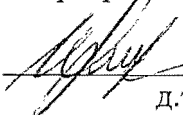


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

 Ю.Д. Шицын  
д.т.н., профессор  
кафедры СПМиТМ

« 17 » « Мая » 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Обработка материалов высококонцентрированными  
источниками энергии»  
по программе аспирантуры  
«Сварка, родственные процессы и технологии»**

Научная специальность	2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Сварка, родственные процессы и технологии
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Сварочное производство, метрология и технология материалов
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 5
	Диф.зачет

Пермь 2022

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области научных исследований обработки материалов высококонцентрированными источниками энергии.

### **1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

– принципы реализации, технические параметры современного оборудования для сварки и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии и средств технологического оснащения;

– физические и технологические особенности сварочных процессов и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии.

### **Уметь:**

– разрабатывать специализированное оборудование для обработки материалов высококонцентрированными источниками энергии;

– разрабатывать новые высокоэффективные энергосберегающие технологии сварки и родственные технологии с использованием высококонцентрированных источников энергии.

### **Владеть:**

– методами и средствами рационального выбора оборудования для сварки и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии и средств технологического оснащения;

– методами и средствами решения научно-технических исследовательских и производственных задач в области сварки и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	17
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
	Самостоятельная работа (СР)	55
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Современные способы обработки материалов высококонцентрированными источниками энергии.

(Л – 1 ч., СР – 22 ч.)

Тема 1. Современные способы обработки материалов высококонцентрированными источниками энергии: плазменная сварка, электронно-лучевая сварка, лазерная сварка, комбинированные сварочные технологии, родственные процессы: наплавка, резка, поверхностная термическая обработка и термическое напыление.

Тема 2. Тенденции развития и пути повышения эффективности сварочных процессов с использованием высококонцентрированных источников энергии.

Раздел 2. Теоретические основы плазменной обработки материалов.

(Л – 1 ч., ПЗ -1 ч., СР – 22 ч.)

Тема 3. Основы низкотемпературной плазмы. Понятие низкотемпературной плазмы. Режимные параметры плазменных процессов. Общие сведения о плазменном источнике нагрева.

Тема 4. Силовое и тепловое воздействие сжатой дуги на зону обработки. Особенности взаимодействия сжатой дуги с обрабатываемым материалом. Определение характеристик сжатой дуги за срезом сопла плазмотрона. Особенности теплового баланса сжатых дуг при работе плазмотрона на прямой и обратной полярности. Оценка тепловложения в изделие при плазменных процессах.

Раздел 3. Технологические основы и оборудование плазменной обработки материалов.

(Л – 1 ч., ПЗ -1 ч., СР – 22 ч.)

Тема 5. Разновидности способа плазменной сварки различных металлов. Особенности плазменной сварки титана, легированных сталей и сложнолегированных сплавов, алюминиевых и магниевых сплавов. Плазменная сварка проникающей дугой. Микроплазменная сварка. Плазменная сварка закрытой дугой. Плазменная сварка полым катодом в вакууме.

Тема 6. Специальные методы плазменной обработки металлов. Плазменная резка. Плазменная наплавка и нанесение покрытий. Плазменное напыление порошковых покрытий. Плазменная поверхностная термообработка. Плазменная химико термическая обработка. Финишная плазменная поверхностная обработка. Высокочастотные плазменные процессы. Применяемое оборудование, ВЧЕ- и ВЧИ- плазмотроны.

Раздел 4. Основы электронно-лучевой обработки материалов  
(Л – 1 ч., ПЗ -1 ч., СР – 15 ч.)

Тема 7. Генерация сварочных электронных пучков.

Раздел 5. Технология и оборудование электронно-лучевой сварки.  
(Л – 1 ч., ПЗ -1 ч., СР – 28 ч.)

Тема 8. Технологические особенности электронно-лучевой сварки. Влияние фокусировки электронного пучка на конфигурацию зоны проплавления при электронно лучевой сварке. Формирование сварного шва при электронно-лучевой сварке с неполным и сквозным проплавлением. Управление процессом формирования шва при электронно лучевой сварке. Электронно-лучевая сварка с модуляцией и осцилляцией электронного пучка. Вторичные процессы в зоне воздействия мощного концентрированного электронного пучка при электронно-лучевой сварке.

Тема 9. Установки для электронно-лучевой сварки.

Раздел 6. Основы лазерной обработки материалов.  
(Л – 1 ч., ПЗ -1 ч., СР – 23 ч.)

Тема 10. Генерация лазерного излучения. Формирование сварочных лазерных пучков. Регулирование мощности сварочного лазерного излучения. Фокусировка и отклонение лазерного потока. Конструкция фокусирующих и отклоняющих систем.

Тема 11. Технологические особенности лазерной обработки материалов. Влияние фокусировки лазерного пучка на конфигурацию зоны проплавления при сварке. Управление процессом формирования шва при лазерной сварке. Лазерная сварка с осцилляцией лазерного пучка. Лазерная резка материалов. Лазерная термическая обработка.

Тема 12. Установки для лазерной обработки. Структура, состав и компоновка установок для лазерной обработки. Генераторы и оптические системы лазерных установок

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	3	Энергетические свойства сжатой дуги и плазменной струи. Сжатая дуга прямого действия и независимая сжатая дуга. Строение сжатой дуги. Электрические и тепловые характеристики сжатой дуги	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	5	Комбинированные процессы плазменной сварки. Плазменная сварка с подогревом	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

		присадочной проволоки. Импульсная плазменная сварка. Плазменная сварка плавящимся электродом.		Темы творческих заданий.
3	7	Движение электронов в электрических и магнитных полях. Ускорение электронов. Формирование сварочных электронных пучков. Типовые конструкции катодов сварочных электронных пушек. Регулирование тока сварочного электронного пучка. Фокусировка и отклонение электронного пучка. Конструкция фокусирующих и отклоняющих систем.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	9	Структура, состав и компоновка установок для электронно-лучевой сварки. Камеры и вакуумные системы электронно-лучевых установок. Питающие устройства электронно-лучевых установок.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	1. Структура сжатой дуги и плазменной струи на токе прямой и обратной полярности; 2. Явление катодной очистки обрабатываемой поверхности сжатой дугой на токе обратной полярности.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	3	3. Режимные параметры плазменных процессов. Энергетические свойства сжатой дуги и плазменной струи.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	4	4. Взаимодействие сжатой дуги с полостью кратера. 5. Оценка теплового баланса на электроде-катоде и электроде аноде при работе	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

		плазмотрона на прямой и обратной полярности тока		
4	5	6. Способы управления тепловым и силовым воздействием на зону обработки для различных способов плазменной обработки.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	6	8. Комбинированные способы плазменной наплавки; 9. Финишная плазменная поверхностная термообработка.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	7	10. Электронные линзы. Основные типы электростатических электронных линз; 11. Действие собственного пространственного заряда в сварочных электронных пучках.	Творческое задание	Темы творческих заданий
7	8	12. Формирование сварного шва при электронно-лучевой сварке с неполным и сквозным проплавлением; 13. Контроль процесса воздействия электронного пучка на металл при сварке по параметрам вторичных процессов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	9	14. Камеры и вакуумные системы электронно-лучевых установок.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	10	15. Способы генерации лазерного излучения. 16. Оптические системы и световоды.	Творческое задание	Темы творческих заданий
10	11	17. Разновидности лазерной резки материалов. 18. Тепловые процессы при лазерной поверхностной термической обработке.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
11	12	19. Вспомогательные устройства для лазерной обработки материалов; 20. Оборудование для управления, контроля и фиксации режимных параметров лазерной обработки материалов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

## 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается 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, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Специальные методы сварки: учебное пособие / Ю.М. Тыткин, Д.Н. Трушников, В.Я. Беленький.– Пермь: Из-во ПНИПУ, 2012.– 86 с.	5+ЭБ
2	Плазменные технологии и оборудование: учебное пособие / Ю.Д. Щицын.- Пермь: Из-во ПНИПУ, 2014. -75 с.	1+ЭБ
3	Плазменная обработка материалов: учебное пособие / Ю.Д. Щицын.- Пермь: Из-во ПНИПУ, 2014. -143 с.	ЭБ
4	Теория сварочных процессов. Металлургия. Металловедение. Свариваемость / Кривоносова Е.А.– Изд-во Перм. гос. тех. ун-т.– Пермь, 2007 г., 259 с.	57 + ЭБ
5	Теория сварочных процессов./ Неровный В.М .-Москва, Изд-во МГТУ им. Баумана. 2007, 742 с.	80
6	Математическое моделирование и основы научных исследований в сварке : учебное пособие для вузов / И.Ю.Летягин; Пермский национальный исследовательский политехнический университет . – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. – 130 с.	15+ЭБ
7	Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие для магистров / Н. И. Сидняев. – Москва : Юрайт, 2012. – 399 с.	2012 г. – 8 2015 г. – 1
8	Математическая обработка результатов эксперимента : учебное пособие для вузов / Г. Б. Лялькина, О. В. Бердышев ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. – 77 с.	ЭБ
9	Контроль качества сварных соединений : учебное пособие / Т. В. Ольшанская ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет . – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014 . – 156 с	5+ЭБ
<b>2 Дополнительная литература</b>		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	Конструкционные материалы. Свариваемость и сварка / Учебное пособие / Ольшанская Т.В. – Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-т.– Пермь, 2015 г., 242 с.	5+ЭБ
2	Пайка металлов / Учебное пособие / Кривоносова Е.А. – Изд. во Перм. нац. исслед. политехн. ун-т.– Пермь, 2012 г., 216 с.	41+ЭБ
3	Специальные методы сварки / Учебное пособие / Ю.М. Тыткин, Д.Н. Трушников, В.Я. Беленький – Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-т.– Пермь, 2012 г., 86 с.	4+ЭБ
4	Электронно-лучевая сварка: монография / Младенов Г.М., Трушников Д.Н., Беленький В.Я., Колева Е.Г. – Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-т.– Пермь, 2014 г., 374 с.	5+ЭБ
5	Л.К. Лецинский и др. Плазменное поверхностное упрочнение: Изд-во Техника, Киев. - 1990. – 109 с.	3
6	В.В. Кудинов и др. Нанесение покрытий плазмой: Изд-во Наука, М. - 1990. – 406 с.	2
7	Ширшов И.Г., Котиков В.Н. Плазменная резка: Изд-во Машиностроение, Л.-1987.–192с.	3
8	Введение в теорию планирования эксперимента: учебное пособие для вузов / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011 . – 463 с.	5+ЭБ
	Начала инженерного творчества : учебное пособие / Б. Ф. Потапов, Р. В. Бульбович, А. Ю. Крюков ; Пермский государственный технический университет .– Пермь : Изд. во ПГТУ, 2010 .– 189 с	61+ЭБ
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	Сварка. Диагностика: научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике / Национальное агентство контроля и сварки.	
2	Сварочное производство: научно-технический и производственный журнал / Технология машиностроения; – Москва: Машиностроение.	
3	Автоматическая сварка: Сварка. Резка. Наплавка. Пайка. Нанесение покрытий: международный научно-технический и производственный журнал / Национальная академия наук Украины; Институт электросварки им. Е.О. Патона; Международная ассоциация Сварка.— Киев: Сварка.	
	Журнал «Сварка и Диагностика»	
	Журнал «Сварочное производство»	
	Журнал «Автоматическая сварка»	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		



№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	ГОСТ 19521-74. Сварка металлов. Классификация.	Техэксперт
2	ГОСТ 7512-82 (2003). Соединения сварные. Контроль неразрушающий. Радиографический метод.	Техэксперт
3	ГОСТ 12.3.003-86 (2000). Работы электросварочные. Требования безопасности.	Техэксперт
4	ГОСТ 7.32-2001. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.	<i>КонсультантПлюс</i>

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры: Intel® Core™2 CPU 6320 @1,86 GHz 1,87 ГГц, 2,00 Гб ОЗУ, Window XP; Intel® Core™2 CPU 420 @1,60	16	Оперативное управление	109, к. А
	Мультимедиа проектор Panasonic PTLB50NTE		Оперативное управление	109, к. А
	Проекторный экран DRAPER DIPLOMAT		Оперативное управление	109, к. А
	Доска магнитная		Оперативное управление	109, к. А
	Установка для электронно-лучевой сварки ЭЛА-6ВЧ	1	Собственность	050, гл.к.
	1. Универсальный комплекс плазменной обработки на базе станка У – 563 - 1 шт. 2. Установка для плазменной резки ПУРМ–180М – 1 шт.	1 1	Собственность	053 гл.к.
	1. Источник питания INVERTEC - V405 – Т 1 шт. 2. Источник питания ESAB - LHF – 400 - 1 шт. 3. Специализированная консольно-сварочная установка для плазменной сварки с числовым программным управлением ЧПУ СКСУ -1500 4. Блок охлаждения «beCool 2.2»	1 1 1 1	Собственность	051 гл.к.
	Роботизированный комплекс ARC MATE 100IC	1	Собственность	049 гл.к.

Автоматизированная лазерная установка ALFA-300T	1	Собственность	111 к.А
---	---	---------------	---------

## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

#### • Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### • Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

#### Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине.

#### • Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл.

5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов. Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал

Оценка	Критерии оценивания
	<p>фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

### **9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

### **10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 2.5.8. «Сварка, родственные процессы и технологии» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Разработать технологию плазменной проникающей дугой сварки титанового сплава ОТ4 толщиной 8 мм.
2. Разработать схему проведения эксперимента по оценке качества катодной очистки различных металлов.
3. Разработать методику оценки качества лазерной сварки нахлесточных соединений из нержавеющей сталей толщиной 0,1 мм.

Типовые контрольные задания:

1. Особенности формирования шва при сварке со сквозным проплавлением.
2. Микроплазменная сварка алюминиевых сплавов.
3. Электронно-лучевая сварка с модуляцией и осцилляцией электронного пучка.
4. Поверхностная химико-термическая обработка концентрированными источниками нагрева.
5. Выбор способа термической резки титановых сплавов толщиной 12 мм.
6. Определение структуры и свойств поверхностного слоя при плазменной напылении самофлюсующихся порошков на никелевой основе.
7. Выбор высокопроизводительного способа наплавки бронз БрАЖН 9-2 и БрКМц 3-1 на стали мартенситного класса

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «СПМиТМ».

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		