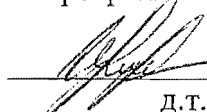


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры

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

« 14 » « Июль » 2022г.

**Рабочая программа дисциплины 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: 5	Зачет: Диф.зачет

Пермь 2022

## **1. Общие положения**

Рабочая программа дисциплины «Сварка, родственные процессы и технологии» 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 сварки, родственных процессов и технологий.

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

Дисциплина «Сварка, родственные процессы и технологии» 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.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

## **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 сварочного оборудования и средств технологического оснащения сварочного производства;
- физические и технологические особенности сварочных процессов и родственных технологий.

### **Уметь:**

- разрабатывать специализированное оборудование для сварочных технологий;
- разрабатывать новые высокоэффективные энергосберегающие сварочные технологии

### **Владеть:**

- методами и средствами рационального выбора оборудования для сварки и средств технологического оснащения;
- методами и средствами решения научно-технических исследовательских и производственных задач в области сварки и родственных технологий.

### 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	20
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	36
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Экзамен

### 4. Содержание учебной дисциплины

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

Раздел 1. Основные современные способы сварки.

(Л – 2 ч., СР – 20 ч.)

Тема 1. Современные способы сварки: дуговая сварка, плазменная сварка, электронно-лучевая сварка, лазерная сварка, контактная сварка, сварка трением с перемешиванием.

Тема 2. Тенденции развития и пути повышения производительности сварочных процессов.

Раздел 2. Особенности физических процессов при сварке.

(Л – 2 ч., СР – 22 ч.)

Тема 3. Источники тепла и тепловые процессы при сварке: характеристики тепловых источников в современных сварочных процессах, эффективность нагрева металла, методы расчета процессов распространения тепла при сварке.

Тема 4. Плавление и перенос металла при сварке: виды переноса металла, способы управления переносом металла при сварке, сварочная ванна, формирование и кристаллизация металла шва.

Раздел 3. Металлургические процессы при сварке.

(Л – 1 ч., СР – 24 ч.)

Тема 5. Образование сварочной ванны, формирование и кристаллизация металла шва: геометрия сварочной ванны при дуговых и лучевых способах сварки, процессы кристаллизации металла, образование и строение зоны термического влияния.

Тема 6. Особенности металлургических процессов при сварке плавлением: взаимодействие расплавленного металла с газами, химические реакции при взаимодействии металла со шлаком, неметаллические включения в сварных швах.

Раздел 4. Свариваемость, напряжения и деформации при сварке

(ПЗ – 4 ч., СР – 14 ч.)

Тема 7. Свариваемость металлов и основные способы ее определения: методы определения стойкости металла к образованию кристаллизационных трещин, трещин в околосшовной зоне, стойкости против перехода металла в хрупкое состояние.

Тема 8. Напряжения и деформации при сварке: методы предотвращения и снижения сварочных напряжений и деформаций, методы устранения остаточных деформаций металла.

Раздел 5. Родственные процессы: пайка и термическое нанесение покрытий  
(ПЗ – 2 ч., СР – 16 ч.)

Тема 9. Современные способы пайки металлов: капиллярная пайка, диффузионная пайка, контактно-реактивная пайка, реактивно-флюсовая пайка.

Тема 10. Наплавка и термическое напыление: плазменная, лазерная и электронно лучевая наплавка металлов, газотермическое и плазменное напыление.

#### 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	Тепловые расчеты нагрева при сварке с использованием функции Грина теплового источника	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	6	Оценка потерь легкоиспаряемых легирующих элементов в сплаве при сварке	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. Особенности лазерной сварки мощными технологическими лазерами; 2. Формирование сварного соединения при точечной контактной сварке; 3. Особенности процесса сварки трением с перемешиванием.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	4. Пути повышения производительности дуговых способов сварки.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	3	5. Термический и эффективный КПД при лучевых способах сварки;	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

		6. Расчеты температурных полей при сварке быстро движущимися источниками тепла.		
4	4	7. Способы управления переносом металла при дуговой сварке; 8. Кристаллизация металла шва при электронно-лучевой сварке высокопрочных сталей	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	9. Формирование парогазового канала проплавления при электронно-лучевой сварке мощным концентрированным электронным пучком; 10. Характеристики зоны термического влияния при сварке перлитных сталей.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	11. Химические реакции при взаимодействии металла со шлаком при сварке под слоем флюса; 12. Особенности металлургических процессов при сварке в среде углекислого газа.	Творческое задание	Темы творческих заданий
7	7	13. Методы определения стойкости металла к образованию трещин в околошовной зоне при дуговой сварке; 14. Сущность комплексных методов оценки свариваемости сталей.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	8	15. Возникновение напряжений и деформации в процессе нагрева металла при дуговых способах сварки; 16. Способы минимизации остаточных сварочных деформаций.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	17. Источники нагрева основного металла и припоя при пайке. 18. Пайка в тлеющем разряде.	Творческое задание	Темы творческих заданий
10	10	19. Особенности процесса лазерной порошковой наплавки. 20. Плазменное напыление упрочняющих слоев.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

## 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Сварка, родственные процессы и технологии» 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. Лещинский 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.	КонсультантПлюс

## 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 кандидатский экзамен, 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 экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

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

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	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

Оценка	Критерии оценивания
	или большинство дополнительных вопросов.
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал 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 методику оценки свариваемости новой конструкционной стали.
2. Разработать схему проведения эксперимента по контролю процесса лазерной сварки по параметрам плазменного факела в зоне воздействия лазерного луча на металл.
3. Разработать методику оценки качества покрытых электродов с использованием компьютерной обработки осциллограмм тока и напряжения сварочной дуги.

Типовые контрольные задания:

1. Способы управления переносом металла при аргонодуговой сварке плавящимся электродом.
2. Методы предотвращения образования кристаллизационных трещин при дуговой сварке аустенитных сталей.
3. Особенности металлургических процессов при дуговой сварке под слоем флюса.
4. Термическая обработка сварных соединений конструкционных сталей.
5. Расчет термического цикла сварки при заданных режимах и типе основного металла.
6. Оценка структуры сварного шва при сварке сталей различных классов.
7. Выбор высокопроизводительного способа пайки заданной конструкции изделия и подбор припоя и флюса для получения паяных швов с заданными характеристиками прочности

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

**Программа**

Сварка, родственные процессы и технологии

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

**Кафедра**

Сварочное производство, метрология и технология материалов

**«Сварка, родственные процессы и технологии»**

**БИЛЕТ № 1**

1. Методы предотвращения образования кристаллизационных трещин при дуговой сварке аустенитных сталей.
2. Произвести расчет термического цикла сварки при заданных режимах и типе основного металла.
3. Произвести выбор высокопроизводительного способа пайки заданной конструкции изделия и подбор припоя и флюса для получения паяных швов с заданными характеристиками прочности.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

Щицын Ю.Д.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_\_ г.

**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		