

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/ ФГОС ВО)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

(направленность (профиль))

Форма обучения: заочная

Год набора: 2017

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

Количество ЗЕТ	2						
Часов по РУП	72						
Виды контроля на курсах	Экзамены	Зачеты		Курсовые проекты	Курсовые работы	Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
		5					
	№№ курса						
	1	2	3	4	5	6	Итого
ЗЕТ по курсам					3		3
Лекции					4		4
Лабораторные							
Практические					8		8
Контактная работа					12		12
Сам. работа					56		56
Контроль					4		4
Итого					72		72

Тольятти 2017

Рабочая программа составлена на основании 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 "Оборудование и технологии машиностроительного производства" (протокол заседания № ___ от «___» 20__ г.).



Рецензент

(должность, ученое звание, степень)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«___» _____ 20__ г.

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

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 по выбору).

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:

<p>стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2)</p>	<p>основные понятия, задачи и цели моделирования; классификацию моделей и видов моделирования; методы построения математического описания объектов.</p>
	<p>Уметь: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для составления математического описания объекта моделирования.</p>
	<p>Владеть: составления полной структурной схемы вещественно-энергетических потоков технологического процесса протекающего в технологическом объекте управления; разработки динамических и статических пространственно-распределенных математических моделей технологических процессов.</p>
<p>– способность выполнять работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа (ПК-12)</p>	<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) – 2ЗЕТ.

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

Курс изучения 5

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально-технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуемая литература (№)
		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 самостоятельно работы			
		лекций	лабораторных	практических							
1.	1.1. Общие вопросы математического моделирования.	1					2	работа с раздаточным материалом Выполнение контрольной работы.	мультимедийные средства	Проверка конспекта лекций	1, 2, 3, 4
	1.2. Интерполяция по общей формуле Лагранжа.					Лабораторная работа №1 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	1.3. Интерполяция табличных данных по формулам Лагранжа.					Лабораторная работа №1 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	1.4. Процесс			1		Лабораторная работа	2	работа с	компьютерный	отчет в	1, 2, 3, 4

	построения математической модели.					№1 с применением компьютерной техники		раздаточным материалом	класс	электронном виде	
	1.5.Полиномиальная аппроксимация.					Лабораторная работа №2 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	1.6. Чебышевская аппроксимация.					Лабораторная работа №2 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	1.7. Суть компьютерного моделирования.	1		1		Лабораторная работа №3 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	1.8.Экспоненциальная регрессия.					Лабораторная 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.					Лабораторная 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				Лабораторная 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		Лабораторная работа №4 с применением компьютерной техники	2	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	2.3. Нелинейная					Лабораторная работа	2	работа с	компьютерный	отчет в	1, 2, 3, 4

	регрессия общего вида.					№5 с применением компьютерной техники		раздаточным материалом	класс	электронном виде	
	2.4.Вычислительные эксперименты с математическими моделями, имитирующими поведение реальных объектов, процессов или систем.						1	работа с раздаточным материалом Выполнение контрольной работы.	мультимедийные средства	Проверка конспекта лекций	1, 2, 3, 4
	2.5.Преобразование Лапласа.					Лабораторная 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			10	работа с раздаточным материалом Выполнение контрольной работы.	мультимедийные средства	устный опрос	1, 2, 3, 4
	2.7. Линейное сглаживание по пяти точкам.					Лабораторная работа №6 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
	2.8. Нелинейное сглаживание по семи точкам.			1		Лабораторная работа №6 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
3.	3.1. Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых	1		1			10	работа с раздаточным материалом	мультимедийные средства	устный опрос	1, 2, 3, 4

	последовательностей с заданными вероятностными характеристиками.						Выполнение контрольной работы.				
	3.2. Вычисление характеристик системы по ее операторной характеристике.					Лабораторная 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.					Лабораторная 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		Лабораторная 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.					Лабораторная 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		Лабораторная 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.					Лабораторная работа №8 с применением компьютерной техники	1	работа с раздаточным материалом	компьютерный класс	отчет в электронном виде	1, 2, 3, 4
Итого:		4		8			56				
		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 ¹
	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

¹ Рекомендуемый перечень оценочных средств представлен на сайте УМУ

			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 практических заданий

Практическое занятие №1

«Основы работы с программой «MathCAD»

1. Цель занятия: Формирование общего представления работы с программой «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания

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:

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

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:

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

Задание 5.

Выполнить следующие операции:

$$i := 1 .. 10; \sum_i i = ; \prod_i (i + 1) = ; \int_0^{0,4} x^2 \cdot \lg(x + 2) dx = ; \int_{0,8}^{12} \frac{ctg 2x}{(\sin 2x)^2} dx = ; x := 2 ;$$

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

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 □ (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 Ассерт.
- 5) Выбрать X-Y Plot \rightarrow 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 Сору X (или Сору Y), на свободном поле документа набрать $X_{per} :=$ (или $Y_{per} :=$) и выбрать пункт меню Edit \rightarrow Paste.
- 8) Вычислить значения функций $X(\alpha)$ и $Y(\alpha)$ при $\alpha := \pi/2$.

Задание 8.

Используя команду Math \rightarrow Matrices создать матрицу Q размером 6 на 6, заполнить её произвольно и отобразить графически с помощью команды Graphics \rightarrow 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	$i := 0..20$ $j := 0..20$	$f(x,y) := \sin(x^2 + y^2 + \text{FRAME})$	от 0 до 50	график поверхности

		$x_i := -1,5 + 0,15i$ $y_j := -1,5 + 0,15j$		(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)

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в виде файла формата «MathCAD»

Практическое занятие №2

«Решение уравнений»

1. Цель занятия: Формирование умения решать обычные уравнения и системы уравнений в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания

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	$\sqrt{1-x} - \operatorname{tg} x;$ $x \in [0;1]$
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	$3x - 14 + e^x - e^{-x};$ $x \in [1;3]$	13	$0,1x^2 - x \cdot \ln x;$ $x \in [1;2]$
6	$0,25x^3 + x - 2;$ $x \in [0;2]$	14	$1 - x + \sin x - \ln(1 + x);$ $x \in [0;2]$
7	$\arccos \frac{1-x^2}{x-x^2}; 1+$ $x \in [2;3]$	15	$e^{x-1} - x^3 - x;$ $x \in [0;1]$
8	$3x - 4\ln x - 5; x \in [2;4]$		

Задание 2.

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

- 1) С помощью команды **Symbolic** → **Polynomial Coefficients** создать вектор V , содержащий коэффициенты полинома.

- 2) Решить уравнение $g(x) = 0$ с помощью функции *polyroots*.
 3) Решить уравнение символично, используя команду Symbolic → Solve for Variable.
 4) разложить на множители, используя Symbolic → Factor Expression.

Варианты задания 2

№ вар ианта	$g(x)$	№ вар ианта	$g(x)$
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	$\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 8; \\ x_1 + 3x_3 = 6; \\ x_1 - x_2 + 3x_4 = 4; \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = 4. \end{cases}$	9	$\begin{cases} x_1 + x_2 - 5x_3 + x_4 = -4; \\ -3x_2 - 6x_4 = -7; \\ 2 - x_3 + 2x_4 = 2; \\ x_1 + 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = -2. \end{cases}$
2	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 22; \\ x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 17; \\ x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = 8; \\ -2x_3 - 3x_4 = -7. \end{cases}$	10	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 26; \\ x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 = 34; \\ x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = 26; \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26. \end{cases}$
3	$\begin{cases} x_1 + 10x_2 - 7x_3 - x_4 = 23; \\ x_1 - x_3 - 5x_4 = 37; \\ x_1 - 2x_3 + x_4 = 22; \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26. \end{cases}$	11	$\begin{cases} x_1 - 8x_2 - 3x_3 - 2x_4 = -18 \\ -2x_2 + 3x_3 - 2x_4 = 28; \\ x_3 + x_4 = 10; \\ x_2 + x_3 + 2x_4 = 21. \end{cases}$
4	$\begin{cases} x_1 - x_2 + 10x_3 - x_4 = 158; \\ x_1 + x_2 + 10x_3 + 7x_4 = 128; \\ x_1 - 2x_2 - 2x_3 - x_4 = 7; \end{cases}$	12	$\begin{cases} x_1 - x_2 + 4x_3 + x_4 = 66; \\ x_2 - 6x_3 + x_4 = -63; \\ x_1 - 3x_2 + 6x_3 - 5x_4 = 146; \end{cases}$

	$x_1 - 12x_2 + 2x_3 - x_4 = 17.$		$2x_1 - 7x_2 + 6x_3 - x_4 = 80.$
5	$x_1 - 2x_2 + 6x_3 + x_4 = 88;$ $5x_1 + 2x_3 - 3x_4 = 88;$ $7x_1 - 3x_2 + 7x_3 + 2x_4 = 181;$ $3x_1 - 7x_2 + 5x_3 + 2x_4 = 99.$	13	$2x_1 - 3x_3 - 2x_4 = -16;$ $2x_1 - x_2 + 13x_3 + 4x_4 = 213;$ $3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 = 72;$ $x_1 - 12x_3 - 5x_4 = 159.$
6	$x_1 - 2x_2 - 8x_4 = -7;$ $x_1 + 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = -8;$ $x_1 + x_2 - 5x_3 + x_4 = -10;$ $2x_1 - x_2 + 2x_4 = 7.$	14	$7x_1 + 7x_2 - 7x_3 - 2x_4 = 5;$ $3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 8x_4 = 60;$ $2x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 = 27;$ $2x_1 - 2x_3 - x_4 = -1.$
7	$2x_1 + 2x_2 + 6x_3 + x_4 = 15;$ $-x_2 + 2x_3 + x_4 = 18;$ $4x_1 - 3x_2 + x_3 - 5x_4 = 37;$ $3x_1 - 5x_2 + x_3 - x_4 = 30.$	15	$6x_1 - 9x_2 + 5x_3 + x_4 = 124 ;$ $7x_2 - 5x_3 - x_4 = -54;$ $5x_1 - 5x_2 + 2x_3 + 4x_4 = 83;$ $3x_1 - 9x_2 + x_3 + 6x_4 = 45.$
8	$4x_1 - 5x_2 + 7x_3 + 5x_4 = 165;$ $2x_1 + x_2 - 3x_3 - x_4 = -15;$ $9x_1 + 4x_3 - x_4 = 194;$ $x_1 - x_2 - 2x_3 - 3x_4 = -19.$		

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	$\sin x + 2y = 2,$ $\cos(y - 1) + x = 0,7;$	9	$\sin y + x = -0,4,$ $2y - \cos(x + 1) = 0;$
2	$\sin(x + 0,5) - y = 1,$ $\cos(y - 2) + x = 0;$	10	$\sin(x + 2) - y = 1,5;$ $\cos(y - 2) + x = 0,5;$
3	$\cos x + y = 1,5;$ $2x - \sin(y - 0,5) = 1;$	11	$\cos(x + 0,5) - y = 2;$ $\sin y - 2x = 1;$
4	$\cos(x + 0,5) + y = 0,8;$ $\sin y - 2x = 1,6;$	12	$\cos(x - 2) + y = 0;$ $\sin(y + 0,5) - x = 1;$
5	$\sin(x - 1) = 1,3 - y;$ $x - \sin(y + 1) = 0,8;$	13	$\cos(x + 0,5) + y = 1;$ $\sin(y + 0,5) - x = 1;$
6	$\cos(x + 0,5) + y = 1;$ $\sin y - 2x = 2;$	14	$\sin x - 2y = 1;$ $\cos(y + 0,5) - x = 2;$
7	$\begin{cases} \sin(x + 1) + y = 0,8; \\ \cos(y - 1) + x = 1,3; \end{cases}$	15	$2y - \sin(x - 0,5) = 1;$ $\cos y + x = 1,5;$
8	$\begin{cases} \cos x - 2y = 1; \\ \cos(y - 1) + x = 1,3; \end{cases}$		

--	--	--	--

Задание 5.

Символьно решить системы уравнений:

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

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

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в виде файла формата «MathCAD»

Практическое занятие №3

«Интерполяция и предсказание»

1. Цель занятия: Формирование умения проводить интерполяцию и предсказание результатов экспериментов в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания

Задание 1.

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

$h = \frac{b - a}{10}$, $i = 0, 1, \dots, 10$, 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 $f(x)$.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в виде файла формата «MathCAD»

Практическое занятие №4

«Математическая обработка результатов экспериментальных данных»

1. Цель занятия: Формирование умения проводить математическую обработку экспериментальных данных в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания

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	$\arctg x$	$\ln \ln x$	$\sin x$
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	$\frac{1}{1 + e^x}$	$\arctg \sqrt{x}$	$\sin 3x$
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.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в виде файла формата «MathCAD»

Практическое занятие №5

«Численное интегрирование и дифференцирование»

1. Цель занятия: Формирование умения численного интегрирования и дифференцирования в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания

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	$x^{2 \cdot \arctg(x/3)}$	[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	$5x + x \lg x$	[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 встроеного оператора интегрирования;
- 2) по формуле прямоугольников;
- 3) по формуле Симпсона;
- 4) с помощью встроеного 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.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в виде файла формата «MathCAD»

Практическое занятие №6

«Решение обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Цель занятия: Формирование умения решать обыкновенные дифференциальные уравнения в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания

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	$\begin{cases} u' = v - u - t; \\ v' = 2v + u. \end{cases}$	1,5	1,5	-1	-1
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:

$$d^2 y$$

$= f(x, y, y')$, при граничных условиях $y(a) = A$, $y(b) = B$ 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	$(2 + x) y + \arctg x$	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

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в виде файла формата «MathCAD»

Практическое занятие №7

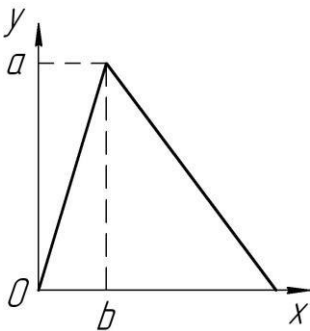
«Решение дифференциальных уравнений в частных производных»

1. Цель занятия: Формирование умения решать дифференциальные уравнения в частных производных в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания

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:

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

с начальными условиями:

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

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

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 → 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	$\cos y + (3 - \cos 1) \cdot y$	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	$\sin x$

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в виде файла формата «MathCAD»

Практическое занятие №8

«Спектральный анализ и синтез»

1. Цель занятия: Формирование умения проводить спектральный анализ и синтез в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания

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	$\sin \frac{t}{e^3}$	13	$e^{-10(t-\pi)^2}$
4	$\frac{\sin 3t}{ \sin t + \cos t }$	9	$\sin t + \sin 2t $	14	$\cos \frac{t}{e^3}$
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 .

3. Ожидаемый (е) результат (ы): оформление отчета в виде файла формата «MathCAD»

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно выполнил работу и оформил полный отчет;

- оценка «не зачтено» если он неправильно выполнил работу и оформил полный отчет, выполнил работу, но не оформил отчет или не выполнил работу.

Примерный перечень тестовых заданий

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)		$rexp(m, r)$

3)		$rF(m, d1, d2)$
4)		$rgamma(m, s)$
5)		$rgeom(m, p)$
6)		$rhypergeom(k, n, M, N)$

Задание №204

Укажите вектор m случайных чисел, имеющих распределение Фишера.

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)		$rhypergeom(k, n, M, N)$

Задание №205

Укажите вектор m случайных чисел, имеющих гамма-распределение.

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)		$rhypergeom(k, n, M, N)$

Задание №206

Укажите вектор m случайных чисел, имеющих геометрическое распределение.

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)		$rhypergeom(k, n, M, N)$

Задание №207

Укажите вектор k случайных чисел с гипергеометрическим распределением.

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)		$\text{rhypergeom}(k, n, M, N)$

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

Системы поддержки инженерных расчетов

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-	учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"

011109-4.		
-----------	--	--

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

А.М. Асаева
(подпись) (И.О. Фамилия)

«___» _____ 20___ г.

МП

11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – 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.
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

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 № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; 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	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

№ 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
	текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е306)				
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	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

№ 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
	аттестации. (Е-309)				
3	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 индивидуальных консультаций. Учебная	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)	4,8	1 6

№ 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
	аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г- 401)				