

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Сварка и металлургия»

Рабочая программа
по дисциплине
Б.1.3.3.1. «Математические и компьютерные методы моделирова-
ния физических процессов»

по направлению 15.03.01 «Машиностроение»
профиля «Оборудование и технология сварочного производства»

форма обучения – заочная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 4

практические занятия – 6

самостоятельная работа – 62

зачет – 7 семестр

Контрольная работа - 1

Рабочая программа составлена на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 03.09.2015 № 957;
- учебного плана СГТУ по направлению 15.03.01 «Машиностроение» (квалификация - бакалавр).

Дисциплина входит в цикл Б.1.3.3.1 учебного плана.

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цель преподавания дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является развитие у студентов навыков моделирования физических процессов и исследование моделей с помощью компьютерного эксперимента.

1.2. Задачи изучения дисциплины:

- построение физических и математических моделей технических объектов, в т. ч. регрессионных;
- составление алгоритмов и программ моделирования;
- исследование моделей с помощью вычислительного эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Усвоение материалов данной дисциплины тесно взаимосвязано со знаниями обучающихся в рамках дисциплин физика, химия, механика сплошных сред, теоретическая и техническая механика, сопротивление материалов, материаловедение, технология конструкционных материалов, металлургические технологии, теория тепломассопереноса.

Моделирование физических процессов в сварочном производстве базируются на знаниях теории ОМД, основных закономерностях пластической деформации металлов, на знаниях, полученных при изучении дисциплин общеобразовательного и общетехнического циклов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: 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-2).

Студент должен знать:

- математические методы исследования моделей технических объектов;
- методы статистического моделирования;

- методы математического планирования экспериментов и построения регрессионных моделей.

Студент должен уметь:

- строить физические модели технологических процессов и оборудования сварки и пайки;
- строить математические модели и регрессионные зависимости;
- исследовать модели с помощью имитационного компьютерного эксперимента.

Студент должен владеть: методами создания и использования математических моделей для совершенствования и оптимизации технологии.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы				
				всего	лек.	колл.	пр.з.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1	1	Методы моделирования физических систем. Типы моделей.	17	1			16
		2	Моделирование с помощью систем алгебраических и дифференциальных уравнений. Методы решения систем. Оптимизация моделей	19	1	-	2	16
II		3	Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло. Построение моделей по экспериментальным данным. Методы идентификации систем	19	1		2	16
		4	Фрактальные и перколяционные модели. Метод молекулярной динамики	17	1		2	14
		Итого:		72	4		6	62

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Введение. Предмет курса и его задачи. Роль моделирования в научно-технических исследованиях. Задачи моделирования, основные определения и понятия. Методика моделирования. Общая схема моделирования. Статические и динамические модели. Модели матфизики. Статистическое моделирование.	1 [1-4], [15],
2			Построение моделей с помощью систем алгебраических уравнений. Методы решения систем. Погрешности вычислений. Метод Ньютона.	2
2			Построение моделей с помощью систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы и погрешности интегрирования систем. Устойчивость разностных схем. Схема Рунге-Кутты.	3
2			Построение моделей с помощью дифференциальных уравнений в частных производных. Типы уравнений и их конечно-разностная аппроксимация. Уравнения диффузии и теплопроводности. Волновое уравнение.	4
2	2	2	Оптимизация моделей. Классификация методов. Условная и безусловная оптимизация. Функция цели и параметры оптимизации. Методы Ньютона, покоординатного и наискорейшего спуска. Математическое программирование. Линейные, динамические, стохастические оптимизационные модели.	5
3			Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло. Построение моделей по экспериментальным данным. Методика планирования эксперимента. Уровень и интервал варьирования. Построение полного факторного эксперимента. Полуреплика. Регрессионный	6

			анализ. МНК. Выбор вида модели. Составление плана эксперимента. Построение модели. Адекватность модели. Анализ результатов. Методы идентификации систем	
4			Фрактальные и перколяционные модели физических процессов. Методы определения фрактальной размерности. Фрактальные модели агрегации. Методы молекулярной и нелинейной динамики.	8

6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Наименование коллоквиума	Учебно-методическое обеспечение
1	2		3	
			Коллоквиумов нет	

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего час.	№ практ. з.	Тема практического занятия. Задания, вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	2	1	Моделирование с помощью систем алгебраических уравнений	1
2			Моделирование с помощью систем обыкновенных дифференциальных уравнений	
2			Моделирование динамической системы Лоренца	
2	2	2	Моделирование тепловых процессов при сварке. Движение теплового источника в пластине	
3			Описание экспериментальных данных с помощью нелинейного метода наи-	2

			меньших квадратов.	
3	2	3	Построение и исследование регрессионных моделей процессов с планированием эксперимента. Проверка моделей на значимость регрессии и адекватность.	3
3			Статистическое моделирование. Моделирование систем массового обслуживания методом Монте-Карло.	4
3			Статистическое моделирование. Моделирование надежности изделий методом Монте-Карло.	
4			Моделирование фрактальных объектов	5

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	7	Методы решения систем алгебраических уравнений..	1
	7	Методы решения систем дифференциальных уравнений	5
2	7	Оптимизация моделей	7
	7	Математическое планирование экспериментов	2
	7	Критерии значимости регрессии и адекватности моделей	3
3	7	Метод клеточных автоматов	7
	7	Методы нелинейной динамики	6
4	7	Перколяционные и фрактальные модели	5
	6	Моделирование методом частиц	8

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа учебным планом не предусмотрена.

11. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Компетенции, знания, навыки и умения оцениваются в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01. В процессе освоения дисциплины осуществляется формирование следующих компетенций:

Профессиональные компетенции (ПК):

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-2).

Успешное освоение компетенции достигается путем освоения теоретического материала (30%), освоения практических методов решения задач математического анализа и линейной алгебры (40%), осуществления самостоятельной работы над темами дисциплины (30%).

Контроль освоения дисциплины проходит в форме экзаменов, в сочетании отчета по теоретическим вопросам курса на коллоквиумах, отчетов по индивидуальным домашним заданиям и контрольных вопросов по тестам.

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме зачета в сочетании различных форм (тестирования и собеседования). Успешное освоение компетенций достигается путем выполнения теоретического отчета (50%), решения практического задания (50%).

13.1 Составляющие компетенций

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-2).

Части компонентов	Технология формирования	Средства и технологии оценки
3	4	5
Знает: методы моделирования тех-	Лекции	Тестирование

нических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.	Самостоятельная работа Семинары в диалоговом режиме, в виде групповых дискуссий	
Умеет: 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	Практические работы с использованием активных и интерактивных приемов обучения Самостоятельная работа	Рефераты Тестирование
Владеет: навыками моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа	Зачет

13.2 Уровни освоения компетенций

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-2*).

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
3	4
Пороговый (удовлетворительно)	Знает: математические методы исследования моделей технических объектов
	Умеет строить элементарные модели физических процессов при сварке
	Владеет: Методами решения систем алгебраических уравнений
Продвинутый (хорошо)	Знает: методы статистического моделирования;
	Умеет: строить математические модели и регрессионные зависимости

	Владеет: Методами решения систем дифференциальных уравнений
Высокий (отлично)	Знает: методы математического планирования экспериментов и построения регрессионных моделей
	Умеет: исследовать модели с помощью имитационного компьютерного эксперимента
	Владеет: методами создания и использования математических моделей для совершенствования и оптимизации технологии.

13.3 Вопросы для зачета

1. Предмет курса и его задачи.
 2. Роль моделирования в научно- технических исследованиях.
 3. Задачи моделирования, основные определения и понятия.
 4. Методика моделирования. Общая схема моделирования.
 5. Выбор моделируемых свойств и отношений.
 6. Средства моделирования.
 7. Особенности физического, математического и функционального моделирования. Моделирование на ЭВМ.
 8. Методы создания моделей.
 9. Планирование эксперимента
 10. Построение моделей с помощью систем алгебраических уравнений.
- Методы решения систем.
11. Построение моделей с помощью систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы решения систем.
 12. Построение моделей с дифференциальных уравнений в частных производных. Методы решения.
 13. Модели физических систем
 14. Методика планирования эксперимента.
 15. Уровень и интервал варьирования.
 16. Построение полного факторного эксперимента. Полуреплика.
 17. Обработка результатов эксперимента. Ошибка опытов.
 18. Однородность дисперсий и ее стат. проверка.
 19. Регрессионный анализ. МНК.
 20. Выбор вида модели.
 21. Составление плана эксперимента. Построение модели.
 22. Адекватность модели. Анализ результатов.
 23. Оптимизация моделей.
 24. Фактор и параметр оптимизации.
 25. Математическое программирование.
 26. Структурная и параметрическая схема оптимизации.
 27. Системный подход к оптимизации процессов
 28. Линейные оптимизационные модели. Область применения.
 29. Динамические оптимизационные модели. Практическое применение.

30. Стохастические оптимизационные модели.
31. Методы идентификации параметров систем
32. Фрактальные и перколяционные модели.
33. Метод молекулярной динамики
34. Методы нелинейной динамики
35. Метод клеточных автоматов

Вопросы для экзамена

Экзамен учебным планом не предусмотрен

14. Образовательные технологии

В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий в виде компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, учебных фильмов.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

1. Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint или их аналоги для просмотра и редактирования текста и презентаций).
2. Проигрыватель Windows Media (или аналогичная программа для просмотра видеофильмов с установленными кодеками последней доступной версии),
3. Adobe Acrobat Reader (или аналогичная программа для просмотра PDF-файлов)
4. Adobe Flash Player (или аналогичная программа для просмотра flash-анимации).
5. Программный пакет MathCad и MatLab.

Практические занятия проводятся в дисплейном классе. Пакет программ для моделирования составлен в среде Mathcad.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20% аудиторных занятий.

В учебном процессе при изучении дисциплины используются следующие формы проведения занятий:

- теоретические лекции с изложением определений основных понятий, изучаемых в рамках дисциплины, подробным описанием и доказательством наиболее важных свойств этих понятий и их взаимосвязей друг с другом;
- практические занятия с более подробным изучением основных свойств понятий, изучаемых в рамках дисциплины, выяснением их взаимосвязей друг с другом;
- индивидуальные и коллективные консультации с активным участием обучающихся по наиболее сложным частям теоретического материала дисциплины и по решению задач повышенной сложности;
- индивидуальные коллоквиумы по наиболее сложным частям теоретического материала дисциплины;

- самостоятельная работа по решению прикладных задач с целью развития самостоятельного умения и последующее обсуждение проделанной работы во время индивидуальных и коллективных консультаций;
- самостоятельная работа по выполнению индивидуальных заданий по основным разделам дисциплины.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Основная

1. Методы математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.В. Гриняев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 148 с.
Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13862>
2. Жуков К.Г. Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW [Электронный ресурс]/ Жуков К.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 680 с.— Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8002>.
3. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маликов Р.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2010.— 368 с. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12015>.
4. Матюшкин И.В. Моделирование и визуализация средствами MATLAB физики наноструктур [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матюшкин И.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2011.— 168 с.
Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13280>.

Дополнительная

5. Лейцин В.Н. Моделирование связанных процессов в реагирующих средах [Электронный ресурс]: монография/ Лейцин В.Н., Дмитриева М.А.— Электрон. текстовые данные.— Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2012.— 241 с.
Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23805>.
6. Развитие дефектов при конечных деформациях. Компьютерное и физическое моделирование [Электронный ресурс]/ В.А. Левин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 391 с.
Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17409>.
7. Зализняк В.Е. Основы вычислительной физики. Часть 2. Введение в методы частиц [Электронный ресурс]/ Зализняк В.Е.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006.— 156 с.
Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16584>.
8. Кондратьев А.С. Физика [Электронный ресурс]: задачи на компьютере/ Кондратьев А.С., Ляпцев А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 398 с.
Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17500>.

16. Материально-техническое обеспечение

Перечень и описание помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: учебно-научная лаборатория, со вспомогательными помещениями, оснащенными для профилактического обслуживания учебного оборудования.

Электронная библиотека вуза:

<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/mellib>

Электронная информационно-образовательная среда:

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/SM/15.03.01z>

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office, Mathcad.

Используемая вычислительная техника: персональные компьютеры с установленными лицензионными программными комплексами Microsoft Office, Mathcad.

Перечень оборудования информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: система мультимедиа, состоящая из проектора, акустической системы, персонального компьютера с установленными лицензионными программными комплексами Microsoft Office, Mathcad.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 15.03.01 «Машиностроение» (степень «бакалавр»).