

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 19 » декабря 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Специальные методы сварки  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.01 Машиностроение  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Инновационные технологии сварочных процессов и  
керамические покрытия  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний о возможностях способов сварки на основе изучения природы и техники получения соединений; составить представление о целесообразности технических средств, приёмов и способов, обеспечивающих качество сварных соединений в широком диапазоне металлов и толщин

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Основы сварки взрывом, основы ультразвуковой сварки, основы диффузионной сварки.

### 1.3. Входные требования

Знание основ сварочного производства.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.5	ИД-1ПК-2.5	Знает основы сварочного производства и специальные методы сварки, конструктивные особенности и режимы специализированного сварочного оборудования с учетом передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии и организации сварочных работ.	Знает основы технологии производства продукции, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования с учетом передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии и организации сварочных работ	Экзамен
ПК-2.5	ИД-2ПК-2.5	Умеет анализировать направления развития отечественной и зарубежной сварочной науки и техники и оформлять документацию на выполненные специальными методами сварки давлением сварочные работы и производство сварных конструкций.	Умеет анализировать направления развития отечественной и зарубежной сварочной науки и техники и оформлять документацию на выполненные сварочные работы и производство (изготовление, монтаж, ремонт, реконструкцию) сварных конструкций (изделий, продукции)	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.5	ИД-3ПК-2.5	Владеет навыками проведения анализа выявленных несоответствий выполнения сварочных работ специальными методами сварки давлением и производства сварных конструкций на основании контроля выполнения плана разработки и внедрения технологических процессов сварки и средств технологического оснащения сварочных работ, технической и технологической подготовки производства сварочных работ.	Владеет навыками проведения анализа выявленных несоответствий выполнения сварочных работ и производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварных конструкций (изделий, продукции) на основании контроля выполнения плана разработки и внедрения технологических процессов сварки и средств технологического оснащения сварочных работ, технической и технологической подготовки производства сварочных работ	Индивидуальное задание
ПК-3.8	ИД-1ПК-3.8	Знает технологические процессы в области сварки и смежных технологий, применяемое основное и вспомогательное оборудование и материалы, повышение технологичности и особенности организации производственных процессов в авиационном двигателестроении	Знает инновационные технологические процессы в области сварки и смежных технологий, применяемое основное и вспомогательное оборудование и материалы, повышение технологичности и особенности организации производственных процессов в авиационном двигателестроении	Экзамен
ПК-3.8	ИД-2ПК-3.8	Умеет разрабатывать технологические процессы в области специальных методов сварки, осуществлять оптимальный выбор технологического оборудования для реализации производственного процесса	Умеет разрабатывать технологические процессы в области сварки и смежных технологий, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования, осуществлять оптимальный выбор технологического оборудования для реализации производственного процесса разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.8	ИД-ЗПК-3.8	Владеет навыками внедрения технологических процессов в области специальных методов сварки, оптимизации выбора материалов и оборудования для обеспечения эффективности и бездефектности, при изготовлении сварных изделий	Владеет навыками внедрения инновационных технологических процессов в области сварки и смежных технологий, анализа результатов экспериментальных технологических процессов, оптимизации выбора материалов и оборудования для обеспечения эффективности и бездефектности, при изготовлении изделий в авиационном двигателестроении	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	46	46	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	26	26	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Физические основы сварки взрывом.	4	0	4	4
Вид подводимой энергии и её трансформация в кинетическую энергию. Принципиальная схема сварки взрывом.				
Физические основы сварки взрывом.	2	0	6	4
Параметры режима сварки взрывом. Особенности микронеоднородности сварных соединений. Влияние исходного состояния свариваемых материалов на качество соединения. Технологические схемы сварки. Взрывчатые вещества для сварки. Области применения сварки взрывом.				
Физические основы ультразвуковой сварки.	2	0	4	4
Ультразвук как источник энергии для создания сварных соединений. Схемы установок для точечной и роликовой сварки ультразвуком.				
Технологические основы ультразвуковой сварки.	4	0	4	4
Магнитострикционные преобразователи и трансформаторы. Тепловые процессы при сварке. Прочность точечных и шовных сварных соединений преимущество сварки ультразвуком.				
Физические основы диффузионной сварки.	4	0	4	5
Особенности диффузионной сварки. Преимущества диффузионной сварки по сравнению со сваркой и пайкой. Основные параметры и рекомендуемые режимы.				
Технологические основы диффузионной сварки.	2	0	4	5
Физические основы диффузионной сварки. Технология диффузионной сварки. Сварка без промежуточных прослоек. Сварка с расплавляющейся прослойкой.				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	26	26
ИТОГО по дисциплине	18	0	26	26

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Сварка деталей из спецматериалов, применяемых при производстве ГТД.
2	Применение специальных способов сварки давлением при изготовлении деталей ГТД.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
3	Сварочные технологии, применяемые при восстановительном ремонте элементов ГТУ (восстановление поверхностей наплавкой, заварка дефектов).
4	Перспективы применения ультразвуковой сварки при производстве деталей для ГТУ и ГТД.
5	Диффузионная сварка и ее применение при производстве изделий спецназначения.
6	Температура и давление и их влияние на прочность сварного соединения.
7	Методы модификации рабочих поверхностей деталей и изделий из сложнолегированных сплавов с помощью специальных методов сварки и родственных технологий.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		

1	Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки : учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 663 с.	4
2	Кайдалов А.А. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. Киев : Екотехнологія, 2007. 455 с.	3
3	Щекин В.А. Технологические основы сварки плавлением : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. 345 с.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Плазменные технологии в сварочном производстве. Ч.2. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 117 с.	40
2	Тыткин Ю. М., Трушников Д. Н., Беленький В. Я. Специальные методы сварки : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 85 с. 5,5 усл. печ. л.	5
3	Щицын Ю.Д. Плазменные технологии в сварочном производстве. Ч.1 : Учеб. пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2004. 72 с.	47
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Автоматическая сварка : Сварка. Резка. Наплавка. Пайка. Нанесение покрытий международный научно-технический и производственный журнал. Киев : Сварка, 1948 - .	
2	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике. Москва : Мастер-класс, 2006 - .	
3	Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1930 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Плазменные технологии в сварочном производстве. Ч.2 : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 117 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7519">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7519</a>	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Шицын Ю.Д. Плазменные технологии в сварочном производстве. Ч.1 : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2004. 72 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7432">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7432</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И. Технологические процессы лазерной обработки : учебное пособие для вузов. Москва : МГТУ им. Баумана, 2006. 664 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106474">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106474</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Тыткин Ю. М., Трушников Д. Н., Беленький В. Я. Специальные методы сварки : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3453">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3453</a>	локальная сеть; свободный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор, ноутбук	1
Практическое занятие	Инвертер V- 405-7	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Источник питания ИП ESAB-400	1
Практическое занятие	Электронно-лучевая установка ЭЛА-6ВЧ	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Специальные методы сварки»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.01 «Машиностроение»
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Инновационные технологии сварочных процессов и керамические покрытия
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Передовая инженерная школа «Высшая школа авиационного двигателестроения»
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 3

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 3 семестр

Пермь 2022

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОПЗ	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> Знает основы сварочного производства и специальные методы сварки, конструктивные особенности и режимы специализированного сварочного оборудования с учетом передового отечественного и зарубежного опыта в области технологии и организации сварочных работ.		ТО1		КР1		ТВ
<b>З.2</b> Знает технологические процессы в области сварки и смежных технологий, применяемое основное и вспомогательное оборудование и материалы, повышение технологичности и особенности организации производственных процессов в авиационном двигателестроении						
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Умеет анализировать направления развития отечественной и зарубежной сварочной науки и техники и оформлять документацию на выполненные специальными методами сварки давлением сварочные работы и производство сварных конструкций;			ОПЗ1	КР1 КР2		ПЗ
<b>У.2</b> Умеет разрабатывать технологические процессы в			ОПЗ2	КР2		ПЗ

области специальных методов сварки, осуществлять оптимальный выбор технологического оборудования для реализации производственного процесса			ОП33			
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками проведения анализа выявленных несоответствий выполнения сварочных работ специальными методами сварки давлением и производства сварных конструкций на основании контроля выполнения плана разработки и внедрения технологических процессов сварки и средств технологического оснащения сварочных работ, технической и технологической подготовки производства сварочных работ.			ОП34 ОП35 ОП36			КЗ
<b>В.2</b> Владеет навыками внедрения технологических процессов в области специальных методов сварки, оптимизации выбора материалов и оборудования для обеспечения эффективности и бездефектности, при изготовлении сварных изделий			ОП37			КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится; в форме отчета по практическому занятию и ряда контрольных работ.

#### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 7 практических занятий. Типовые темы приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 6 контрольных работ (КР) по мере освоения студентами дисциплины.

#### **Типовые задания КР:**

1. Разработка технологии ультразвуковой сварки пластин из нержавеющей стали.
2. Разработка технологии диффузионной сварки композиционных материалов
3. Разработка технологии заварки литейных дефектов при производстве изделий из алюминиевых сплавов.
4. Разработка технологии заварки литейных дефектов при производстве изделий из магниевых сплавов.
5. Разработка технологии дуговой наплавки жаропрочных, жаростойких сплавов на никелевой основе с использованием ультразвука
6. Разработка технологии диффузионной сварки композиционных материалов

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по

дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Вид подводимой энергии и её трансформация в кинетическую энергию.
2. Влияние исходного состояния свариваемых материалов на качество соединения.
3. Взрывчатые вещества для сварки.
4. Ультразвук как источник энергии для создания сварных соединений.
5. Тепловые процессы при сварке.
6. Преимущества диффузионной сварки по сравнению со сваркой и пайкой.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Описать влияние технологической схемы сварки на свойства сварного соединения
2. Описать структуру и свойства сварного соединения при исправлении литейных дефектов
3. Оценить целесообразность применения сварки взрывом к сварке листов внахлест.
4. Составить план реализации технологий модификации поверхностей изделий ГТД с помощью высококонцентрированных источников энергии.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Разработка технологии ультразвуковой сварки пластин из нержавеющей стали.
2. Разработка технологии диффузионной сварки композиционных материалов
3. Разработка технологии заварки литейных дефектов при производстве изделий из алюминиевых сплавов.
4. Разработка технологии дуговой наплавки жаропрочных, жаростойких сплавов на никелевой основе с использованием ультразвука

Перечень типовых билетов для проверки знаний умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций

проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

**Приложение 1.**  
**Типовые билеты для проверки знаний умений и владений**

**15.04.01 Машиностроение**

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)**

**Дисциплина «Специальные методы  
сварки»**

**БИЛЕТ № 1**

Схема установившегося процесса сварки взрывом. Технологические схемы сварки взрывом.

При выполнении задания необходимо раскрыть следующие вопросы:

- определение сварки взрывом (знания),
- описать влияние технологической схемы сварки на свойства сварного соединения (знания и умения),
- описать структуру и свойства сварного соединения (знания и умения),
- оценить целесообразность применения сварки взрывом к сварке листов внахлест (умения и владения).