

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Теория сварочных процессов  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 288 (8)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.03.01 Машиностроение  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машиностроение (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование базы знаний об основных закономерностях физико-химических и металлургических процессов при сварке и основных положениях теории свариваемости.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Основные закономерности физико-химических и металлургических процессов при различных способах сварки плавлением: сварке покрытыми электродами и порошковой проволокой, сварке под флюсом, сварке в защитных газах, электрошлаковой сварке; основные положения теории свариваемости материалов.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основные положения теории сварочных процессов и свариваемости.	Знает принципы подготовки информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет проводить работы по оценке металлургической активности основного и сварочных материалов, анализировать результаты научно-исследовательских работ по металлургии сварки и свариваемости.	Умеет проводить работы по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ	Индивидуальное задание
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками расчета свариваемости материалов, выбора метода оценки сопротивления образованию трещин при сварке.	Владеет навыками разработки проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.12	ИД-1ПК-2.12	Знает металлургические особенности различных технологических процессов сварки.	Знает виды и методы неразрушающего контроля и разрушающих испытаний сварных соединений; требования единой системы технологической документации; порядок и методы планирования технической и технологической подготовки производства и выполнения сварочных работ; передовой отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование.	Экзамен
ПК-2.12	ИД-2ПК-2.12	Умеет определять соответствие сварочных и свариваемых материалов, анализировать результаты научно-исследовательских работ по металлургии сварки и свариваемости.	Умеет определять соответствие сварочных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента требованиям нормативной и производственно-технологической документации; выполнять расчеты и определять оптимальные технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности; производить подбор сварочного и вспомогательного оборудования; внедрять прогрессивные технологические процессы по сварке и родственным процессам.	Индивидуальное задание
ПК-2.12	ИД-3ПК-2.12	Владеет навыками контроля соответствия свариваемых и сварочных материалов,	Владеет навыками контроля соответствия свариваемых и сварочных материалов,	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		выбора метода оценки сопротивления образованию трещин при сварке.	вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента технологической документации; контроля соблюдения технологических процессов при производстве (изготовлении, монтаже, ремонте, реконструкции) сварных конструкций (изделий, продукции) или их элементов; контроля объема и своевременности проведения неразрушающего контроля и разрушающих испытаний сварных соединений; оформления исполнительной документации по сварочному производству.	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	126	126	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	28	28	
- лабораторные работы (ЛР)	14	14	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	80	80	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	126	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	288	288	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Физические основы и классификация сварочных процессов.	2	0	6	12
Сущность процесса сварки и классификация: Сварка плавлением и сварка давлением, термические, термомеханические и механические процессы сварки. Источники энергии для сварки.				
Физические процессы в дуговом разряде.	2	2	6	12
Электрический разряд в газах. Элементарные процессы в плазме дуги. Явления переноса в плазме. Баланс энергии и температура в столбе дуги. Приэлектродные области дугового разряда. Перенос металла в сварочной дуге. Сварочные дуги переменного тока. Сварочные дуги с плавящимся электродом. Сварочные дуги с неплавящимся электродом. Плазменные сварочные дуги.				
Термические недуговые источники энергии.	4	2	6	12
Электронно-лучевые источники. Фотонно-лучевые источники. Газовое пламя. Термитная сварка.				
Прессовые и механические сварочные процессы.	1	0	8	12
Способы термопрессовой сварки. Кузнечная сварка. Прессово-механический контакт и холодная сварка. Сварка тернием. Сварка взрывом.				
Металлургические и физико-химические процессы при сварке.	4	2	8	14
Общая характеристика металлургических процессов и реакционного пространства при сварке. Особенности физико-химических процессов при сварке. Типы сварочных ванн. Распределение температуры в сварочной ванне и капле. Перенос электродного металла в сварочную ванну. Диссоциация газов. Растворение газов в металлах. Законы растворения газов в металлах: закон Генри, закон Сивертса. Кислород в металлах при сварке. Взаимодействие металлов с водородом при сварке. Взаимодействие металлов с азотом при сварке. Шлаковые фазы и их классификация, свойства и назначение. Процессы раскисления металла при сварке плавлением. Процессы легирования металла при сварке. Рафинирование металла сварного шва от серы и фосфора.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Особенности металлургии различных способов сварки.	6	4	8	12
Металлургия сварки покрытыми электродами, порошковой проволокой и электрошлаковой сварки. Классификация флюсов. Металлургия сварки под плавными и керамическими флюсами. Классификация защитных газов. Металлургия сварки в углекислом газе.				
Свариваемость металлов и сплавов.	4	2	8	14
Свариваемость металлов и ее критерии. Оценка свариваемости углеродистых и легированных сталей Термодеформационные явления в металле при сварке. Температурный интервал хрупкости. Классификация трещин при сварке. Природа образования горячих и холодных трещин. Кристаллизация металла при сварке; химическая неоднородность сварных соединений; связь структуры сварного соединения с его эксплуатационными свойствами.				
Горячие трещины в сварных соединениях.	2	0	8	12
Горячие трещины в сварных соединениях, классификация, факторы склонности, механизм образования, предотвращение. Методы оценки стойкости металла шва против образования горячих трещин.				
Холодные трещины в сварных соединениях. Трещины ламелярные и повторного нагрева.	2	2	8	12
Причины и природа холодных трещин. Предотвращение холодных трещин. Методы определения стойкости сварных соединений против образования холодных трещин. Ламелярные трещины и трещины повторного нагрева.				
Тепловые процессы при сварке.	1	0	14	14
Основные понятия и законы в расчете тепловых процессов при сварке. Закон теплопроводности (Фурье). Поверхностная теплоотдача и краевые условия Дифференциальное уравнение теплопроводности. Источники теплоты и их схематизация. Расчеты температурных полей при различных схемах нагрева (мгновенными точечным, линейным и плоским источниками; неподвижными непрерывно действующими источниками; подвижными источниками. Нагрев и плавление металла при сварке. Термический цикл при однопроходной сварке. Плавление основного материала. Нагрев и плавление присадочного материала. Термический цикл при многослойной сварке. Особенности тепловых процессов при различных способах				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
сварки.				
ИТОГО по 6-му семестру	28	14	80	126
ИТОГО по дисциплине	28	14	80	126

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение основных физико-химических процессов при сварке плавлением (окисление, диссоциация и растворение газов в металле шва).
2	Исследование взаимодействия металлов с кислородом при сварке плавлением.
3	Оценка свариваемости высоколегированных сталей.
4	Сварочные дуги переменного тока. Сварочные дуги с плавящимся электродом. Сварочные дуги с неплавящимся электродом. Плазменные сварочные дуги.
5	Прессовые и механические сварочные процессы.
6	Построение математической модели электронно-лучевой сварке.
7	Построение математической модели нагрева бесконечного и ограниченного стержня мгновенным и непрерывным источником нагрева.
8	Построение графика распределения температуры по длине стержня, построение термического цикла контактной сварки.
9	Оценка формы шва, построение термического цикла электродуговой сварки, оценка влияния параметров режимов сварки на геометрию сварного шва, оценка влияния краевых условий на термические циклы сварки и глубину проплавления.
10	Построение термического цикла электроннолучевой сварки, оценка влияния параметров режимов сварки на геометрию сварного шва, оценка влияния краевых условий на термические циклы сварки и глубину проплавления.
11	Исследование и расчет процессов диссоциации газов при сварке.
12	Исследование склонности хромоникелевых сталей к образованию горячих трещин по диаграмме Шеффлера

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование разрывной длины дуги.
2	Процессы при нагреве электродного стержня.
3	Исследование свариваемости углеродистых и легированных сталей.
4	Исследование процессов в дуге

## 5. Организационно-педагогические условия

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

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

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

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

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

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 261 с. 16,375 усл. печ. л.	57
2	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов: моделирование физико-химических процессов в сварном шве : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. 92 с. 7,6 усл. печ. л.	5
3	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Коновалов А. В., Куркин А. С., Макаров Э. Л., Неровный В. М. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. 749 с.	69

4	Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Неровный В. М., Коновалов А. В., Якушин Б. Ф., Макаров Э. Л. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 703 с. 57,2 усл. печ. л.	4
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Сварка. Резка. Контроль. Т. 1. Москва : Машиностроение, 2004. 619 с.	43
2	Сварка. Резка. Контроль. Т. 2. Москва : Машиностроение, 2004. 478 с.	44
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Автоматическая сварка : Сварка. Резка. Наплавка. Пайка. Нанесение покрытий международный научно-технический и производственный журнал. Киев : Сварка, 1948 - .	
2	Сварка и диагностика : научно-технический и производственный журнал по сварке, контролю и диагностике. Москва : Мастер-класс, 2006 - .	
3	Сварочное производство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1930 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов : учебное пособие / Е. А. Кривоносова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2658">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2658</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Кривоносова Е. А. Теория сварочных процессов: моделирование физико-химических процессов в сварном шве : учебное пособие / Е. А. Кривоносова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3940">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3940</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Неровный В. М. Теория сварочных процессов : учебник для вузов / Неровный В. М., Коновалов А. В., Якушин Б. Ф., Макаров Э. Л., Куркин А. С. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2016.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106410">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106410</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

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

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер	8
Лекция	Ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	8

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

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

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**Теория сварочных процессов**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.03.01 «Машиностроение»
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Машиностроение (общий профиль)
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Бакалавр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	СПМиТМ
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 3

**Семестр:** 6

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	8	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	288	ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 6 семестр

Пермь 2023

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

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана), учебный материал разбит на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине ТСП (табл. 1.1).

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

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ ОПЗ	Т/КР		Экзамен
<b>6-й семестр</b>						
<b>Усвоенные знания</b>						
3.1 основные положения теории сварочных процессов и свариваемости, 3.2 металлургические особенности различных технологических процессов сварки.	С1			Кр1		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
У.1 выбирать и реализовывать работы по оценке металлургической активности основного и сварочных материалов, анализировать результаты научно-исследовательских работ по тепловым процессам при сварке, металлургии сварки и свариваемости. У.2. определять соответствие сварочных и свариваемых материалов, анализировать результаты научно-исследовательских работ по металлургии сварки и свариваемости.	С2		ОПЗ1 ОПЗ2 ОПЗ3 ОПЗ4 ОПЗ5 ОПЗ6 ОПЗ7 ОПЗ8 ОПЗ9 ОПЗ10 ОПЗ11 ОПЗ12	Кр2		ТВ
<b>Приобретенные владения</b>						

<p><b>В.1</b> навыками расчета свариваемости материалов, выбора метода оценки сопротивления образованию трещин при сварке.</p> <p><b>В.2.</b> навыками выбора метода оценки сопротивления образованию трещин при сварке.</p>			<p>ОПЗ1 , ЛР1 ОПЗ2 ЛР2 ОПЗ3 ЛР3 ОПЗ4 ЛР4 ОПЗ5 ОПЗ6 ОПЗ7 ОПЗ8 ОПЗ9 ОПЗ10 ОПЗ11 ОПЗ12</p>			ТВ
--	--	--	---	--	--	----

*С* – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *ОПЗ* – отчет по практической работе; *КР* – контрольная работа; *ТВ* – теоретический вопрос; *ПЗ* – практическое задание;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты практической работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных и практических работ**

Всего запланировано 12 практических и 4 лабораторные работы. Типовые темы практических и лабораторных работ приведены в РПД.

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

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Физические процессы при сварке», вторая КР – по модулю 3 «Металлургические процессы при сварке».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Эмиссионные процессы в сварочной дуге. Уравнение Ричардсона-Дешмана.
2. Конвективный теплообмен и лучистый теплообмен.
3. Вольт-амперная характеристика дуги.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Кислород в металлах при сварке. Влияние кислорода на свойства металла шва.
2. Легирование металла сварного шва. Коэффициент перехода.

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

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

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для

проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений. Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

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

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

1. Физические процессы в дуге. Ионизация. Уравнение Саха.
2. Раскисление металла сварочной ванны. Сравнительная характеристика раскислительной способности металлов. Особенности раскисления при различных способах сварки.
3. Теплофизические величины и понятия.
4. Рафинирование металла сварного шва. Особенности рафинирования при различных способах сварки.
5. Свариваемость металлов. Методы оценки свариваемости углеродистых и легированных сталей, никелевых сплавов.

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

1. Методы расчета распространения тепла от неподвижных источников.
2. Методы расчета распространения тепла от мгновенных и непрерывно-действующих (точечный, линейный, плоский)

*Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре. Типовой вариант экзаменационных билетов представлен в Приложении 1.*

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

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Приложение 1.**

### ***Типовые экзаменационные билеты для проверки знаний, умений и владений***

#### **БИЛЕТ № 1**

1. Электрическая сварочная дуга. Классификация сварочных дуг  
(*контроль знаний*)
2. Дать характеристику распределения температур в сварочной ванне и капле. Привести схему переноса электродного металла в сварочную ванну.  
(*контроль знаний и умений*)
3. Выбрать метод оценки склонности металла шва к образованию горячих трещин при сварке высоколегированной стали.  
(*контроль умений и владений*)