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 ВО)

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(направленность (профиль))

Форма обучения: заочная

Год набора: 2019

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 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) *(подпись)* *(И.О. Фамилия)*

«___»_____20___г.

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2025 г.

Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

.

Протокол заседания кафедры № _1__от « 30 » августа 2019 г.

Протокол заседания кафедры № _1__от « 31 » августа 2020 г.

Протокол заседания кафедры № _1__от « 31 » августа 2021 г.

Протокол заседания кафедры № _1__от « 31 » августа 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(выпускающей направление (специальность))

«31 » августа 2018 г. _____ Н.Ю. Логинов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01EBF9AE0042AFACBF4C85985C8E0BA090
Владелец: Логинов Николай Юрьевич
Действителен: с 03.11.2022 до 03.11.2023

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 стандартные задачи	Знать: • основные понятия, задачи и цели моделирования;

профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2)	• классификацию моделей и видов моделирования; • методы построения математического описания объектов.
	Уметь: • использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для составления математического описания объекта моделирования.
	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.
– способность выполнять работы по диагностике состояния динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа (ПК-12)	Знать: • численные методы решения различных задач; • методы восстановления эмпирических зависимостей; • методы аналитического моделирования; • методы имитационного моделирования.
	Уметь: • решать составленные уравнения (системы уравнений) модели с помощью современных математических пакетов.
	Владеть: • 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

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 самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Модуль 1. Общие вопросы математического моделирования	Тема 1.1. Введение. Основные понятия и определения. Цели и принципы моделирования	1				Вебинар на онлайн-площадке, дискуссия в чате вебинара	5	Изучение видеолекции по итогам вебинара, тесты для самоконтроля	компьютер либо планшет либо смартфон	Тест	1, 2, 3
	Тема 1.2. Виды моделей и моделирования. Классификация математических моделей	0,5				Аудио-/видео- лекции электронного учебника с консультацией преподавателя на форуме	5	Самостоятельное изучение материалов электронного учебника с разделением на лекции и с тестами для самоконтроля по каждой лекции, анализ поведения обучающихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Тест	1, 2, 3

Модуль 2. Различные методы решения нелинейных уравнений	Тема 2.1. Моделирование графических систем. Геометрические модели	1				Вебинар на онлайн-площадке, дискуссия в чате вебинара	5	Изучение видеолекции по итогам вебинара, тесты для самоконтроля	компьютер либо планшет либо смартфон	Тест	1, 2, 3
	Задания, проверяемые вручную 1 Основы работы с программой «MathCAD» Задания, проверяемые вручную 2 Решение уравнений			2		Выполнение практических заданий с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	5	Самостоятельное выполнение практических заданий, контроль смены IP-адресов, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Тест Расчетная работа 1 и 2	1, 2, 3
	Тема 2.2. Начало работы в MathCad. Вычисления в MathCad	0,25				Аудио-/видео- лекции электронного учебника с консультацией преподавателя на форуме	5	Самостоятельное изучение материалов электронного учебника с разделением на лекции и с тестами для самоконтроля по каждой лекции, анализ поведения обучающихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Тест	1, 2, 3

	Задания, проверяемые вручную 3 Интерполяция и предсказание Задания, проверяемые вручную 4 Математическая обработка результатов экспериментальных данных			2		Выполнение практических заданий с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	5	Самостоятельное выполнение практических заданий, контроль смены IP-адресов, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Тест Расчетная работа 3 и 4	1, 2, 3
Модуль 3. Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками	Тема 3.1. Символьные вычисления	1				Аудио-/видео- лекции электронного учебника с консультацией преподавателя на форуме	5	Самостоятельное изучение материалов электронного учебника с разделением на лекции и с тестами для самоконтроля по каждой лекции, анализ поведения обучающихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга.	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Тест	1, 2, 3
	Задания, проверяемые вручную 5 Численное интегрирование и дифференцирование Задания, проверяемые вручную 6 Решение обыкновенных дифференциальных уравнений			2		Выполнение практических заданий с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	5	Самостоятельное выполнение практических заданий, контроль смены IP-адресов, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Тест Расчетная работа 5 и 6	1, 2, 3

	Тема 3.2. Обработка экспериментальных данных	0,25				Аудио-/видео- лекции электронного учебника с консультацией преподавателя на форуме	5	Самостоятельное изучение материалов электронного учебника с разделением на лекции и с тестами для самоконтроля по каждой лекции, анализ поведения обучающихся при помощи LRS-системы и Experience API, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Тест	1, 2, 3
	Задания, проверяемые вручную 7 Решение дифференциальных уравнений в частных производных Задания, проверяемые вручную 8 Спектральный анализ и синтез			2		Выполнение практических заданий с консультацией преподавателя на форуме и через комментарии в заданиях	11	Самостоятельное выполнение практических заданий, контроль смены IP-адресов, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Тест Расчетная работа 7 и 8	1, 2, 3
	Контроль					**4**		Самостоятельное тестирование по банку тестовых заданий не менее 600 вопросов, анализ поведения тестирующихся при помощи LRS-системы и Experience API, контроль смены IP-адресов, удаленная	LMS-система на основе Moodle, компьютер либо планшет либо смартфон	Итоговый тест	

								аутентификация при помощи распознавания лиц, анализ текущей успеваемости при помощи БРС-рейтинга			
Итого:		**4**		**8**		**4**	**56**				
		72									

5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Тесты	Допускаются все	Максимальное количество баллов - 6, баллы начисляются пропорционально правильным ответам Ограничение на количество попыток: 20

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачёт. Итоговый тест.	Допускаются все	«зачтено»	40 и более баллов
		«не зачтено»	Менее 40 баллов

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	Проверяемое задание 1 «Основы работы с программой «MathCAD». Проверяемое задание 2 «Решение уравнений». Проверяемое задание 3

[1]			«Интерполяция и предсказание»
	Модуль 2. Различные методы решения нелинейных уравнений.	ОПК-2, ПК-12	Проверяемое задание 4 «Математическая обработка результатов экспериментальных данных». Проверяемое задание 5 «Численное интегрирование и дифференцирование». Проверяемое задание 6 «Решение обыкновенных дифференциальных уравнений».
	Модуль 3. Проблемы получения на ЭВМ случайных числовых последовательностей с заданными вероятностными характеристиками.	ОПК-2, ПК-12	Проверяемое задание 7 «Решение дифференциальных уравнений в частных производных». Проверяемое задание 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.

9.2.1. Типовое задание. Тест.

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

Критерии оценки: Правильный ответ на один вопрос оценивается в один балл.
Количество баллов суммируется. В процессе прохождения курса студент может набрать (max 70 баллов).

Задание, проверяемое вручную 1: Основы работы с программой «MathCAD».
1. Цель занятия: Формирование навыков работы в программе «MathCAD».
2. Алгоритм выполнения практического задания:
2. 1. Изучить теоретический материал.
2.2. Получить задание.
2.3. Оформить отчет о практической работе согласно заданию и защитить ее у преподавателя**.**
3. **Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания:** оформление отчета в виде файла формата «MathCAD».
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* ≡ 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 + 2*i*; |*Z*| = ; *Re*(*Z*) =; *Im*(*Z*) = ; *arg*(*Z*) = ; $\sqrt{Z}$ = ; $\sqrt{-5}$ =; $2Z$ =; *Z*1:= 1+2*i*; *Z*2:= 3+4*i*; *Z*1+*Z*2 = ; *Z*1 – *Z*2 = ; *Z*1 · *Z*2 = ; *Z*1/*Z*2 = .

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 → tupe → 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 *Xper* := (или *Yper* :=) и выбрать пункт меню Edit → Paste.

8) Вычислить значения функций $X(\alpha)$ и $Y(\alpha)$ при $\alpha := \pi/2$.

Задание 8.

Используя команду Math → Matrics 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:

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

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 → 3D Plot Format вызвать диалоговое окно "3D Plot Format" и изменить:

– характеристики просмотра (View → Rotation → Tilt),

– цвета и линии поверхности (Color&Lines → Shading),

– параметры осей (Axes),

– вид заголовка графика (Title).

Задание 10.

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

Варианты задания 10

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

5	r:= 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)

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Задание, проверяемое вручную 2: Решение уравнений.

1. Цель занятия: Формирование навыков работы в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания:

2. 1. Изучить теоретический материал.

2.2. Получить задание.

2.3. Оформить отчет о практической работе согласно заданию и защитить ее у преподавателя**.**

3. **Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания:** оформление отчета в виде файла формата «MathCAD».

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	$\sqrt{1-x}-tgx;$ $x\in[0;1]$
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	$\arccos\frac{1-x^2}{1+x^2-x};$ $x\in[2;3]$	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 символьно, используя команду Symbolic → Solve for Variable.

4) разложить на множители, используя Symbolic → 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	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 22; \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 17; \\ x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = 8; \\ x_1 - 2x_3 - 3x_4 = -7. \end{cases}$	10	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 26; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 = 34; \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = 26; \\ 4x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 26. \end{cases}$
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	вариант	Система нелинейных

	уравнений		уравнений
1	$\begin{cases} Sinx + 2y = 2, \\ Cos(y - 1) + x = 0,7; \end{cases}$	9	$\begin{cases} Siny + x = -0,4, \\ 2y - Cos(x + 1) = 0; \end{cases}$
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	$\begin{cases} Cosx + y = 1,5; \\ 2x - Sin(y - 0,5) = 1; \end{cases}$	11	$\begin{cases} Cos(x + 0,5) - y = 2; \\ Siny - 2x = 1; \end{cases}$
4	$\begin{cases} Cos(x + 0,5) + y = 0,8; \\ Siny - 2x = 1,6; \end{cases}$	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	$\begin{cases} Cos(x + 0,5) + y = 1; \\ Siny - 2x = 2; \end{cases}$	14	$\begin{cases} Sinx - 2y = 1; \\ Cos(y + 0,5) - x = 2; \end{cases}$
7	$\begin{cases} - Sin(x + 1) + y = 0,8; \\ Sin(y - 1) + x = 1,3; \end{cases}$	15	$\begin{cases} 2y - Sin(x - 0,5) = 1; \\ Cosy + x = 1,5; \end{cases}$
8	$\begin{cases} Sinx - 2y = 1; \\ Sin(y - 1) + x = 1,3; \end{cases}$		

Задание 5.

Символно решить системы уравнений:

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

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

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Задание, проверяемое вручную 3: Интерполяция и предсказание.

1. Цель занятия: Формирование навыков работы в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания:

2. 1. Изучить теоретический материал.

2.2. Получить задание.

2.3. Оформить отчет о практической работе согласно заданию и защитить ее у преподавателя**.**

3. **Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания:** оформление отчета в виде файла формата «MathCAD».

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, ..., 10, на отрезке [a, b].

Варианты заданий 1...7

№ варианта	$f(x)$	[a; b]	№ варианта	$f(x)$	[a; b]
1	$Sinx^2$	[0; 2]	9	$x \cdot Cos(x + ln(1 + x))$	[1; 5]
2	$Cosx^2$	[0; 2]	10	$10 \cdot \ln\frac{2x}{1+x}$	[1; 5]
3	e^{sinx}	[0; 5]	11	$Sinx^2 \cdot e^{-(x/2)}$	[0; 3]
4	$\frac{1}{0{,}5 + x^2}$	[0; 2]	12	$Cos(x + Cos^3x)$	[0; 2]
5	$e^{(x+Sinx)}$	[2; 5]	13	$Cos(x + e^{Cosx})$	[3; 6]
6	$\frac{1}{(1+e^{-x})}$	[0; 4]	14	$Cos(2x + x^2)$	[0; 1]
7	$Sin(x + e^{Sinx})$	[0; 3]	15	$e^{Cosx} \cdot Cosx^2$	[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, $i = 0, 1, ..., 10(b – a)$, 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 $f(x)$.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Задание, проверяемое вручную 4: Математическая обработка результатов экспериментальных данных.

1. Цель занятия: Формирование навыков работы в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания:

2. 1. Изучить теоретический материал.

2.2. Получить задание.

2.3. Оформить отчет о практической работе согласно заданию и защитить ее у преподавателя**.**

3. **Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания:** оформление отчета в виде файла формата «MathCAD».

Задание 1.

Создайте таблицу экспериментальных данных:

$x_i = a + h_i$, $i = 0, 1, \ldots, 10$, $h = \frac{b-a}{10}$, 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	$\frac{1}{\sqrt{1+2Cos^2 x}}$	$Sin\ x$
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.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Задание, проверяемое вручную 5: Численное интегрирование и дифференцирование.

1. Цель занятия: Формирование навыков работы в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания:

2. 1. Изучить теоретический материал.

2.2. Получить задание.

2.3. Оформить отчет о практической работе согласно заданию и защитить ее у преподавателя**.**

3. **Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания:** оформление отчета в виде файла формата «MathCAD».

Задание 1.

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

$i = 0, 1, ..., 8$;

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

Варианты задания 1

№ варианта	*f(x)*	[*a; b*]	[*c; d*]

1	$\frac{1}{tg\,2x+1}$	[0,4; 0,8]	[2, 2;1]
2	$\frac{Cos3x}{(1-Cos3x)\cdot 2}$	[0,8; 1,6]	[-1; -0,9]
3	$\frac{1}{x\sqrt{x^3+4}}$	[0,18; 0,98]	[0,5; 0,6]
4	$\frac{Sinx}{1+Sinx}$	[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	$e^{2x}\cdot Sin3x$	[0,4; 1,2]	[2; 2,1]
8	$\frac{ctg\,2x}{(Sin2x)^2}$	[0,8; 1,2]	[1; 1,1]
9	$(x+1)\cdot Sin\,x$	[1; 5]	[1; 1,1]
10	$5x + x\cdot lgx$	[0,2; 1]	[1,3; 1,4]
11	$(2x+3)\cdot Sin\,x$	[0,4; 1,2]	[0,5; 0,6]
12	$\frac{Cosx}{2x+5}$	[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 $j = 0...1000$;

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 → 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 $x_i = c + h \cdot i$, $i = 0, 1, ..., 10$, $h = 0{,}01$ на отрезке $[c, d]$.

Задание 6.

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

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Задание, проверяемое вручную 6: Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

1. Цель занятия: Формирование навыков работы в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания:

2. 1. Изучить теоретический материал.

2.2. Получить задание.

2.3. Оформить отчет о практической работе согласно заданию и защитить ее у преподавателя**.**

3. **Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания:** оформление отчета в виде файла формата «MathCAD».

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-Кутта (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	$2y – Cos2x$	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	$y + \frac{Cosx}{3}$
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-Кутта, 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 → Transforms → 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:

$\frac{d^2y}{dx^2} = f(x, y, y')$, 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	$(2 + x) y + \operatorname{arctg} x$	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

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Задание, проверяемое вручную 7: Решение дифференциальных уравнений в частных производных.

1. Цель занятия: Формирование навыков работы в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания:

2. 1. Изучить теоретический материал.

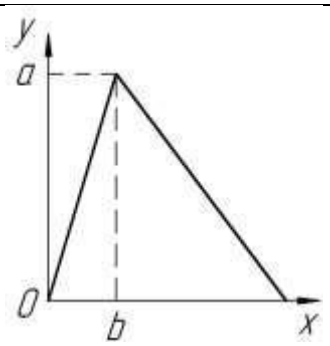
2.2. Получить задание.

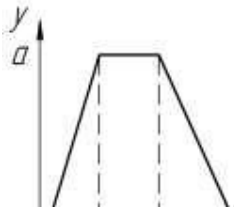
2.3. Оформить отчет о практической работе согласно заданию и защитить ее у преподавателя**.**

3. **Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания:** оформление отчета в виде файла формата «MathCAD».

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:

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

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

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

Для решения задачи построить сетку из 11 узлов по x (i = 0, 1, ... 10) и провести вычисления для 16 слоёв по t (j = 0, 1, ... 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:

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

и граничными условиями:

$u(0, t) = a$,

$u(1, t) = b$.

Для решения задачи построить сетку из 11 узлов по x (i = 0, 1, ... 10) и провести вычисления для 12 слоёв по t (j = 0, 1, ... 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 → 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:

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

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

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

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

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

Варианты задания 3

№ вриант	$f_1(y)$	$f_2(y)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$
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	$\sin x$

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.
- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию.

Задание, проверяемое вручную 8: Спектральный анализ и синтез.

1. Цель занятия: Формирование навыков работы в программе «MathCAD».

2. Алгоритм выполнения практического задания:

2. 1. Изучить теоретический материал.

2.2. Получить задание.

2.3. Оформить отчет о практической работе согласно заданию и защитить ее у преподавателя**.**

3. **Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение форм практического задания:** оформление отчета в виде файла формата «MathCAD».

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	$\frac{Cost}{1+Cos^2 2t}$	6	$Cost\cdot Cos\lvert Sint\rvert$	11	$Sin\left(\sqrt{1+t^2}\right)$
2	$\frac{Sin\ t}{1+Cos^2 2t}$	7	$arctg(Cos0{,}5t)$	12	$Cos\sqrt{1+t^2}$
3	$\frac{Sin2t+Sin^2 3t}{3+Sin\ t+Cos2t}$	8	$e^{\sin\frac{t}{3}}$	13	$e^{-10(t-\pi)^2}$
4	$\frac{Sin3t}{\lvert Sin\ t\rvert+\lvert Cost\rvert}$	9	$Sint+\lvert Sin2t\rvert$	14	$e^{\cos\frac{t}{3}}$
5	$Cose^{\lvert\sin 3t\rvert}$	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*.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно оформлены формы по практическому заданию.

- оценка «не зачтено» неправильно оформлены формы по практическому заданию

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

В процессе изучения дисциплины используется метод дистанционного обучения.

При подготовке к ответам на тесты по темам курса и выполнению типовых заданий студенту необходимо тщательно изучить предлагаемую литературу, нормативные правовые акты, учебный материал.

Студент самостоятельно работает с дополнительной и основной литературой, нормативными актами, интернет-ресурсами.

При изучении дисциплины необходимо изучить материалы тем, выполнить соответствующие тесты. При необходимости задать вопросы преподавателю в форуме.

После изучения курса выполнить итоговый тест.

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.)	Количествов 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.)

№ п\п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке

№ 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"

- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc		договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition		 контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3.	КОМПАС-3D v 18 (Проектирование и конструирование в машиностроении)	250	контракт № 1198 от 18.11.2019, срок действия – бессрочно
4.	Mirapolis Human Capital Management		лицензионный договор № 42/02/22-К от 02.02.2022, срок действия – до 31.08.2022

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	Аудитория веб-конференций. 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. (УЛК-810)	Экран телевизионный, ширма, прожектор на штативе. стол преподавательский, стул преподавательский, транспарант-перетяжка, системный блок .	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16 В	30,5	1
2	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры	г.Тольятти,ул. Белорусская 14	84,8	16
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.	445020, г. Тольятти, ул. Ушакова, 58	34,1	10