru/>

3. Журнал «Сварочное производство». Электронный документ. Доступ: <http://www.ic-tm.ru/>

4. Журнал «Технология машиностроения». Электронный документ. Доступ: <http://www.ic-tm.ru/>

5. ЭБС «Лань» : [e.lanbook.com](http://e.lanbook.com) [электронный ресурс] : ЭБС.- Москва, 2000. – режим доступа <http://edu.tltsu.ru/sites/site/php?s=122&m=42414>

6. Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности: <http://www1.fips.ru> ...

7. Российский сервер патентной информации Европейского патентного ведомства: <http://ru.espacenet.com>

### 11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition  Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition  Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно  договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 42/02/22-К от 02.02.2022, срок действия – до 31.08.2022



**11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>	<b>Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.</b>	<b>Площадь, м<sup>2</sup></b>	<b>Количество посадочных мест</b>
1.	Лаборатория "Основы сварки» (Е-405)	Столы письменный , стулья , стол и стул для преподав. Доска аудиторная (меловая), Доска электронная Webster, Выпрямители сварочные ВДУ-201У, Шкаф газовый с баллоном аргона, Компьютеры , Принтер, Стол рабочий , Щит электрораспределительный ШЭ, Стол сварочный, Проектор Acer, Стеллаж, Устройство лазерное LMA, Микроскоп МИМ7, Микроскоп МЕТ-3, Стенд моделирования, Спектрограф, Шкаф управления.	445020 Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 16 В, (Е-405)	69,1	16
2.	Экспериментальный участок докторантуры и аспирантуры (А-111)	Шлифовальный станок , Ручной отрезной станок, Ручной гибочный станок, Сварочный источник Migatron BDH 550 Сварочный инвертор TIG 315 Р АС/DC муфельная печь ПТ 200, Печь электросопротивления , Весы, индукционно - нагревательная установка СЭЛТ-001-30/44-Т*, Координатный стол для автоматической аргонодуговой сварки и наплавки несколькими проволоками, Установки для никелирования стали испытания на смачивания и определения вязкости металлов, Пост для сварки с управляемым тепловложением, Стол для слесарных работ .Установка для плазменного переплава.	445020 Самарская область г. Тольятти, ул. Белорусская, 16 Б, (А-111)	134,9/ 20,4	3
3.	Помещение для самостоятельной ра-	Столы, стулья, компьютеры	445020 Самарская обл.	84,8	16

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>	<b>Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.</b>	<b>Площадь, м<sup>2</sup></b>	<b>Количество посадочных мест</b>
	боты обучающихся (Г-401)		г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, (Г-401)		
4.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стены, шкафы.	445020 Самарская обл. г. Тольятти, ул. Ушакова, 59, (С-508)	34,1	10