

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ
В.И. Ряжских

« 29 » июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

«Математическое моделирование процессов машиностроения»

Направление подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Профиль Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-
штамповочного производства

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / -

Форма обучения Очная / -

Год начала подготовки 2018 г.

Автор программы _____ / Перова А. В. /

/ Заведующий кафедрой
Технологии машиностроения _____ / Грицюк В.Г. /

Руководитель ОПОП _____ / Петренко В.Р. /

Воронеж 2018

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: освоение методов математического моделирования процессов в машиностроении и формирование практических навыков выполнения расчетов и исследований.

1.2 Задачи освоения дисциплины

- изучение методологии математического моделирования;
- освоение практических приемов использования методов математического моделирования;
- построение и исследование математических моделей с выполнением компьютерных расчетов и программирования в автоматизированных математических системах.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование процессов машиностроения» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование процессов машиностроения» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способностью применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий.

ПК-3 – способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать: классификацию методов математического моделирования, используемых в машиностроении; аналитические и численные методы при разработке математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий
	уметь: применять математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением стандартных программных средств; оценивать точность и достоверность результатов моделирования
	владеть: способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах.
ПК-3	знать: аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств
	уметь: участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей.
	владеть: навыками выбора и применения математических моделей в машиностроении, использования существующих математических моделей при проектировании, эксплуатации, изготовлении продукции машиностроительных производств; навыками обработки экспериментальных данных.

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование процессов машиностроения» составляет 7 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5			
Аудиторные занятия (всего)	72	72			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			

Самостоятельная работа	144	144			
Курсовой проект	нет	нет			
Контрольная работа	нет	нет			
Вид промежуточной аттестации: экзамен	36	36			
Общая трудоемкость, часов	252	252			
Зачетных единиц	7	7			

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Моделирование как метод познания. Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием	Цели и задачи моделирования. Натурные и абстрактные модели. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Понятие «математическая модель». Различные подходы к классификации математических моделей. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели. Внешние и внутренние характеристики математической модели. Замкнутые математические модели	2	-	-	18	20
2	Численные методы. Основы теории погрешностей	Точные и приближенные значения величин, точные и приближенные числа. Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Верные знаки, связь количества верных знаков и относительной погрешности. Правила округления и погрешность округления. Оценка погрешностей вычислений, возникающих в ЭВМ. Источники и составные части вычислительной ошибки. Априорные и апостериорные оценки ошибок в задачах вычислительного эксперимента. Оценки ошибок численного дифференцирования. Оценки ошибок для решений обыкновенных дифференциальных уравнений	6	4	20	36	66

3	Численные методы решения скалярных уравнений	Отделение корней. Приближенное вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления. Метод простой итерации численного решения уравнений. Условия сходимости итерационной последовательности. Практические схемы вычисления приближенного значения корня уравнения с заданной точностью методом простой итерации. Сходимость и устойчивость численного метода	2	14	12	36	68
4	Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений	Численные методы решения систем алгебраических уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод релаксации. Метод Гаусса. Метод разложения. Решение систем линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений	6		4	24	30
5	Аппроксимация и интерполирование функций	Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функций конечным рядом Фурье. Линейная интерполяция. Кубические сплайны. Интерполяционный многочлен Лагранжа	2			30	32
		<i>Итого</i>	18	18	36	144	216
		<i>Экзамен</i>	-	-	-	-	36
		Всего	18	18	36	144	252

5.2 Перечень лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Виды контроля
5 семестр		36	
1	Моделирование простейшего потока	4	
2	Суммирование случайных потоков	4	отчет
3	Анализ V-канальной СМО с явными потерями	4	
4	Моделирование реального процесса обслуживания для СМО с явными потерями	4	отчет
5	Исследование СМО с ожиданием	4	
6	Математическое моделирование поверхностного пластического деформирования	4	отчет
7	Моделирование проектирования операций обработки отверстий	4	
8	Планирование эксперимента	4	отчет
9	Отчетное занятие	4	
Итого часов		36	

5.3 Перечень практических работ

Очная форма обучения

№ п/п	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	Виды контроля
5 семестр		18	
1	Определение основных числовых характеристик.	2	
2	Оценка соответствия наблюдаемых данных нормальному закону распределения	2	
3	Оценка соответствия по критерию Пирсона	2	
4	Вероятностные оценки показателей свойств материалов.	2	
5	Оценка гарантируемого уровня	2	
6	Оценка вероятности попадания в установленные пределы	2	
7	Определение функций эксплуатационных свойств материалов Сглаживание опытных данных методом наименьших квадратов.	2	
8	Аппроксимация опытных данных.	2	К. раб.
9	Степенная зависимость.	2	
Итого часов		18	

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

6.1 Курсовая работа

Выполнение не предусмотрено.

6.2 Контрольные работы для обучающихся заочной формы обучения

Обучение не предусмотрено.

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать: классификацию методов математического моделирования, используемых в машиностроении; аналитические и численные методы при разработке математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: применять математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением стандартных программных средств; оценивать точность и достоверность результатов моделирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть: способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать: аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь: участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей.		граммах	
	владеть: навыками выбора и применения математических моделей в машиностроении, использования существующих математических моделей при проектировании, эксплуатации, изготовлении продукции машиностроительных производств; навыками обработки экспериментальных данных.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний для очной формы обучения оцениваются в 5 семестре по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	знать: классификацию методов математического моделирования, используемых в машиностроении; аналитические и численные методы при разработке математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: применять математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с применением стандарт-	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	ных программных средств; оценивать точность и достоверность результатов моделирования					
	владеть: способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-3	знать: аналитические и численные методы математического моделирования, используемые при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь: участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть: навыками выбора и применения математических моделей в машиностроении, использования существующих математических моделей при проектировании, эксплуатации, изготовлении продукции машиностроительных производств; навыками обработки экспериментальных данных.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. В чем выражается обычно относительная погрешность?

1) В процентах (%)

- 2) В процентах на единицу (%/ед.)
- 3) В штуках (шт.)
- 4) В x (x)

2. В чем заключается задача отделения корней?

- 1) В установлении количества корней
- 2) В установлении количества корней, а так же наиболее тесных промежутков, каждый из которых содержит только один корень.
- 3) В установлении корня решения уравнения
- 4) В назначении количества корней

3. Невязка – это ...

- 1) Значение разностей между свободными членами исходной системы.
- 2) Значение суммы между свободными членами исходной системы и результатами подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных
- 3) Значение суммы результатов подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных
- 4) Значение разностей между свободными членами исходной системы и результатами подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных.

4. Интерполяция – это ...

- 1) Способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений
- 2) Продолжение функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения.
- 3) Замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле, близкими к исходным.
- 4) Метод решения задач, при котором объекты разного рода объединяются общим понятием.

5. Итерация - это

- 1) Повторение. Результат повторного применения какой-либо математической операции.
- 2) Замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле, близкими к исходным.
- 3) Число, изображаемое единицей и 18 нулями
- 4) Продолжение функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения.

6. Золотое сечение - это.

- 1) Такое пропорциональное деление отрезка на части, при котором меньший отрезок относится к большему, как больший ко всему.
- 2) Непропорциональное деление отрезка на части, при котором мень-

ший отрезок относится к большему, как больший ко всему.

3) Непропорциональное деление отрезка на части, при котором больший отрезок относится к меньшему, как больший ко всему.

4) Такое пропорциональное деление отрезка на части, при котором больший отрезок относится к меньшему, как больший ко всему.

7. Как иначе называют метод бисекций?

- 1) Метод половинного деления
- 2) Метод хорд
- 3) Метод пропорциональных частей
- 4) Метод «начального отрезка»
- 5) Метод коллокации

8. Методы решения уравнений делятся на:

- 1) Прямые и итеративные
- 2) Прямые и косвенные
- 3) Начальные и конечные
- 4) Определенные и неопределенные
- 5) Простые и сложные

9. Как иначе называют метод Ньютона?

- 1) Метод касательных
- 2) Метод коллокации
- 3) Метод прогонки
- 4) Метод итераций
- 5) Метод хорд

10. Приближенные методы вычисления интегралов можно разделить на 2 группы:

- 1) аналитические и численные
- 2) аналитические и графические
- 3) систематические и численные систематические и случайные
- 4) приближенные и неприближенные

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Вопрос 1. Сформулируйте правила округления приближенных чисел: по дополнению и усечением

Вопрос 2. Докажите утверждение об оценке абсолютной погрешности суммы и разности двух чисел.

Вопрос 3. На основании формулы вычисления погрешности функции многих переменных сформулируйте правило вычисления абсолютной и относительной погрешностей функции одной переменной.

Задача 1.

Выполнить округление приближенных чисел и записать результат с учетом верных цифр:

$$a = -0.5689176, \quad \Delta a = 0.005$$

$$b = 1.386222, \quad \delta b = 0.02$$

Задача 2.

Высота и радиус основания цилиндра измерены с точностью до 0.5%. Какова относительная погрешность при вычислении объема цилиндра?

Задача 3.

Указать правила оценки абсолютных и относительных погрешностей функций: a^x и x^a .

Решение нелинейных уравнений. Методы бисекций, простой итерации, Ньютона.

Вопрос 1. Сформулируйте постановку задачи приближенного решения нелинейного уравнения и основные этапы ее решения.

Вопрос 2. Докажите оценку погрешности метода бисекций.

Вопрос 3. Запишите расчетную формулу метода Ньютона и дайте геометрическую интерпретацию метода.

Вопрос 4. Что такое итерационная функция?

Вопрос 5. Выведите критерий окончания итераций для метода простой итерации из оценки погрешности.

Вопрос 6. Можно ли найти кратный корень с помощью метода бисекции?

Задача 1. Определить количество корней уравнения и для каждого корня найти отрезки локализации:

$$x^4 - 1 - \cos x = 0$$

Задача 2.

Методом деления отрезка пополам найти корень уравнения

$$x^3 + 2x - 6 = 0 \quad \text{с точностью } \varepsilon = 0.3.$$

Сколько нужно сделать итераций для получения точности $\varepsilon = 0.01$?

Задача 3.

Методом простой итерации найти корни уравнения

$$x^4 - 4x - 4 = 0 \quad \text{с точностью } \varepsilon = 0.1$$

Указание: отрицательный корень найти простым преобразованием уравнения, а положительный корень найти методом простой итерации с оптимальным выбором итерационного параметра.

Задача 4.

Записать расчетную формулу метода Ньютона и указать критерий окончания итераций для решения уравнения

$$(10)^x + x^2 - 2 = 0$$

Вычислить два первых приближения к корню.

Задача 5.

Указать критерий окончания в методе Ньютона для решения задачи: методом Ньютона

найти корень уравнения с k верными значащими цифрами.

Решение нелинейных уравнений. Обусловленность задачи нахождения корня. Интервал неопределенности.

Вопрос 1. Что такое интервал неопределенности корня.

Вопрос 2. Каков алгоритм поиска корня методом Ньютона.

Задача 1.

Записать расчетные формулы для нахождения корней $x^3 - x^2 = 0$.

Задача 2. Найти радиус интервала неопределенности корня уравнения. Предполагается, что абсолютная погрешность вычисления функции $f(x) = 1 - \cos x$ равна δ .

Решение систем линейных уравнений.

Вопрос 1. Сформулируйте определение нормы вектора и запишите формулы для нахождения нормы.

Вопрос 2. Дайте определение нормы матрицы. Какие Вы знаете свойства нормы матрицы?

Вопрос 3. Сформулируйте алгоритм метода Гаусса и запишите формулы для преобразования элементов матрицы на k -ом шаге прямого хода метода.

Вопрос 4. Что такое LU - разложение матрицы?

Задача 1.

Даны 2 вектора $x_1 = (-3, 2.4, 5.5)$ и $x_2 = (-3.1, 2.4, 5.4)$, являющиеся приближениями к вектору $x = (-3, 2, 5)$. Какой из векторов является более точным приближением к вектору x ?

Задача 2.

Подсчитать количество арифметических действий в методе Гаусса.

Задача 3.

Найти LU-разложение матрицы

$$\begin{pmatrix} 2 & -4 & -3 \\ 3 & 3 & -4 \\ 1 & -5 & 3 \end{pmatrix}$$

Решение систем линейных алгебраических уравнений прямыми методами.

Вопрос 1. Что такое прямые и итерационные методы.

Вопрос 2. С какой целью применяют модификацию метода Гаусса - схему с выбором наибольшего ведущего элемента.

Вопрос 3. Запишите формулы для нахождения решения после приведения системы к виду.

Вопрос 4. Сформулируйте алгоритм метода прогонки.

Задача 1.

Методом Гаусса с выбором главного элемента найти решение системы уравнений:

$$\begin{cases} 0x_1 + 2x_2 - x_3 - 10x_4 = -25 \\ 8x_1 - x_2 + x_3 + 0x_4 = -36 \\ 4x_1 + 18x_2 + 0x_3 - 3x_4 = -44 \\ 4x_1 + 0x_2 - 30x_3 + 3x_4 = -104 \end{cases}$$

Задача 2.

Подсчитать количество арифметических действий в методе прогонки.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Решение систем алгебраических уравнений итерационными методами

Вопрос 1. Сформулируйте достаточное условие сходимости методов Якоби и метода Зейделя.

Вопрос 2. Сформулируйте критерий окончания итераций в методе Якоби.

Вопрос 3. Сформулируйте условия сходимости метода простой итерации и метода Зейделя для случая симметрических положительно определенных матриц.

Вопрос 4. Из каких условий выбирается итерационный параметр в методе простой итерации.

Вопрос 5. Сформулируйте алгоритм нахождения оптимального итерационного параметра в методе простой итерации.

Задача 1.

Вывести оценку числа итераций, требуемых для достижения заданной точности в методе Якоби.

Приближение функций. Метод наименьших квадратов.

Вопрос 1. Сформулируйте постановку задачи приближения функции по методу наименьших квадратов.

Вопрос 2. Что такое среднеквадратичное отклонение.

Вопрос 3. Как определить степень приближающего многочлена.

Вопрос 4. Из какого условия выводится нормальная система наименьших квадратов.

Задача 1.

Построить приближение таблично заданной функции по методу наименьших квадратов многочленами 0-ой, 1-ой и 2-ой степеней.

x	-2	-1	0	1	2
y	9.9	5.1	1.9	1.1	1.9

Построить графики функции и найденных многочленов.

Задача 2.

Функция $y=a/x+b$ задана таблицей своих значений.

x	0.1	0.2	0.5
y	10.22	5.14	2.76

Найти параметры a и b по методу наименьших квадратов **Указание.** Предварительно свести задачу к линейной, сделав замену: $t=1/x$. Тогда функция y приближается многочленом 1-ой степени $a t+b$.

Задача 3.

Вывести нормальную систему уравнений для определения параметров a, b, c функции $g(x)=a \sin(x)+b \cos(x)+c$, осуществляющей среднеквадратичную аппроксимацию таблично заданной функции $y(x)$.

Приближение функций. Интерполяция.

Вопрос 1. Сформулируйте постановку задачи приближения функции по методу интерполяции.

Вопрос 2. Запишите интерполяционный многочлен Лагранжа первой степени.

Вопрос 3. Сформулируйте теорему об оценке погрешности интерполяции.

Задача 1.

Построить интерполяционные многочлены Лагранжа, приближающие табличную функцию:

x	0	2	4
y	3	0	2

Задача 2.

Функция $y = \sin(x)$ приближается на отрезке интерполяционным многочленом по значениям в точках $0, \pi/8, \pi/4$. Оценить погрешность интерполяции на этом отрезке.

Задача 3.

Определить степень многочлена Лагранжа на равномерной сетке, обеспечивающую точность приближения функции e^x на отрезке $[0,1]$ не хуже 0.001.

Задача 4.

Пусть в точках x_1 и x_2 известны не только значения функции y_1 и y_2 , но и значения производных y'_1 и y'_2 . В этом случае узлы называются кратными. Построить интерполяционный многочлен с кратными узлами.

Приближение функций. Сплайны.

Вопрос 1. Объясните разницу между глобальной и кусочно-полиномиальной интерполяцией. Почему на практике чаще используется кусочно-полиномиальная интерполяция.

Вопрос 2. Дайте определение интерполяционного сплайна m -ой степени.

Вопрос 3. Запишите формулу сплайна первой степени.

Задача 1.

Функция $y = f(x)$ задана таблицей своих значений.

x	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
y	0.75	1.1	1.35	1.25	1.05	0.8

Предложить способы интерполирования для нахождения значений функции в точках 0.24, 0.5, 0.96.

Задача 2.

Функция $y = f(x)$ задана таблицей своих значений.

x	0	1	2
y	1	4	6

Построить интерполяционный кубический сплайн с граничными условиями $S'(0) = S'(2)$, $S''(0) = S''(2)$.

Задача 3. Проинтерполировать функцию задачи 2 методом кусочно-линейной интерполяции и построить график исходной функции и найденных многочленов

Решение задачи Коши одношаговыми методами.

Вопрос 1. Запишите постановку задачи Коши и сформулируйте теорему существования и единственности.

Вопрос 2. Запишите расчетную формулу метода Эйлера. Дайте геометрическую интерпретацию метода.

Вопрос 3. Что такое локальная и глобальная погрешности.

Вопрос 4. Сформулируйте правило Рунге для оценки погрешности.

Задача 1.

Найти решение задачи Коши методом Эйлера-Коши: $y' = 0.5ty$, $y(1) = 1$ в точках 1.2 и 1.4.

Задача 2.

Для задачи Коши

$y' = -2y$, $y(0) = 1$ методом Эйлера найти решение в двух последовательных точках 0.2, 0.4 с точностью 0.1. Погрешность оценивать с помощью правила Рунге.

Контрольная работа для заочников

Задача № 1.

Начать решение системы линейных алгебраических уравнений $Ax = b$ методом итераций и Гаусса-Зайделя. Выполнить вручную первые 2 итерации.

1. $A = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -3 & 2 & 10 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 11 \\ 4 \\ 6 \end{pmatrix}$

6. $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 2 & 4 & 1 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 6 \\ 9 \\ 4 \end{pmatrix}$

2. $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 \\ -1 & 3 & 1 \\ 1 & -1 & 4 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$

7. $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 2 & 5 & -2 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} -2 \\ -4 \\ 2 \end{pmatrix}$

3. $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 1 & -3 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \end{pmatrix}$

8. $A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 0 & 2 & -1 \\ -1 & 1 & 5 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ -5 \end{pmatrix}$

4. $A = \begin{pmatrix} 5 & 1 & -1 \\ -1 & 3 & 1 \\ 1 & -2 & 4 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} -5 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix}$

9. $A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & -1 \\ 2 & 3 & 0 \\ 1 & -1 & 5 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 7 \\ 7 \\ 11 \end{pmatrix}$

5. $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ -2 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} -1 \\ 5 \\ -3 \end{pmatrix}$

10. $A = \begin{pmatrix} 5 & 2 & -2 \\ 2 & 3 & 1 \\ 1 & -3 & 5 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 6 \\ 4 \\ 9 \end{pmatrix}$

Задача № 2.

Начать решение нелинейного уравнения (методами бисекции и Ньютона). Выполнить первые 2 итерации.

1. $x^4 - 3x - 20 = 0$ ($x > 0$)

4. $x^3 - 2x - 5 = 0$ ($x > 0$)

7. $x + e^x = 0$

2. $x^3 + 3x + 5 = 0$

5. $x^4 + 5x - 7 = 0$ ($x > 0$)

8. $x^5 - x - 2 = 0$

3. $x^3 - 12x - 5 = 0$ ($x > 0$)

6. $x^3 - 2x^2 - 4x + 5 = 0$

9. $x^3 - 10x + 5 = 0$ ($x > 0$)

10. $x^4 - x - 3 = 0$

($x > 0$)

Задача № 3.

Найти численное значение производной функции в т. $x=1$ по формулам правой, левой и центральной разностей.

1. $f(x) = x^4 - 3x - 20$
2. $f(x) = x^3 + 3x + 5$
3. $f(x) = x^3 - 12x - 5$
10. $f(x) = x^4 - x - 3$
4. $f(x) = x^3 - 2x - 5$
5. $f(x) = x^4 + 5x - 7$
6. $f(x) = x^3 - 2x^2 - 4x + 5$
7. $f(x) = x + e^x$
8. $f(x) = x^5 - x - 2$
9. $f(x) = x^3 - 10x + 5$

Задача № 4.

Аппроксимировать табличную функцию многочленами первой и второй степени методом наименьших квадратов. Найти погрешность аппроксимации.

1.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	1,1	1,4	1,6	1,7	1,9

2.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	1,05	1,55	1,7	1,75	1,8

3.

x_i	2	3	4	5	6
y_i	0,4	0,55	0,13	0,09	0,07

4.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	7,5	6,2	5,5	3,5	3

5.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	8,2	5,9	4,9	4	3,2

6.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	7,2	5,9	4,9	4	3,2

7.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	7,1	6,1	4,9	4	3,1

8.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	0,55	0,7	0,77	0,82	0,85

9.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	1,1	1,55	1,9	2,3	2,6

10.

x_i	1	2	3	4	5
y_i	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5

Задача № 5

По заданной табличной функции построить интерполяционный многочлен Лагранжа и найти его значения в точках $x = \frac{x_i + x_{i+1}}{2}$, $i = \overline{1,2}$. Полученные точки нанести на график, построенный в задаче № 3.

1.

x_i	1	2	3
y_i	1,1	1,4	1,6

2.

x_i	1	2	3
y_i	1,05	1,55	1,7

3.

x_i	2	3	4
-------	---	---	---

6.

x_i	1	2	3
y_i	7,2	5,9	4,9

7.

x_i	1	2	3
y_i	7,1	6,1	4,9

8.

x_i	1	2	3
-------	---	---	---

Критерии оценки работы:

5 баллов выставляется студенту, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студент работает полностью самостоятельно: подбирает необходимые источники информации, показывает необходимые теоретические знания, практические умения и знания.

4 балла выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой структуры, не влияющие на конечный результат. Студенты используют указанные преподавателем источники информации. Задание показывает знание основного теоретического материала и овладение умениями необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

3 балла выставляется студенту, если творческое задание выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя и хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение в интерпретации материала в практической области «отлично» данную работу студентов.

2 балла выставляется студенту, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

0 – в остальных случаях.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0÷2	3	4	5
Оценка	2	3	4	5

Методика проведения: защита работ проводится в аудитории для практических занятий, работа выполняется во время самостоятельной работы, на подготовку отводится 2 месяца, задания выполняются с использованием справочной и учебно-методической литературы и/или средств коммуникации, результат сообщается на следующий день.

Оценочные средства по лабораторным работам

Лабораторная работа «Математическое моделирование поверхностного пластического деформирования поверхностей тороидальным роликом»

Проверяемый результат: ПК1.Р4

Критерии оценки

1 – работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний;

0,75 – работа выполнена самостоятельно, в полном объеме, но отчет содержит незначительные логические погрешности, описки, отступления от структуры отчета.

0,5 – работа выполнена самостоятельно, но не в полном объеме, отчет соответствует требованиям методических указаний;

0,5 - работа выполнена при помощи преподавателя и хорошо подготовленных и уже выполнивших данную работу студентов, отчет соответствует требованиям методических указаний;

0 – работа не выполнена или отчет не представлен.

Шкала оценивания:

Итоговый балл	0	0,5	0,75	1
Оценка	2	3	4	5

Оценочные средства промежуточной аттестации

Критерии оценивания ответа студента на промежуточной аттестации
по дисциплине

«Математическое моделирование процессов машиностроения»

Базовый уровень освоения дисциплины (оценка «удовлетворительно»):

- знает основные задачи математического моделирования в машиностроении;

- знает классификацию математических моделей процессов и систем;
- знает основные методы многокритериальной оптимизации;
- знает виды регрессионных моделей;
- знает основные этапы моделирования;
- умеет пользоваться средствами Microsoft Excel для расчетов;
- владеет основами алгоритмизации.
- владеет навыками работы в Mathcad.

Уровень освоения дисциплины на оценку «хорошо»:

- знает методы линейного программирования;
- знает основные требования, предъявляемые к математическим моделям;
- знает методы проверки адекватности моделей;
- знает метод анализа иерархий;
- умеет строить регрессионные модели;
- умеет определять значимость влияния факторов на процесс;
- владеет параметрическим анализом.

Высокий уровень освоения дисциплины (оценка «отлично»):

- знает методы нелинейного программирования;
- знает методы принятия решений;
- знает математические модели для расчета режимов резания;
- умеет оптимизировать процесс выпуска разнородной продукции на одном оборудовании;
- умеет планировать выпуск изделий пропорциональными частями;
- владеет навыками анализа в среде Mathcad.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае отсутствия твердых знаний, или несоответствия критериям оценки «удовлетворительно».

В промежуточной аттестации в итоговый балл включается балл текущего контроля: итоговый балл = баллу выполнения экзаменационного задания + средний балл текущего контроля.

Результаты, оцениваемые по текущему контролю	ПК1.P1	ПК1.P2	ПК1.P3	ПК1.P4	ПК1.P5
Максимальный балл	5	5	5	5	1
Оценка	5	5	5	5	5

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении.
2. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
3. Методы решения многокритериальных задач оптимизации.
4. Метод поиска Парето – эффективных решений.
5. Метод решения многокритериальных задач оптимизации с использованием обобщенного (интегрального) критерия.
6. Аддитивный критерий.
7. Мультипликативный критерий.
8. Максиминный (минимаксный) критерий.
9. Основные принципы выбора критериев оптимальности.
10. Математическое моделирование силового взаимодействия в зоне резания при изготовлении деталей на станках.
11. Порядок проведения силовых экспериментов и аппроксимации результатов измерений (получения математических моделей).
12. Аналитическая обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
13. Математическое моделирование упругих деформаций в технологической системе.
14. Математическое моделирование точности обработки деталей на станках.
15. Основные факторы, определяющие погрешность обработки деталей.
16. Расчетно – аналитический метод определения точности обработки.
17. Моделирование точности обработки деталей на основе динамических характеристик станков.
18. Математическое моделирование управления производительностью, себестоимостью и точностью обработки деталей на металлорежущих станках.
19. Моделирование связей производительности и точности операций металлообработки с изменением входных параметров. Идея адаптивного управления процессом обработки.
20. Моделирование управления производительностью, себестоимостью и точностью обработки деталей на станках с ЧПУ.
21. Адаптивные системы предельного регулирования.
22. Адаптивные системы оптимального управления.
23. Объемное планирование работы технологических станочных систем.

24. Объемное планирование работы механического участка при достижении максимальной загрузки технологического оборудования.
25. Основы теории массового обслуживания.
26. Понятие случайного процесса.
27. Марковский случайный процесс.
28. Потоки событий.
29. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний. Финальные вероятности состояний.
30. Задачи теории массового обслуживания.
31. Классификация систем массового обслуживания.
32. Математические модели простейших систем массового обслуживания.
33. Одноканальная СМО с отказами.
34. Возможные постановки задач оптимизации n – канальных СМО с отказами.
35. Основы теории производительности и надежности автоматических и автоматизированных станочных систем.
36. Основные понятия о производительности и надежности автоматических линий.
37. Расчет производительности гибких производственных систем.
38. Производительность и надежность автоматических и автоматизированных станочных систем.
39. Производительность и надежность сблокированных автоматических линий.
40. Производительность и надежность гибких производственных систем.
41. Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.
42. Элементы (основы) теории расписаний.
43. Формирование расписания работы оборудования методами линейного и динамического программирования.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно с соответствующими выводами. При ответе студент показывает глубокие знания вопросов темы, вносит обоснованные предложения по решению производственных задач, свободно ориентируется и знает действующие технологии, свободно оперирует понятиями и терминами, а во время ответа использует наглядный материал (рисунки, чертежи, схемы), легко отвечает на поставленные вопросы.

«Хорошо» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно с соответствующими выводами и обоснованными положениями. Студент показывает знания вопросов темы, вносит обоснованные предложения по решению производственных задач, без особых затруднений от-

вечает на поставленные вопросы. В ответе присутствуют ошибки, не являющиеся принципиальными, при этом студент способен ответить на замечания и предложить решения по их исправлению.

«Удовлетворительно» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно. При ответе студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного аргументированного ответа на заданные вопросы. В ответе имеются ошибки, являющиеся существенными, при этом студент способен ответить на большинство замечаний и предложить решения по их исправлению.

«Неудовлетворительно» выставляется, если студент либо затрудняется отвечать на поставленные вопросы, либо допускает существенные ошибки, при этом, не способен предложить какие-либо решения по их исправлению.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения (неделя семестра)
1	2	3	4	5
Моделирование как метод познания. Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием	знание классификации методов математического моделирования, используемых в машиностроении	Фронтальный устный опрос	Устный	2-4 недели
Численные методы. Основы теории погрешностей	знание аналитических и численных методов математического моделирования, используемых при проектировании, эксплуатации и исследованиях продукции и объектов машиностроительных производств	ЛР № 1; ЛР № 2 ЛР № 3	Отчет и устный опрос	2-6 недели
Численные методы решения скалярных уравнений	знание аналитических и численных методов при разработке математических моделей, а также современных методов разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	ЛР № 4 Фронтальный устный опрос	Устный	7-8 недели
Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений	умение применять математические методы для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств с приме-	Фронтальный устный опрос	Устный	9-12 недели

	нением стандартных программных средств			
Аппроксимация и интерполирование функций Математическая статистика в моделировании технических систем	умение оценивать точность и достоверность результатов моделирования участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей.	Фронтальный устный опрос	Устный	13-14 недели
Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений	владение способами рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах	ЛР № 5 ЛР № 6	Отчет и устный опрос	14-15 недели
Моделирование как метод познания. Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием Аппроксимация и интерполирование функций	владение навыками выбора и применения математических моделей в машиностроении, использования существующих математических моделей при проектировании, эксплуатации, изготовлении продукции машиностроительных производств; навыками обработки экспериментальных данных.	Фронтальный устный опрос ЛР № 7 ЛР № 8	Устный Отчет и устный опрос	16-18 недели

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тестовых заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Перова, А.В. Математическое моделирование в машиностроении. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине "Математическое моделирование в машиностроении" для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения / А.В. Перова. – Воронеж: ФГОУ ВО «ВГТУ», 2015. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

2. Перова, А.В. Математическое моделирование в машиностроении: курс лекций: [Электронный ресурс]: учеб. пособие по дисциплине "Математическое моделирование в машиностроении" для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» всех форм обучения / А.В. Перова. – Воронеж: ФГОУ ВО «ВГТУ», 2010. – URL: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

Дополнительная литература

3. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско–технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили «Технология машиностроения», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Конструкторско–технологическое обеспечение кузнечно–штамповочного производства») [Электронный ресурс] / А.В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2016. – 37 с. – Регистр. № 176-2016. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

4. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Основы математического моделирования" для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (направленности «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Технология машиностроения») всех форм обучения [Текст] / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"; сост. А.В. Перова. – Воронеж, 2017. – 37 с. – Регистр. № 105-2017.

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ №№ 5-7 по дисциплине "Математическое моделирование в машиностроении" для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профили «Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Техноло-

гия машиностроения») всех форм обучения [Электронный ресурс] / А.В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2017. – 37 с. – Регистр. № 112-2018. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

6. Методические указания к выполнению лабораторных работ №№ 1-4 по дисциплине "Математическое моделирование в машиностроении" для студентов направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (направленности «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Металлообрабатывающие станки и комплексы», «Технология машиностроения») всех форм обучения [Электронный ресурс] / А.В. Перова. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2017. – 34 с. – Регистр. № 106-2017. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Лицензионное ПО

LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

Ресурс машиностроения

Адрес ресурса: <http://www.i-mash.ru/>

Портал машиностроения

Адрес ресурса: <http://www.mashportal.ru/main.aspx>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
9.2	Учебные лаборатории оборудованы проекторами и компьютерными программами
9.3	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума и практических работ

9.4	Кабинеты, оборудованные проекторами и интерактивными досками
9.5	Натурные лекционные демонстрации: Компьютерные программы для реализации математических моделей Microsoft Excel; MathCad.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении» читаются лекции, проводятся практические занятия, лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета инженерных задач математического моделирования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы направлены на освоение решений задач математического моделирования на ПЭВМ. При проведении лабораторных занятий основными методами являются: метод упражнений; метод решения служебных задач с помощью ПЭВМ; работа с документами. Выполнение лабораторных работ в соответствии с расписанием, каждая работа студентом защищается.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию обо всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторные работы	Лабораторные занятия являются одной из наиболее эффективных форм учебных занятий. Они дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах. На них студенты осваивают постановку и

	ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Ведущей целью лабораторных работ является овладение техникой эксперимента на компьютере, умение решать практические задачи путем составления математических моделей. Выполнение лабораторных работ заканчивается составлением отчета с выводами, характеризующими полученный результат, и защита работы перед преподавателем. Лабораторная работа считается полностью выполненной после ее защиты.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2019	
4	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2020	
5	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
6	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2020	

7	Актуализирован раздел 8.1 в части состава учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2021	
8	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2021	
9	Актуализирован раздел 9 в части состава материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса	31.08.2021	