



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

» 2017г.



Рабочая программа дисциплины

«Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии»

Направление подготовки	15.06.01 Машиностроение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Сварка, родственные процессы и технологии
Научная специальность	05.02.10 Сварка, родственные процессы и технологии
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Сварочное производство, метрология и технология материалов
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 4, 5

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.02 «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума научной специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры СПМиГМ.
Протокол от 02.05.2017 г. № 16.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)



(подпись)

Ю.Д. ШИЦЫН
(Фамилия И.О.)

Разработчик программы д-р техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)



(подпись)

Ю.Д. ШИЦЫН
(Фамилия И.О.)

Руководитель программы д-р техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)



(подпись)

Ю.Д. ШИЦЫН
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК



(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

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

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- способность научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);
- - способность решать научно-технические исследовательские и производственные задачи в области сварки и родственных технологий (ПК-1);

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• формирование знаний

- изучение основных направлений развития в области обработки материалов высококонцентрированными источниками энергии;

• формирование умений

- формирование умения разработки эффективных энергосберегающих технологий сварки и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии и специализированного оборудования;

• формирование навыков

- формирование навыков применения сварочных и родственных им процессов с использованием высококонцентрированных источников энергии и технологий в машиностроительном производстве.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- современные сварочные процессы и технологии с использованием высококонцентрированных источников энергии и оборудование для их реализации;
- родственные процессы: наплавка, резка, поверхностная термическая обработка и термическое напыление.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.02 «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и 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.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-1	Формулировка компетенции способность научно-обосновано оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства
---------------------	---

Код ОПК-1 Б1.В.02	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность научно-обосновано оценивать новые решения в области построения и моделирования оборудования для обработки материалов высококонцентрированными источниками энергии , а также средств технологического оснащения
--------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной Работы	Средства оценки
Знать: принципы реализации, технические параметры современного оборудования для сварки и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии и средств технологического оснащения	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: разрабатывать специализированное оборудование для сварки и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: методами и средствами рационального выбора оборудования для сварки с использованием высококонцентрированных источников энергии и средств технологического оснащения	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции способность решать научно-технические исследовательские и производственные задачи в области сварки и родственных технологий
--------------------	--

Код ПК-1 Б1.В.02	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность решать научно-технические исследовательские и производственные задачи в области сварки и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии
-------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: физические и технологические особенности сварочных процессов и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: разрабатывать новые высокоэффективные энергосберегающие технологии обработки материалов использованием высококонцентрированных источников энергии	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: методами и средствами решения научно-технических исследовательских и производственных задач в области сварки и родственных технологий	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
2	Лекции (Л)	5	-
3	Практические занятия (ПЗ)	-	5
4	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1
5	Самостоятельная работа (СР)	66	66
6	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	-
	Форма итогового контроля:	Зачет	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий						Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль	Самостоятельная работа	
		всего	Л	ПЗ				
1	1	1	1	-	-	-	10	9
	2	-	-	-	-	-	12	12
Всего по разделу:		1	1	-	-	-	22	23
2	3	2	1	1	-	-	10	12
	4	-	-	-	-	-	12	12
Всего по разделу:		2	1	1	-	-	22	24
3	5	2	1	1	-	-	10	12
	6	-	-	-	-	-	12	12
Всего по разделу:		2	1	1	1	-	22	25
4	7	1	1	1	-	-	15	16
Всего по разделу:		1	1	1	-	-	15	16
5	8	2	1	--	-	-	15	17
	9	-	-	1	-	-	13	13
Всего по разделу:		2	-	1	-	-	28	30
6	10	2	-	1	-	-	6	8
	11	-	-	-	-	-	10	10
	12	-	-	-	-	-	7	7
Всего по разделу:		2	1	1	1	-	23	26
Промежуточная аттестация								
Итого:		10	5	5	2	-	132	144/4

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины**4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)**

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- плазмтроны.

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

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.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Тема 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

Тема 5. Комбинированные процессы плазменной сварки. Плазменная сварка с подогревом присадочной проволоки. Импульсная плазменная сварка. Плазменная сварка плавящимся электродом.

Тема 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.

Тема 9. Структура, состав и компоновка установок для электронно-лучевой сварки. Камеры и вакуумные системы электронно-лучевых установок. Питающие устройства электронно-лучевых установок.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

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

Таблица 4

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 плазмотрона на прямой и обратной полярности тока.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	5	6. Способы управления тепло-	Собеседование	Вопросы по

		вым и силовым воздействием на зону обработки для различных способов плазменной обработки.		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	Собеседование

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;

4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты 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.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<p>Б1.В.02 «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии»</p> <p><i>(индекс и полное название дисциплины)</i></p>	<p>БЛОК 1</p> <p><i>(цикл дисциплины/блок)</i></p>								
	<table border="1"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td>базовая часть цикла</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td> <td>вариативная часть цикла</td> </tr> </table>		базовая часть цикла	x	вариативная часть цикла	<table border="1"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td> <td>обязательная по выбору аспиранта</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td></td> </tr> </table>	x	обязательная по выбору аспиранта	
	базовая часть цикла								
x	вариативная часть цикла								
x	обязательная по выбору аспиранта								

<p>15.06.01 / 05.02.10</p> <p><i>код направления / шифр научной специальности</i></p>	<p>Машиностроение / Сварка, родственные процессы и технологии</p> <p><i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i></p>
--	---

2017

(год утверждения учебного плана)

Семестр(-ы): 4,5

Количество аспирантов: 4

Факультет Механико-технологический

Кафедра Сварочное производство, метрология и технология материалов
 тел. 8(342)219-82-75; svarka@pstu.ru
(контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Плазменные технологии и оборудование: учебное пособие / Ю.Д. Щицын.- Пермь: Из-во ПНИПУ, 2014. -75 с.	1+ ЭБ
2	Плазменная обработка материалов: учебное пособие / Ю.Д. Щицын.- Пермь: Из-во ПНИПУ, 2014. -143 с.	ЭБ
3	Специальные методы сварки: учебное пособие / Ю.М. Тыткин, Д.Н. Трушников, В.Я. Беленький.– Пермь: Из-во ПНИПУ, 2012.– 86 с.	5+ЭБ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Теория сварочных процессов : учебное пособие / Е.А. Кривоносова .– Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.– 261 С.	57+ ЭБ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	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
3	Л.К. Лещинский и др. Плазменное поверхностное упрочнение: Изд-во Техника, Киев. - 1990. – 109 с.	3
4	В.В. Кудинов и др. Нанесение покрытий плазмой: Изд-во Наука, М. - 1990. – 406 с.	2
5	Ширшов И.Г., Котиков В.Н. Плазменная резка: Изд-во Машиностроение, Л.-1987.–192с.	3
2.2 Периодические издания		
1	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике / Национальное агентство контроля и сварки .— Москва : Мастер-класс.	
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.	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 19521-74. Сварка металлов. Классификация.	Техэксперт

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

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 гуманитар., 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.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

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.

8.3.1.1. Информационные 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.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Пер. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	MathCad 14 University Classroom	SE14RYMMEV002-FLEX	Математическая программа, предназначенная для моделирования и расчетов режимов сварки
2	Практическое	Свариваемость	Free демо-версия	Программа анализа свариваемости низколегированных сталей
3	Практическое	Microsoft Office Professional 2007	42661567	Офисная работа
4	Практическое	Windows XP Professional	MS Imagine	Офисная работа
5	Практическое	КОМПАС-3D V10	K-08-1911	Проектирование изделий для сварки

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

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра СПМиТМ	109, к. А	60	16
2	Лаборатория электронно-лучевой сварки	Кафедра СПМиТМ	050, гл.к	39,7	5
3	Лекционный класс	Кафедра СПМиТМ	055 гл.к	41,4	24
4	Лаборатория новых способов сварки	Кафедра СПМиТМ	051 гл.к	20,9	4
5	Лаборатория плазменных технологий	Кафедра СПМиТМ	053 гл.к	20,9	4
6	Лаборатория диффузионной сварки	Кафедра СПМиТМ	111, к. А	41,4	12
7	Лаборатория сварки плавлением	Кафедра СПМиТМ	049, гл.к	57,82	24

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ 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 GHz 1,61 ГГц, 1,00 Гб ОЗУ, Window XP (локальная компьют. сеть)	16	Оперативное управление	109, к. А
2	Мультимедиа проектор Panasonic PTLB50NTE	1	Оперативное управление	109, к. А
3	Проекторный экран DRAPER DIPLOMAT	1	Оперативное управление	109, к. А
4	Доска магнитная	1	Оперативное управление	109, к. А
5	Установка для электронно-лучевой сварки ЭЛА-6ВЧ	1	Собственность	50 гл. к

6	1. Универсальный комплекс плазменной обработки на базе станка У – 563 - 1 шт.	1	Собственность	53 гл. к
	2. Установка для плазменной резки ПУРМ–180М – 1 шт.	1		
7	1. Источник питания INVERTEC - V405 – Т 1 шт.	1	Собственность	51 гл. к
	2. Источник питания ESAB - LHF – 400 - 1 шт.	1		
	3. Специализированная консольно-сварочная установка для плазменной сварки с числовым программным управлением ЧПУ СКСУ -1500	1		
	4. Блок охлаждения «beCool 2.2»	1		
8	Роботизированный комплекс ARC MATE 100IC	1	Собственность	049 гл. к
9	- Автоматизированная лазерная установка ALFA-300T - парты, доска меловая.	1 -	Оперативное управление	111 к. А
10	Парты, стол преподавателя, доска меловая	-	Оперативное управление	055 гл. к

Лист регистрации изменений

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

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)**



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии»**

Направление подготовки	15.06.01 Машиностроение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Сварка, родственные процессы и технологии
Научная специальность	05.02.10 Сварка, родственные процессы и технологии
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Сварочное производство, метрология и технология материалов
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 4, 5

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума научной специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры СПМиТМ
Протокол от 02.05.2017 г. № 16.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)



(подпись)

Ю.Д. ШИЦЫН
(Фамилия И.О.)

Руководитель д-р техн. наук, проф.
программы (учёная степень, звание)



(подпись)

Ю.Д. ШИЦЫН
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации



(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

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

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.02 «Обработка материалов высококонцентрированными источниками энергии» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

- способность научно-обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства (ОПК-1);
- - способность решать научно-технические исследовательские и производственные задачи в области сварки и родственных технологий (ПК-1);

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Зачет
Усвоенные знания				
З.1 Знать принципы реализации, технические параметры современного сварочного оборудования обработки материалов с использованием высококонцентрированных источников энергии и средств технологического оснащения	С	ТВ		
З.2 Знать физические и технологические особенности сварочных процессов и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии			С	ТВ
Освоенные умения				
У.1 Уметь разрабатывать специализированное оборудование для сварки и родственных технологий с использованием высококонцентрированных источников энергии	ТЗ	ОТЗ		
У.2 Уметь разрабатывать новые высокоэффективные энергосберегающие технологии обработки материалов использованием высококонцентрированных источников энергии			ТЗ	ОТЗ

Приобретенные владения				
В.1 Владеть методами и средствами рационального выбора оборудования для сварки с использованием высококонцентрированных источников энергии и средств технологического оснащения	С	ОТЗ		
В.2 Владеть методами и средствами решения научно-технических исследовательских и производственных задач в области сварки и родственных технологий			ТЗ	ОТЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

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

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и зачета (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) 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.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает

	свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **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.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) и зачета (5 семестр) по дисциплине.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на

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

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. 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.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

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

4.1 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.

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

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.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Выбор способа термической резки титановых сплавов толщиной 12 мм.
2. Определение структуры и свойств поверхностного слоя при плазменной напылении самофлюсующихся порошков на никелевой основе.
3. Выбор высокопроизводительного способа наплавки бронз БрАЖН 9-2 и БрКМц 3-1 на стали мартенситного класса

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета хранится на кафедре «СПМиТМ».

Лист регистрации изменений

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