

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Иван Павлович  
Должность: декан МТФ  
Дата подписания: 30.09.2023 18:29:56  
Уникальный программный ключ:  
bd504ef43b4086c45cd8210436c3dad295d08a8697ed632cc5fab852a9c86121

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Теория сварочных процессов»

### Цель преподавания дисциплины

Изложение широкого круга вопросов, относящихся к теории сварочных процессов, обобщение их в стройную систему теоретических знаний, привитие студентам умения качественного и количественного анализа процессов при сварке.

### Задачи изучения дисциплины

Освоение основных теоретических и практических положений, касающиеся образования сварного соединения при сварке, источников сварочного нагрева, тепловых процессов при сварке, металлургии сварочных процессов, изменения структуры и свойств металла при термомеханическом цикле сварки, технологической прочности сварных соединений.

### Индикаторы компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать: основные теоретические и практические положения, касающиеся образования сварного соединения при сварке;
- уметь: выбрать оптимальный способ получения качественных сварных соединений; выбрать оптимальные параметры режима сварки – работать с учебной, научной и справочной литературой.
- владеть основными методами управления процессами получения заданных свойств сварных соединений.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 – умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-2 – умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

ПК-17 – умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения

### Разделы дисциплины

Введение

Источники энергии при сварке

Тепловые процессы при сварке

Термомеханические процессы при сварке

Физико-химические и металлургические процессы при сварке

Фазовые и структурные превращения при сварке

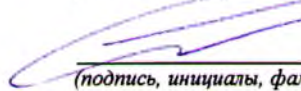
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан механико-технологического  
факультета

*(наименование ф-та полностью)*

 И.П. Емельянов  
*(подпись, инициалы, фамилия)*

« 30 » 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория сварочных процессов

*(наименование дисциплины)*

направление подготовки (специальности) 15.03.01

*(шифр согласно ФГОС)*

Машиностроение

*и наименование направления подготовки (специальности)*

Оборудование и технология сварочного производства

*наименование профиля, специализации или магистерской программы*

форма обучения очная


*(очная, очно-заочная, заочная)*

Курск – 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 15.03.01 Машиностроение и на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 от 29 марта 2019 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение на заседании кафедры «Машиностроительные технологии и оборудование» протокол № 14 от 21 июня 2019 г.

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_  Чевычелов С.А.

Разработчик программы  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  Гречухин А.Н.  
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_  Макаровская В.Г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 от «25» февраля 2020 г. на заседании кафедры

МТчО от 06.07.2020 №3  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 6 от 26 «02» \_\_\_\_\_ 2021 г. на заседании кафедры

МТчО от 30.06.2021г. Пр. №2  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 6 от «26» \_\_\_\_\_ 2021 г. на заседании кафедры

МТчО от 01.07.2022 пр. №10  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 6 от «26» \_\_\_\_\_ 2021 г. на заседании кафедр

МТчО от 23.06.2023г. пр. №12  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

## **Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

### **1.1. Цель преподавания дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является изложение широкого круга вопросов, относящихся к теории сварочных процессов, обобщение их в стройную систему теоретических знаний, привитие студентам умения качественного и количественного анализа процессов при сварке.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Задачей дисциплины является освоение основных теоретических и практических положений, касающиеся образования сварного соединения при сварке, источников сварочного нагрева, тепловых процессов при сварке, металлургии сварочных процессов, изменения структуры и свойств металла при термомеханическом цикле сварки, технологической прочности сварных соединений.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать: основные теоретические и практические положения, касающиеся образования сварного соединения при сварке;
- уметь: выбрать оптимальный способ получения качественных сварных соединений; выбрать оптимальные параметры режима сварки – работать с учебной, научной и справочной литературой.
- владеть основными методами управления процессами получения заданных свойств сварных соединений.

У обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1 – умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-2 – умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

ПК-17 – умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения

### **1. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теория сварочных процессов» представляет обязательную дисциплину с индексом Б1.В.10 вариативной части учебного плана направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение», изучаемую в 6 семестре на 3 курсе.

### **2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

#### **3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий**

Общая трудоёмкость (объём) дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180) час.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины

Объем дисциплины	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	74,65
в том числе:	
лекции	36
лабораторные занятия	36
практические занятия	–
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15
зачет	–
курсовая работа (проект)	1,5
расчетно-графическая (контрольная) работа	–
Аудиторная работа (всего):	72
в том числе:	
лекции	36
лабораторные занятия	36
практические занятия	–
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	69,35
Контроль/экз. (подготовка к экзамену)	36

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ пп.	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Введение	Исторический обзор развития теории сварочных процессов. Вклад русских ученых. Общие методические указания к изучению дисциплины
2	Источники энергии при сварке	Физические основы и классификация процессов сварки. Строение и вольтамперные характеристики дугового разряда. Катодная зона. Анодная зона. Плазма столба дуги. Потенциал ионизации. Уравнение Саха. Дуга переменного тока. Схема трех источников. Плавление электродного металла. Типы переноса электродного металла. Плазменная дуга. Плазмообразующие газы. Сварка под флюсом. Электрошлаковая сварка. Лучевые способы сварки. Сварка давлением.
3	Тепловые процессы при сварке	Основные понятия и определения. Схемы нагреваемых тел. Схемы источников. Закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Температурное поле от мгновенного источника. Температурное поле от непрерывного источника. Температурное поле от подвижного точеч-

		ного источника на поверхности полубесконечного тела. Температурное поле от подвижного линейного источника в бесконечной пластине. Температурное поле в ограниченных телах. Период теплонасыщения. Период выравнивания температуры. Быстродвижущиеся мощные источники. Термический цикл сварки. Расчет параметров термического цикла. Плавление основного металла.
4	Термодеформационные процессы при сварке	Свойства металлов при температурах сварочного цикла. Расчет кинетики сварочных внутренних напряжений. Остаточные напряжения и деформации при сварке. Экспериментальное определение остаточных напряжений
5	Физико-химические и металлургические процессы при сварке	Основные понятия и определения. 1-й закон термодинамики. Энтальпия. 2-ой закон термодинамики. Энтропия. Термодинамический потенциал. Константа уравнения –химических реакций. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз. Термодинамика растворов. Взаимодействие металлов с газами при сварке. Окисление металлов. Раскисление металлов. Легирование металлов через шлак. Металлургия сварки под флюсом, в среде защитных газов и покрытыми электродами.
6	Фазовые и структурные превращения при сварке	Понятие о свариваемости. Первичная кристаллизация. Особенности кристаллизации сварочной ванны. Ликвация. Условие образования и методы борьбы с горячими трещинами при сварке. Вторичная кристаллизация. Характерные зоны сварных соединений. Фазовые превращения при нагреве и охлаждении в процессе сварки сталей. Закономерности образования и методы борьбы с холодными трещинами при сварке.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)			Учебно-методические материалы	Форма текущего контроля успеваемости	Компетенции
		Лек	№ лаб	№ пр			
1	<b>2</b>	3	4	5	6	7	8
1	Введение	2		–	У- 1		ОПК -1
2	Источники энергии при сварке	12	1-5	–	У- 1, МУ-1	С, Т,	ОПК -1 ПК-2 ПК-17
3	Тепловые процессы при сварке	12	6	–	У- 1, МУ-1	С, Т,	ОПК -1 ПК-2 ПК-17
4	Термодеформационные процессы при сварке	10	–	–	У- 1, МУ-1	С, Т,	ОПК -1 ПК-2 ПК-17
5	Физико-химические и металлургические процессы при сварке	10	7-9	–	У- 1, МУ-1	С, Т, Э	ОПК -1 ПК-2 ПК-17

6	Фазовые и структурные превращения при сварке	8	10, 11	–	У- 1, МУ-1	С, Т, Э	ОПК -1 ПК-2 ПК-17
---	--	---	--------	---	------------	---------	-------------------------

С – собеседование, Т – тест, Э – экзамен

#### 4.2 Практические занятия

Практические занятия – не предусмотрены

#### 4.3 Лабораторные работы

Таблица 4.2 – Лабораторные работы

№ занятия	Тема лабораторного занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Ознакомление с дуговыми способами сварки	4
2	Изучение ионизирующего действия компонентов электродных покрытий	4
3	Изучение дуги постоянного тока с неплавящимся электродом	4
4	Изучение магнитных полей дуги и сварочного контура	2
5	Влияние условий горения дуги на процесс плавления электродов.	2
6	Изучение плазменной дуги	4
7	Экспериментальное определение термического цикла сварки	2
8	Изучение причин образования пор при сварке	4
9	Изучение процесса легирования металла при сварке под флюсом	2
10	Изучение процесса первичной кристаллизации сварного шва	4
11	Изучение макро- и микроструктуры металла сварных соединений	4
ИТОГО		36

#### 4.4 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.4 - Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Источники энергии при сварке. Закрепление лекционного материала	1-5 недели	8
2	Тепловые процессы при сварке. Закрепление лекционного материала	6-9 недели	8
3	Термодеформационные процессы при сварке. Закрепление лекционного материала.	10-15 недели	8
4	Подготовка к зачету	16-18 недели	8
5	Физико-химические и металлургические процессы при сварке. Закрепление лекционного материала	1-9 недели	18,68
6	Фазовые и структурные превращения при сварке. Закрепление лекционного материала	10-18 недели	18,68
	Всего		69,35
8	Подготовка к экзамену.	15-18 едели	36

#### **4.5. Курсовой проект**

В соответствии с вариантом задания для проектирования необходимо построить график термического цикла сварного соединения, определить предельное состояние распространения теплоты, рассчитать кинетику внутренних напряжений, построить структурные диаграммы. Варианты заданий на курсовое проектирование представлены в методических указаниях для курсового проектирования.

#### **4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в т. ч. е библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
  - заданий для самостоятельной работы;
  - тем рефератов и докладов;
  - тем курсовых работ и проектов и методические рекомендации по их выполнению;
  - вопросов к экзаменам и зачетам;
  - методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

#### **5. Образовательные технологии**

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины должны предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.



Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Номер раздела(лекции, лабораторной работы, практического занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Лабораторная работа «Ознакомление с дугowymi способами сварки»	1. Создание малого коллектива (подгруппа студентов) при выполнении научно-учебной лабораторной работы, 2. Распределения конкретных задач по лабораторной работе членами коллектива в зависимости от способностей и умений каждого 3. Постановки задачи и концентрации внимания членов коллектива на ключевых вопросах	6
2	Лабораторная работа «Изучение ионизирующего действия компонентов электродных покрытий»		4
3	Лабораторная работа «Изучение магнитных полей дуги и сварочного контура»		2
ИТОГО:			12
	Лекция «Источники энергии при сварке»		12
ИТОГО:			12

## 6.2. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован современный социокультурный и (или) научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому, экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, и производства, а также примеры высокой культуры творческого мышления;

применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, разбор конкретных ситуаций);

личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креатив-

ности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный (1-3 семестры)	основной (4-6 семестры)	завершающий (7-8 семестры)
1	2	3	4
(ОПК-1). Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Математика Физика		
	Химия Теоретическая механика Инженерная графика Материаловедение Технология конструктивных материалов	Проектирование сварных конструкций	
		Техническая механика Механика жидкости и газа Электротехника и электроника Основы проектирования Теория сварочных процессов Численные методы решения задач Основы математической статистики Математическое моделирование в сварочном производстве Источники питания для сварки Промышленная электроника в сварочном оборудовании Технология и оборудование пайки Технология и оборудование сварки плавлением	Автоматизация сварочных процессов Управление техническими системами
(ПК-2). Умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизиро-	Информационные технологии	Электротехника и электроника Методология научных исследований Теория сварочных процессов Источники питания для сварки	Автоматизация сварочных процессов Управление техническими системами Системы автоматического проектирования в сварке Государственная

ванного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов		Промышленная электроника в сварочном оборудовании Компьютерные технологии в сварочном производстве	итоговая аттестация
		Проектирование сварных конструкций	
ПК-17 Умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения		Компьютерные технологии в сварочном производстве Теория сварочных процессов Источники питания для сварки Технология и оборудование сварки плавлением	Системы автоматического проектирования в сварке Государственная итоговая аттестация

Этап	Учебный план очной формы обучения/ семестр изучения дисциплины		
	Бакалавриат	Специалитет	Магистратура
<i>Начальный</i>	1-3 семестры	1-3 семестры	1 семестр
<i>Основной</i>	4-6 семестры	4-6 семестры	2 семестр
<i>Завершающий</i>	7-8 семестры	7-10 семестры	3-4 семестр

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

п/п	Код компетенции (или её части)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
1	2	3	4	5
1.	ОПК-1	<b>Знать:</b> основные факторы, действующие в процессе сварки в неполном объеме <b>Уметь:</b> использовать основные	<b>Знать:</b> основные факторы, действующие в процессе сварки в целом успешно, но при наличии отдельных пробелов;	<b>Знать:</b> основные факторы, действующие в процессе сварки, на уровне сформированных систематических представлений в пол-

		<p>закономерности процесса сварки в неполном объеме</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения основных закономерностей, действующих в процессе сварки в неполном объеме</p>	<p><b>Уметь:</b> использовать основные закономерности процесса сварки в целом успешно, но при наличии отдельных пробелов;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования основных закономерностей, действующих в процессе сварки в целом успешно, но при наличии отдельных пробелов</p>	<p>ном объеме</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные закономерности процесса сварки на уровне сформированных систематических представлений в полном объеме</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования основных закономерностей, действующих в процессе сварки на уровне сформированных систематических представлений в полном объеме</p>
2.	ПК-2	<p><b>Знать:</b> основные факторы, необходимые для моделирования процесса сварки. в неполном объеме</p> <p><b>Уметь:</b> сформулировать общую задачу моделирования типовых сварочных процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования в неполном объеме</p> <p><b>Владеть:</b> навыками экспериментальных исследований сварочных процессов в неполном объеме</p>	<p><b>Знать:</b> .основные факторы, необходимые для моделирования процесса сварки в целом успешно, но с отдельными пробелами;</p> <p><b>Уметь:</b> в целом успешно, но с отдельными пробелами</p> <p><b>Владеть:</b> навыками экспериментальных исследований сварочных процессов в в целом успешно, но с отдельными пробелами</p>	<p><b>Знать:</b> основные факторы, необходимые для моделирования процесса сварки в полном объеме</p> <p><b>Уметь:</b> сформулировать общую задачу моделирования типовых сварочных процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования в полном объеме</p> <p><b>Владеть:</b> навыками экспериментальных исследований сварочных процессов в полном объеме</p>
3	ПК-17	<p><b>Знать:</b> основные теоретические положения технологии сварки конструкционных сталей и сплавов в неполном объеме</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать оптимальный способ получения качественных сварных со-</p>	<p><b>Знать:</b> основные теоретические положения технологии сварки конструкционных сталей и сплавов в целом успешно, но с отдельными пробелами;</p> <p><b>Уметь:</b></p>	<p><b>Знать:</b> основные теоретические положения технологии сварки конструкционных сталей и сплавов в полном объеме</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать оптимальный способ получения ка-</p>

	единений в неполном объеме <b>Владеть:</b> основными методами управления процессами получения заданных свойств сварных соединений в неполном объеме	выбрать оптимальный способ получения качественных сварных соединений в неполном объеме <b>Владеть:</b> основными методами управления процессами получения заданных свойств сварных соединений в неполном объеме	качественных сварных соединений в полном объеме <b>Владеть:</b> основными методами управления процессами получения заданных свойств сварных соединений в полном объеме
--	---	---	--

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

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	3	5	6	7
1	Введение.	ОПК-1	Лекция, СРС	собеседование	1-10	Согласно табл. 7.4.1
2	Источники энергии при сварке	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС, лабораторные работы	собеседование	11-30	Согласно табл. 7.4.1
				контрольные вопросы к лаб. №1-6		
3	Тепловые процессы при сварке	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС, лабораторные работы	собеседование	31-50	Согласно табл. 7.4.1
				контрольные вопросы к лаб. №7		
4	Термодеформационные процессы при сварке	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС	собеседование	50-60	Согласно табл. 7.4.1
5	Физико-химические и металлургические процессы при сварке.	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС, лабораторные работы	собеседование	61-80	Согласно табл. 7.4.1
				контрольные вопросы к лаб. №8-9		

6	Фазовые и структурные превращения при сварке	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС, лабораторная работа	собеседование	81-100	Согласно табл. 7.4.1
				Контрольные вопросы к лаб. №10-11		

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу (теме) 3. «Тепловые процессы при сварке»

1 Укажите прием, используемый для расчета температур при сварке в период выравнивания температур

А) Вводятся фиктивный источник + сток теплоты.

Б) В формулу для предельного состояния добавляется коэффициент выравнивания

В Вводится дополнительный сток теплоты

Г) Вводится фиктивный источник

Вопросы собеседования по разделу (теме) 4. «Термодеформационные процессы при сварке.»

1. Зависимость предела текучести металлов от температуры.

2. Критические точки на диаграмме «Деформация-напряжение» при статических испытаниях на растяжение

3. Причины появления остаточных напряжений после сварке

4. Кинетика внутренних напряжений в процессе сварки.

5. Экспериментальные методы определения остаточных напряжений в сварном соединении..

Рефераты

1. Классификация источников энергии при сварке.

2. Математические модели, используемые при расчете тепловых процессов при сварке..

3. Металлургия дуговых способов сварки.

4. Горячие трещины при сварке

5. Холодные трещины при сварке.

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Типовые задания для промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 3 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),

- открытой (необходимо вписать правильный ответ),

- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки и компетенции* проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

положение П 02.016–2018 Обалльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;

методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для текущего контроля успеваемости по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4.1 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Семестр 5				
Лабораторная работа №1	2	Выполнил, но «не защитил»	4	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №2	2		4	
Лабораторная работа №4	2		4	
Лабораторная работа №5	2		4	
Лабораторная работа №6	2		4	
Лабораторная работа №7	2		4	
Лабораторная работа №8	1		2	
Лабораторная работа №9	1		2	
Лабораторная работа №10	1		2	
Лабораторная работа № 11	1		2	
СРС	6		12	
ИТОГО	24	48		
Посещаемость		16		
Экзамен		36		
ИТОГО		100		

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.



## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Волхонов, В.И. Основы технологии сварки [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Волхонов ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва: Альтаир-МГАВТ, 2007. – 87 с.

2. Михайлицын, С.В. Основы сварочного производства : [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 261 с.

### **8.2. Дополнительная учебная литература**

1 Багрянский, К. В. Теория сварочных процессов [Текст] : учебник для студентов сварочных специальностей вузов / К. В. Багрянский, З. А. Добротина, К. К. Хренов. - 2-е изд., перераб. - Киев : Высшая школа, 1976. - 423 с.

2. Теория сварочных процессов [Текст] : учеб. для вузов по спец. «Оборуд. и технолог. свароч. пр-ва» / под ред. В. В. Фролова. - М. : Высшая школа, 1988. - 559 с. : ил. - Б. ц.

### **8.3. Перечень методических указаний**

1.Теория сварочных процессов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: Ю. А .Артеменко, А. Н. Гречухин. – Курск :ЮЗГУ 2019. – 70 с. – Библиогр.: с. 70.

2. Теория сварочных процессов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: Ю.А .Артеменко, А.Н. Гречухин. – Курск : ЮЗГУ 2019. – 36 с.

### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

Для более глубокого освоения дисциплины и знакомства с последними достижениями в области сварочных технологий рекомендуется использовать:

1. Журнал «Сварочное производство»
2. Журнал «Заготовительные производства»
3. Журнал «Технология машиностроения»
4. Журнал «Сварка и диагностика»
5. В системе INTERNET Web-сайты

### **8.5 Перечень информационных технологий**

Libreoffice операционная система Windows

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>
4. <http://smps.h18.ru/microcontroller.html>
5. <http://www.shalatonin.bsu.by/docs/mk2.pdf>
6. <http://kazus.ru/articles/68.html>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступая на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т.д.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседование). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и делания студента. В самом начале работы над учебником важно определить и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультациями к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины – закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1 Libreoffice

2 Программный продукт КОМПАС 3D V14 – учебная лицензия+

3 База данных кафедры по оборудованию и измерительным приборам.

#### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и лаборатория кафедры машиностроительных технологий и оборудования.

Учебная аудитория оснащена учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

В лаборатории имеются :

Аппарат для резки, сварки металлов "Мультиплаз-2500"

Компьютеризированное устройство для квалификационного контроля и аттестации электросварщиков дуговой сварки ТСДС-06

Малоамперный дуговой тренажер сварщика Гефест 1М /1,00

Аппарат TIG ручной аргодуговой сварки и ручной дуговой сварки штучными электродами

Полуавтомат сварочный со встроенным микропроцессором

Аппарат плазменной резки со встроенным компрессором

Полуавтомат сварочный А765

Микроскоп металлографический МИМ-7

Микротвердомер ПМТ-3

**13. Лист дополнений и изменений, внесённых в рабочую программу дисциплины**

Номер измене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц	Дата	Основание* для изменения и под- пись лица, прово- дившего измене- ния
	изме- нённых	заме- нённых	анну- лиро- ванных	но- вых			

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Вопросы к тесту по дисциплине «Теория сварочных процессов»

1. Укажите наиболее слабый тип атомно-молекулярной связи
2. Укажите последовательность образования монокристаллического сварного соединения
3. Укажите препятствия к образованию монокристаллического соединения
4. За счет чего обеспечивается сближение на межатомное расстояние при сварке плавлением?
5. За счет чего обеспечивается сближение на межатомное расстояние при сварке давлением?
6. Укажите условия, необходимые для возбуждения дугового разряда
7. Укажите источник первичной ионизации при контактных способах возбуждения дуги
8. Укажите источник первичной ионизации при бесконтактных способах возбуждения дуги  
(возможно несколько правильных ответов)
9. Когда выгодно применять контактные способы возбуждения дуги?
10. Когда выгодно применять бесконтактные способы возбуждения дуги?
11. Укажите характер зависимости напряжения на дуге от длины столба дуги
12. Как меняется с ростом тока число носителей зарядов  $x$  и сопротивление столба дуги  $R$  на падающем участке ВАХ дуги?
13. Как взаимодействуют столбы дуг одной полярности?
- 13а. Укажите результат взаимодействия магнитных полей дуги и постоянного магнита
14. Почему с ростом тока увеличивается сопротивление дуги  $R$  на жестком участке ВАХ дуги?
15. Укажите номер графика, соответствующего ВАХ дуги
16. Укажите определение потенциала ионизации
17. Укажите из приведенных вариантов ответа группу элементов с минимальным потенциалом ионизации
18. Укажите из приведенных вариантов ответа группу элементов с максимальным потенциалом ионизации
19. Укажите правильный вариант уравнения Саха
20. Укажите номер графика  $x(T)$ , соответствующего уравнению Саха
21. Укажите величины, входящие в уравнение для расчета эффективного потенциала ионизации для смеси  $n$  компонентов
22. Как влияет рост эффективного потенциала ионизации на температуру плазмы дуги?
23. Как влияет рост эффективного потенциала ионизации на стабильность горения дуги?
24. В какой области дуги происходит эмиссия электронов?
25. В чем заключается эффект Шоттки?
26. Укажите тип эмиссии электронов под действием электрического поля
27. Укажите уравнение Ричардсона-Дешмена для плотности тока термоэлектронной эмиссии
28. Какой тип эмиссии преобладает для дуг с плавящимся электродом?
29. Какой тип эмиссии преобладает для дуг с неплавящимся электродом?
30. Какой избыточный пространственный заряд создается в прикатодной зоне?
31. Почему на аноде дуги выделяется больше теплоты, чем на катоде?

### **32 Укажите схему подключения источника при обратной полярности**

### **33 Укажите схему подключения источника при прямой полярности**

34. Укажите оптимальный вариант использования дуги прямой полярности
35. Укажите оптимальный вариант использования дуги обратной полярности
36. Почему при сварке неплавящимся электродом предпочтительна прямая полярность ?
37. Почему при сварке плавящимся электродом предпочтительна обратная полярность ?
38. Укажите способы уменьшения угла зажигания дуги переменного тока
39. Укажите силы воздействия на каплю электродного металла, преобладающие при крупнокапельном переносе
40. Укажите способы ускорения перехода от крупнокапельного переноса к мелкокапельному
41. Укажите номер рисунка плазмотрона прямого действия
42. Укажите преимущества плазменной дуги перед обычной (возможно несколько правильных ответов)
43. Укажите номер графика зависимости энтальпии  $H(T)$  для многоатомного плазмообразующего газа
44. Укажите преимущества сварки под флюсом
45. Укажите недостатки сварки под флюсом
46. На схеме ЭШС укажите номер позиции шлаковой ванны.
47. На схеме ЭШС укажите номер позиции металлической ванны
48. Укажите зону максимального тепловыделения при ЭШС
49. Укажите модель источника для полубесконечного тела
50. Укажите модель источника для бесконечной пластины
51. Укажите модель нагреваемого тела для линейного источника
52. Укажите модель нагреваемого тела для точечного источника
53. Укажите номер формулы для приращения температуры от подвижного источника в полубесконечном теле
54. Укажите номер формулы для приращения температуры от подвижного источника в бесконечной пластине
55. Укажите номер графика термического цикла сварки
56. Укажите прием, используемый для учета границ тела при расчете температурных полей при сварке
57. Укажите прием, используемый для расчета температур при сварке в период теплонасыщения
58. Укажите номер семейства изотерм при сварке подвижным источником

Вопросы к тесту по дисциплине «Теория сварочных процессов (6 семестр)

1. Укажите определение фазы в термодинамической системе
2. Чему равно количество компонентов  $K$  в термодинамической системе ?
3. Укажите определение энтальпии  $H$
4. Укажите условие стремления к равновесию при постоянных объеме и внутренней энергии
5. Укажите условие стремления к равновесию при постоянных давлении и температуре
6. Укажите определение энергии Гиббса
7. Как изменяется энтропия вещества  $S$  в растворе с концентрацией  $N$  ?
8. Укажите определение раствора
9. Укажите определение термодинамической активности
10. Как изменяются свойства металла с ростом концентрации азота  $[N]$  ?
11. Укажите номер графика зависимости растворимости азота в железе от температуры
12. Укажите карбиды, образующие упрочняющие фазы в металлах
13. Когда возрастает степень легирования металла шва через шлак элементом  $R$ ?
14. Укажите кислотные компоненты шлаковых систем
15. Укажите номер графика, соответствующего изменению вязкости "длинных" шлаков при изменении температуры
16. Укажите формулу для оценки показателя основности шлака  $B$
17. В какой зоне сварки под флюсом происходит легирование кремнием и марганцем ?
18. Как изменяется степень легирования металла шва  $Si$  и  $Mn$  при сварке под флюсом с ростом основности флюса
19. Как изменяется степень легирования металла шва  $Si$  и  $Mn$  при сварке под флюсом с ростом напряжения на дуге
20. С какой целью во флюсы для сварки сталей добавляется  $CaF_2$  ?
21. Укажите марку проволоки, предназначенной для сварки в среде углекислого газа
22. Укажите особенности металлургии сварки в среде углекислого газа
23. Укажите шлакообразующие компоненты электродных покрытий
24. С какой целью в электродные покрытия добавляется  $CaF_2$  ?
25. Укажите номер графика зависимости свободной энергии  $F$  от температуры для жидкости
26. Чем обусловлено наличие в сплавах зоны концентрационного переохлаждения у фронта кристаллизации
27. Укажите на графике номер зоны ячеистой кристаллизации сплавов в зависимости от концентрации примеси  $C$  и критерия  $\Phi$
28. Укажите способы подавления столбчатой структуры в сварных швах
29. Укажите определение ликвации
30. Укажите верхнюю границу температурного интервала хрупкости (ТИХ-1) при сварке
31. Укажите нижнюю границу температурного интервала хрупкости (ТИХ-1) при сварке
32. Укажите причины появления кристаллизационных ГТ при сварке
33. Укажите причину появления подсолидусных ГТ при сварке
34. Укажите наиболее опасный вариант ГТ
35. Укажите преимущества технологических проб на склонность к ГТ

36. Укажите методы борьбы с ГТ
37. Укажите на графике номер зоны отсутствия ГТ в зависимости от тока и скорости сварки
38. Как изменяется скорость превращения в твердом состоянии с ростом степени переохлаждения ?
39. Укажите номер кривой термического цикла, при котором превращение диффузионного типа завершается полностью
40. Укажите номер кривой термического цикла, при котором превращение диффузионного типа невозможно
41. Укажите тип мартенситного превращения
42. Укажите фактор, определяющий степень завершенности мартенситного превращения
43. Как изменяется размер зерен при аустенизации стали в процессе нагрева ?
44. Укажите процессы, имеющие место при нагреве стали выше температуры начала аустенизации
45. Укажите процессы, возможные при охлаждении стали при сварке ниже температуры  $A_{c3}$
46. Укажите определение мартенсита
47. Укажите определение аустенита
48. Укажите определение феррита
49. Укажите определение перлита
50. Укажите причины образования ХТ
51. Укажите способы борьбы с ХТ
52. Как влияет легирование сильными карбидообразующими элементами на рост зерна при сварке ?



**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ****Зачет ( 5-й семестр)**

1. Определение сварки. Виды элементарных связей.
2. Требования к источникам энергии при сварке. Классификация процессов сварки.
3. Определение дугового разряда. Способы возбуждения.
4. Строение дугового разряда. ВАХ дуги.
5. Плазма столба дуги. Уравнение Саха. Потенциал ионизации. Эффективный потенциал ионизации.
6. Строение катодной области. Дуги с холодным и горячими катодами. Анодная область дугового разряда.
7. Схема трех источников.
8. Магнитное поле дуги. Пинч-эффект.
9. Магнитное поле сварочного контура. Магнитное дутье.
10. Дуга переменного тока.
11. Плавление и перенос электродного металла.
12. Плазменная дуга. Плазмообразующие газы.
13. Сварка под флюсом.
14. Электрошлаковая сварка.
15. Лучевые способы сварки.
16. Способы сварки давлением
17. Свойства металлов при температурах сварочного цикла.
18. Остаточные напряжения и деформации при сварке.
19. Экспериментальное определение остаточных напряжений

**Экзамен ( 6-й семестр)**

1. Основные понятия теории тепловых процессов при сварке
2. Схематизация нагреваемых тел и источников.
3. Закон теплопроводности Фурье. Граничные условия.
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
5. Температурное поле мгновенного источника.
6. Температурное поле неподвижного непрерывно действующего точечного источника на поверхности полубесконечного тела.
7. Температурное поле подвижного линейного источника в бесконечной пластине.
8. Период теплонасыщения. Период выравнивания температур.
9. Расчет температуры при ограниченных размерах тела.
10. Термический цикл сварки.
11. Плавление основного металла.
12. Основные понятия и определения химической термодинамики.
13. Первый закон термодинамики. Энтальпия.
14. Второе начало термодинамики. Энтропия.
15. Энергия Гиббса. Константа равновесия. Изотерма химических реакций.
16. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз. Константа равновесия в гетерогенных системах.
17. Термодинамика растворов. Приращение изобарного потенциала при растворении.
18. Взаимодействие металла с водородом при сварке.
19. Взаимодействие металла с азотом при сварке.
20. Процессы карбидообразования.
21. Окисление металлов при сварке.

22. Химическое сродство к газу жидких металлов, ограниченно растворяющих свое химическое соединение с ним.
23. Химическое сродство к кислороду легирующих элементов.
24. Раскисление металлов.
25. Легирование металлов через шлак.
26. Шлаковые фазы и их назначение.
27. Металлургия сварки под флюсом.
28. Металлургия сварки в защитных газах.
29. Металлургия сварки покрытыми электродами.
30. Первичная кристаллизация.
31. Схема кристаллизации сварных швов.
31. Химическая неоднородность сварных соединений.
33. Природа и причины образования горячих трещин.
34. Виды ГТ. Способы оценки склонности к ГТ.
35. Методы борьбы с ГТ.
36. Характерные зоны сварных соединений.
37. Фазовые превращения в твердом состоянии.
38. Структурные превращения в сплавах при нагреве и охлаждении.
39. Фазовые превращения в сталях при нагреве.
40. Фазовые превращения в сталях при охлаждении.
41. Природа и причины образования холодных трещин.
42. Способы оценки склонности к холодным трещинам.
43. Способы борьбы с холодными трещинами.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан механико-технологического  
факультета

*(наименование ф-та полностью)*

 И.П. Емельянов

*(подпись, инициалы, фамилия)*

« 30 » 08 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория сварочных процессов

*(наименование дисциплины)*

направление подготовки (специальности) 15.03.01

*(цифра согласно ФГОС)*

Машиностроение

*и наименование направления подготовки (специальности)*

Оборудование и технология сварочного производства

*наименование профиля, специализации или магистерской программы*

форма обучения заочная


*(очная, очно-заочная, заочная)*

Курск – 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 15.03.01 Машиностроение и на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 от 29 марта 2019 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение на заседании кафедры «Машиностроительные технологии и оборудование» протокол № 14 от 21 июня 2019 г.

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_  Чевычелов С.А.

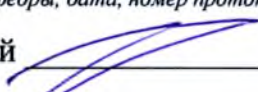
Разработчик программы  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  Гречухин А.Н.  
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_  Макаровская В.Г.

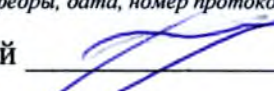
Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 7 от «25» февраля 2020 г. на заседании кафедры МТчО от 06.07.2020 №13  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  С.А. Чевычелов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 6 от 26 «02» \_\_\_\_\_ 2021 г. на заседании кафедры МТчО от 30.06.2021г. Пр. №12  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 6 от «26» 02 \_\_\_\_\_ 2021 г. на заседании кафедры МТчО от 01.07.2022 пр. №10  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, одобренного Ученым советом университета протокол № 6 от «26» 02 \_\_\_\_\_ 2021 г. на заседании кафедр ры МТчО от 23.06.2023г. пр. №12  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

## **Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

### **1.1. Цель преподавания дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является изложение широкого круга вопросов, относящихся к теории сварочных процессов, обобщение их в стройную систему теоретических знаний, привитие студентам умения качественного и количественного анализа процессов при сварке.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Задачей дисциплины является освоение основных теоретических и практических положений, касающиеся образования сварного соединения при сварке, источников сварочного нагрева, тепловых процессов при сварке, металлургии сварочных процессов, изменения структуры и свойств металла при термомеханическом цикле сварки, технологической прочности сварных соединений.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать: основные теоретические и практические положения, касающиеся образования сварного соединения при сварке;
- уметь: выбрать оптимальный способ получения качественных сварных соединений; выбрать оптимальные параметры режима сварки – работать с учебной, научной и справочной литературой.
- владеть основными методами управления процессами получения заданных свойств сварных соединений.

У обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1 – умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-2 – умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

ПК-17 – умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения

### **1. Указание места дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теория сварочных процессов» представляет обязательную дисциплину с индексом Б1.В.10 вариативной части учебного плана направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение», изучаемую на 3 курсе.

### **2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

#### **3.1 Содержание дисциплины и лекционных занятий**

Общая трудоёмкость (объём) дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180) час.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины

Объем дисциплины	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	17,62
в том числе:	
лекции	6
лабораторные занятия	10
практические занятия	–
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	0,12
зачет	–
курсовая работа (проект)	1,5
расчетно-графическая (контрольная) работа	–
Аудиторная работа (всего):	16
в том числе:	
лекции	6
лабораторные занятия	10
практические занятия	–
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	153,38
Контроль/экз. (подготовка к экзамену)	36

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ пп.	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Введение	Исторический обзор развития теории сварочных процессов. Вклад русских ученых. Общие методические указания к изучению дисциплины
2	Источники энергии при сварке	Физические основы и классификация процессов сварки. Строение и вольтамперные характеристики дугового разряда. Катодная зона. Анодная зона. Плазма столба дуги. Потенциал ионизации. Уравнение Саха. Дуга переменного тока. Схема трех источников. Плавление электродного металла. Типы переноса электродного металла. Плазменная дуга. Плазмообразующие газы. Сварка под флюсом. Электрошлаковая сварка. Лучевые способы сварки. Сварка давлением.
3	Тепловые процессы при сварке	Основные понятия и определения. Схемы нагреваемых тел. Схемы источников. Закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Температурное поле от мгновенного источника. Температурное поле от непрерывного источника. Температурное поле от подвижного точеч-

		ного источника на поверхности полубесконечного тела. Температурное поле от подвижного линейного источника в бесконечной пластине. Температурное поле в ограниченных телах. Период теплонасыщения. Период выравнивания температуры. Быстродвижущиеся мощные источники. Термический цикл сварки. Расчет параметров термического цикла. Плавление основного металла.
4	Термодеформационные процессы при сварке	Свойства металлов при температурах сварочного цикла. Расчет кинетики сварочных внутренних напряжений. Остаточные напряжения и деформации при сварке. Экспериментальное определение остаточных напряжений
5	Физико-химические и металлургические процессы при сварке	Основные понятия и определения. 1-й закон термодинамики. Энтальпия. 2-ой закон термодинамики. Энтропия. Термодинамический потенциал. Константа уравнения –химических реакций. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз. Термодинамика растворов. Взаимодействие металлов с газами при сварке. Окисление металлов. Раскисление металлов. Легирование металлов через шлак. Металлургия сварки под флюсом, в среде защитных газов и покрытыми электродами.
6	Фазовые и структурные превращения при сварке	Понятие о свариваемости. Первичная кристаллизация. Особенности кристаллизации сварочной ванны. Ликвация. Условие образования и методы борьбы с горячими трещинами при сварке. Вторичная кристаллизация. Характерные зоны сварных соединений. Фазовые превращения при нагреве и охлаждении в процессе сварки сталей. Закономерности образования и методы борьбы с холодными трещинами при сварке.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)			Учебно-методические материалы	Форма текущего контроля успеваемости	Компетенции
		Лек	№ лаб	№ пр			
1	<b>2</b>	3	4	5	6	7	8
1	Введение	2		–	У- 1		ОПК -1
2	Источники энергии при сварке	2	1	–	У- 1, МУ-1	С, Т,	ОПК -1 ПК-2 ПК-17
3	Тепловые процессы при сварке	2	2	–	У- 1, МУ-1	С, Т,	ОПК -1 ПК-2 ПК-17
4	Термодеформационные процессы при сварке	2	3	–	У- 1, МУ-1	С, Т,	ОПК -1 ПК-2 ПК-17
5	Физико-химические и металлургические процессы при сварке	2	4	–	У- 1, МУ-1	С, Т, Э	ОПК -1 ПК-2 ПК-17

6	Фазовые и структурные превращения при сварке	2	5,6	–	У- 1, МУ-1	С, Т, Э	ОПК -1 ПК-2 ПК-17
---	--	---	-----	---	---------------	------------	-------------------------

С – собеседование, Т – тест, Э – экзамен

#### 4.2 Практические занятия

Практические занятия – не предусмотрены

#### 4.3 Лабораторные работы

Таблица 4.2 – Лабораторные работы

№ занятия	Тема лабораторного занятия	Объем, час.
1	2	2
1	Ознакомление с дуговыми способами сварки	2
2	Изучение ионизирующего действия компонентов электродных покрытий	2
3	Изучение дуги постоянного тока с неплавящимся электродом	2
4	Изучение магнитных полей дуги и сварочного контура	2
5	Влияние условий горения дуги на процесс плавления электродов.	2
ИТОГО		10

#### 4.4 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.4 - Самостоятельная работа студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	Источники энергии при сварке. Закрепление лекционного материала	1-5 недели	25
2	Тепловые процессы при сварке. Закрепление лекционного материала	6-9 недели	25
3	Термодеформационные процессы при сварке. Закрепление лекционного материала.	10-15 недели	25
4	Подготовка к зачету	16-18 недели	25
5	Физико-химические и металлургические процессы при сварке. Закрепление лекционного материала	1-9 недели	25
6	Фазовые и структурные превращения при сварке. Закрепление лекционного материала	10-18 недели	28,38
	Всего		153,38
8	Подготовка к экзамену.	15-18 едели	36

#### 4.5. Курсовой проект

В соответствии с вариантом задания для проектирования необходимо построить график термического цикла сварного соединения, определить предельное состояние распространения теплоты, рассчитать кинетику внутренних напряжений, построить структурные диаграммы. Варианты заданий на курсовое проектирование представлены в методических указаниях для курсового проектирования.

#### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине



Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в т. ч. е библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
  - заданий для самостоятельной работы;
  - тем рефератов и докладов;
  - тем курсовых работ и проектов и методические рекомендации по их выполнению;
  - вопросов к экзаменам и зачетам;
  - методических указаний к выполнению лабораторных и практических работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## 5. Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках дисциплины должны предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Номер раздела(лекции, лабораторной работы, практического занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Лабораторная работа «Ознакомление с дугвыми способами сварки»	1. Создание малого коллектива (подгруппа студентов) при выполнении научно-учебной лабораторной работы, 2. Распределения конкретных задач по лабораторной работе членами коллектива в зависимости от способностей и умений каждого	2
2	Лабораторная работа «Изучение ионизиру-		2

	ющего действия компонентов электродных покрытий»	3. Постановки задачи и концентрации внимания членов коллектива на ключевых вопросах	
ИТОГО:			12

## 6.2. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован современный социокультурный и (или) научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому, экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки, высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, и производства, а также примеры высокой культуры творческого мышления;

применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, разбор конкретных ситуаций);

личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный (1-3 семестры)	основной (4-6 семестры)	завершающий (7-8 семестры)
1	2	3	4
(ОПК-1). Умение использовать основные законы	Математика Физика		
	Химия	Проектирование сварных конструкций	

<p>естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять метод математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>Теоретическая механика Инженерная графика Материаловедение Технология конструктивных материалов</p>	<p>Техническая механика Механика жидкости и газа Электротехника и электроника Основы проектирования Теория сварочных процессов Численные методы решения задач Основы математической статистики Математическое моделирование в сварочном производстве Источники питания для сварки Промышленная электроника в сварочном оборудовании Технология и оборудование пайки Технология и оборудование сварки плавлением</p>	<p>Автоматизация сварочных процессов Управление техническими системами</p>
<p>(ПК-2). Умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</p>	<p>Информационные технологии</p>	<p>Электротехника и электроника Методология научных исследований Теория сварочных процессов Источники питания для сварки Промышленная электроника в сварочном оборудовании Компьютерные технологии в сварочном производстве</p>	<p>Автоматизация сварочных процессов Управление техническими системами Системы автоматического проектирования в сварке Государственная итоговая аттестация</p>
<p>Проектирование сварных конструкций</p>			

ПК-17 Умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения		Компьютерные технологии в сварочном производстве Теория сварочных процессов Источники питания для сварки Технология и оборудование сварки плавлением	Системы автоматического проектирования в сварке Государственная итоговая аттестация
---	--	---	--

Этап	Учебный план очной формы обучения/ семестр изучения дисциплины		
	Бакалавриат	Специалитет	Магистратура
<i>Начальный</i>	1-3 семестры	1-3 семестры	1 семестр
<i>Основной</i>	4-6 семестры	4-6 семестры	2 семестр
<i>Завершающий</i>	7-8 семестры	7-10 семестры	3-4 семестр

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (частей компетенций)

п/п	Код компетенции (или её части)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
1	2	3	4	5
1.	ОПК-1	<p><b>Знать:</b> основные факторы, действующие в процессе сварки в неполном объеме</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные закономерности процесса сварки в неполном объеме</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения основных закономерностей, действующих в</p>	<p><b>Знать:</b> основные факторы, действующие в процессе сварки в целом успешно, но при наличии отдельных пробелов;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные закономерности процесса сварки в целом успешно, но при наличии отдельных пробелов;</p>	<p><b>Знать:</b> основные факторы, действующие в процессе сварки, на уровне сформированных систематических представлений в полном объеме</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные закономерности процесса сварки на уровне сформированных систематических</p>

		процессе сварки в неполном объеме	<b>Владеть:</b> навыками использования основных закономерностей, действующих в процессе сварки в целом успешно, но при наличии отдельных пробелов	представлений в полном объеме <b>Владеть:</b> навыками использования основных закономерностей, действующих в процессе сварки на уровне сформированных систематических представлений в полном объеме
2.	ПК-2	<b>Знать:</b> основные факторы, необходимые для моделирования процесса сварки. в неполном объеме <b>Уметь:</b> сформулировать общую задачу моделирования типовых сварочных процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования в неполном объеме <b>Владеть:</b> навыками экспериментальных исследований сварочных процессов в неполном объеме	<b>Знать:</b> .основные факторы, необходимые для моделирования процесса сварки в целом успешно, но с отдельными пробелами; <b>Уметь:</b> в целом успешно, но с отдельными пробелами <b>Владеть:</b> навыками экспериментальных исследований сварочных процессов в в целом успешно, но с отдельными пробелами	<b>Знать:</b> основные факторы, необходимые для моделирования процесса сварки в полном объеме <b>Уметь:</b> сформулировать общую задачу моделирования типовых сварочных процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования в полном объеме <b>Владеть:</b> навыками экспериментальных исследований сварочных процессов в полном объеме
3	ПК-17	<b>Знать:</b> основные теоретические положения технологии сварки конструкционных сталей и сплавов в неполном объеме <b>Уметь:</b> выбрать оптимальный способ получения качественных сварных соединений в неполном объеме <b>Владеть:</b> основными методами управления процессами получения заданных свойств сварных соеди-	<b>Знать:</b> основные теоретические положения технологии сварки конструкционных сталей и сплавов в целом успешно, но с отдельными пробелами; <b>Уметь:</b> выбрать оптимальный способ получения качественных сварных соединений в неполном объеме <b>Владеть:</b> основными метода-	<b>Знать:</b> основные теоретические положения технологии сварки конструкционных сталей и сплавов в полном объеме <b>Уметь:</b> выбрать оптимальный способ получения качественных сварных соединений в полном объеме <b>Владеть:</b> основными методами управления процессами получения задан-

		нений в неполном объеме	ми управления процессами получения заданных свойств сварных соединений в неполном объеме	ных свойств сварных соединений в полном объеме
--	--	-------------------------	--	--

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

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	3	5	6	7
1	Введение.	ОПК-1	Лекция, СРС	собеседование	1-10	Согласно табл. 7.4.1
2	Источники энергии при сварке	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС, лабораторные работы	собеседование	11-30	Согласно табл. 7.4.1
				контрольные вопросы к лаб. №1-6		
3	Тепловые процессы при сварке	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС, лабораторные работы	собеседование	31-50	Согласно табл. 7.4.1
				контрольные вопросы к лаб. №7		
4	Термодеформационные процессы при сварке	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС	собеседование	50-60	Согласно табл. 7.4.1
5	Физико-химические и металлургические процессы при сварке.	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС, лабораторные работы	собеседование	61-80	Согласно табл. 7.4.1
				контрольные вопросы к лаб. №8-9		
6	Фазовые и структурные превращения при сварке	ОПК-1, ПК-2 ПК-17	Лекция, СРС, лабораторная работа	собеседование	81-100	Согласно табл. 7.4.1
				Контрольные вопросы к лаб. №10-11		

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Тест по разделу (теме) 3. «Тепловые процессы при сварке»

1 Укажите прием, используемый для расчета температур при сварке в период выравнивания температур

А) Вводятся фиктивный источник + сток теплоты.

Б) В формулу для предельного состояния добавляется коэффициент выравнивания

В Вводится дополнительный сток теплоты

Г) Вводится фиктивный источник

Вопросы собеседования по разделу (теме) 4. «Термодеформационные процессы при сварке.»

1. Зависимость предела текучести металлов от температуры.

2. Критические точки на диаграмме «Деформация-напряжение» при статических испытаниях на растяжение

3. Причины появления остаточных напряжений после сварке

4. Кинетика внутренних напряжений в процессе сварки.

5. Экспериментальные методы определения остаточных напряжений в сварном соединении..

Рефераты

1. Классификация источников энергии при сварке.

2. Математические модели, используемые при расчете тепловых процессов при сварке..

3. Металлургия дуговых способов сварки.

4. Горячие трещины при сварке

5. Холодные трещины при сварке.

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Типовые задания для промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 3 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),

- открытой (необходимо вписать правильный ответ),

- на установление правильной последовательности,

- на установление соответствия.

*Умения, навыки и компетенции* проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу со-

держания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

положение П 02.016–2018 Обалльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;

методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для текущего контроля успеваемости по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:



Таблица 7.4.1 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Семестр 5				
Лабораторная работа №1	3	Выполнил, но «не защитил»	6	Выполнил и «защитил»
Лабораторная работа №2	3		6	
Лабораторная работа №3	3		6	
Лабораторная работа №4	3		6	
Лабораторная работа №5	3		6	
СРС	9		18	
ИТОГО	24		48	
Посещаемость			16	
Экзамен			36	
ИТОГО			100	

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ - 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование - 36 баллов.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Волхонов, В.И. Основы технологии сварки [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Волхонов ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва: Альтаир-МГАВТ, 2007. – 87 с.

2. Михайлицын, С.В. Основы сварочного производства : [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 261 с.

### **8.2. Дополнительная учебная литература**

1 Багрянский, К. В. Теория сварочных процессов [Текст] : учебник для студентов сварочных специальностей вузов / К. В. Багрянский, З. А. Добротина, К. К. Хренов. - 2-е изд., перераб. - Киев : Высшая школа, 1976. - 423 с.

2. Теория сварочных процессов [Текст] : учеб. для вузов по спец. «Оборуд. и технолог. свароч. пр-ва» / под ред. В. В. Фролова. - М. : Высшая школа, 1988. - 559 с. : ил. - Б. ц.

### **8.3. Перечень методических указаний**

1.Теория сварочных процессов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: Ю. А .Артеменко, А. Н. Гречухин. – Курск :ЮЗГУ 2019. – 70 с. – Библиогр.: с. 70.

2. Теория сварочных процессов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» / Юго-Зап. гос. ун-т.; сост.: Ю.А .Артеменко, А.Н. Гречухин. – Курск : ЮЗГУ 2019. – 36 с.

### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

Для более глубокого освоения дисциплины и знакомства с последними достижениями в области сварочных технологий рекомендуется использовать:

1. Журнал «Сварочное производство»
2. Журнал «Заготовительные производства»
3. Журнал «Технология машиностроения»
4. Журнал «Сварка и диагностика»
5. В системе INTERNET Web-сайты

### **8.5 Перечень информационных технологий**

Libreoffice операционная система Windows

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотека ЮЗГУ <http://www.lib.swsu.ru/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://www.biblioclub.ru>
4. <http://smps.h18.ru/microcontroller.html>
5. <http://www.shalatonin.bsu.by/docs/mk2.pdf>
6. <http://kazus.ru/articles/68.html>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступая на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т.д.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседование). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и делания студента. В самом начале работы над учебником важно определить и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультациями к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины – закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1 Libreoffice

2 Программный продукт КОМПАС 3D V14 – учебная лицензия+

3 База данных кафедры по оборудованию и измерительным приборам.

#### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и лаборатория кафедры машиностроительных технологий и оборудования.

Учебная аудитория оснащена учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

В лаборатории имеются :

Аппарат для резки, сварки металлов "Мультиплаз-2500"

Компьютеризированное устройство для квалификационного контроля и аттестации электросварщиков дуговой сварки ТСДС-06

Малоамперный дуговой тренажер сварщика Гефест 1М /1,00

Аппарат TIG ручной аргодуговой сварки и ручной дуговой сварки штучными электродами

Полуавтомат сварочный со встроенным микропроцессором

Аппарат плазменной резки со встроенным компрессором

Полуавтомат сварочный А765

Микроскоп металлографический МИМ-7

Микротвердомер ПМТ-3

**13. Лист дополнений и изменений, внесённых в рабочую программу дисциплины**

Номер измене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц	Дата	Основание* для изменения и под- пись лица, прово- дившего измене- ния
	изме- нённых	заме- нённых	анну- лиро- ванных	но- вых			

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Вопросы к тесту по дисциплине «Теория сварочных процессов»

1. Укажите наиболее слабый тип атомно-молекулярной связи
2. Укажите последовательность образования монокристаллического сварного соединения
3. Укажите препятствия к образованию монокристаллического соединения
4. За счет чего обеспечивается сближение на межатомное расстояние при сварке плавлением?
5. За счет чего обеспечивается сближение на межатомное расстояние при сварке давлением?
6. Укажите условия, необходимые для возбуждения дугового разряда
7. Укажите источник первичной ионизации при контактных способах возбуждения дуги
8. Укажите источник первичной ионизации при бесконтактных способах возбуждения дуги  
(возможно несколько правильных ответов)
9. Когда выгодно применять контактные способы возбуждения дуги?
10. Когда выгодно применять бесконтактные способы возбуждения дуги?
11. Укажите характер зависимости напряжения на дуге от длины столба дуги
12. Как меняется с ростом тока число носителей зарядов  $x$  и сопротивление столба дуги  $R$  на падающем участке ВАХ дуги?
13. Как взаимодействуют столбы дуг одной полярности?
- 13а. Укажите результат взаимодействия магнитных полей дуги и постоянного магнита
14. Почему с ростом тока увеличивается сопротивление дуги  $R$  на жестком участке ВАХ дуги?
15. Укажите номер графика, соответствующего ВАХ дуги
16. Укажите определение потенциала ионизации
17. Укажите из приведенных вариантов ответа группу элементов с минимальным потенциалом ионизации
18. Укажите из приведенных вариантов ответа группу элементов с максимальным потенциалом ионизации
19. Укажите правильный вариант уравнения Саха
20. Укажите номер графика  $x(T)$ , соответствующего уравнению Саха
21. Укажите величины, входящие в уравнение для расчета эффективного потенциала ионизации для смеси  $n$  компонентов
22. Как влияет рост эффективного потенциала ионизации на температуру плазмы дуги?
23. Как влияет рост эффективного потенциала ионизации на стабильность горения дуги?
24. В какой области дуги происходит эмиссия электронов?
25. В чем заключается эффект Шоттки?
26. Укажите тип эмиссии электронов под действием электрического поля
27. Укажите уравнение Ричардсона-Дешмена для плотности тока термоэлектронной эмиссии
28. Какой тип эмиссии преобладает для дуг с плавящимся электродом?
29. Какой тип эмиссии преобладает для дуг с неплавящимся электродом?
30. Какой избыточный пространственный заряд создается в прикатодной зоне?
31. Почему на аноде дуги выделяется больше теплоты, чем на катоде?

### **32 Укажите схему подключения источника при обратной полярности**

### **33 Укажите схему подключения источника при прямой полярности**

34. Укажите оптимальный вариант использования дуги прямой полярности
35. Укажите оптимальный вариант использования дуги обратной полярности
36. Почему при сварке неплавящимся электродом предпочтительна прямая полярность ?
37. Почему при сварке плавящимся электродом предпочтительна обратная полярность ?
38. Укажите способы уменьшения угла зажигания дуги переменного тока
39. Укажите силы воздействия на каплю электродного металла, преобладающие при крупнокапельном переносе
40. Укажите способы ускорения перехода от крупнокапельного переноса к мелкокапельному
41. Укажите номер рисунка плазмотрона прямого действия
42. Укажите преимущества плазменной дуги перед обычной (возможно несколько правильных ответов)
43. Укажите номер графика зависимости энтальпии  $H(T)$  для многоатомного плазмообразующего газа
44. Укажите преимущества сварки под флюсом
45. Укажите недостатки сварки под флюсом
46. На схеме ЭШС укажите номер позиции шлаковой ванны.
47. На схеме ЭШС укажите номер позиции металлической ванны
48. Укажите зону максимального тепловыделения при ЭШС
49. Укажите модель источника для полубесконечного тела
50. Укажите модель источника для бесконечной пластины
51. Укажите модель нагреваемого тела для линейного источника
52. Укажите модель нагреваемого тела для точечного источника
53. Укажите номер формулы для приращения температуры от подвижного источника в полубесконечном теле
54. Укажите номер формулы для приращения температуры от подвижного источника в бесконечной пластине
55. Укажите номер графика термического цикла сварки
56. Укажите прием, используемый для учета границ тела при расчете температурных полей при сварке
57. Укажите прием, используемый для расчета температур при сварке в период теплонасыщения
58. Укажите номер семейства изотерм при сварке подвижным источником

Вопросы к тесту по дисциплине «Теория сварочных процессов (6 семестр)

1. Укажите определение фазы в термодинамической системе
2. Чему равно количество компонентов  $K$  в термодинамической системе ?
3. Укажите определение энтальпии  $H$
4. Укажите условие стремления к равновесию при постоянных объеме и внутренней энергии
5. Укажите условие стремления к равновесию при постоянных давлении и температуре
6. Укажите определение энергии Гиббса
7. Как изменяется энтропия вещества  $S$  в растворе с концентрацией  $N$  ?
8. Укажите определение раствора
9. Укажите определение термодинамической активности
10. Как изменяются свойства металла с ростом концентрации азота  $[N]$  ?
11. Укажите номер графика зависимости растворимости азота в железе от температуры
12. Укажите карбиды, образующие упрочняющие фазы в металлах
13. Когда возрастает степень легирования металла шва через шлак элементом  $R$ ?
14. Укажите кислотные компоненты шлаковых систем
15. Укажите номер графика, соответствующего изменению вязкости "длинных" шлаков при изменении температуры
16. Укажите формулу для оценки показателя основности шлака  $B$
17. В какой зоне сварки под флюсом происходит легирование кремнием и марганцем ?
18. Как изменяется степень легирования металла шва  $Si$  и  $Mn$  при сварке под флюсом с ростом основности флюса
19. Как изменяется степень легирования металла шва  $Si$  и  $Mn$  при сварке под флюсом с ростом напряжения на дуге
20. С какой целью во флюсы для сварки сталей добавляется  $CaF_2$  ?
21. Укажите марку проволоки, предназначенной для сварки в среде углекислого газа
22. Укажите особенности металлургии сварки в среде углекислого газа
23. Укажите шлакообразующие компоненты электродных покрытий
24. С какой целью в электродные покрытия добавляется  $CaF_2$  ?
25. Укажите номер графика зависимости свободной энергии  $F$  от температуры для жидкости
26. Чем обусловлено наличие в сплавах зоны концентрационного переохлаждения у фронта кристаллизации
27. Укажите на графике номер зоны ячеистой кристаллизации сплавов в зависимости от концентрации примеси  $C$  и критерия  $\Phi$
28. Укажите способы подавления столбчатой структуры в сварных швах
29. Укажите определение ликвации
30. Укажите верхнюю границу температурного интервала хрупкости (ТИХ-1) при сварке
31. Укажите нижнюю границу температурного интервала хрупкости (ТИХ-1) при сварке
32. Укажите причины появления кристаллизационных ГТ при сварке
33. Укажите причину появления подсолидусных ГТ при сварке
34. Укажите наиболее опасный вариант ГТ
35. Укажите преимущества технологических проб на склонность к ГТ



36. Укажите методы борьбы с ГТ
37. Укажите на графике номер зоны отсутствия ГТ в зависимости от тока и скорости сварки
38. Как изменяется скорость превращения в твердом состоянии с ростом степени переохлаждения ?
39. Укажите номер кривой термического цикла, при котором превращение диффузионного типа завершается полностью
40. Укажите номер кривой термического цикла, при котором превращение диффузионного типа невозможно
41. Укажите тип мартенситного превращения
42. Укажите фактор, определяющий степень завершенности мартенситного превращения
43. Как изменяется размер зерен при аустенизации стали в процессе нагрева ?
44. Укажите процессы, имеющие место при нагреве стали выше температуры начала аустенизации
45. Укажите процессы, возможные при охлаждении стали при сварке ниже температуры  $A_{c3}$
46. Укажите определение мартенсита
47. Укажите определение аустенита
48. Укажите определение феррита
49. Укажите определение перлита
50. Укажите причины образования ХТ
51. Укажите способы борьбы с ХТ
52. Как влияет легирование сильными карбидообразующими элементами на рост зерна при сварке ?

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ****Зачет ( 5-й семестр)**

1. Определение сварки. Виды элементарных связей.
2. Требования к источникам энергии при сварке. Классификация процессов сварки.
3. Определение дугового разряда. Способы возбуждения.
4. Строение дугового разряда. ВАХ дуги.
5. Плазма столба дуги. Уравнение Саха. Потенциал ионизации. Эффективный потенциал ионизации.
6. Строение катодной области. Дуги с холодным и горячими катодами. Анодная область дугового разряда.
7. Схема трех источников.
8. Магнитное поле дуги. Пинч-эффект.
9. Магнитное поле сварочного контура. Магнитное дутье.
10. Дуга переменного тока.
11. Плавление и перенос электродного металла.
12. Плазменная дуга. Плазмообразующие газы.
13. Сварка под флюсом.
14. Электрошлаковая сварка.
15. Лучевые способы сварки.
16. Способы сварки давлением
17. Свойства металлов при температурах сварочного цикла.
18. Остаточные напряжения и деформации при сварке.
19. Экспериментальное определение остаточных напряжений

**Экзамен ( 6-й семестр)**

1. Основные понятия теории тепловых процессов при сварке
2. Схематизация нагреваемых тел и источников.
3. Закон теплопроводности Фурье. Граничные условия.
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
5. Температурное поле мгновенного источника.
6. Температурное поле неподвижного непрерывно действующего точечного источника на поверхности полубесконечного тела.
7. Температурное поле подвижного линейного источника в бесконечной пластине.
8. Период теплонасыщения. Период выравнивания температур.
9. Расчет температуры при ограниченных размерах тела.
10. Термический цикл сварки.
11. Плавление основного металла.
12. Основные понятия и определения химической термодинамики.
13. Первый закон термодинамики. Энтальпия.
14. Второе начало термодинамики. Энтропия.
15. Энергия Гиббса. Константа равновесия. Изотерма химических реакций.
16. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз. Константа равновесия в гетерогенных системах.
17. Термодинамика растворов. Приращение изобарного потенциала при растворении.
18. Взаимодействие металла с водородом при сварке.
19. Взаимодействие металла с азотом при сварке.
20. Процессы карбидообразования.
21. Окисление металлов при сварке.

22. Химическое сродство к газу жидких металлов, ограниченно растворяющих свое химическое соединение с ним.
23. Химическое сродство к кислороду легирующих элементов.
24. Раскисление металлов.
25. Легирование металлов через шлак.
26. Шлаковые фазы и их назначение.
27. Металлургия сварки под флюсом.
28. Металлургия сварки в защитных газах.
29. Металлургия сварки покрытыми электродами.
30. Первичная кристаллизация.
31. Схема кристаллизации сварных швов.
31. Химическая неоднородность сварных соединений.
33. Природа и причины образования горячих трещин.
34. Виды ГТ. Способы оценки склонности к ГТ.
35. Методы борьбы с ГТ.
36. Характерные зоны сварных соединений.
37. Фазовые превращения в твердом состоянии.
38. Структурные превращения в сплавах при нагреве и охлаждении.
39. Фазовые превращения в сталях при нагреве.
40. Фазовые превращения в сталях при охлаждении.
41. Природа и причины образования холодных трещин.
42. Способы оценки склонности к холодным трещинам.
43. Способы борьбы с холодными трещинами.