

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.02.02**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование сварочных процессов**  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)  
Сварка и пайка новых металлических и неметаллических неорганических материалов

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр                                      | 2          | Итого      |
|--|------------|------------|
| Форма контроля                               | зачет      |            |
| Вид занятий                                  |            |            |
| Лекции                                       | 8          | 8          |
| Лабораторные                                 | 16         | 16         |
| Практические                                 |            |            |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР |            |            |
| Промежуточная аттестация                     | 0,25       | 0,25       |
| Контактная работа                            | 24,25      | 24,25      |
| Самостоятельная работа                       | 83,75      | 83,75      |
| Контроль                                     |            |            |
| <b>Итого</b>                                 | <b>108</b> | <b>108</b> |

Рабочую программу составил(и):  
доцент кафедры «Сварка обработка материалов давлением и родственные процессы», к.т.н.,  
доцент Почекуев Е.Н..  

---

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

---

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

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

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

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана  
направления подготовки  
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов  

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2025 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные  
процессы»  

---

(протокол заседания № 1 от «03» сентября 2022 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов устойчивого комплекса знаний о структуре, составных частях и функционировании систем математического моделирования процессов и явлений, поиске оптимальных решений и выборе рациональных способов их реализации в сварочном производстве.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Системный подход к научно-исследовательской работе.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов, Технологии термомодеформационных способов сварки.

## 3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)   | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)  | Планируемые результаты обучения  |
|--|--|--|
| ПК-1 Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых основных и сварочных материалов, адаптировать методики исследования свойств сварочных материалов, припоев, сварных и паяных соединений к потребностям производства и разрабатывать специальные методики контроля свойств сварочных материалов и сварных соединений | ИД-1ПК-1. Организует проведение анализа структуры и свойств основных и сварочных материалов, припоев, сварных и паяных соединений.         | Знать: принципы постановки цели и задачи исследований на основе математических моделей   |
|  | ИД-2ПК-1. Проводит работы по анализу структуры и свойств новых основных и сварочных материалов, припоев, сварных и паяных соединений.      | Уметь: формулировать цели и задачи исследований сварочных процессов; выявлять приоритеты в решении задач; создавать критерии оценки результатов исследований |
|  | ИД-3ПК-1. Разрабатывает специальные методики контроля технологических и эксплуатационных свойств сварных и паяных соединений.              | Владеть: навыками решения задач анализа сварочных процессов на основе математических моделей с помощью программного обеспечения                              |
|  | ИД-4ПК-1. Адаптирует методики исследования свойств сварочных материалов, припоев, сварных и паяных соединений к потребностям производства. |  |
| ПК-2 Способен выбирать метод научного  | ИД-1ПК-2. Организует проведение научных  | Знать: принципы подготовки научно-   |

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)  | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)   | Планируемые результаты обучения  |
|---|---|--|
| исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау | исследований, исходя из конкретных задач производства.  | технических отчетов по результатам исследований  |
|   | ИД-2ПК-2. Проводит, анализирует и обрабатывает результаты научно-исследовательских работ с использованием современных методов обработки данных. | Уметь: подготавливать научно-технические отчеты по результатам аналитических и численных решений на основе моделирования |
|   | ИД-3ПК-2. Оформляет результаты научно-исследовательских работ в виде отчета, научной публикации, доклада.                                       | Владеть: навыками подготовки научно-технических отчетов по результатам исследований                                      |
|   | ИД-4ПК-2. Готовит документы к патентованию, оформлению ноу-хау результатов научно-исследовательской деятельности.                               |  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль<br>(раздел)                                       | Вид<br>учебной<br>работы | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)  | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--|--------------------------|---|---------|--------------|-------|----------------|--|
| Модуль 1<br>Моделирование<br>в сварочном<br>производстве | Лек.                     | Основные понятия: модель, физическая модель, математическая модель.   | 2       | 0,5          |       |                | Устный опрос   |
|  | Лек.                     | Математические модели прочности сварных конструкций. Распределение напряжений и деформаций в сварных конструкциях | 2       | 2            |       |                | Устный опрос   |
|  | Лек                      | Математические модели тепловых процессов в сварных конструкциях.  | 2       | 1            |       |                | Устный опрос   |
|  | Лек                      | Магнитогидродинамические модели сварочной дуги  | 2       | 0,5          |       |                | Устный опрос   |
|  | Лек                      | Математические модели явлений и процессов, происходящих в жидком металле сварочной ванны.                         | 2       | 0,5          |       |                | Устный опрос   |
|  | СР                       | Изучение конспектов и рекомендуемой литературы.   | 2       | 40           |       |                | Устный опрос   |

|   |     |   |   |       |   |   |                                 |
|---|-----|---|---|-------|---|---|---------------------------------|
| Модуль 2<br>Основы Matlab.<br>Моделирование<br>в Matlab<br>прочности и<br>теплообмена в<br>сварочных<br>электродах. | Лек | Входной язык системы Matlab. Типы данных. Вычисления с векторами и матрицами. Графика в системе Matlab. Символьные вычисления. Обработка экспериментальных данных в системе Matlab. | 2 | 1     | – | – | Устный опрос                    |
|   | Лек | Интегрирование и дифференцирование в Matlab. Решение дифференциальных уравнений в Matlab.   |   | 0,5   | – | – | Устный опрос                    |
|   | Лаб | Основы работы в системе Matlab.   | 2 | 1     | – | – | Отчет по лабораторной работе    |
|   | Лаб | Итерационные методы решения уравнений. Символьные решение.  | 2 | 1     | – | – | Отчет по лабораторной работе    |
|   | Лаб | Интерполяция и экстраполяция.   | 2 | 1     | – | – | Отчет по лабораторной работе    |
|   | Лаб | Регрессионный анализ.   | 2 | 2     | – | – | Отчет по лабораторной работе    |
|   | Лаб | Оценка параметров статистической выборки.   | 2 | 2     | – | – | Отчет по лабораторной работе    |
|   | Лаб | Статистическая обработка результатов эксперимента   | 2 | 2     | – | – | Отчет по лабораторной работе    |
|   | Лаб | Численное интегрирование и дифференцирование. Решение дифференциальных уравнений прочности и теплопередачи в сварочном электроде  | 2 | 2     | – | – | Отчет по лабораторной работе    |
|   | Ср  | Изучение конспектов и рекомендуемой литературы по лабораторным работам №1-№7  | 2 | 23,75 | – | – | Отчет по самостоятельной работе |

|  |     |   |  |      |   |   |         |
|--|-----|---|--|------|---|---|---------|
| Модуль 3<br>Основы<br>Simcenter.<br>Моделирование<br>прочности и<br>теплообмена в<br>сварных<br>конструкциях | Лек | Основы МКЭ в системе Simcenter                                    |  | 2    |   |   |         |
|  | Лаб | Моделирование прочности стыкового сварного шва                    |  | 3    |   |   |         |
|  | Лаб | Моделирование поля распределения температур в сварной конструкции |  | 2    |   |   |         |
|  | СР  | Изучение конспектов и рекомендуемой литературы №8-№9              |  | 20   |   |   |         |
| Промежуточная аттестация   |     |   |  | 0,25 | – | – | Экзамен |
| Итого:   |     |   |  | 108  |   |   |         |

## 5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используется технология традиционного обучения (лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента)

Ведущей деятельностью в процессе обучения является учебная деятельность студентов, характеризующаяся действующей системой познавательных процессов, начиная с восприятия информации и заканчивая сложнейшими творческими процессами, способностями общего и частного характера, эмоциональными явлениями, которые мотивируют многие системы учебных действий, а так же общими и частными мотивациями.

Подготовка к занятиям заключается в работе с конспектом лекций по данной теме, в изучении соответствующего раздела учебника или учебно-методического пособия, в просмотре дополнительной литературы. Лабораторная работа выполняется в аудитории, оснащенной персональными компьютерами и необходимым программным обеспечением. Отчет по выполненной работе подготавливается и заполняется студентом самостоятельно.

Для проведения лабораторных работ используются:

- методические рекомендации по выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения;
- программные пакеты.

Промежуточный контроль знаний студентов проводится на основании проведения контрольных опросов при защите лабораторных и самостоятельных работ.

## 6. Методические указания по освоению дисциплины

При работе над разделами дисциплины:

- старайтесь следовать порядку изучения тем, не перескакивайте с темы на тему, не торопитесь, вдумчиво изучите предложенные материалы;
- при изучении тем для наиболее полного понимания описанных вопросов рекомендуется пользоваться всей литературой, приписанной к дисциплине.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции<br>(или ее части) | Наименование<br>оценочного средства                     |
|---------|--|---|
| 2       | ПК-1   | Лабораторные работы № 1-7<br>Вопросы к зачету № 1-18    |
| 2       | ПК-2   | Лабораторные работы № 8-9<br>Вопросы к экзамену № 19-35 |

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

Предусмотрено 9 лабораторных работ.

Лабораторная работа №1. Основы работы в системе Matlab.

Лабораторная работа №2. Итерационные методы решения уравнений. Символьные решения.

Лабораторная работа №3. Интерполяция и экстраполяция.

Лабораторная работа №4. Регрессионный анализ.



Лабораторная работа №5. Оценка параметров статистической выборки.

Лабораторная работа №6 Статистическая обработка результатов эксперимента

Лабораторная работа №7. Численное интегрирование и дифференцирование. Решение дифференциальных уравнений прочности и теплопередачи в сварочном электроде

Лабораторная работа №8. Моделирование прочности стыкового сварного шва.

Лабораторная работа №9. Моделирование поля распределения температур в сварной конструкции

Форма отчета по лабораторным работам стандартная для всех семи.

1. Цель работы.
2. Задачи работы.
3. Применяемые программные ресурсы.
4. Полученные результаты.
5. Выводы.

Требования к отчету. Отчет оформляется на листах формата А4. Структура отчета.

Титульный лист. Основная часть, см. «Форма отчета...».

#### **Критерии оценки:**

Оценка «зачтено» выставляется студенту если он непосредственно выполнял лабораторную работу, отчет оформлен в соответствии с требованиями, ответил на вопросы по работе.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту если он непосредственно работу не выполнял, воспользовался результатами своих коллег, форма отчета не соответствует требованиям, не смог ответить ни на один вопрос, касающийся существа работы.

### **7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр 2

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Вопросы к зачету</b>  |
|------------------|--|
| 1.               | Основные понятия: модель, физическая модель, математическая модель |
| 2.               | Напряжения и деформации.   |
| 3.               | Уравнения энергии. Уравнение сплошности                            |
| 4.               | Уравнение деформации стержня                                       |
| 5.               | Уравнение теплопроводности стержня                                 |
| 6.               | Методы решения задач моделирования в машиностроении                |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Вопросы к зачету</b>  |
|------------------|--|
| 7.               | Математические модели прочности сварных конструкций.                                     |
| 8.               | Математические модели тепловых процессов в сварных конструкциях.                         |
| 9.               | Магнитогидродинамические модели сварочной дуги   |
| 10.              | Математические модели явлений и процессов, происходящих в жидком металле сварочной ванны |
| 11.              | Численные методы решения задач механики сплошных сред                                    |
| 12.              | Основные понятия метода конечных элементов   |
| 13.              | Характеристики конечных элементов  |
| 14.              | Классификация конечных элементов   |
| 15.              | Этапы решения задач методом конечных элементов   |
| 16.              | Особенности работы в системе Matlab. Входной язык системы. Типы данных                   |
| 17.              | Как в системе Matlab происходят вычисления с векторами и матрицами                       |
| 18.              | Графика в системе Matlab.  |
| 19.              | Символьные вычисления в системе Matlab.  |
| 20.              | Общие сведения о возможностях обработки экспериментальных данных в системе               |
| 21.              | Примеры работы с типами данных в системе Matlab.   |
| 22.              | Примеры работы с операторами и функциями в системе Matlab.                               |
| 23.              | Примеры работы с управляющими структурами в системе Matlab.                              |
| 24.              | Численное интегрирование   |
| 25.              | Численное дифференцирование  |
| 26.              | Символьное интегрирование.   |
| 27.              | Символьное дифференцирование.  |
| 28.              | Случайные величины и события, методы их генерации и область их применения.               |
| 29.              | Математическое обеспечение в системах САПР.  |
| 30.              | Суть компьютерного моделирования.  |
| 31.              | Планирование эксперимента.   |
| 32.              | Регрессивный и корреляционный анализ результатов испытаний.                              |
| 33.              | Законы распределения, наиболее распространённые в технике.                               |
| 34.              | Элементы теории вероятностей, используемые в математической статистике.                  |
| 35.              | О сновы вероятностных методов анализа и моделирования систем.                            |

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

| <b>Семестр</b> | <b>Форма проведения промежуточной аттестации</b> | <b>Критерии и нормы оценки</b> |  |
|----------------|--|--------------------------------|--|
| 1              | Зачет  | «зачтено»                      | Студент дал правильные и содержательные ответы на 2 вопроса билета, дал необходимые пояснения. Студент демонстрирует знания в полном объеме предметной области |
|                |  | «не зачтено»                   | Студент не дал правильного ответа на 1 вопрос билета   |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители                               | Заглавие (заголовок)   | Тип (учебник, учебное<br>пособие, учебно-<br>методическое пособие,<br>практикум, др.) | Год издания | Количество в<br>научной<br>библиотеке /<br>Наименование<br>ЭБС |
|----------|---|--|---|-------------|--|
| 1        | Божко А.Н., Волосатова<br>Т.М., Грошев С.В. и др. | Основы автоматизированного<br>проектирования   | Учебник   | 2020        | ЭБС<br>"ZNANIUM.CO<br>M"                                       |
| 2        | Бахвалов Н.С., Жидков<br>Н.П., Кобельков Г.М.     | Численные методы   | Учебник   | 2020        | ЭБС "IPRbooks"   |
| 3        | Белов П.С., Драгина О.Г.                          | Системы автоматизированного<br>проектирования технологических<br>процессов                                 | Учебное пособие   | 2020        | ЭБС "IPRbooks"   |
| 4        | Воскобойников Ю.Е.                                | Регрессионный анализ данных в пакете<br>MATHCAD  | учебное пособие   | 2022        | ЭБС<br>«Лань»  |
| 5        | Трухан, А.А.,<br>Огородникова Т.В.                | Обыкновенные дифференциальные<br>уравнения и методы их решения: Ряды.<br>Элементы вариационного исчисления | учебное пособие   | 2022        | ЭБС<br>«Лань»  |

## 8.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители                  | Заглавие (заголовок)   | Тип (учебник, учебное<br>пособие, учебно-<br>методическое пособие,<br>практикум, др.) | Год издания | Количество в<br>научной<br>библиотеке /<br>Наименование<br>ЭБС |
|----------|--------------------------------------|--|---|-------------|--|
| 1        | Круковская Т.Ю.                      | Введение в итерационные методы   | учебное пособие   | 2022        | ЭБС<br>«Лань»  |
| 2        | Карманов Ф.И.,<br>Острейковский В.А. | Статистические методы обработки<br>экспериментальных данных с<br>использованием пакета MathCad | учебное пособие   | 2015        | ЭБС<br>«ZNANIUM.COM»   |

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2019 – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004 – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000 – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: Springer Nature, 1842 – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018 – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО                                 | Реквизиты договора<br>(дата, номер, срок действия)  |
|-------|---|---|
| 1     | Matlab R2013b                                   | Договор № 652/2014 от 07.07.2014 г., срок действия - бессрочно  |
| 2     | Windows:<br>WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL<br>Acdmc | договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно;<br>контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно |
| 3     | OfficeStd 2019 RUS OLP NL<br>Acdmc              | Контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно  |

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

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)   | Перечень основного оборудования   |
|-------|---|---|
| 1     | Компьютерный класс.<br>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.<br>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.<br>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).<br>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций<br>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и | Доска аудиторная (меловая), Столы компьютерные, Столы для заседаний, стулья, Системные блоки, Мониторы, Принтер “HP” LaserJet 1010. Экран для проектора настенный, Проектор Шкаф книжный, Программное обеспечение: Siemens NX9.0 – 17 точек доступа, Аскон Компас 3D – 17. точек доступа, Delcam PowerShape – 15. точек доступа, Microsoft Office – 17 точек доступа, CATIA – 7 точек доступа, TeamCenter Siemens PLM |

| №<br>п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)   | Перечень основного оборудования  |
|----------|---|--|
|          | промежуточной аттестации. (Е-404)   | Software   |
| 2        | Компьютерный класс.<br>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.<br>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.<br>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).<br>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций<br>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-406) | Доска передвижная, Столы компьютерные, Стулья, Системные блоки, Мониторы, Координатно-измерительный манипулятор «Micro Scribe 3D», Принтер “HP”LaserJet1010. Экран для проектора, настенный, Проектор, Сейф, Программное обеспечение:Siemens NX9.0 – 15 точек доступа, Аскон Компас 3D – 15 точек доступа, Delcam PowerMill – 15. точек доступа, Delcam PowerInspect – 15 точек доступа, Delcam PowerShape – 15. точек доступа, MicrosoftOffice – 15. точек доступа, Autoform 4.2 - 5. точек доступа, LS-DYNA- 10 точек доступа,DEFORM - 10 точек доступа,Matlab - 5 точек доступа,TeamCenter Siemens PLM Software -10 точек доступа,TEBIS- 10 точек доступа |
| 3        | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)  | Столы, стулья, компьютеры  |
| 4        | Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)  | Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.  |