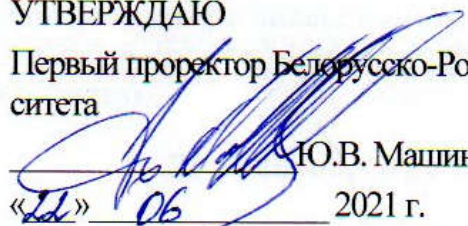


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-Российского университета

 А.В. Машин

«22» 06 2021 г.

Регистрационный № УД-150301/Б.1.В.15/р

## СВАРКА И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Направленность (профиль) Инновационные технологии в сварочном производстве

Квалификация Бакалавр

|                                             | Форма обучения |
|---------------------------------------------|----------------|
|                                             | Очная          |
| Курс                                        | 4              |
| Семестр                                     | 7, 8           |
| Лекции, часы                                | 76             |
| Лабораторные работы, часы                   | 30             |
| Зачёт, семестр                              | 8              |
| Экзамен, семестр                            | 7              |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 106            |
| Самостоятельная работа, часы                | 146            |
| Всего часов / зачетных единиц               | 252/7          |

Кафедра-разработчик программы: Оборудование и технология сварочного производства  
(название кафедры)

Составитель: А. Г. Лупачев, канд.техн.наук, доцент  
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом № 957 от 03.09.2015г высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение и учебным планом рег. №150301-1 от 27.12.2019 г.

«15» апреля 2021 г., протокол № 12.

Зав. кафедрой  А.О. Коротеев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом  
Белорусско-Российского университета

«16» июня 2021 г., протокол № 7 .

Зам. председателя  
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

Рецензент:

**Андрей Алексеевич Москвин**, главный сварщик,  
ОАО Могилевский завод «Строммашина»

(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь

 В.Н. Керелев

Начальник учебно-методического  
отдела

 В.А. Кемова

# **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

## **1.1 Цель учебной дисциплины**

Преподавание дисциплины имеет целью дать углубленные знания о состоянии и перспективах развития технологии сварки плавлением при производстве сварных конструкций из специальных сталей и сплавов в энергетическом, криогенном, нефтехимическом и других отраслях машиностроения.

## **1.2 Задачи учебной дисциплины**

Задачами учебной дисциплины являются:

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- металлургические процессы при сварке и причинно-следственных связях между характером процесса и качеством сварных соединений.
- технологические особенности сварки специальных сталей;
- чувствительность специальных сталей и сплавов к термомеханическому циклу сварки;
- термическую обработку сварных соединений;
- металлургические особенности сварки специальных сталей и сплавов;
- вопросы охраны труда и окружающей среды при сварке металлов различной системы легирования.
- ресурсосберегающие технологии сварки, рациональный выбор сварочных материалов, режимы термической обработки.

**уметь:**

- выбирать основные и сварочные материалы для изготовления сварных конструкций;
- проектировать технологические процессы сварки специальных сталей и сплавов.

**владеть:**

- методикой оценки технологической прочности сварных соединений;
- методами рационального выбора сварочных материалов и режимов термической обработки в зависимости от условий эксплуатации сварных конструкций.

## **1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента**

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" – вариативная часть.

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Теория сварочных процессов» (в полном объеме программы);
- «Технология дуговой сварки и термической резки» (в полном объеме программы).

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Цифровое управление оборудованием и процессами при сварке»

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лекционных и лабораторных занятиях будут использоваться при прохождении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

## **1.4 Требования к освоению учебной дисциплины**

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

| Коды формируемых компетенций | Наименования формируемых компетенций                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-17                        | Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения |
| ПК-32                        | Уметь выбирать рациональные схемы и режимы сварки и термообработки сварных соединений специальных сталей и сплавов, оценивать физико-механические и эксплуатационные свойства материалов и изделий                                |

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

| Номер тем | Наименование тем                                                           | Содержание                                                                                                                           | Коды формируемых компетенций |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1         | <i>Основные сведения о специальных сталях</i>                              | Классификация и характеристика специальных сталей и сплавов. Высокохромистые стали. Хромоникелевые стали.                            | ПК-17, ПК-32                 |
| 2         | <i>Упрочняемые специальные стали</i>                                       | Мартеситно-стареющие стали. Сплавы на никелевой основе. Высокоборидные стали.                                                        | ПК-17, ПК-32                 |
| 3         | <i>Металлургические характеристики способов сварки с газовой защитой</i>   | Склонность швов к образованию газовых включений. Легирование металла шва. Газоэлектрическая сварка.                                  | ПК-17, ПК-32                 |
| 4         | <i>Металлургические характеристики способов сварки со шлаковой защитой</i> | Сварка под флюсом. Сварка покрытыми электродами.                                                                                     | ПК-17, ПК-32                 |
| 5         | <i>Структуры и фазы в сталях</i>                                           | Перлит. Сорбит. Троостит. Бейнит, Мартенсит. Аустенит. Феррит. 475-градусная хрупкость. Сигма – фаза. Фаза Лавеса.                   | ПК-17, ПК-32                 |
| 6         | <i>Чувствительность сталей к термомодеформационному циклу сварки</i>       | Поведение при сварке сталей перлитного, мартенситного, ферритного, аустенитного классов. Свариваемость специальных сталей и сплавов. | ПК-17, ПК-32                 |
| 7         | <i>Поглощение водорода металлом шва</i>                                    | Поглощение водорода металлом шва при сварке под флюсом, ручной дуговой сварке покрытыми электродами, в защитных газах                | ПК-17, ПК-32                 |
| 8         | <i>Диффузия водорода.</i>                                                  | Диффузия водорода из шва в околошовную зону, атмосферу. Замедленное разрушение                                                       | ПК-17, ПК-32                 |
| 9         | <i>Особенности сварки теплоустойчивых сталей</i>                           | Применяемые теплоустойчивые стали, особенности легирования, трудности сварки, поведение водяных паров в зоне дуги.                   | ПК-17, ПК-32                 |
| 10        | <i>Технологическая прочность теплоустойчивых сталей</i>                    | Склонность к холодным и горячим трещинам. Влияние термического цикла сварки на свариваемость.                                        | ПК-17, ПК-32                 |
| 11        | <i>Свариваемость теплоустойчивых сталей</i>                                | Влияние температуры подогрева. Хладноломкость. Синеломкость. Термическое старение. Охрупчивание под действием водорода.              | ПК-17, ПК-32                 |
| 12        | <i>Технология сварки теплоустойчивых сталей</i>                            | Покрытые электроды. Сварочные проволоки сплошного сечения, порошковые проволоки. Материалы для сварки под флюсом.                    | ПК-17, ПК-32                 |
| 13        | <i>Охрупчивание металла шва и ЗТВ при термической обработке тепло-</i>     | Отдых сварных соединений. Отпуск. Выбор рациональной технологии сварки тепло-                                                        | ПК-17, ПК-32                 |

|    |                                                                         |                                                                                                                                                                                               |              |
|----|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    | <i>устойчивых сталей</i>                                                | устойчивых сталей.                                                                                                                                                                            |              |
| 14 | <i>Структурные диаграммы</i>                                            | Диаграмма Шеффлера. Диаграмма Делонга. Другие диаграммы. Диаграммы WRC-1988, WRC-1992.                                                                                                        | ПК-17, ПК-32 |
| 15 | <i>Системы легирования</i>                                              | Аустенитно ферритные системы легирования. Аустенитно-мартенситные. Ферритно-мартенситные. Прогнозирование содержания феррита с помощью нейронной сети.                                        | ПК-17, ПК-32 |
| 16 | <i>Мартенситные нержавеющие стали</i>                                   | Металлургия сварки. Зона термического влияния. Фазовые превращения. Послесварочная термическая обработка.                                                                                     | ПК-17, ПК-32 |
| 17 | <i>Свариваемость мартенситных нержавеющих сталей</i>                    | Кристаллизационное и ликвационное растрескивание. Растрескивание при повторном нагреве. Растрескивание вызванное водородом.                                                                   | ПК-17, ПК-32 |
| 18 | <i>Супермартенситные нержавеющие стали</i>                              | Пример расчета температуры начала мартенситного превращения для мартенситных нержавеющих сталей.                                                                                              | ПК-17, ПК-32 |
| 19 | <i>Ферритные нержавеющие стали</i>                                      | Металловедение и свойства сталей. Влияние легирующих элементов на микроструктуру. Охрупчивание стали.                                                                                         | ПК-17, ПК-32 |
| 20 | <i>Свариваемость ферритных нержавеющих сталей</i>                       | Металлургия сварки. Зона термического влияния. Фазовые превращения. Послесварочная термическая обработка.                                                                                     | ПК-17, ПК-32 |
| 21 | <i>Аустенитные нержавеющие стали</i>                                    | Металлургические и механические особенности аустенитных сталей. Микроструктурные превращения в зоне расплавления.                                                                             | ПК-17, ПК-32 |
| 22 | <i>Свариваемость аустенитных нержавеющих сталей</i>                     | Металлургия сварки. Зона термического влияния. Фазовые превращения. Послесварочная термическая обработка. Предупреждение образования кристаллизационного растрескивания. Виды растрескивания. | ПК-17, ПК-32 |
| 23 | <i>Коррозионная стойкость</i>                                           | Межкристаллитная коррозия. Методы по предотвращению повышенной чувствительности к коррозии. Ножевая коррозия. Коррозионное растрескивание под напряжением                                     | ПК-17, ПК-32 |
| 24 | <i>Дуплексные нержавеющие стали</i>                                     | Баланс фаз аустенит-феррит. Особенности кристаллизации. Роль азота. Вторичный аустенит. ЗТВ. Управление балансом феррит-аустенит.                                                             | ПК-17, ПК-32 |
| 25 | <i>Свариваемость дуплексных нержавеющих сталей</i>                      | Кристаллизационное растрескивание при сварке. Растрескивание, вызванное водородом. Охрупчивание при промежуточных и высоких температурах. Коррозионное растрескивание под напряжением.        | ПК-17, ПК-32 |
| 26 | <i>Дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали</i>                        | Физическая металлургия и механические свойства. Мартенситные дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали. Аустенитные дисперсионно-твердеющие стали.                                            | ПК-17, ПК-32 |
| 27 | <i>Сварка разнородных соединений из нержавеющих сталей с перлитными</i> | Соединения углеродистых и низколегированных сталей с аустенитными нержавеющими сталями. Определение структуры металла сварного шва. Свариваемость.                                            | ПК-17, ПК-32 |
| 28 | <i>Другие разнородные сочетания нержавеющих сталей</i>                  | Соединение аустенитной нержавеющей стали с дуплексной нержавеющей сталью. Соединение аустенитной нержавеющей стали с ферритной и мартенситной нержавеющей сталью.                             | ПК-17, ПК-32 |
| 29 | <i>Основы жаропрочности</i>                                             | Характеристики жаропрочности. Влияние                                                                                                                                                         | ПК-17, ПК-32 |

|    |                                                                    |                                                                                                                                                                                       |              |
|----|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    |                                                                    | структуры и химического состава на жаропрочность.                                                                                                                                     |              |
| 30 | Сварные соединения аустенитных жаропрочных сталей                  | Свариваемые стали. Термически упрочняемые стали. Жаропрочность сварных швов.                                                                                                          | ПК-17, ПК-32 |
| 31 | Сварочные материалы для аустенитных жаропрочных сталей             | Покрываемые электроды. Сварочные проволоки сплошного сечения, порошковые проволоки. Материалы для сварки под флюсом.                                                                  | ПК-17, ПК-32 |
| 32 | Влияние условия эксплуатации на свойство соединений                | Склонность к тепловому охрупчиванию.                                                                                                                                                  | ПК-5         |
| 33 | Сварные соединения жаропрочных сплавов                             | Свариваемые сплавы. Жаропрочность металла шва. Способы повышения жаропрочности.                                                                                                       | ПК-17, ПК-32 |
| 34 | Сварочные материалы для аустенитных жаропрочных сплавов            | Покрываемые электроды. Сварочные проволоки сплошного сечения, порошковые проволоки. Материалы для сварки под флюсом.                                                                  | ПК-17, ПК-32 |
| 35 | Сварка сталей в криогенном машиностроении                          | Основы легирования сталей. Влияние легирующих элементов на механические свойства.                                                                                                     | ПК-17, ПК-32 |
| 36 | Термическая обработка в энергетическом и химическом машиностроении | Высокий отпуск. Нормализация. Аустенизация. Влияние отклонений от режимов термической обработки на свойства соединений. Высокий отпуск высокохромистых сталей. ТО аустенитных сталей. | ПК-17, ПК-32 |
| 37 | Технология выполнения термической обработки                        | Способы нагрева и области применения. Технология термической обработки.                                                                                                               | ПК-17, ПК-32 |
| 38 | Оборудование для выполнения термической обработки.                 | Электротермические установки и приспособления. Контроль термической обработки.                                                                                                        | ПК-17, ПК-32 |

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

| № недели            | Лекции<br>(наименование тем)                                               | Часы | Практические<br>(семинарские)<br>занятия | Часы | Лабораторные<br>занятия                                                   | Часы | Самостоятельная<br>работа, часы | Форма контроля<br>знаний | Баллы (max) |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------|-------------|
| Модуль 1, 7 семестр |                                                                            |      |                                          |      |                                                                           |      |                                 |                          |             |
| 1                   | Тема 1 Основные сведения о специальных сталях                              | 2    |                                          |      | № 1 Определение жаростойкости сварочных материалов                        | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 3           |
| 1                   | Тема 2 Упрочняемые специальные стали                                       | 2    |                                          |      |                                                                           |      |                                 |                          |             |
| 2                   | Тема 3 Металлургические характеристики способов сварки с газовой защитой   | 2    |                                          |      | № 2. Исследование влияния температуры на жаропрочность сварных соединений | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 3           |
| 3                   | Тема 4 Металлургические характеристики способов сварки со шлаковой защитой | 2    |                                          |      | № 3. Исследование поведения диффузионно-подвижного водорода               | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 3           |
| 3                   | Тема 5. Структуры и фазы в сталях                                          | 2    |                                          |      |                                                                           |      |                                 |                          |             |
| 4                   | Тема 6. Чувствительность сталей к термодеформационному циклу сварки        | 2    |                                          |      | № 4. Определение химического состава металла                              | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 3           |
| 5                   | Тема 7 Поглощение водорода металлом шва                                    | 2    |                                          |      | № 5. Определение ферритной фазы приборными методами                       | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 3           |
| 5                   | Тема 8 Диффузия водорода                                                   | 2    |                                          |      |                                                                           |      |                                 |                          |             |
| 6                   | Тема 9 Особенности сварки теплоустойчивых сталей                           | 2    |                                          |      | № 6. Определение ферритной фазы металлографическим методом                | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 3           |
| 7                   | Тема 10 Технологическая прочность теплоустойчивых сталей                   | 2    |                                          |      | № 7. Исследование структуры сварных соединений аустенитных сталей         | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 3           |
| 7                   | Тема 11. Свариваемость теплоустойчивых сталей                              | 2    |                                          |      |                                                                           |      |                                 | КР                       | 6           |
| 8                   | Тема 12. Технология сварки теплоустойчивых сталей                          | 2    |                                          |      | № 8. Исследование структуры сварных соединений ферритных сталей           | 2    | 2                               | ЗЛР<br>ПКУ               | 3<br>30     |
| Модуль 2            |                                                                            |      |                                          |      |                                                                           |      |                                 |                          |             |
| 9                   | Тема 13. Охрупчивание металла шва и ЗТВ при                                | 2    |                                          |      | № 9. Исследование структу-                                                | 2    | 2                               | ЗЛР                      | 3           |

|                     |                                                                            |    |  |                                                                                                          |    |    |                        |          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|----|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------|----------|
|                     | термической обработке теплоустойчивых сталей                               |    |  | ры сварных соединений дуплексных сталей                                                                  |    |    |                        |          |
| 9                   | Тема 14 Структурные диаграммы                                              | 2  |  |                                                                                                          |    |    |                        |          |
| 10                  | Тема 15 Системы легирования                                                | 2  |  | № 10. Исследование структуры сварных соединений разнородных сталей                                       | 2  | 2  | ЗЛР                    | 3        |
| 11                  | Тема 16 Мартенситные нержавеющие стали                                     | 2  |  | № 11. Количественный фазовый и структурный анализ сталей.                                                | 2  | 2  | ЗЛР                    | 3        |
| 11                  | Тема 17 Свариваемость мартенситных нержавеющих сталей                      | 2  |  |                                                                                                          |    | 2  |                        |          |
| 12                  | Тема 18 Супермартенситные нержавеющие стали                                | 2  |  | № 12. Металлографический метод оценки загрязненности металла неметаллическими включениями                | 2  | 2  | ЗЛР                    | 3        |
| 13                  | Тема 19 Ферритные нержавеющие стали                                        | 2  |  | № 13. Прогнозирование механических свойств сварных соединений по их структурно-фазовому составу          | 2  | 2  | ЗЛР                    | 3        |
| 13                  | Тема 20 Свариваемость ферритных нержавеющих сталей                         | 2  |  |                                                                                                          |    | 2  |                        |          |
| 14                  | Тема 21 Аустенитные нержавеющие стали                                      | 2  |  | № 14. Определение оптимальных режимов сварки по механическим свойствам и структурно фазовому составу ЗТВ | 2  | 2  | ЗЛР                    | 3        |
| 15                  | Тема 22 Свариваемость аустенитных нержавеющих сталей                       | 2  |  | № 15. Определение оптимальных режимов термической обработки сварного соединения                          | 2  | 2  | ЗЛР<br>КР              | 3<br>9   |
| 16-18               |                                                                            |    |  |                                                                                                          |    | 36 | ПКУ<br>ПА<br>(экзамен) | 30<br>40 |
|                     | Итого                                                                      | 44 |  |                                                                                                          | 30 | 70 |                        | 100      |
| Модуль 1, 8 семестр |                                                                            |    |  |                                                                                                          |    |    |                        |          |
| 1                   | Тема 23 Коррозионная стойкость                                             | 2  |  |                                                                                                          |    | 4  |                        |          |
| 1                   | Тема 24 Дуплексные нержавеющие стали                                       | 2  |  |                                                                                                          |    | 4  |                        |          |
| 2                   | Тема 25 Свариваемость дуплексных нержавеющих сталей                        | 2  |  |                                                                                                          |    | 4  |                        |          |
| 3                   | Тема 26 Дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали                          | 2  |  |                                                                                                          |    | 4  |                        |          |
| 3                   | Тема 27 Сварка разнородных соединений из нержавеющих сталей с перлитными   | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 4                   | Тема 28 Другие разнородные сочетания нержавеющих сталей                    | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 5                   | Тема 29 Основы жаропрочности                                               | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 5                   | Тема 30 Сварные соединения аустенитных жаропрочных сталей                  | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 6                   | Тема 31 Сварочные материалы для аустенитных жаропрочных сталей             | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  | КР<br>ПКУ              | 30<br>30 |
| Модуль 2            |                                                                            |    |  |                                                                                                          |    |    |                        |          |
| 7                   | Тема 32 Влияние условия эксплуатации на свойство соединений                | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 7                   | Тема 33 Сварные соединения жаропрочных сплавов                             |    |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 8                   | Тема 34 Сварочные материалы для аустенитных жаропрочных сплавов            | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 9                   | Тема 35 Сварка сталей в криогенном машиностроении                          | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 9                   | Тема 36 Термическая обработка в энергетическом и химическом машиностроении | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 10                  | Тема 37 Технология выполнения термической обработки                        | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  |                        |          |
| 11                  | Тема 38 Оборудование для выполнения термической обработки.                 | 2  |  |                                                                                                          |    | 5  | КР                     | 30       |
| 11                  |                                                                            |    |  |                                                                                                          |    |    | ПКУ<br>ПА<br>(зачет)   | 30<br>40 |
|                     | Итого                                                                      | 32 |  |                                                                                                          |    | 76 |                        | 100      |

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

| Оценка | Зачтено | Не зачтено |
|--------|---------|------------|
| Баллы  | 51-100  | 0-50       |

Экзамен, дифференцированный зачет

| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
|--------|---------|--------|-------------------|---------------------|
| Баллы  | 87-100  | 65-86  | 51-64             | 0-50                |

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

| № п/п | Форма проведения занятия | Вид аудиторных занятий |  |                            | Всего часов |
|-------|--------------------------|------------------------|--|----------------------------|-------------|
|       |                          | Лекции                 |  | Лабораторные занятия       |             |
| 1     | Традиционные             | 1 - 38                 |  | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12 | 100         |
| 8     | Расчетные                |                        |  | 13,14,15                   | 6           |
|       | ИТОГО                    | 76                     |  | 30                         | 106         |

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

| № п/п | Вид оценочных средств               | Количество комплектов |
|-------|-------------------------------------|-----------------------|
| 1     | Вопросы к экзамену                  | 1                     |
| 2     | Вопросы к зачету                    | 1                     |
| 3     | Экзаменационные билеты              | 1                     |
| 4     | Задания к контрольным работам       | 8                     |
| 5     | Вопросы к защите лабораторных работ | 15                    |



## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

| № п/п                                                                                                                                                                                                                                                       | Уровни сформированности компетенции | Содержательное описание уровня                                                                                                                                                | Результаты обучения                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Компетенция ПК-17: Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения</i> |                                     |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                           | Пороговый уровень                   | Знание физических основ технологических процессов наукоемкого производства                                                                                                    | Знание физической сущности наиболее распространенных технологий сварки и наплавки                                                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                           | Продвинутый уровень                 | Умение применять технологические процессы сварки для выполнения ремонта и изготовления металлоконструкций и деталей машин и механизмов                                        | Умение эффективно применять существующие технологии сварки, осуществлять выбор материалов.                                             |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                           | Высокий уровень                     | Разработка на основании полученных знаний новых технических решений по эффективному применению технологических процессов сварки и наплавки в области наукоемкого производства | Умение разрабатывать технологические процессы сварки и наплавки на основании анализа особенностей материала и условий его эксплуатации |
| <i>Компетенция ПК-32: Уметь выбирать рациональные схемы и режимы сварки и термообработки сварных соединений специальных сталей и сплавов, оценивать физико-механические и эксплуатационные свойства материалов и изделий</i>                                |                                     |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                           | Пороговый уровень                   | Знание физических основ технологических процессов наукоемкого производства                                                                                                    | Знание физической сущности наиболее распространенных технологий сварки и наплавки                                                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                           | Продвинутый уровень                 | Умение применять технологические процессы сварки для выполнения ремонта и изготовления металлоконструкций и деталей машин и механизмов                                        | Умение эффективно применять существующие технологии сварки, осуществлять выбор материалов.                                             |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                           | Высокий уровень                     | Разработка на основании полученных знаний новых технических решений по эффективному применению технологических процессов сварки и наплавки в области наукоемкого производства | Умение разрабатывать технологические процессы сварки и наплавки на основании анализа особенностей материала и условий его эксплуатации |

### 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

| Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                         | Оценочные средства                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Компетенция ПК-17: Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения</i> |                                                                                                                    |
| Знание физической сущности наиболее распространенных технологий сварки и наплавки                                                                                                                                                                           | Вопросы к защите лабораторных работ<br>Задания к контрольным работам<br>Экзаменационные билеты<br>Вопросы к зачету |

|                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                              | Вопросы к экзамену                                                                                                                       |
| Умение эффективно применять существующие технологии сварки, осуществлять выбор материалов                                                                                                                                    | Вопросы к защите лабораторных работ<br>Задания к контрольным работам<br>Экзаменационные билеты<br>Вопросы к зачету<br>Вопросы к экзамену |
| Умение разрабатывать технологические процессы сварки на основании анализа особенностей материала и условий его эксплуатации                                                                                                  | Вопросы к защите лабораторных работ<br>Задания к контрольным работам<br>Экзаменационные билеты<br>Вопросы к зачету<br>Вопросы к экзамену |
| <i>Компетенция ПК-32: Уметь выбирать рациональные схемы и режимы сварки и термообработки сварных соединений специальных сталей и сплавов, оценивать физико-механические и эксплуатационные свойства материалов и изделий</i> |                                                                                                                                          |
| Знание физической сущности наиболее распространенных технологий сварки и наплавки                                                                                                                                            | Вопросы к защите лабораторных работ<br>Задания к контрольным работам<br>Экзаменационные билеты<br>Вопросы к зачету<br>Вопросы к экзамену |
| Умение эффективно применять существующие технологии сварки, осуществлять выбор материалов                                                                                                                                    | Вопросы к защите лабораторных работ<br>Задания к контрольным работам<br>Экзаменационные билеты<br>Вопросы к зачету<br>Вопросы к экзамену |
| Умение разрабатывать технологические процессы сварки на основании анализа особенностей материала и условий его эксплуатации                                                                                                  | Вопросы к защите лабораторных работ<br>Задания к контрольным работам<br>Экзаменационные билеты<br>Вопросы к зачету<br>Вопросы к экзамену |

### 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Каждая выполненная лабораторная работа оценивается до 3 баллов. При этом баллы начисляются за ее защиту в зависимости от уровня знаний студента по теме работы. Если работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются. А она попадает в разряд задолженностей.

Оценка в балах за выполнение лабораторной работы выставляется в случае её успешной защиты. Руководствуясь следующими критериями:

Лабораторная работа с оценкой в 3 балла:

2 балла – общее представление о теоретических сведениях по лабораторной работе. Знание общих принципов и законов.

3 балла - хорошее знание темы. Ответы более 50 % контрольных вопросов.

### 5.4 Критерии оценки зачета

Проставляемая в зачетную ведомость отметка о сдаче зачета соответствует сумме баллов, набранных студентом в течение семестра до 60 баллов и полученных при сдаче зачета до 40 баллов и выставляется в соответствии с приведенной шкалой:

| Оценка | Зачтено | Не зачтено |
|--------|---------|------------|
| Баллы  | 51-100  | 0-50       |

Задание на зачет включает в себя решение тестового задания и оценивается до 40 баллов в зависимости от количества правильных ответов.

Тестовое задание включает в себя 10 вопросов. Каждый вопрос содержит 3 ответа, один из которых, правильный. Каждый вопрос оценивается в 4 балла.

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям:

4 балла – правильный ответ.

0 баллов - неправильный ответ.

### 5.5 Критерии оценки экзамена

Проставляемая в экзаменационную ведомость оценка соответствует сумме баллов, набранных студентом в течение семестра до 60 баллов и полученных при сдаче экзамена до 40 баллов и выставляется в соответствии с приведенной шкалой по пятибалльной системе в соответствии со шкалой:

| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
|--------|---------|--------|-------------------|---------------------|
| Баллы  | 87-100  | 65-86  | 51-64             | 0-50                |

В экзаменационный билет включены два теоретических вопроса.

Минимальное количество баллов на экзамене – 15, максимальное – 40.

Каждый из вопросов оценивается положительной оценкой до 20 баллов.

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям:

**19-20 баллов** – систематизированное и полное изложение вопроса, точное использование терминологии, глубокое понимание основных физических процессов, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, давать развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы по данному материалу, выходящие за пределы рабочей программы.

**17-18 баллов** – систематизированное и полное изложение вопроса, точное использование терминологии и знание основных нормативно-технических документов, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, давать развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы по данному материалу в объеме рабочей программы.

**15-16 баллов** – систематизированные и полные знания по поставленному вопросу в объеме рабочей программы, глубокое понимание сущности явлений, точное использование терминологии, логически правильное изложение ответа на вопрос, умение делать обоснованные выводы.

**13-14 баллов** – студент глубоко понимает вопрос, сущность явлений, отвечает четко и всесторонне, самостоятельно рассуждает, отличается способностью делать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

**11-12 баллов** – студент хорошо понимает вопрос, сущность явлений, знает основные подходы и принципы, отвечает правильно, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

**9-10 баллов** – студент понимает вопрос, сущность явлений, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

**7-8 баллов** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, понимает сущность явлений, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа.

**5-6 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, вопрос охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

**Ниже 5 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсут-

ствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

### **1. Подготовка к защите лабораторных работ;**

Подготовка к защите лабораторных работ представляет собой проработку вопросов к самостоятельной подготовке к лабораторным работам.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                         | Гриф                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Количество экземпляров |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1     | <b>Куликов, В. П.</b> Технология сварки плавлением и термической резки : учебник / В. П. Куликов. – Минск: Новое знание, 2019. – 463 с. : ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). | Утверждено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебника для студентов учреждений образования по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» | 6                      |

### **7.2 Дополнительная литература**

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                  | Гриф                                                                         | Количество экземпляров |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1     | <b>Теория сварочных процессов:</b> учебник / В. М. Неровный [и др.] ; под ред. В.М. Неровного. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – 702с : ил. | Рек.УМО вузов РФ по унив. политех. образованию в качестве учебника для студ. | 15                     |

### **7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине**

1. oitsp.by

**7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам**

#### **7.4.1 Методические рекомендации**

1. Сварка и термическая обработка специальных сталей и сплавов в машиностроении. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» очной формы обучения. – Могилев, Белорусско-Российский университет, 2021 (электронный вариант).

## ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

по учебной дисциплине Сварка и термическая обработка специальных сталей и сплавов в машиностроении

специальности 15.03.01 Машиностроение  
на 2022-2023 учебный год

Дополнений и изменений нет

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Оборудование и технология сварочного производства»  
(протокол № 10 от « 26 » апреля 2022 г.)

Заведующий кафедрой:  
канд. техн. наук, доцент  А.О. Коротеев

УТВЕРЖДАЮ  
Декан машиностроительного факультета  
Канд. техн. наук, доцент  Д. М. Свирепа  
« 18 » 05 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:  
Ведущий библиотекарь  Р.Р. Киселева  
Начальник учебно-методического отдела  В.А. Кемова  
« 16 » 05 2022 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

по учебной дисциплине Сварка и термическая обработка специальных сталей и сплавов в машиностроении

специальности 15.03.01 Машиностроение

на 2023-2024 учебный год

Дополнений и изменений нет

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Оборудование и технология сварочного производства»  
(протокол № 11 от « 11 » апреля 2023 г.)

Заведующий кафедрой:

канд. техн. наук, доцент



А.О. Коротеев

УТВЕРЖДАЮ

Декан машиностроительного факультета

канд. техн. наук, доцент



Д. М. Свирепа

« 18 » 04 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического отдела



« 18 » 04 2023 г.