

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.10.02
(шифр дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы поддержки инженерных расчетов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО)

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ
(направленность (профиль))

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	2											
Часов по РУП	72											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены			Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
				8							9	
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам								2				2
Лекции								18				18
Лабораторные												
Практические								18				18
Контактная работа								36				36
Сам. работа								36				36
Контроль ¹												
Итого								72				72

Тольятти 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО/ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры _____
ОТМП _____ (протокол заседания № 1 от «31» августа 2018 г.).



Рецензент

(должность, ученое звание, степень)

«___» _____ 20__ г.

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Срок действия рабочей программы дисциплины до «___» _____ 20__ г.

Срок действия утвержденной РПД: для программ бакалавров – 4 года; для программ магистров – 2 года; для программ специалистов – 5 лет.

Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.

Протокол заседания кафедры № _____ от «___» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(выпускающей направление (специальность))

«___» _____ 20__ г.

(подпись)

Н.Ю. Логинов

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ
дисциплины (учебного курса)
Б1.В.ДВ.10.02 Системы поддержки инженерных расчетов
(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)

Цель – сформировать у обучающихся знания, умения и приобретение опыта применения методов математического моделирования (разработка математических моделей, применение численных методов решения различных задач, использование современных математических пакетов для решения задач математического моделирования) при синтезе и исследований систем автоматического контроля и управления технологическими процессами.

Задачи:

1. Дать знания по общим принципам и тенденциям построения математических моделей технических систем, объектов и процессов.
2. Освоить численные методы для проектирования технологических систем.
3. Ознакомить с современным программным обеспечением для автоматизированного проектирования.
4. Обучить навыкам разработки математических моделей отдельных подсистем и их программной реализации на ЭВМ.

2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – Высшая математика, Основы информационной культуры, Физика, Автоматизация технологических процессов в машиностроении, Теория автоматического управления, Технология машиностроения.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – для выполнения студентами выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
– способность решать	Знать:

стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2)	<ul style="list-style-type: none"> • основные понятия, задачи и цели моделирования; • классификацию моделей и видов моделирования; • методы построения математического описания объектов.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для составления математического описания объекта моделирования.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составления полной структурной схемы вещественно-энергетических потоков технологического процесса протекающего в технологическом объекте управления; • разработки динамических и статических пространственно-распределенных математических моделей технологических процессов.
– способность выполнять работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа (ПК-12)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • численные методы решения различных задач; • методы восстановления эмпирических зависимостей; • методы аналитического моделирования; • методы имитационного моделирования.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • решать составленные уравнения (системы уравнений) модели с помощью современных математических пакетов.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами математического анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях в области разработки АСУ ТП с использованием современных математических пакетов.

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Общие вопросы математического моделирования	Общие вопросы математического моделирования
	Интерполяция по общей формуле Лагранжа
	Интерполяция табличных данных по формулам Лагранжа
	Процесс построения математической модели
	Полиномиальная аппроксимация
	Чебышевская аппроксимация
	Суть компьютерного моделирования
	Экспоненциальная регрессия

	Полиномиальная регрессия
Различные методы решения нелинейных уравнений	Различные методы решения нелинейных уравнений
	Линейная регрессия общего вида
	Нелинейная регрессия общего вида
	Вычислительные эксперименты с математическими моделями, имитирующими поведение реальных объектов, процессов или систем
	Преобразование Лапласа
	Случайные величины и события, методы их генерации и область их применения
	Линейное сглаживание по пяти точкам
	Нелинейное сглаживание по семи точкам
Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками	Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками
	Вычисление характеристик системы по ее операторной характеристике
	Алгоритмы и методы генерации равномерно распределенных случайных чисел
	Моделирование логических функций
	Метод и алгоритм решения систем линейных уравнений методом Гаусса
	Колебания и резонанс в механической системе
	Классический спектральный анализ и синтез

Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 2 ЗЕТ.

4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Системы поддержки инженерных расчетов Семестр изучения 8

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекоменду- емая лите- ратура (№)
		Аудиторные занятия (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
1.	1.1. Общие вопросы ма- тематического моделиро- вания.	1		1			2	работа с раздаточ- ным материалом Выполнение кон- трольной работы.	мультимедийные средства	Поверка конспекта лекций	1, 2, 3, 4
	1.2. Интерполяция по об- щей формуле Лагранжа.	1		1		Практическая работа №1 с применением компью- терной техники	2	работа с раздаточ- ным материалом	компьютерный класс	отчет в элек- тронном виде	1, 2, 3, 4
	1.3. Интерполяция таб- личных данных по фор- мулам Лагранжа.	1		1		Практическая работа №1 с применением компью- терной техники	2	работа с раздаточ- ным материалом	компьютерный класс	отчет в элек- тронном виде	1, 2, 3, 4
	1.4. Процесс построения математической модели.	1		1		Практическая работа №1 с применением компью- терной техники	2	работа с раздаточ- ным материалом	компьютерный класс	отчет в элек- тронном виде	1, 2, 3, 4
	1.5.Полиномиальная ап- проксимация.	1		1		Практическая работа №2 с применением компью- терной техники	2	работа с раздаточ- ным материалом	компьютерный класс	отчет в элек- тронном виде	1, 2, 3, 4
	1.6. Чебышевская аппрок- симация.	1		1		Практическая работа №2 с применением компью- терной техники	2	работа с раздаточ- ным материалом	компьютерный класс	отчет в элек- тронном виде	1, 2, 3, 4
	1.7. Суть компьютерного моделирования.	1		1		Практическая работа №3 с применением компью- терной техники	2	работа с раздаточ- ным материалом	компьютерный класс	отчет в элек- тронном виде	1, 2, 3, 4

	1.8.Экспоненциальная регрессия.	1				Практическая работа №3 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	1.9.Полиномиальная регрессия.	1				Практическая работа №3 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
2.	2.1. Различные методы решения нелинейных уравнений.	1				Практическая работа №4 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	2.2. Линейная регрессия общего вида.			1		Практическая работа №4 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	2.3. Нелинейная регрессия общего вида.			1		Практическая работа №5 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	2.4.Вычислительные эксперименты с математическими моделями, имитирующими поведение реальных объектов, процессов или систем.	1		1			1	работа с раздаточным материалом Выполнение контрольной работы.	мультимедийные средства	Поверка конспекта лекций	1, 2, 3, 4
	2.5.Преобразование Лапласа.	1				Практическая работа №5 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	2.6. Случайные величины и события, методы их генерации и область их применения.			1			1	работа с раздаточным материалом Выполнение контрольной работы.	мультимедийные средства	устный опрос	1, 2, 3, 4
	2.7. Линейное сглаживание по пяти точкам.	1				Практическая работа №6 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	2.8. Нелинейное сглажи-			1		Практическая работа №6	1	работа с раздаточ-	компьютерный	отчет в	1, 2, 3, 4

	вание по семи точкам.					с применением компью- терной техники		ным материалом	класс	элек- тронном виде	
3.	3.1. Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками.	1		1			1	работа с раздаточным материалом Выполнение контрольной работы.	мультимедийные средства	устный опрос	1, 2, 3, 4
	3.2. Вычисление характеристик системы по ее операторной характеристике.	1		1		Практическая работа №6 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	3.3. Алгоритмы и методы генерации равномерно распределенных случайных чисел.	1		1		Практическая работа №7 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	3.4. Моделирование логических функций.	1		1		Практическая работа №7 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	3.5. Метод и алгоритм решения систем линейных уравнений методом Гаусса.	1				Практическая работа №7 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	3.6. Колебания и резонанс в механической системе.			1		Практическая работа №8 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	3.7. Классический спектральный анализ и синтез.			1		Практическая работа №8 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
Итого:		18		18			36				
72											

5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Защита отчёта по лабораторной работе №1-№20	Выполнение соответствующих лабораторных работ при наличии отчётов о проделанной работе в рекомендуемой форме	Работы оцениваются по бинарной системе (отработана / не отработана). Критерии оценки: <ul style="list-style-type: none"> • полнота и точность выполнения лабораторных работ; • соответствие выполненных работ выданному заданию.
Защита контрольной работы	Выполнение контрольной работы в рекомендуемой форме	Работа оценивается по бинарной системе (зачтено / не зачтено). Критерии оценки: <ul style="list-style-type: none"> • полнота и точность выполнения контрольной работы; • соответствие выполненной работы выданному заданию.

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачёт по теоретическому материалу дисциплины	Выполнение всех предусмотренных лабораторных работ с оценкой «отработана» Выполнение контрольной работы с оценкой «зачтено»	«зачтено»	Понимание студентом материала курса: <ul style="list-style-type: none"> • студент грамотно, с пониманием, отвечает на поставленные вопросы, ориентируется в терминологии курса; в справочных материалах
		«не зачтено»	Недостаточное понимание материала курса: <ul style="list-style-type: none"> • студент теряется в терминологии курса, не ориентируется в основных понятиях, затрудняется при ответе на вопросы, не может вести грамотный диалог по задачам и проблемам, рассматриваемым в дисциплине

6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено учебным планом

7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

№ п/п	Темы
1	Случайные величины и события, методы их генерации и область их применения
2	Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками
3	Преобразование Лапласа
4	Вычисление характеристик системы по ее операторной характеристике
5	Алгоритмы и методы генерации равномерно распределенных случайных чисел
6	Моделирование логических функций

8. Вопросы к зачету

№ п/п	Вопросы
1	Общие вопросы математического моделирования
2	Имитационные модели
3	Интерполяция по общей формуле Лагранжа
4	Интерполяция табличных данных по формулам Лагранжа
5	Процесс построения математической модели
6	Полиномиальная аппроксимация
7	Чебышевская аппроксимация
8	Суть компьютерного моделирования
9	Экспоненциальная регрессия
10	Полиномиальная регрессия
11	Различные методы решения нелинейных уравнений
12	Линейная регрессия общего вида
13	Нелинейная регрессия общего вида
14	Вычислительные эксперименты с математическими моделями, имитирующими поведение реальных объектов, процессов или систем
15	Линейное сглаживание по пяти точкам
16	Нелинейное сглаживание по семи точкам
17	Случайные величины и события, методы их генерации и область их применения
18	Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками
19	Преобразование Лапласа
20	Вычисление характеристик системы по ее операторной характеристике
21	Алгоритмы и методы генерации равномерно распределенных случайных чисел
22	Моделирование логических функций
23	Затухающие и нарастающие колебания
24	Метод и алгоритм решения систем линейных уравнений методом Гаусса
25	Колебания и резонанс в механической системе
26	Классический спектральный анализ и синтез
27	Суть компьютерного моделирования
28	Моделирование технологических процессов

29	Математическое обеспечение при автоматизации
30	Моделирование систем автоматического управления технологическими процессами
31	Общие вопросы математического моделирования
32	Имитационные модели
33	Интерполяция по общей формуле Лагранжа
34	Интерполяция табличных данных по формулам Лагранжа
35	Процесс построения математической модели
36	Полиномиальная аппроксимация
37	Чебышевская аппроксимация
38	Суть компьютерного моделирования
39	Экспоненциальная регрессия
40	Полиномиальная регрессия
41	Различные методы решения нелинейных уравнений
42	Линейная регрессия общего вида
43	Нелинейная регрессия общего вида
44	Вычислительные эксперименты с математическими моделями, имитирующими поведение реальных объектов, процессов или систем
45	Линейное сглаживание по пяти точкам
46	Нелинейное сглаживание по семи точкам
47	Случайные величины и события, методы их генерации и область их применения
48	Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками
49	Преобразование Лапласа
50	Вычисление характеристик системы по ее операторной характеристике

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

9.1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
	Модуль 1. Общие вопросы математического моделирования.	ОПК-2, ПК-12	Отчет по выполнению практического задания 1 «Основы работы с программой «MathCAD». Отчет по выполнению практического задания 2 «Решение уравнений». Отчет по выполнению практического задания 3 «Интерполяция и предсказание»

	Модуль 2. Различные методы решения нелинейных уравнений.	ОПК-2, ПК-12	Отчет по выполнению практического задания 4 «Математическая обработка результатов экспериментальных данных». Отчет по выполнению практического задания 5 «Численное интегрирование и дифференцирование». Отчет по выполнению практического задания 6 «Решение обыкновенных дифференциальных уравнений».
	Модуль 3. Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками.	ОПК-2, ПК-12	Отчет по выполнению практического задания 7 «Решение дифференциальных уравнений в частных производных». Отчет по выполнению практического задания 8 «Спектральный анализ и синтез».

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

Комплект заданий для практических работ.

9.2.1. Лабораторная работа №1

Основы работы с программой «MathCAD»

Порядок выполнения практической работы №1.

Задание 1.

Вычислить:

1) $\sqrt{100}$; 2) $|-10|$; 3) $10! =$.

Это и все остальные задания снабдить комментариями, используя команды "Text" → "Create Text Region" или "Text" → "Create Text Paragraph".

Задание 2.

1) Определить переменные:

$a := 3.4$; $b := 6.222$; $c \equiv 0.149$; (причем переменную c – глобально).

2) Вычислить значения выражения:

$$Z := \frac{2ab + \sqrt[3]{c}}{\sqrt{(a^2 + b^{a+c}) \cdot c}}; \quad N := e^{\sin c} \cdot \cos \frac{a}{b}.$$

3) С помощью команды "Math" → "Numerical Format" → "Displayed Precision" изменить точность отображения результатов вычисления глобально.

Задание 3.

Вывести на экран значение *системной константы* π и установить максимальный формат её отображения *локально*.

Задание 4.

Выполнить следующие операции с комплексными числами:

$$Z := -3 + 2i; |Z| = ; \operatorname{Re}(Z) = ; \operatorname{Im}(Z) = ; \arg(Z) = ; \sqrt{Z} = ; \sqrt{-5} = ; 2Z = ; Z1 := 1 + 2i; Z2 := 3 + 4i; Z1 + Z2 = ; Z1 - Z2 = ; Z1 \cdot Z2 = ; Z1/Z2 = .$$

Задание 5.

Выполнить следующие операции:

$$i := 1 \dots 10; \sum_i i = ; \prod_i (i + 1) = ; \int_0^{0.4} x^2 \cdot \lg(x + 2) dx = ; \int_{0.8}^{12} \frac{\operatorname{ctg} 2x}{(\sin 2x)^2} dx = ; x := 2;$$

$$\frac{d}{dx} x^5 = ; \frac{d}{dx} \sin(x) = .$$

Задание 6.

Определить векторы d , S и R через дискретный аргумент i . Отобразить графически, таблично заданные функции $R_i(d_i)$ и $S_i(d_i)$, используя команду Graphics → Create X-Y → Plot.

Чтобы оформить график, необходимо выполнить следующие команды.

i	d_i	S_i	R_i
0	0,5	3,3	2
1	1	5,9	3,9
2	1,5	7	4,5
3	2	6,3	3,7
4	2,5	4,2	1,2

- 1) Щелкнуть мышью на графике, чтобы выделить его, при этом MathCAD заменит меню Graphics на меню X-Y Plot.
- 2) Выбрать X-Y Plot → Format (появится диалоговое окно "Formatting Currently Selected X-Y Plot") и отформатировать график так, чтобы в каждой узловой точке графика функции $S_i(d_i)$ стоял знак вида \square (Traces → Symbol → box), а график функции $R_i(d_i)$ отобразить в виде гистограммы (Trace → type → bar).
- 3) Нанести линии сетки на график (X-Y Axes → Grid Lines) и отобразить легенду (Traces → Hide Legend).

Задание 7.

Построить декартовы (X-Y Plot) и полярные (Polar Plot) графики следующих функций:

$$X(\alpha) := \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha);$$

$$Y(\alpha) := 1.5 \cos(\alpha)^2 - 1;$$

$$P(\alpha) := \cos(\alpha).$$

Для этого необходимо определить α как дискретный аргумент на интервале от 0 до 2π с шагом $\pi/30$.

Определить по графику X-Y Plot координаты любой из точек пересечения графиков $Y(\alpha)$ и $P(\alpha)$, для этого необходимо:

- 1) Выделить график и выбрать X-Y Plot → Zoom (появится диалоговое окно "X-Y Zoom") для увеличения части графика в области точки пересечения;
- 2) На чертеже выделить пунктирным прямоугольником окрестность точки пересечения графиков $Y(\alpha)$ и $P(\alpha)$, которую нужно увеличить.
- 3) Нажать кнопку Zoom, чтобы перерисовать график.
- 4) Чтобы сделать это изображение постоянным, выбрать Accept.
- 5) Выбрать X-Y Plot → Trace (появится диалоговое окно "X-Y Trace").
- 6) Внутри чертежа нажать кнопку мыши и переместить указатель мыши на точку, чьи координаты нужно увидеть.
- 7) Выбрать Copy X (или Copy Y), на свободном поле документа набрать $X_{per} :=$ (или $Y_{per} :=$) и выбрать пункт меню Edit → Paste.
- 8) Вычислить значения функций $X(\alpha)$ и $Y(\alpha)$ при $\alpha := \pi/2$.

Задание 8.

Используя команду Math → Matrices создать матрицу Q размером 6 на 6, заполнить её произвольно и отобразить графически с помощью команды Graphics → Create Surface Plot.

Задание 9.

Построить график поверхности (Surface Plot) и карту линий уровня (Contour Plot) для функции двух переменных:

$$X(t, \alpha) := t \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha).$$

- 1) Определить функцию $X(t, \alpha)$.
- 2) Задать на осях переменных t и α по 41 точке ($i:=0..40, j:=0..40$): для переменной t_i со значениями, изменяющимися от -5 до 5 с шагом 0.25 ($t_i := -5 + 0.25i$), а для переменной α_j – от 0 до 2π с шагом $\pi/20$ ($\alpha_j := \pi/20 j$).
- 3) Определить матрицу $M_{i,j} := X(t_i, \alpha_j)$ и отобразить её графически.
- 4) С помощью команды Graphics \rightarrow 3D Plot Format вызвать диалоговое окно "3D Plot Format" и изменить:
 - характеристики просмотра (View \rightarrow Rotation \rightarrow Tilt),
 - цвета и линии поверхности (Color&Lines \rightarrow Shading),
 - параметры осей (Axes),
 - вид заголовка графика (Title).

Задание 10.

Используя переменную FRAME и команду Animation \rightarrow Create, создать анимационные клипы с помощью данных приведенных в таблице:

Варианты задания 10

№ варианта	Переменные	Функции	FRAME	Тип графика
1	$x := 0,0.1..30$	$f(x) := x + \text{FRAME}$	от 0 до 20	полярный (Polar Plot)
2	$i := 0..\text{FRAME}+1$	$g_i := 0,5 \cdot i \cdot \cos(i)$ $h_i := i \sin(i)$ $k_i := 2i$	от 0 до 50	трехмерный точечный график (3D Scatter Plot) границы на осях Min Max $x -50 \quad 50$ $y -50 \quad 50$ $z 0 \quad 50$
3	$i := 0..20$ $j := 0..20$	$f(x,y) := \sin(x^2 + y^2 + \text{FRAME})$ E) $x_i := -1,5 + 0,15i$ $y_j := -1,5 + 0,15j$	от 0 до 50	график поверхности (Surface Plot)
4	$r := \text{FRAME},$ $R := 6$ $m := 0..20$ $n := 0..20$	$x_{m,n} := (R + r \cos(v_n)) \cdot \cos(w_m)$ $y_{m,n} := (R + r \cos(v_n)) \sin(w_m)$ $z_{m,n} := r \sin(v_n)$	от 0 до 11	график параметрической поверхности (Surface Plot) (границы на всех осях установить от -11 до 11)

5	$r := \text{FRAME},$ $R := 6$ $m := 0..20$ $n := 0..20$	$x_{m,n} := (R + r \cos(v_n)) \cos(w_m)$ $y_{m,n} := (R + r \cos(v_n)) \sin(w_m)$ $z_{m,n} := r \sin(v_n)$	от 0 до 11	график параметрической поверхности (Surface Plot) (границы на всех осях установить от -11 до 11)
---	--	--	------------	--

9.2.2. Лабораторная работа №2

Решение уравнений

Порядок выполнения практической работы №2

Задание 1.

1) Построить график функции $f(x)$ и приблизительно определить один из корней уравнения.

2) Решить уравнение $f(x) = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$:

– с помощью встроенной функции Mathcad *root*;

– методом Ньютона (касательных), используя функцию *until*;

– методом итераций, используя функцию *until*.

3) Определить число итераций в каждом методе, с помощью функции *last*.

Варианты задания 1

№ варианта	$f(x)$	№ варианта	$f(x)$
1	$3 \sin \sqrt{x} + 0,35x - 3,8x;$ $x \in [2; 3]$	9	$e^x - e^{-x} - 2;$ $x \in [0; 1]$
2	$x - \frac{1}{3 + \sin 3,6x};$ $x \in [0; 1]$	10	$\sqrt{1-x} - \lg x;$ $x \in [0; 1]$
3	$\arccos x - \sqrt{1 - 0,3x^3};$ $x \in [0; 1]$	11	$\sqrt{2x^2 + 1,2 - \cos x} - 1;$ $x \in [0; 1]$
4	$\sqrt{1 - 0,4x^2} - \arcsin x;$ $x \in [0; 1]$	12	$\cos\left(\frac{2}{x}\right) - 2\sin\left(\frac{1}{x}\right) + \frac{1}{x};$ $x \in [1; 2]$
5	$3x - 14 + e^x - e^{-x};$ $x \in [2; 3]$	13	$0,1x^2 - x \cdot \ln x;$ $x \in [1; 2]$
6	$0,25x^3 + x - 2;$ $x \in [1; 2]$	14	$1 - x + \sin x - \ln(1 + x);$ $x \in [0; 2]$

7	$\arccos \frac{1-x^2}{1+x^2-x};$ $x \in \left[-\frac{1}{3}; 3\right]$	15	$e^{x-1} - x^3 - x;$ $x \in \left[-1; 1\right]$
8	$3x - 4 \ln x - 5; \quad x \in \left[-\frac{1}{4}; 4\right]$		

Задание 2.

Для полинома $g(x)$ выполнить следующие действия:

- 1) С помощью команды Symbolic \rightarrow Polynomial Coefficients создать вектор V , содержащий коэффициенты полинома.
- 2) Решить уравнение $g(x) = 0$ с помощью функции *polyroots*.
- 3) Решить уравнение символьно, используя команду Symbolic \rightarrow Solve for Variable.
- 4) разложить на множители, используя Symbolic \rightarrow Factor Expression.

Варианты задания 2

№ варианта	$g(x)$	№ варианта	$g(x)$
1	$x^4 - 2x^3 + x^2 - 12x + 20$	9	$x^4 + x^3 - 17x^2 - 45x - 100$
2	$x^4 + 6x^3 + x^2 - 4x - 60$	10	$x^4 - 5x^3 + x^2 - 15x + 50$
3	$x^4 - 14x^2 - 40x - 75$	11	$x^4 - 4x^3 - 2x^2 - 20x + 25$
4	$x^4 - x^3 + x^2 - 11x + 10$	12	$x^4 + 5x^3 + 7x^2 + 7x - 20$
5	$x^4 - x^3 - 29x^2 - 71x$	13	$x^4 - 7x^3 + 7x^2 - 5x + 100$
6	$x^4 + 7x^3 + 9x^2 + 13x - 30$	14	$x^4 + 10x^3 + 36x^2 + 70x + 75$
7	$x^4 + 3x^3 - 23x^2 - 55x - 150$	15	$x^4 + 9x^3 + 31x^2 + 59x + 60$
8	$x^4 - 6x^3 + 4x^2 + 10x + 75$		

Задание 3.

Решить систему линейных уравнений:

- 1) используя функции *Find*;
- 2) матричным способом, используя функцию *lsolve*.

Варианты задания 3

вариант	Система линейных уравнений	вариант	Система линейных уравнений
1	$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 8; \\ 3x_1 + 3x_3 = 6; \\ 2x_1 - x_2 + 3x_4 = 4; \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4. \end{cases}$	9	$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 5x_3 + x_4 = -4; \\ x_1 - 3x_2 - 6x_4 = -7; \\ 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 2; \\ x_1 + 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = -2. \end{cases}$
2	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 22; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 17; \\ x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = 8; \end{cases}$	10	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 26; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 = 34; \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = 26; \end{cases}$

	$x_1 - 2x_3 - 3x_4 = -7.$		$4x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26.$
3	$\begin{cases} 9x_1 + 10x_2 - 7x_3 - x_4 = 23; \\ 7x_1 - x_3 - 5x_4 = 37; \\ 5x_1 - 2x_3 + x_4 = 22; \\ 4x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26. \end{cases}$	11	$\begin{cases} 2x_1 - 8x_2 - 3x_3 - 2x_4 = -18 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 28; \\ x_2 + x_3 + x_4 = 10; \\ 11x_2 + x_3 + 2x_4 = 21. \end{cases}$
4	$\begin{cases} 6x_1 - x_2 + 10x_3 - x_4 = 158; \\ 2x_1 + x_2 + 10x_3 + 7x_4 = 128; \\ 3x_1 - 2x_2 - 2x_3 - x_4 = 7; \\ x_1 - 12x_2 + 2x_3 - x_4 = 17. \end{cases}$	12	$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 4x_3 + x_4 = 66; \\ 2x_2 - 6x_3 + x_4 = -63; \\ 8x_1 - 3x_2 + 6x_3 - 5x_4 = 146; \\ 2x_1 - 7x_2 + 6x_3 - x_4 = 80. \end{cases}$
5	$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 6x_3 + x_4 = 88; \\ 5x_1 + 2x_3 - 3x_4 = 88; \\ 7x_1 - 3x_2 + 7x_3 + 2x_4 = 181; \\ 3x_1 - 7x_2 + 5x_3 + 2x_4 = 99. \end{cases}$	13	$\begin{cases} 2x_1 - 3x_3 - 2x_4 = -16; \\ 2x_1 - x_2 + 13x_3 + 4x_4 = 213; \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 = 72; \\ x_1 - 12x_3 - 5x_4 = 159. \end{cases}$
6	$\begin{cases} x_1 - 2x_2 - 8x_4 = -7; \\ x_1 + 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = -8; \\ x_1 + x_2 - 5x_3 + x_4 = -10; \\ 2x_1 - x_2 + 2x_4 = 7. \end{cases}$	14	$\begin{cases} 7x_1 + 7x_2 - 7x_3 - 2x_4 = 5; \\ 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 8x_4 = 60; \\ 2x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 = 27; \\ 2x_1 - 2x_3 - x_4 = -1. \end{cases}$
7	$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + 6x_3 + x_4 = 15; \\ -x_2 + 2x_3 + x_4 = 18; \\ 4x_1 - 3x_2 + x_3 - 5x_4 = 37; \\ 3x_1 - 5x_2 + x_3 - x_4 = 30. \end{cases}$	15	$\begin{cases} 6x_1 - 9x_2 + 5x_3 + x_4 = 124; \\ 7x_2 - 5x_3 - x_4 = -54; \\ 5x_1 - 5x_2 + 2x_3 + 4x_4 = 83; \\ 3x_1 - 9x_2 + x_3 + 6x_4 = 45. \end{cases}$
8	$\begin{cases} 4x_1 - 5x_2 + 7x_3 + 5x_4 = 165; \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 - x_4 = -15; \\ 9x_1 + 4x_3 - x_4 = 194; \\ x_1 - x_2 - 2x_3 - 3x_4 = -19. \end{cases}$		

Задание 4.

- 1) Преобразовать нелинейные уравнения системы к виду $f_1(x) = y$ и $f_2(y) = x$.
- 2) Построить их графики и определить начальное приближение решения.
- 3) Решить систему нелинейных уравнений, используя функцию *Minerr*.

Варианты задания 4

вариант	Система нелинейных уравнений	вариант	Система нелинейных уравнений
1	$\begin{cases} \sin x + 2y = 2, \\ \cos(y - 1) + x = 0,7; \end{cases}$	9	$\begin{cases} \sin y + x = -0,4, \\ 2y - \cos(x + 1) = 0; \end{cases}$
2	$\begin{cases} \sin(x + 0,5) - y = 1, \\ \cos(y - 2) + x = 0; \end{cases}$	10	$\begin{cases} \sin(x + 2) - y = 1,5; \\ \cos(y - 2) + x = 0,5; \end{cases}$
3	$\begin{cases} \cos x + y = 1,5; \\ 2x - \sin(y - 0,5) = 1; \end{cases}$	11	$\begin{cases} \cos(x + 0,5) - y = 2; \\ \sin y - 2x = 1; \end{cases}$

4	$\begin{cases} \cos(x + 0,5) + y = 0,8; \\ \sin y - 2x = 1,6; \end{cases}$	12	$\begin{cases} \cos(x - 2) + y = 0; \\ \sin(y + 0,5) - x = 1; \end{cases}$
5	$\begin{cases} \sin(x - 1) = 1,3 - y; \\ x - \sin(y + 1) = 0,8; \end{cases}$	13	$\begin{cases} \cos(x + 0,5) + y = 1; \\ \sin(y + 0,5) - x = 1; \end{cases}$
6	$\begin{cases} \cos(x + 0,5) + y = 1; \\ \sin y - 2x = 2; \end{cases}$	14	$\begin{cases} \sin x - 2y = 1; \\ \cos(y + 0,5) - x = 2; \end{cases}$
7	$\begin{cases} -\sin(x + 1) + y = 0,8; \\ \sin(y - 1) + x = 1,3; \end{cases}$	15	$\begin{cases} 2y - \sin(x - 0,5) = 1; \\ \cos y + x = 1,5; \end{cases}$
8	$\begin{cases} \sin x - 2y = 1; \\ \sin(y - 1) + x = 1,3; \end{cases}$		

Задание 5.

Символьно решить системы уравнений:

$$\begin{cases} 3x + 4\pi y = a; \\ 2x + y = b. \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2y - \pi z = a; \\ \pi z - z = b; \\ 3y + x = c. \end{cases}$$

9.2.3. Лабораторная работа №3

Интерполяция и предсказание

Порядок выполнения практической работы №3

Задание 1.

Вычислить значения заданной функции $y_i = f(x_i)$ в узлах интерполяции $x_i = a + h_i$, где

$$h = \frac{(b - a)}{10}, i = 0, 1, \dots, 10, \text{ на отрезке } [a, b].$$

Варианты заданий 1...7

№ варианта	$f(x)$	$[a; b]$	№ варианта	$f(x)$	$[a; b]$
1	$\sin x^2$	$[0; 2]$	9	$x \cdot \cos(x + \ln(1 + x))$	$[1; 5]$
2	$\cos x^2$	$[0; 2]$	10	$10 \cdot \ln \frac{2x}{1+x}$	$[1; 5]$
3	$e^{\sin x}$	$[0; 5]$	11	$\sin x^2 \cdot e^{-(x/2)}$	$[0; 3]$
4	$\frac{1}{0,5 + x^2}$	$[0; 2]$	12	$\cos(x + \cos^3 x)$	$[0; 2]$

5	$e^{(x+\sin x)}$	[2; 5]	13	$\cos(x + e^{\cos x})$	[3; 6]
6	$\frac{1}{(1 + e^{-x})}$	[0; 4]	14	$\cos(2x + x^2)$	[0; 1]
7	$\sin(x + e^{\sin x})$	[0; 3]	15	$e^{\cos x} \cdot \cos x^2$	[0; 2]
8	$e^{-(x+1/x)}$	[1; 3]			

Задание 2.

По вычисленной таблице (x_i, y_i) провести параболическую интерполяцию.

- 1) Для нахождения коэффициентов искомого полинома (3.1) необходимо составить систему линейных алгебраических уравнений (3.3).
- 2) Систему уравнений решить матрично с использованием функции *lsolve*.
- 3) Построить график интерполяционного многочлена и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

Задание 3.

- 1) Для вычисленной табличной функции составить формулу интерполяционного многочлена Лагранжа, используя операторы суммирования и перемножения по дискретному аргументу, а также функцию *if*.
- 2) Построить график интерполяционного многочлена и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

Задание 4.

- 1) Провести интерполирование заданной функции с помощью первой и второй интерполяционных формул Ньютона.
- 2) Построить графики интерполяционных многочленов и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

Задание 5.

- 1) Провести линейную интерполяцию заданной функции с помощью встроенной интерполяционной функции *linterp*.
- 2) Построить график функции *linterp* и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

Задание 6.

- 1) Провести сплайн-интерполяцию с помощью функций *lspline*, *pspline*, *cspline* и *interp*.
- 2) Построить график функции *interp* и отметить на нем узловые точки (x_i, y_i) .

Задание 7.

- 1) Вычислить значения заданной функции $y_i = f(x_i)$ в точках $x_i = a + i/10$, где $i = 0, 1, \dots, 10(b - a)$, на отрезке $[a, b]$.
- 2) С использованием функции *predict* выполнить предсказание (экстраполяцию) полученного вектора данных y_i в последующих 10 точках по последним 7 значениям функции.

3) Отобразить графически имеющиеся данные, предсказанные данные и истинный вид функции $f(x)$.

9.2.4. Лабораторная работа №4

Математическая обработка результатов экспериментальных данных

Порядок выполнения практической работы №4

Задание 1.

Создайте таблицу экспериментальных данных:

$$x_i = a + h_i, i = 0, 1, \dots, 10, h = \frac{b-a}{10}, \text{ на отрезке } [a, b].$$

Варианты задания 1

№ варианта	y_i	$[a; b]$
1	2,86; 2,21; 2,96; 3,27; 3,58; 3,76; 3,93; 3,67; 3,90; 3,64; 4,09	[0; 1]
2	1,14; 1,02; 1,64; 1,64; 1,96; 2,17; 2,64; 3,25; 3,47; 3,89; 3,36;	[-1; 1]
3	4,70; 4,64; 4,57; 4,45; 4,40; 4,34; 4,27; 4,37; 4,42; 4,50; 4,62	[2; 4]
4	0,43; 0,99; 2,07; 2,54; 1,67; 1,29; 1,24; 0,66; 0,43; 0,35; 0,70	[2; 4]
5	1,55; 1,97; 1,29; 0,94; 0,88; 0,09; 0,02; 0,84; 0,81; 0,09; 0,15	[1; 4]
6	3,24; 1,72; 1,95; 2,77; 2,47; 0,97; 1,75; 1,55; 0,12; 0,70; 1,19	[0; 4]
7	2,56; 1,92; 2,85; 2,94; 2,39; 2,16; 2,51; 2,10; 1,77; 2,28; 1,70	[-1; 2]
8	1,77; 0,92; 2,21; 1,50; 3,21; 3,46; 3,70; 4,02; 4,36; 4,82; 4,03	[-1; 3]
9	1,53; 0,45; 1,68; 0,12; 0,68; 2,36; 2,58; 2,53; 3,45; 2,70; 2,82	[4; 8]
10	2,50; 3,90; 3,54; 4,63; 3,87; 5,25; 4,83; 3,24; 3,08; 3,00; 4,70	[0; 5]
11	2,95; 3,38; 2,71; 2,37; 2,29; 2,75; 2,76; 2,74; 2,57; 2,40; 2,99	[1; 5]
12	-0,23; -0,03; -0,98; -0,97; -0,43; -0,91; -0,27; -0,19; 0,88; 1,06; 0,72	[2; 4]
13	2,36; 0,03; -0,38; -1,33; 0,25; -1,36; 0,95; 3,16; 4,03; 4,92; 4,20	[0; 2]
14	3,82; 4,07; 3,53; 4,83; 5,53; 5,04; 5,09; 5,87; 5,53; 4,72; 4,73	[3; 4]
15	2,35; 2,16; 2,39; 2,39; 2,18; 2,09; 2,44; 2,56; 3,35; 3,22; 2,65	[-3; 4]

Задание 2.

1) Аппроксимировать многочленами 2-ой и 6-ой степени по методу наименьших квадратов функцию, заданную таблицей значений x_i и y_i и сравнить качество приближений.

2) Построить графики многочленов и отметить узловые точки (x_i, y_i) .

Задание 3.

1) Для приведенных в таблице экспериментальных данных (x_i, y_i) определить параметры линейной регрессии с использованием встроенных функций Mathcad *slope* и *intercept*.

2) Отобразить графически совокупность точек векторов x_i и y_i и результаты проведенной линейной регрессии.

Задание 4.

1) Аппроксимировать данные из векторов x_i и y_i :

– полиномом 4-ой степени при помощи функций *regress* и *interp*;

– наборами полиномов второго порядка с помощью функций *loess* и *interp* (при *span* равном 0,5 и 2,5).

2) Отобразите графически результаты аппроксимации.

Задание 5.

1) Аппроксимировать экспериментальные данные из таблиц значений x_i и y_i линейной комбинацией функций:

$$f(x) = a_1 f_1(x) + a_2 f_2(x) + a_3 f_3(x).$$

2) Коэффициенты вектора a найти с помощью функции *linfit*.

3) Отобразить графически совокупность точек векторов x_i и y_i и результаты проведенной линейной регрессии общего вида.

Варианты задания 5

№ варианта	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
1	e^x	$\frac{1}{\sqrt{1+2\cos^2 x}}$	$\sin x$
2	$\frac{1}{1+x^2}$	e^x	$\sin(3x)$
3	$\frac{1}{1+x^2}$	$e^{\sin x}$	x
4	$\operatorname{arctg} x$	$\ln \ln x$	$\sin x$
5	$e^{-x^2/2}$	$\frac{1}{x}$	e^{-x}
6	$\frac{1+x}{2+x}$	$\cos \frac{x}{10}$	$\cos x$
7	$\frac{1}{1+e^{x^2}}$	$\sqrt{1+x^2}$	$\cos x$
8	$\cos \frac{x}{2}$	$2 - \cos x$	$\sin \frac{x}{2}$
9	$\frac{1}{1+e^x}$	$\operatorname{arctg} \sqrt{x}$	$\sin 3x$

10	$\ln(x + 5)$	$\sqrt{1+x}$	$\sin x$
11	$\frac{1}{x}$	$\sqrt{1+x}$	$\frac{1}{x^2}$
12	$\cos x$	$\frac{1}{1+x+x^2}$	$\frac{1}{1+x}$
13	e^x	$\cos 4x$	$-e^{x/2}$
14	$\sqrt{1+e^{-x}}$	$e^{x/3}$	$\sin^2(3x)$
15	$\frac{1}{1+x+x^2}$	$\cos \frac{x}{10}$	$\cos \frac{x}{10}$

Задание 6.

1) Аппроксимировать экспериментальные данные из таблиц значений x_i и y_i функцией вида:

$$f(x) = e^{U_0 + U_1 \cdot x + U_2 \cdot x^2}.$$

2) Параметры вектора u найти с помощью функции *genfit*.

3) Отобразить графически совокупность точек векторов x_i и y_i и результаты проведенной нелинейной регрессии общего вида.

Задание 7.

1) Выполнить сглаживание экспериментальной функции, заданной таблицей значений x_i и y_i , с помощью встроенных функций Mathcad: *medsmooth*, *ksmooth* и *supsmooth*.

2) Результаты сглаживания отобразить графически.

9.2.5. Лабораторная работа №5

Численное интегрирование и дифференцирование

Порядок выполнения практической работы №5

Задание 1.

Определить функцию $f(x)$ таблично, вычислив значения $y_i = f(x_i)$ в точках $x_i = a + h_i$;

$i = 0, 1, \dots, 8$;

$$h = \frac{b-a}{8} \text{ на отрезке } [a, b].$$

Варианты задания 1

№ варианта	$f(x)$	$[a; b]$	$[c; d]$
1	$\frac{1}{\lg 2x + 1}$	$[0,4; 0,8]$	$[2, 2; 1]$

2	$\frac{\cos 3x}{(1 - \cos 3x) \cdot 2}$	[0,8; 1,6]	[-1; -0,9]
3	$\frac{1}{x\sqrt{x^3 + 4}}$	[0,18; 0,98]	[0,5; 0,6]
4	$\frac{\sin x}{1 + \sin x}$	[0,8; 1,6]	[2; 2,1]
5	$x^{2\lg(x+2)}$	[0; 0,4]	[1,5; 1,6]
6	$x^{2\operatorname{arctg}(x/3)}$	[0,8; 1,6]	[1; 1,1]
7	$e^{2x} \cdot \sin 3x$	[0,4; 1,2]	[2; 2,1]
8	$\frac{\operatorname{ctg} 2x}{(\sin 2x)^2}$	[0,8; 1,2]	[1; 1,1]
9	$(x + 1) \cdot \sin x$	[1; 5]	[1; 1,1]
10	$5x + x \cdot \lg x$	[0,2; 1]	[1,3; 1,4]
11	$(2x + 3) \cdot \sin x$	[0,4; 1,2]	[0,5; 0,6]
12	$\frac{\cos x}{2x + 5}$	[0,4; 1,2]	[1; 1,1]
13	$\frac{1}{1 + x + x^2}$	[0; 4]	[2; 2,1]
14	$\frac{1 + x}{2 + x}$	[0,4; 0,8]	[1,5; 1,6]
15	$\sqrt{1 + e^{-x}}$	[0,4; 1,2]	[0,5; 0,6]

Задание 2.

Вычислить интеграл: $\int_a^b f(x) dx$:

- 1) с помощью встроенного оператора интегрирования;
- 2) по формуле прямоугольников;
- 3) по формуле Симпсона;
- 4) с помощью встроенного оператора интегрирования и интерполяцией табличной функции кубическим сплайном (функции *cspline* и *interp*);
- 5) методом неопределенных коэффициентов для численного интегрирования.

Задание 3.

Вычислить интеграл $\int_a^b f(x) dx$ методом Монте-Карло. Для этого необходимо:

- 1) определить диапазон случайных чисел, например $j = 0 \dots 1000$;

- 2) определить с помощью функции *rnd* равномерно распределенную случайную величину η_j на отрезке интегрирования $[a, b]$;
- 3) создать вектор $F_j = f(\eta_j)$;
- 4) с помощью функции *mean* вычислить интеграл.

Задание 4.

Найти первообразную аналитически заданной функции $f(x)$, используя команду Symbolic \rightarrow Integrate on Variable.

Задание 5.

Вычислить значения первой и второй производных функции $f(x)$ в точке $X = c$:

- 1) с помощью операторов дифференцирования Mathcad;
- 2) методом неопределенных коэффициентов для численного дифференцирования.
- 3) Определить функцию $f(x)$ таблично, вычислив значения $y_i = f(x_i)$ в точках $x_i = c + h \cdot i$, $i = 0, 1, \dots, 10$, $h = 0,01$ на отрезке $[c, d]$.

Задание 6.

Определить символьное значение первой и второй производных $f(x)$, используя команду Symbolic \rightarrow Differentiate on Variable.

9.2.6. Лабораторная работа №6

Решение обыкновенных дифференциальных уравнений

Порядок выполнения практической работы №6

Задание 1.

Решить задачу Коши: $\frac{\partial y}{\partial x} = f(x, y)$, $y(0) = 1$, с шагом $h = 0,1$ на отрезке $[0; 1]$:

- методом Эйлера;
- методом Рунге-Кутты (коэффициенты k_i задать как функции от x и y);
- методом Адамса;
- используя функцию *rkfixed*.

Варианты задания 1

№ варианта	$f(x, y)$	№ варианта	$f(x, y)$	№ варианта	$f(x, y)$
1	$x + y$	6	$2y - \cos 2x$	11	$2y + 3e^{-x}$
2	$2x^2 + 2y$	7	$y - e^{x^2} + 2$	12	$\frac{y}{2} - e^{-x}$
3	$e^x - 3y$	8	$3y - 2 \cdot \sin x$	13	$y + \frac{\cos x}{3}$
4	$y - \sin x$	9	$e^{2x} - y$	14	$y - 4x + 5$

5	$\frac{y}{3} - x^2$	10	$2 \cdot \sin x + y$	15	$2x - \frac{y}{3} - e^x$
---	---------------------	----	----------------------	----	--------------------------

Задание 2.

Построить графики решений, полученных методами Эйлера, Рунге-Кутты, Адамса и с помощью функции *rkfixed*. Вычислить в точке $x = 1$ относительную погрешность для каждого метода.

Задание 3.

Найти аналитическое (точное) решение ОДУ из задания 1 с помощью преобразований Лапласа (команды Symbolic \rightarrow Transforms \rightarrow Laplace Transform и Inverse Laplace Transform).

Задание 4.

Решить задачу Коши для системы ОДУ при заданных начальных условиях на отрезке $[0; 2]$ с шагом $h = 0,2$. Решать с помощью функции *rkfixed*. Построить графики функций $u(t)$ и $v(t)$.

Варианты задания 4

№ варианта	Система обыкновенных дифференциальных уравнений	Начальные условия			
		$u(0)$	$u'(0)$	$v(0)$	$v'(0)$
1	$\begin{cases} u'' = 2v + u; \\ v'' = 4v - 2u. \end{cases}$	1,5	1,5	1	1
2	$\begin{cases} u'' = -v + 3u; \\ v'' = v - 2u. \end{cases}$	-1	1	-1,5	3
3	$\begin{cases} u'' = 2v - u; \\ v'' = 4v + u. \end{cases}$	1,5	1,5	1	1
4	$\begin{cases} u'' = 5v; \\ v'' = v + 2u + t. \end{cases}$	1	1,5	0	2
5	$\begin{cases} u'' = v + u + t; \\ v'' = v + 2u - t. \end{cases}$	0,5	1,5	-1	2
6	$\begin{cases} u'' = 2v + u + t; \\ v'' = 4v. \end{cases}$	0,5	2	1	2
7	$\begin{cases} u'' = -v + t; \\ v'' = 5v - 7u. \end{cases}$	5	5	-1	1
8	$\begin{cases} u'' = v - 5u; \\ v'' = 2v + u + t. \end{cases}$	1,5	1	3	1
9	$\begin{cases} u'' = 0,5 + v; \\ v'' = 4 - u + t. \end{cases}$	2	0	-1	1
10	$\begin{cases} u'' = -v + t; \\ v'' = v + 3u. \end{cases}$	-1	2	-1,5	0
11	$\begin{cases} u'' = v - u - t; \end{cases}$	1,5	1,5	-1	-1

	$v'' = 2v + u.$				
12	$\begin{cases} u'' = 5v + t; \\ v'' = 3v + u. \end{cases}$	-1	1,5	0	-2
13	$\begin{cases} u'' = v + u; \\ v'' = v + u - t. \end{cases}$	-0,5	1	-1	2
14	$\begin{cases} u'' = 2v - u; \\ v'' = 4v + t. \end{cases}$	0	-2	0	2
15	$\begin{cases} u'' = v - 2t; \\ v'' = v + 3u. \end{cases}$	3	3	-1	1

Задание 5.

На отрезке $[a; b]$ с использованием функций *load*, *score* и *sbval* преобразовать краевую задачу:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = f(x, y, y'), \text{ при граничных условиях } y(a) = A, y(b) = B \text{ к задаче Коши и найти решение заданного ОДУ в 10 промежуточных точках с помощью функции } rkfixed.$$

Варианты задания 5

№ варианта	$f(x, y, y')$	Граничные условия			
		a	b	$y(a)$	$y(b)$
1	$e^x y + \cos x$	1	2	0	0
2	$y \sin x + e^{-x}$	2	3	1	0
3	$y \cos x + \operatorname{tg} x$	0	1	0	0,45
4	$x^3 y + \cos x$	0	1	1	0
5	$\frac{x + e^x y}{1 - x}$	2	4	1	0,14
6	$\frac{x^2 y + 1}{1 + x}$	1	3	0	0,17
7	$y \cos x + \cos^2 x$	1	2	0	0
8	$(2 + x) y + \operatorname{arctg} x$	0	3	0	0,22
9	$(5 - x) y + x$	2	4	0	-1,2
10	$e^{-x} y + 2 e^{-x}$	0	1,5	2,4	0
11	$\frac{e^{-x} y}{x} + x$	-3	-2	3	0
12	$(x^2 + \frac{1}{x}) \cdot y + \frac{1}{x^2}$	2	3	0	0
13	$(10 - x) y + x$	-1	0	2	0
14	$\frac{y}{x^2} + x$	1	3	1,5	0
15	$y \ln x + 1 + x$	7	8	0	0

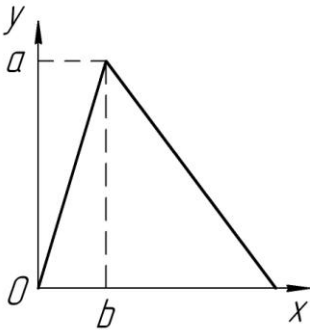
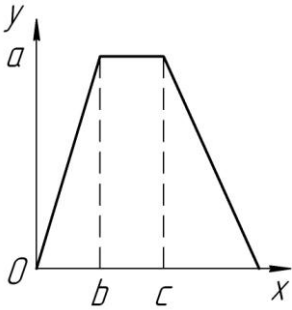
9.2.7. Лабораторная работа №7

Решение дифференциальных уравнений в частных производных

Порядок выполнения практической работы №7

Задание 1.

Варианты задания 1

№ варианта	$f(x)$	a	b	c
1		1	0,1	
2		2	0,1	
3		4	0,2	
4		6	0,3	
5		8	0,4	
6	$x(x^2 - 1)$			
7	$\sin(\pi x^2)$			
8	$\sin(\pi x) \cdot \cos x$			
9	$x \cdot \sin 2(x - 1)$			
10	$4x^3 \cdot (x - 1)$			
11		1	0,1	0,2
12		3	0,2	0,4
13		5	0,4	0,6
14		7	0,6	0,8
15		9	0,8	0,9

Решить задачу о колебании струны единичной длины с закрепленными концами:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad a = 1;$$

с начальными условиями:

$$u(x, 0) = f(x),$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = 0, \quad 0 \leq x \leq 1;$$

и нулевыми граничными условиями: $u(0, t) = u(1, t) = 0$.

Для решения задачи построить сетку из 11 узлов по x ($i = 0, 1, \dots, 10$) и провести вычисления для 16 слоёв по t ($j = 0, 1, \dots, 16$). Вычисления выполнить с шагом h по x , равным 0.1 и шагом τ по t , равным 0,05. Отобразить графически решение задачи на 0-м, 5-м, 10-м и 16-м временных слоях.

Задание 2.

Найти решение $u(x, t)$ для уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, a = 1;$$

с начальными условиями:

$$u(x, 0) = f(x), 0 \leq x \leq 1;$$

и граничными условиями:

$$u(0, t) = a,$$

$$u(1, t) = b.$$

Для решения задачи построить сетку из 11 узлов по x ($i = 0, 1, \dots, 10$) и провести вычисления для 12 слоёв по t ($j = 0, 1, \dots, 12$). Вычисления выполнить с шагом h по x , равным 0,1 и шагом τ по t , равным 0,005. Отобразить графически решение задачи на 0-ом, 4-ом, 8-ом и 12-ом слоях и построить интегральную поверхность распределения температуры в стержне с помощью команды Graphics \rightarrow Create Surface Plot.

Варианты задания 2

№ варианта	$f(x)$	a	b	№ варианта	$f(x)$	a	b
1	$x(x-1)$	0	0	9	$(x^2+0,5) \cdot \cos(2\pi x)$	0,5	1,5
2	$x^3 + x^2 - x$	0	1	10	$\sin(\pi x) \cdot \cos x$	0	0
3	$x^2(1-x)$	0	0	11	$x \cdot \sin(2(x-1))$	0	0
4	$x^2(1-x)$	1	0	12	$\ln(0,5+x) \cdot (x-1)$	0,7	0
5	$x \cdot \sin(2\pi x)$	0	-0,3	13	$x \cdot \sin(4(x-1)) - x$	0	-1
6	$(x-1) \cdot \sin^2 x$	0	0	14	$x \cdot \cos(2\pi x)$	0	1
7	$4x^2(x-1)$	0	0,5	15	$x \cdot e^{-x}(x^4-2)$	0	-0,4
8	$10x^3(x-1)$	0	0,5				

Задание 3.

Найти стационарное распределение температуры в квадратной пластине со стороной 1, описываемое уравнением Лапласа:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0;$$

с краевыми условиями вида:

$$u(0, y) = f_1(y), (0 \leq y \leq 1);$$

$$u(1, y) = f_2(y), (0 \leq y \leq 1);$$

$$u(x, 0) = f_3(x), (0 \leq x \leq 1);$$

$$u(x, 1) = f_4(x), (0 \leq x \leq 1).$$

Решать задачу с помощью функции *relax*. Для решения задачи построить сетку из 11 узлов по x ($i = 0, 1, \dots, 10$) и из 11 узлов по y ($j = 0, 1, \dots, 10$). Отобразить графически с помощью команды Graphics \rightarrow Create Contour Plot стационарное распределение температуры в пластине.

Варианты задания 3

№ варианта	$f_1(y)$	$f_2(y)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$
1	y^2	$\cos y + (2 - \cos 1)y$	x^3	$1 + x$
2	$e^y - ey^2$	y	$1 - x^3$	x^2
3	$1 - y^2$	y	$\sin x + 1 - x^3(1 + \sin 1)$	x
4	0	y	$\sin x - x^3 \cdot \sin 1$	x
5	$e^y + y^2(1 - e) - 1$	y	0	x
6	y^2	$\cos y + (3 - \cos 1)y$	x^3	$1 + 2x$
7	0	y	$\sin x - x^3 \cdot \sin 1$	x^2
8	$2ey - (1 + 2e)y^2 - 1$	$-y$	$1 - x^3$	$x - 2$
9	$-10y^2 - 8y + 6$	$-10y^2 - 30y + 22$	$9x^2 + 7x + 6$	$9x^2 - 15x - 12$
10	$-7y^2 - 5y + 3$	$-7y^2 - 21y + 13$	$6x^2 + 4x + 3$	$6x^2 - 12x - 9$
11	1	$y + 1$	1	$1 + x$
12	1	e^y	1	e^x
13	$-y^2 - 5y$	$4 + 5y - y^2$	$x^2 + 3x$	$x^2 + 3x + 4$
14	$3 - 7y$	$7 - 6y$	$4x + 3$	$5x - 4$
15	0	$\sin y$	0	$\sin x$

9.2.8. Лабораторная работа №8

Спектральный анализ и синтез

Порядок выполнения практической работы №8

Задание 1.

- 1) Вычислить первые шесть пар коэффициентов разложения в ряд Фурье функции $f(t)$ на отрезке $[0, 2\pi]$.
- 2) Построить графики 1, 2 и 3 гармоник.
- 3) Выполнить гармонический синтез функции $f(t)$ по 1, 2 и 3 гармоникам. Результаты синтеза отобразить графически.

Варианты задания 1

№ варианта	$f(t)$	№ варианта	$f(t)$	№ варианта	$f(t)$
---------------	--------	---------------	--------	---------------	--------

1	$\frac{\cos t}{1 + \cos^2 2t}$	6	$\cos t \cdot \cos \sin t $	11	$\sin \sqrt{1+t^2}$
2	$\frac{\sin t}{1 + \cos^2 2t}$	7	$\arctg(\cos 0,5t)$	12	$\cos \sqrt{1+t^2}$
3	$\frac{\sin 2t + \sin^2 3t}{3 + \sin t + \cos 2t}$	8	$e^{\sin \frac{t}{3}}$	13	$e^{-10(t-\pi)^2}$
4	$\frac{\sin 3t}{ \sin t + \cos t }$	9	$\sin t + \sin 2t $	14	$e^{\cos \frac{t}{3}}$
5	$\cos e^{ \sin 3t }$	10	$\sin \left(\frac{t}{2} \right)^2$	15	$e^{-\cos \frac{t}{2}} \cos(\sin t)$

Задание 2.

- 1) Выполнить классический спектральный анализ и синтез функции $f(t)$.
- 2) Отобразить графически спектры амплитуд и фаз, результат спектрального синтеза функции $f(t)$.

Задание 3.

- 1) Выполнить численный спектральный анализ и синтез функции $f(t)$. Для этого необходимо задать исходную функцию $f(t)$ дискретно в 32 отсчётах.
- 2) Отобразить графически спектры амплитуд и фаз, результат спектрального синтеза функции $f(t)$.

Задание 4.

Выполнить спектральный анализ и синтез функции $f(t)$ с помощью БПФ. Для этого необходимо:

- 1) задать исходную функцию $f(t)$ дискретно в 128 отсчётах;
- 2) выполнить прямое БПФ с помощью функции fft и отобразить графически найденные спектры амплитуд и фаз первых шести гармоник;
- 3) выполнить обратное БПФ с помощью функции $ifft$ и отобразить графически результат спектрального синтеза функции $f(t)$.

Задание 5.

Выполнить фильтрацию функции $f(t)$ с помощью БПФ:

- 1) синтезировать функцию $f(t)$ в виде полезного сигнала, представленного 128 отсчетами вектора v ;
- 2) к полезному сигналу v присоединить шум с помощью функции $rnd(rnd(2)-1)$ и сформировать вектор из 128 отсчётов зашумленного сигнала s ;

- 3) преобразовать сигнал с шумом s из временной области в частотную, используя прямое БПФ (функция fft). В результате получится сигнал f из 64 частотных составляющих;
- 4) выполнить фильтрующее преобразование с помощью функции Хевисайда (параметр фильтрации $\alpha = 2$);
- 5) с помощью функции $ifft$ выполнить обратное БПФ и получить вектор выходного сигнала h ;
- 6) построить графики полезного сигнала v и сигнала, полученного фильтрацией зашумленного сигнала s .

Критерии оценки лабораторных работ:

- «зачтено»: работа выполнена в соответствии с методическими указаниями, оформлена грамотно, студент технически правильно формулирует ответы на рассматриваемые вопросы.

- «не зачтено» работа выполнена с ошибками, студент не имеет представления о рассматриваемых вопросах, либо работа не выполнена

Тестовые задания

Задание №1		
Статистические модели отличаются от других математических моделей в зависимости		
Выберите один из 5 вариантов ответа:		
1)		от характера применяемого метода моделирования или используемого математического аппарата
2)		от способа или формы их представления
3)		от степени отражения соответствующих свойств объектов
4)		от степени отражения определенной полноты объектов
5)		от предметной области и задач моделирования

Задание №2		
Теоретико-множественные модели отличаются от других математических моделей в зависимости		
Выберите один из 5 вариантов ответа:		
1)		от характера применяемого метода моделирования или используемого математического аппарата
2)		от способа или формы их представления
3)		от степени отражения соответствующих свойств объектов
4)		от степени отражения определенной полноты объектов
5)		от предметной области и задач моделирования

Задание №3		
Абстрактно-алгебраические модели отличаются от других математических моделей в зависимости		
Выберите один из 5 вариантов ответа:		
1)		от характера применяемого метода моделирования или используемого математического аппарата
2)		от способа или формы их представления
3)		от степени отражения соответствующих свойств объектов
4)		от степени отражения определенной полноты объектов
5)		от предметной области и задач моделирования

Задание №4		
Нечеткие модели отличаются от других математических моделей в зависимости		
Выберите один из 5 вариантов ответа:		
1)		от характера применяемого метода моделирования или используемого математического аппарата
2)		от способа или формы их представления
3)		от степени отражения соответствующих свойств объектов
4)		от степени отражения определенной полноты объектов
5)		от предметной области и задач моделирования

Задание №5		
Автоматные модели отличаются от других математических моделей в зависимости		
Выберите один из 5 вариантов ответа:		
1)		от характера применяемого метода моделирования или используемого математического аппарата
2)		от способа или формы их представления
3)		от степени отражения соответствующих свойств объектов
4)		от степени отражения определенной полноты объектов
5)		от предметной области и задач моделирования

...

Задание №203		
Укажите вектор m случайных чисел, имеющих экспоненциальное распределение.		
Выберите один из 6 вариантов ответа:		
1)		$reverse(v)$

2)		$\text{rexp}(m, r)$
3)		$\text{rF}(m, d1, d2)$
4)		$\text{rgamma}(m, s)$
5)		$\text{rgeom}(m, p)$
6)		$\text{rhypergeom}(k, n, M, N)$

Задание №204

Укажите вектор m случайных чисел, имеющих распределение Фишера.

Выберите один из 6 вариантов ответа:

1)		$\text{reverse}(v)$
2)		$\text{rexp}(m, r)$
3)		$\text{rF}(m, d1, d2)$
4)		$\text{rgamma}(m, s)$
5)		$\text{rgeom}(m, p)$
6)		$\text{rhypergeom}(k, n, M, N)$

Задание №205

Укажите вектор m случайных чисел, имеющих гамма-распределение.

Выберите один из 6 вариантов ответа:

1)		$\text{reverse}(v)$
2)		$\text{rexp}(m, r)$
3)		$\text{rF}(m, d1, d2)$
4)		$\text{rgamma}(m, s)$
5)		$\text{rgeom}(m, p)$
6)		$\text{rhypergeom}(k, n, M, N)$

Задание №206

Укажите вектор m случайных чисел, имеющих геометрическое распределение.

Выберите один из 6 вариантов ответа:

1)		$\text{reverse}(v)$
2)		$\text{rexp}(m, r)$
3)		$\text{rF}(m, d1, d2)$
4)		$\text{rgamma}(m, s)$
5)		$\text{rgeom}(m, p)$
6)		$\text{rhypergeom}(k, n, M, N)$

Задание №207

Укажите вектор k случайных чисел с гипергеометрическим распределением.

Выберите один из 6 вариантов ответа:

1)	$reverse(v)$
2)	$rexp(m, r)$
3)	$rF(m, d1, d2)$
4)	$rgamma(m, s)$
5)	$rgeom(m, p)$
6)	$rhypergeom(k, n, M, N)$

10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)

Основной образовательной технологией при изучении дисциплины является применение технологии традиционного обучения.

На базе, полученных на лекциях теоретических знаний, при проведении практических занятий выявляются и применяются необходимые связи между теоретическими знаниями и конкретными навыками применения этих знаний на практике.

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Математическое моделирование технологических процессов

Модуль 1	Практическое занятие №1 Основы работы с программой «MathCAD»
Модуль 1	Практическое занятие №2 Решение уравнений
Модуль 1	Практическое занятие №3 Интерполяция и предсказание
Модуль 2	Практическое занятие №4 Математическая обработка результатов экспериментальных данных
Модуль 2	Практическое занятие №5 Численное интегрирование и дифференцирование
Модуль 2	Практическое занятие №6 Решение обыкновенных дифференциальных уравнений
Модуль 3	Практическое занятие №7 Решение дифференциальных уравнений в частных производных
Модуль 3	Практическое занятие №8 Спектральный анализ и синтез

Модуль 1

Тема. Общие вопросы математического моделирования.

Цель и задачи изучения.

Цель – получение теоретических знаний по основным основополагающим понятиям математического моделирования технологических процессов.

Задачи:

1. Ознакомиться с основными терминами и определениями математического моделирования.

2. Получение практических навыков математического моделирования.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление о возможном виртуальном моделировании работы технического устройства и получение необходимых его характеристик для наиболее оптимального проектирования.

знать методы и средства геометрического моделирования технических объектов; методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем; основные методы анализа во временной и частотной областях, способы синтеза.

уметь строить математические модели объектов и систем; проводить анализ, оценивать статистические и динамические характеристики; выполнять анализ технологических процессов как объектов.

владеть навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; навыками применения элементов анализа этапов жизненного цикла продукции.

При освоении темы необходимо:

- **изучить учебный материал.**
- **выполнить практические задания по теме.**

Модуль 2.

Тема. Различные методы решения нелинейных уравнений.

Цель и задачи изучения.

Цель – Ознакомление и овладение методиками качественной и количественной оценки технологических систем.

Задачи:

1. Изучение различных подходов и методик расчета качественной и количественной оценки.

2. Получение практических навыков с помощью выполнения практических заданий для закрепления изученного материала.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление о возможных способах расчета количественной и качественной оценки технологических систем.

знать тенденции развития компьютерной графики, ее роль и значение в инженерных системах и прикладных программах; типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем; кинематическую структуру и компоновку станков.

уметь рассчитывать основные качественные показатели, выполнять: анализ, синтез; разрабатывать алгоритмы централизованного контроля координат технологического объекта; составлять структурные схемы, их математические модели как объектов; использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем.

владеть: навыками построения технологических систем; навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем.

При освоении темы необходимо:

- **изучить учебный материал;**
- **выполнить практические задания по теме.**

Модуль 3.

Тема. Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками.

Цель и задачи изучения.

Цель – Изучение и освоение возможности проведения синтеза и анализа технологических систем.

Задачи:

1. Изучить методику проведения синтеза и анализа технологических систем.
2. Получение практических навыков с помощью виртуального эксперимента.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление о таких ключевых понятиях в математическом моделировании как синтез и анализ.

знать общие требования к технологическим системам проектирования; основы технологического регулирования; средства для контроля, испытаний, диагностики оборудования.

уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы применительно к конкретному технологическому объекту; работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования Mathcad, Matlab.

владеть: навыками анализа технологических процессов и выбора функциональных схем; навыками оформления результатов исследований и принятия решений.

При освоении темы необходимо:

- **изучить учебный материал;**
- **выполнить практические работы.**

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1	Белов П. С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие (конспект лекций) / П. С. Белов ; Егорьевский технол. ин-т (филиал) Московского гос. технол. ун-та «СТАНКИН». - Егорьевск : ЕТИ МГТУ "СТАНКИН", 2016. - 121 с. - ISBN 978-5-904330-02-6.	учебное пособие	ЭБС IPRbooks"
2	Мещерякова В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005081-2.	учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Проектирование технологической оснастки для ремонта и обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин [Электронный ресурс] : практикум / Сев.-Кавказ. федерал. ун-т ; [сост. Н. Ю. Землянушнова, Н. И. Ющенко]. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 150 с.	практикум	ЭБС IPRbooks
4	Клепиков В. В. Автоматизация производственных процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Клепиков, Н. М. Султан-заде, А. Г. Схиртладзе. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 208 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011109-4.	учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"

11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видео- пособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п\п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1	Буре В. М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : [учебник] / В. М. Буре, Е. М. Парилина. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 416 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1508-3.	учебник	ЭБС «Лань»
2	Боровков А. А. Математическая статистика [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Боровков. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 704 с. - (Классическая учебная литература по математике). - ISBN 978-5-8114-1013-2.	учебник	ЭБС «Лань»
3	Туганбаев А. А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Туганбаев, В. Г. Крупин. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1079-8.	учебное пособие	ЭБС «Лань»

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

«__» _____ 20__ г.

МП

(подпись) А.М. Асаева
(И.О. Фамилия)

11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.
3. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	1398	Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е306)	Переносной проектор, экран, компьютерный стол, стол преподавательский, стул, доска аудиторная, стол ученический двухместный, ПК	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16В позиция по ТП №9, 3 этаж, (Е-306)	52,9	15
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-309)	Стол преподавательский, столы ученические двухместные (моноблок), стул, доска аудиторная (меловая), кафедра, проектор, экран, процессор	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16В позиция по ТП №20, 3 этаж, (Е-309)	71,5	66
	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивиду-	Стол ученический, стул, ПК с выходом в сеть интернет	445020 Самарская область, г. Тольятти, ул.Белорусская,14, позиция по ТП № 48, 4 этаж, (Г-401)	84,8	16

№ п/п	Наименование оборудо- ванных учебных кабине- тов, лабораторий, ма- стерских и др. объектов для проведения практи- ческих и лабораторных занятий	Перечень основного обо- рудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, ма- стерских и др.	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	дуальных консульта- ций. Учебная аудито- рия для проведения занятий текущего контроля и промежу- точной аттестации. (Г-401)				