

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.04.02  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Физико-химические процессы при пайке

*(наименование дисциплины)*

по направлению подготовки (специальности)

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

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

Сварка и пайка новых металлических и неметаллических неорганических  
материалов

*(направленность (профиль)/специализация)*

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

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

Количество ЗЕТ	5											
Часов по РУП	180											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены		Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)		
	2		-			-		-		-		
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам		5										5
Лекции		24										24
Лабораторные		32										32
Практические		24										24
Контактная работа		80,25										80,25
Сам. работа		99,75										99,75
Контроль												
Итого		180										180

Тольятти, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии  
материалов

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

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры  
СОМДиРП (протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 г.).

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «30» августа 2021 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.

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

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой СОМДиРП  
(выпускающей направление (специальность))

\_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Ельцов  
(И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой СОМДиРП  
(разработавшей РПД)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Ельцов  
(И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.04.02 Физико-химические процессы при пайке**

Пайка металлов приобретает с каждым годом большее значение в различных областях техники. Применение ее будет возрастать в связи с применением и производством новых конструкционных материалов (высоколегированные стали, интерметаллидные материалы и др.), сварка которых вызывает значительные трудности. Поэтому наряду с разработкой припоев, флюсов, газовых сред и способов нагрева встает задача всестороннего изучения природы протекающих при пайке процессов.

В курсе рассматриваются металлургические и физико-химические процессы при пайке, кинетика образования паяных соединений, процессы, протекающие при флюсовании, взаимодействии с газовыми средами, смачивании, капиллярном течении припоя. Рассматриваются методы изучения структуры, фазового и химического состава паяных соединений. Изучаются технологические и вспомогательные материалы для пайки, основные операции и принципы проектирования технологических процессов пайки и особенности изготовления типовых паяных конструкций.

**1. Цель и задачи изучения дисциплины**

Цель – обеспечить студенту уровень компетенций для решения профессиональных задач по проектированию физико-химических условий формирования качественного паяного соединения в различных сочетаниях «паяемый материал – припой».

Задачи:

1. Формирование знаний о влиянии внешних физико-химических условий и режимов пайки на свойства паяных соединений;
2. Формирование знаний о способах и физико-химических условиях управления физико-химическими процессами с целью повышения механических и эксплуатационных свойств паяных соединений

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Физико-химические процессы при пайке» является дисциплиной входящей в часть формируемую участниками образовательных отношений.

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика»; «Химия»; «Теоретические основы пайки»; «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов».

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины: научно-исследовательская работа, подготовка магистерской диссертации.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Способен применять прогрессивные технологии сварки и пайки, методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении сварных и паяных изделий (ПК-3)	Знать: прогрессивные технологии и оборудование применяемые при сварке, пайке и родственных процессах
	Уметь: применять прогрессивные технологии сварки и пайки, методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении сварных и паяных изделий и в родственных процессах
	Владеть: прогрессивными технологиями и оборудованием применяемым при сварке, пайке и в родственных процессах
Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности (ПКО-3)	Знать способы обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов
	Уметь анализировать новые технологии производства материалов.
	Владеть навыками разработки рекомендаций по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.
Способен моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования (ПКО-4)	Знать процессы обработок материалов, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования
	Уметь: моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования
	Владеть: навыками моделирования процессов обработок и прогнозирования результатов их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования
Профессиональная компетенция (ПКО-5)	

#### Содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Введение.	Физико-химические и металлургические процессы при пайке
Основные положения физико-химических процес-	Определение и особенности пайки
	Кинетика образования паяного соединения

Раздел, модуль	Подраздел, тема
сов при пайке.	
Физико-химические процессы протекающие при флюсовании	Особенности флюсования при пайке
	Растворение металлов во флюсах, реактивно-флюсовая пайка
Процессы удаления оксидной пленки и активирования паяемой поверхности при пайке в газовых средах	Удаление оксидной пленки при пайке в активных газовых средах. Взаимодействие газовых сред с металлами. Контактное твердо-газовое плавление. Пайка в парах металлов.
Смачивание и капиллярное течение припоев	Поверхностная энергия жидких и твердых тел. Поверхность раздела фаз.
Смачивание и капиллярное течение припоев	Смачивание и растекание. Условия смачивании и растекания
	Капиллярное течение припоев в зазоре.
	Понижение прочности металлов под действием припоев и флюсов.
Диффузия и растворение	Основные положения теории диффузии. Диффузия в жидкой и твердой фазах
	Испарение металлов при пайке.
	Контактное твердо-жидкое плавление. Контактно-реактивная пайка.
Кристаллизация.	Физико-химические процессы и кинетика кристаллизации.

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 5 ЗЕТ.**

**4. Структура и содержание дисциплины «Физико-химические процессы при пайке»**  
Семестр изучения 2

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)
		Контактная (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактив- ной форме	Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах	формы органи- зации самостоя- тельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 1. Введение.	Тема 1.1. Физико- химические и ме- таллургические процессы при пайке	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	3	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература		[10,2,3,6]
Раздел 2. Основные по- ложения физи- ко-химических процессов при пайке.	Тема 2.1. Определение и особенности пай- ки	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	3	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература		[3,6]
	Тема 2.2. Кинетика образо- вания паяного со- единения	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	3	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры, подго- товка к тестиро- ванию №1.	ПК, проектор, литература	Собеседование №1	[10,2,3,6]
	Практическое за-				2	1	Практиче-	3	Изучение кон-	ПК, проектор,	

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактив- ной форме	Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах				формы органи- зации самостоя- тельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
	нятие 1. Особенности формирования и классификация паяных соедине- ний					ское занятие, практические методы обу- чения, рабо- та в малых группах		спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	литература		
Раздел 3. Физико- химические процессы про- текающие при флюсовании	Тема 3.1. Особенности флюсования при пайке	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература	[3,6]	
	Лабораторная ра- бота 1. Кинетика процес- са флюсования, самофлюсование		6		2	Работа в ма- лых группах	4	Подготовка тео- ретического ма- териала к лаб. ра- боте. Оформле- ние отчета по лаб. работам. Анализ результатов и вы- воды	Установка для нагрева, весы, по- тенциометр, термо- пара, ПК, проектор	Собеседование перед лаб. раб. Проверка зна- ний по итогам лаб. раб. №1	[10,2,3,4,5,6]

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактив- ной форме	Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах				формы органи- зации самостоя- тельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
	Тема 3.2. Растворение ме- таллов во флюсах, реактивно- флюсовая пайка	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры, подго- товка к тестиро- ванию №2.	ПК, проектор, литература	Собеседование №2	[2,3,6]
Раздел 4. Процессы уда- ления оксидной пленки и акти- вирования пая- емой поверхно- сти при пайке в газовых средах	Практическое за- нятие 2. Характеристика газовых сред. Об- ласть применения			2	2	Практиче- ское занятие, практические методы обу- чения, рабо- та в малых группах	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература		[3,6]
	Лабораторная ра- бота 2. Удаление оксид- ной пленки при пайке в нейтраль- ных газовых сре- дах и вакууме		6		3	Работа в ма- лых группах	4	Подготовка тео- ретического ма- териала к лаб. ра- боте. Оформле- ние отчета по лаб. работам. Анализ результатов и вы-	Электрическая ва- куумная печь, ПК, проектор	Собеседование перед лаб. раб. Проверка зна- ний по итогам лаб. раб. №2	[10,2,3,4,5,6]



Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)				Самостоятельная работа					
		всего			Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах	формы органи- зации самостоя- тельной работы				
		лекций	лабораторных	практических							
							воды				
	Тема 4.1. Удаление оксид- ной пленки при пайке в активных газовых средах	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература	[3,6]	
	Практическое за- нятие 3. Удаление оксид- ной пленки при пайке в активных газовых средах			2	3	Практиче- ское занятие, практические методы обу- чения, рабо- та в малых группах	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература		
	Тема 4.2. Взаимодействие газовых сред с металлами. Кон- тактное твердо- газовое плавлен-	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры, подго- товка к тестиро- ванию №3.	ПК, проектор, литература	Собеседование №3	[2,3,6]

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)				Самостоятельная работа					
		всего			в т.ч. в интерактив- ной форме	Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах				формы органи- зации самостоя- тельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
	ние. Пайка в па- рах металлов.										
Раздел 5. Смачивание и капиллярное те- чение припоев	Тема 5.1. Поверхностная энергия жидких и твердых тел. По- верхность раздела фаз.	1				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература	[10,2,3,6]	
	Практическое за- нятие 4. Поверхностная энергия жидких и твердых тел. По- верхность раздела фаз.			4	3	Практиче- ское занятие, практические методы обу- чения, рабо- та в малых группах	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература		
Раздел 5. Смачивание и капиллярное те- чение припоев	Тема 5.2. Смачивание и растекание. Усло- вия смачивании и растекания	1				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу-	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература	[3,6]	

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)
		Контактная (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактив- ной форме	Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах	формы органи- зации самостоя- тельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
						чения					
	Тема 5.3. Капиллярное те- чение припоев в зазоре.	1				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, лите- ратура		[3,6]
	Практическое за- нятие 5. Капиллярное те- чение припоев в зазоре.			2	3	Практиче- ское занятие, практические методы обу- чения, рабо- та в малых группах	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература		
	Тема 5.4. Понижение проч- ности металлов под действием припоев и флю- сов.	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры, подго- товка к тестиро- ванию №4.	ПК, проектор, литература	Собеседование №4	[6]

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактив- ной форме	Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах				формы органи- зации самостоя- тельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 6. Диффузия и растворение	Тема 6.1. Основные поло- жения теории диффузии. Диф- фузия в жидкой и твердой фазах	1				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература	[3,6]	
	Практическое за- нятие 6. Диффузия в про- цессе пайки.			6	2	Практиче- ское занятие, практические методы обу- чения, рабо- та в малых группах	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература	[10,3,6]	
	Лабораторная ра- бота 3. Растворение ос- новного металла в расплаве припоя, диффузия компо- нентов припоя в		12			2	Работа в ма- лых группах	4	Подготовка тео- ретического ма- териала к лаб. ра- боте. Оформле- ние отчета по лаб. работам. Анализ результатов и вы-	Электрическая ва- куумная печь, ме- таллографический микроскоп, ПК, проектор	Собеседование перед лаб. раб. Проверка зна- ний по итогам лаб. раб. №3

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)				Самостоятельная работа					
		всего			Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах	формы органи- зации самостоя- тельной работы				
		лекций	лабораторных	практических							
	основной металл.						воды				
	Тема 6.2. Испарение метал- лов при пайке.	1				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература	[10,2,6]	
Раздел 6. Диффузия и растворение	Тема 6.3. Контактное твер- до-жидкое плав- ление. Контактно- реактивная пайка.	1				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу- чения	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры, подго- товка к тестиро- ванию №5	ПК, проектор, литература	Собеседование №5	[3,6]
	Практическое за- нятие 7. Контактное твер- до-жидкое плав- ление. Контактно- реактивная пайка.				6	2	Практиче- ское занятие, практические методы обу- чения, рабо- та в малых группах	4	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры	ПК, проектор, литература	[3,6]

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)	
		Контактная (в часах)				Самостоятельная работа					
		всего			в т.ч. в интерактив- ной форме	Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию	в часах				формы органи- зации самостоя- тельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 7. Кристаллизация.	Лабораторная ра- бота 4. Особенности кри- сталлизации при пайке. Кристалли- зация эвтектиче- ских систем, си- стем с неограни- ченной раствори- мостью, систем, образующих хи- мические соеди- нения. Изотерми- ческая кристалли- зация.		8		2	Работа в ма- лых группах	4	Подготовка тео- ретического ма- териала к лаб. ра- боте. Оформле- ние отчета по лаб. работам. Анализ результатов и вы- воды	Электрическая печь, паяльник, приспо- собление для нагружения, потен- циометр, термopа- ра, проектор	Собеседование перед лаб. раб. Проверка зна- ний по итогам лаб. раб. №4	[10,2,3,4,5,6]
	Тема 7.1. Физико- химические про- цессы и кинетика кристаллизации.	2				Лекция, наглядные (визуальные) и словесные методы обу-	3,75	Изучение кон- спектов и реко- мендуемой лите- ратуры, подго- товка к тестиро-	ПК, проектор, литература	Собеседование №6	[10,2,3,6]

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы					Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе- мая литерату- ра (№)		
		Контактная (в часах)				Самостоятельная работа					
		всего			в т.ч. в интерактив- ной форме	Формы прове- дения лекций, лабораторных, практических занятий, мето- ды обучения, реализующие применяемую образователь- ную техноло- гию				в часах	формы органи- зации самостоя- тельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
							чения		ванию №6.		
								Подготовка к эк- замену (изучение конспектов и ре- комендуемой ли- тературы)		[1-14]	
Итого:		24	32	24	20		99,75				
		80,25									

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

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Собеседование перед лабораторной работой	Ознакомление с содержанием лабораторной работы, оформление бланка отчета по лабораторной работе	допуск к выполнению работы	Студент ознакомился с содержанием и последовательностью выполнения лабораторной работы, ответил преподавателю на вопросы, оформил бланк для выполнения лабораторной работы.
		не допуск к выполнению работы	Студент не ознакомился с содержанием и последовательностью выполнения лабораторной работы, не ответил преподавателю на вопросы, не оформил бланк для выполнения лабораторной работы.
Проверка знаний по итогам лабораторных работ (защита отчетов по л.р. №1-4)	Прохождение собеседования и выполнение лабораторной работы	«зачтено»	Студент выполнил лабораторные работы по темам дисциплины, и ответил на дополнительные вопросы преподавателя.
		«не зачтено»	Студент не выполнил лабораторные работы по темам дисциплины или (и) не ответил на дополнительные вопросы преподавателя.
Собеседование (№1-№6)	Без условий	«зачтено»	Полный ответ на вопросы по изученному разделу, глубокое и полное знание и понимание всего объема изученного материала; полное понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей.
		«не зачтено»	Неспособность дать ответ на вопросы по изученному разделу, отсутствие знания и понимания всего объема изученного материала.



Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Устный экзамен по билетам из двух вопросов. Экзамен «автоматом» не предусмотрен	Выполнение всех лабораторных работ (№1-№4); успешное прохождение собеседований (№1-№6)	«отлично»	глубокое и полное знание и понимание всего объема изученного материала; полное понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей; полная сформированность ПК
		«хорошо»	достаточное знание и понимание изученного материала; полный, системный и правильный ответ на основе изученных теорий с незначительными ошибками и недочётами; сформированность ПК на достаточном уровне.
		«удовлетворительно»	плохое усвоение основного содержания учебного материала, не препятствующее дальнейшему усвоению материала; несистематизированное, фрагментарное, не последовательное изложение материала; недостаточная сформированность ПК
		«неудовлетворительно»	не усвоил и не раскрыл основное содержание учебного материала; ПК не сформированы.

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

Учебным планом не предусмотрена курсовая работа или курсовой проект.

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

№ п/п	Темы
<b>Темы практических работ</b>	
1	Особенности формирования и классификация паяных соединений.
2	Характеристика газовых сред. Область применения.
3	Удаление оксидной пленки при пайке в активных газовых средах.
4	Поверхностная энергия жидких и твердых тел. Поверхность раздела фаз.
5	Капиллярное течение припоев в зазоре.
6	Диффузия в процессе пайки.
7	Контактное твердо-жидкое плавление. Контактно-реактивная пайка.
<b>Лабораторные работы</b>	
1	Изучение влияния основных функций флюса на растекание припоя.
2	Определение влияния температуры пайки на температуру распайки соединений.
3	Контактно-реактивная диффузионная пайка титана
4	Изучение конструкции вакуумной печи с экранной теплоизоляцией. Вакуумная пайка

## 8. Вопросы к экзамену

№ п/п	Вопросы
1	Классификация способов пайки.
2	Оксидные пленки на поверхности металлов и особенности их роста.
3	Активирование поверхностей при пайке. Механические и физические методы активирования.
4	Активирование поверхностей при пайке путем диссоциации оксидов.
5	Активирование поверхностей при пайке путем восстановления оксидов.
6	Стадии образования соединений при пайке.
7	Смачивание. Определение. Уравнение Юнга. Адгезия. Уравнение Дюпре.
8	Смачивание в равновесных и неравновесных системах. Адгезионно активная пайка.
9	Растекание припоев. Определение. Количественная оценка.
10	Кристаллизация паяного шва при диффузионной пайке.
11	Диффузионные процессы в паяных соединениях в твердой фазе.
12	Фронтальное растворение паяемого материала в припое. Причины, закономерности, пути управления.
13	Локальное растворение паяемого материала. Причины и возможности регулирования.
14	Контактно-реактивное плавление и его особенности.
15	Основные схемы контактно-реактивной пайки. Возможности регулирования и технологические возможности.
16	Контактное плавление с участием одного из компонентов в паровой фазе.
17	Образование химических соединений в паяных швах.
18	Влияние формы образующихся интерметаллидов на механические свойства паяных соединений.

№ п/п	Вопросы
19	Образование интерметаллидных фаз при пайке разнородных материалов.
20	Технологические возможности управления процессом образования и роста прослоек химических соединений.
21	Особенности кристаллизации паяного шва при пайке.
22	Особенности эвтектической кристаллизации паяного шва. Химическая неоднородность паяных соединений.
23	Особенности изотермической кристаллизации паяных швов.
24	Особенности формирования структуры паяных швов при пайке материалов разного химического состава.
25	Методики исследования состава и структуры паяных соединений.
26	Методы испытаний паяных соединений.
27	Исследование химического состава паяных соединений.
28	Влияние технологических режимов пайки на свойства паяных соединений.
29	Способы управления физико-химическими процессами при пайке.
30	Влияние физико-химических процессов при пайке на качество сварных соединений.

## 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
1	Основные положения физико-химических процессов при пайке.	ПК-3, ПКО-3, ПКО-4. ПКО-5	Собеседование, отчет по лабораторной работе
2	Физико-химические процессы протекающие при флюсовании	ПК-3, ПКО-3, ПКО-4. ПКО-5	Собеседование, отчет по лабораторной работе
3	Процессы удаления оксидной пленки и активирования паяемой поверхности при пайке в газовых средах	ПК-3, ПКО-3, ПКО-4. ПКО5-	Собеседование, отчет по лабораторной работе
4	Смачивание и капиллярное течение припоев	ПК-3, ПКО-3, ПКО-4. ПКО5-	Собеседование, отчет по лабораторной работе
5	Диффузия и растворение	ПК-3, ПКО-3, ПКО-4. ПКО5-	Собеседование, отчет по лабораторной работе
6	Кристаллизация.	ПК-3, ПКО-3, ПКО-4. ПКО-5	Собеседование, отчет по лабораторной работе

### 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. Изучение влияния основных функций флюса на растекание припоя..**

**Форма отчета по лабораторной работе №1 (содержание):**

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Программа работы.
4. Материалы и оборудование.
5. Описание состава и свойств используемых материалов.
6. Эскиз образцов, схема проведения опытов, режимы обработки.
7. Результаты экспериментов. Основные закономерности
8. Объяснение полученных результатов и выводы.

**Лабораторная работа 2. Определение влияния температуры пайки на температуру распайки соединений.**

**Форма отчета по лабораторной работе №2 (содержание):**

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Программа работы.
4. Материалы и оборудование.
5. Описание состава и свойств используемых материалов.
6. Эскиз образцов, схема проведения опытов, режимы обработки.
7. Результаты экспериментов. Основные закономерности
8. Объяснение полученных результатов и выводы.

### **Лабораторная работа 3. Контактно-реактивная диффузионная пайка титана.**

#### ***Форма отчета по лабораторной работе №3 (содержание):***

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Программа работы.
4. Материалы и оборудование.
5. Описание состава и свойств используемых материалов.
6. Эскиз образцов, схема проведения опытов, режимы обработки.
7. Результаты экспериментов. Основные закономерности
8. Объяснение полученных результатов и выводы.

### **Лабораторная работа 4. Изучение конструкции вакуумной печи с экранной теплоизоляцией. Вакуумная пайка.**

#### ***Форма отчета по лабораторной работе №4 (содержание):***

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Программа работы.
4. Материалы и оборудование.
5. Описание состава и свойств используемых материалов, используемого оборудования.
6. Эскиз образцов, схема проведения опытов, режимы обработки.
7. Результаты экспериментов. Основные закономерности
8. Объяснение полученных результатов и выводы.

#### ***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 (рекомендуется) 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 выполнении и оформлении лабораторных работ продемонстрированы умения проводить комплексные исследования процессов, протекающих при пайке, применяя стандартные и сертификационные испытания, а также владение навыками и методиками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), а также процессов, протекающих при пайке.
  - умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;
  - 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 выполнении и оформлении лабораторных работ не продемонстрированы умения проводить комплексные исследования процессов, протекающих при пайке, применяя стандартные и сертификационные испытания, а также владение навыками и методиками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), а также процессов, протекающих при пайке.
  - не получены ответы на контрольные вопросы по лабораторной работе.

## 2. Собеседование.

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### *Вопросы по темам/разделам дисциплины:*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Вопросы
1	Основные положения физико-химических процессов при пайке.	Классификация способов пайки. Стадии образования соединений при пайке. Особенности формирования структуры паяных швов при пайке материалов разного химического состава. Методики исследования состава и структуры паяных соединений. Методы испытаний паяных соединений. Исследование химического состава паяных соединений.
2	Физико-химические процессы протекающие при флюсовании	Оксидные пленки на поверхности металлов и особенности их роста. Активирование поверхностей при пайке. Механические и физические методы активирования. Влияние технологических режимов пайки на свойства паяных соединений. Активирование флюсами. Классификация флюсов.
3	Процессы удаления оксидной пленки и активирования паяемой поверхности при пайке в газовых средах	Активирование поверхностей при пайке путем диссоциации оксидов. Активирование поверхностей при пайке путем восстановления оксидов.
4	Смачивание и капиллярное течение припоев	Смачивание. Определение. Уравнение Юнга. Адгезия. Уравнение Дюпре. Смачивание в равновесных и неравновесных системах. Адгезионно активная пайка. Растекание припоев. Определение. Количественная оценка.
5	Диффузия и растворение	Кристаллизация паяного шва при диффузионной пайке. Диффузионные процессы в паяных соединениях в твердой фазе. Фронтальное растворение паяемого материала в припое. Причины, закономерности, пути управления. Локальное растворение паяемого материала. Причины и возможности регулирования. Контактно-реактивное плавление и его особенности. Основные схемы контактно-реактивной пайки. Возможности регулирования и технологические возможности. Контактно-реактивное плавление с участием одного из компонентов в паровой фазе.
6	Кристаллизация.	Особенности кристаллизации паяного шва при пайке. Особенности эвтектической кристаллизации паяного шва. Химическая неоднородность паяных соединений. Особенности изотермической кристаллизации паяных швов. Способы управления физико-химическими процессами при

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дис- циплины	Вопросы
		пайке. Влияние физико-химических процессов при пайке на качество сварных соединений.

***Критерии оценки:***

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он дал полный ответ на вопросы по изученному разделу, показал глубокое и полное знание и понимание всего объёма изученного материала; полное понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не смог дать ответы на вопросы по изученному разделу, отсутствие знания и понимания всего объёма изученного материала.



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

При реализации различных видов учебной работы (лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- технология традиционного обучения (лекции, самостоятельная работа);
- информационные технологии (визуальные лекции, выполнение лабораторных работ с использованием программных и технических средств);
- интерактивные технологии (работа в малых группах).

Программа дисциплины предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные демонстрации, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Помимо указанных образовательных технологий студенты активно привлекаются к участию в качестве слушателей в научных семинарах кафедры, проводятся консультации при написании публикаций по тематике исследования.

### **Методические указания преподавателю**

При освоении всех разделов дисциплины необходимо сочетание всех форм учебной деятельности: изучение лекционного материала, выполнение заданий на лабораторных занятиях как с использованием компьютера так и без него, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой и использование методических указаний, консультации преподавателей при выполнении самостоятельных 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	Григорьев Б. Л. Пайка металлов и сплавов : учеб. пособие / Б. Л. Григорьев ; Санкт-Петербург. политехн. ун-т Петра Великого ; под ред. С. А. Ермакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 276 с. : ил. - Библиогр.: с. 272-273. - Прил.: с. 231-271. - ISBN 978-5-7422-5950-3.	Учебное пособие	10

### 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
1.	Технология и оборудование для пайки [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Б. Н. Перевезенцев [и др.] ; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Оборудование и технология сварочного пр-ва и пайки" ; [науч. ред. Б. Н. Перевезенцев]. - [Изд. 2-е, испр.] ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 211 с. : ил. - Библиогр. в конце разд. - Прил.: с. 188-211. - ISBN 978-5-8259-1029-1.	Практикум	Репозиторий ТГУ
2.	<b>Пайка-2013</b> : сб. материалов междунар. науч.-техн. конференции : (Тольятти, 10-12 сент. 2013 г.) / ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы" ; [редкол.: А. Ю. Краснопевцев (отв. ред.) и др.]. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 343 с. - 978-5-8259-0742-0.	Сб. материалов междунар. науч.-техн. конф.	6

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_

А. М. Асаева

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
МП

- другие фонды:
- 

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное по- собие, учебно- методическое пособие, практикум, аудио-, ви- деопособия и др.)	Место хранения
1	«Сварка и диагностика» АНО «Национальное Агентство Кон- троля и Сварки» (АНО «НАКС»), из- датель: ООО «Мастер-класс» Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-32849 от 15 августа 2008 г.	Периодический научно- технический журнал из списка ВАК	Фонд «ГАЦ СВР»

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

1. Научно-технический и производственный журнал «Сборка в машиностроении, приборостроении». [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.mashin.ru/> - Загл. с экрана.
2. Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : [scopus.com](http://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.
3. Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000 – Режим доступа : [elibrary.ru](http://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус.,
4. Журнал «Сварка и диагностика». [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://svarka.naks.ru/> - Загл. с экрана.
5. Журнал «Сварочное производство». [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.ic-tm.ru/> - Загл. с экрана.
6. Журнал «Технология машиностроения». [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.ic-tm.ru/> - Загл. с экрана.
7. Web of Science [Электронный ресурс] :мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016 – Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана
8. Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www1.fips.ru> - Загл. с экрана.

### **11.4. Перечень программного обеспечения**

- Windows (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно);
- Office Standart (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно)

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

п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	<p align="center">А-303</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Стол ученический, стул, доска аудиторная (магнитно-маркерная), проектор, системный блок, экран с электроприводом.</p>	<p>445020 Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д.14А</p>	85,30	60
	<p align="center">Г-401</p> <p>Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежу-</p>	<p>Стол ученический, Стул, компьютер с выходом в сеть интернет.</p>	<p>445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, главный корпус</p>	84,8	16

п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, ма- стерских и др. объ- ектов для проведе- ния практических и лабораторных заня- тий</b>	<b>Перечень ос- новного оборудова- ния</b>	<b>Фактический адрес учебных ка- бинетов, лабора- торий, мастерских и др.</b>	<b>Площадь, м<sup>2</sup></b>	<b>Количество посадочных мест</b>
	точной аттестации.				