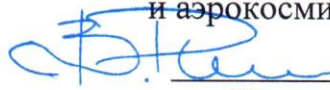


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения  
и аэрокосмической техники



В.И. Рязжский

«25» ноября 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

«Прикладное программирование»

**Направление подготовки** 21.03.01 Нефтегазовое дело

**Профиль** Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 5 лет


**Форма обучения** очная / очно-заочная

**Год начала подготовки** 2023

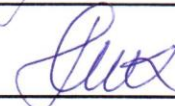
Автор программы

 /Е.М. Оболонская/

Заведующий кафедрой  
нефтегазового оборудования  
и транспортировки

 /С.Г. Валюхов/

Руководитель ОПОП

 / С.Г. Валюхов /

Воронеж 2022

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Цель изучения дисциплины – формирование компетенций, необходимых для применения методов прикладного программирования в типовых задачах нефтегазового дела

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

1.2.1. Формирование у студентов базовых знаний по проблемам использования современных компьютерных комплексов программирования и моделирования для решения производственных задач повышения безопасности, экологичности и эффективности объектов топливно-энергетического комплекса.

1.2.2. Формирование навыков решения фундаментальных и прикладных задач в нефтегазовой отрасли с позиций использования современных компьютерных средств инженерного анализа.

1.2.3. Углубление математического образования и развитие практических навыков в области прикладной математики.

1.2.4. Приобретение навыков разработки алгоритмов и программирования для последующей практической работы в области проектирования и эксплуатации технических систем, как важной составной части систем магистрального транспорта нефти, газа и нефтепродуктов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Прикладное программирование» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Прикладное программирование» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-5 - Способен проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	Знать методы постановки и анализа прикладных задач, различные варианты решения задач, их достоинства и недостатки
	Уметь грамотно, логично, аргументировано формировать собственные суждения и оценки при построении математических моделей.
	Владеть методами анализа задачи, выделяя ее базовые составляющие, методами определения и оценки практических последствий возможных решений задачи
ПК-5	Знать методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
	Уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы
	Владеть способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Прикладное программирование» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	81	81
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

**очно-заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	40	40
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	104	104
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	Прак 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	4	2	4	13	23
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	4	2	4	13	23
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	4	2	4	13	23

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 LU-разложения. Решение систем линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений	2	4	2	14	22
5	Аппроксимация и интерполирование функций	Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функций конечным рядом Фурье. Линейная интерполяция. Кубические сплайны. Интерполяционный многочлен Лагранжа	2	4	2	14	22
6	Нейросетевое моделирование	Параллели из биологии. Базовая искусственная модель. Применение нейронных сетей. Сбор данных для нейронной сети. Пре/пост процессирование. Многослойный персептрон (MLP). Обучение многослойного персептрона. Алгоритм обратного распространения. Переобучение и обобщение. Отбор данных. Как обучается многослойный персептрон. Алгоритмы обучения многослойного персептрона. Радиальная базисная функция. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть. Линейная сеть. Сеть Кохонена. Построение нейросетевых математических моделей. Универсальный нелинейный аппроксиматор. Построение моделей функционирования технических устройств. Принципы технической диагностики с использованием нейросетевых функциональных моделей. Метод взвешенных невязок на базе нейросетевых пробных функций. Оптимизация нейросетевых математических моделей	2	4	2	14	22
Часы и контроль							45
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>81</b>	<b>180</b>

## очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан..	Прак 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	4	2	2	16	24
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	4	2	2	16	24
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	2	2	18	24

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 LU-разложения. Решение систем линейных алгебраических уравнений с ленточными матрицами. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений	2	2	2	18	24
5	Аппроксимация и интерполирование функций	Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функций конечным рядом Фурье. Линейная интерполяция. Кубические сплайны. Интерполяционный многочлен Лагранжа	2	4	-	18	24
6	Нейросетевое моделирование	Параллели из биологии. Базовая искусственная модель. Применение нейронных сетей. Сбор данных для нейронной сети. Пре/пост процессирование. Многослойный перцептрон (MLP). Обучение многослойного перцептрона. Алгоритм обратного распространения. Переобучение и обобщение. Отбор данных. Как обучается многослойный перцептрон. Алгоритмы обучения многослойного перцептрона. Радиальная базисная функция. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть. Линейная сеть. Сеть Кохонена. Построение нейросетевых математических моделей. Универсальный нелинейный аппроксиматор. Построение моделей функционирования технических устройств. Принципы технической диагностики с использованием нейросетевых функциональных моделей. Метод взвешенных невязок на базе нейросетевых пробных функций. Оптимизация нейросетевых математических моделей	2	4	-	18	24
Часы на контроль							36
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>104</b>	<b>180</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Основы программирования в среде MatLab
2. Интерполяция. Линейные, нелинейные уравнения и системы. Минимизация функций в MatLab.
3. Освоение пользовательского интерфейса программы нейросетевого моделирования *ST Neural Networks* Построение различных типов моделей (многослойный перцептрон, радиально базисная сеть, обобщенно-регрессионная сеть) в системе *ST Neural Networks*
4. Использование различных методов обучения нейросетевых моделей в среде *ST Neural Networks*. Решение задач аппроксимации с использованием нейронных сетей



## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы. Примерная тематика курсовых работ соответствует потребностям базового предприятия в данный момент, например:

Создание макроса проектирования проточной части насоса в ANSYS.

Формирование нейросетевой базы данных энергетических характеристик магистральных насосов.

Программирование обучения нейронной сети по базе данных функционирования нефтяного оборудования.

Разработка прикладной программы расчета теплофизических свойств углеводородов.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**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
УК-1	Знать методы постановки и анализа прикладных задач, различные варианты решения задач, их достоинства и недостатки	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь грамотно, логично, аргументировано формировать собственные суждения и оценки при построении математических моделей.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами анализа задачи, выделяя ее базовые составляющие, методами определения и оценки практических последствий возможных решений задачи	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

ПК-5	Знать методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для очно-заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	Знать методы постановки и анализа прикладных задач, различные варианты решения задач, их достоинства и недостатки	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь грамотно, логично, аргументировано формировать собственные суждения и оценки при построении математических моделей.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	Владеть методами анализа задачи, выделяя ее базовые составляющие, методами определения и оценки практических последствий возможных решений задачи	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 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?
  - а. В процентах (%)
  - б. В процентах на единицу (%/ед.)
  - в. В штуках (шт)
  - г. В  $x$  (х)
- 2) В чем заключается задача отделения корней?
  - а. В установлении количества корней
  - б. В установлении количества корней, а так же наиболее тесных промежутков, каждый из которых содержит только один корень.

в. В установлении корня решения уравнения

г. В назначении количества корней

3) Невязка – это...

а. Значение разностей между свободными членами исходной системы.

б. Значение суммы между свободными членами исходной системы и результатами подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных

в. Значение суммы результатов подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных

г. Значение разностей между свободными членами исходной системы и результатами подстановки в уравнения системы найденных значений неизвестных.

4) Интерполяция – это...

а. Способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений

б. Продолжение функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения.

в. Замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле близким к исходным.

г. Метод решения задач, при котором объекты разного рода объединяются общим понятием.

5) Итерация – это ....

а. Повторение. Результат повторного применения какой-либо математической операции.

б. Замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле близким к исходным.

в. Число, изображаемое единицей и 18 нулями

г. Продолжение функции, принадлежащей заданному классу, за пределы ее области определения.

б) Золотое сечение – это...

а. Такое пропорциональное деление отрезка на части, при котором меньший отрезок относится к большему, как больший ко всему.

б. Непропорциональное деление отрезка на части, при котором меньший отрезок относится к большему, как больший ко всему.

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

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

- 7) Как иначе называют метод бисекций?
- Метод половинного деления
  - Метод хорд
  - Метод пропорциональных частей
  - Метод «начального отрезка»
  - Метод коллокации
- 8) Методы решения уравнений делятся на:
- Прямые и итеративные
  - Прямые и косвенные
  - Начальные и конечные
  - Определенные и неопределенные
  - Простые и сложные
- 9) Как иначе называют метод Ньютона?
- Метод касательных
  - Метод коллокации
  - Метод прогонки
  - Метод итераций
  - Метод хорд
- 10) Приближенные методы вычисления интегралов можно разделить на 2 группы:
- аналитические и численные
  - аналитические и графические
  - систематические и численные
  - систематические и случайные
  - приближенные и неприближенные

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1)

Дано приближенное число  $x$  и его абсолютная погрешность  $\Delta$ .  $x=17,4$   $\Delta=0,07$  Найти относительную погрешность  $\delta$  этого числа.

Ответы: а) 0,11% б) 0,26% в) 0,40% г) 0,31%

2. В методе половинного деления отрезок  $[a,b]$  делится пополам, если выполнено условие:

А)  $f(a)=f(b)$ ; Б)  $f(a) \cdot f(b) > 0$ ; В)  $f(a) \cdot f(b) < 0$ ; Г)  $f(a) \cdot f(b) = 1$ .

3) Методом половинного деления уточнить корень уравнения  $x^4 + 2x^3 - x - 1 = 0$

- 0,867
- 0,234
- 0,2

- г. 0,43
- д. 0,861

4) Используя метод хорд найти положительный корень уравнения  $x^4 - 0,2x^2 - 0,2x - 1,2 = 0$

- а. 1,198+0,0020
- б. 1,16+0,02
- в. 2+0,1
- г. 3,98+0,001
- д. 4,2+0,0001

5) Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения  $x^4 - 3x^2 + 75x - 10000 = 0$

- а. -10,261
- б. -10,31
- в. -5,6
- г. -3,2
- д. -0,44

6) Найти действительные корни уравнения  $x - \sin x = 0,25$

- а. 1,17
- б. 1,23
- с. 2,45
- д. 4,8
- е. 5,63

7) Методом хорд уточнить корень уравнения  $x^3 - 2x - 3 = 0$ ,  $\xi[1;2]$ ;  $\varepsilon = 10^{-3}$

- а.  $\xi = 1.8933 \pm 0.0001$
- б.  $\xi = 0.0001 \pm 1$
- в.  $\xi = 0.0033 \pm 0.0001$
- г.  $\xi = \pm 1$
- д.  $\xi = \pm 3.3$

8)

Функция задана таблицей :

i	0	1	2
x	-1	0	1
y	2	-1	0

соответствующий интерполяционный многочлен имеет вид

Ответы: а)  $y = 2x^2 - x - 1$  б)  $y = 7x^2 - x - 1$  в)  $y = 3x^2 + 5x - 1$  г)  $y = 2x^2 - 5x + 1$

9)

Используя метод Эйлера, найти значения функции  $y$ , определяемой дифференциальным уравнением  $y' = xy + 2$  при начальном условии  $y(0) = 1$ ; шаг  $h = 0,1$ . Найти только  $y_1$ :  
 Ответы: а) 1,1 б) 1,4 в) 0,9 г) 1,2

10)

Интерполяционный многочлен Лагранжа находится по формуле  $L_n(x) = \dots$

$$\begin{aligned}
 \text{а) } & \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x_i - x_0)(x_i - x_1) \dots (x_i - x_{n-1})(x_i - x_{n+1}) \dots (x_i - x_n)}{(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1})(x - x_{n+1}) \dots (x - x_n)} & \text{б) } & h \sum_{i=0}^{n-1} y_i \\
 \text{в) } & y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h} (x - x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h^2} (x - x_0)(x - x_1) + \dots + \frac{\Delta^n y_0}{n!h^n} (x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1}) \\
 \text{г) } & h \left( \frac{f(x_0) + f(x_n)}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) \right)
 \end{aligned}$$

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Кинематическая вязкость нефти месторождения Котуп-Тепе при температуре  $20^\circ\text{C}$  равна  $40 \text{ сСт}$ , а при температуре  $70^\circ\text{C}$  - всего  $5,3 \text{ сСт}$ . Определить вязкость нефти при температуре  $40 \text{ сСт}$ .

- а.  $30 \text{ сСт}$ ;
- б.  $25 \text{ сСт}$ ;
- в.  $20 \text{ сСт}$ ;
- г.  $15 \text{ сСт}$ .

2. Давление на забое закрытой газовой скважины определяется формулой , где давление на устье скважины равно  $7 \text{ МПа}$ . Параметр  $x$  находится из решения трансцендентного уравнения . Чему равно давление на забое скважины?

- а.  $5 \text{ МПа}$ ;
- б.  $7,58 \text{ МПа}$ ;
- в.  $8,12 \text{ МПа}$
- г.  $10,46 \text{ МПа}$ .

3. Зависимость напора магистрального насоса от подачи представлена таблицей

$H, \text{ м}$	250,265	245,7	244,1	233,76
$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	2000	2149	2200	2500

Укажите уравнение напорной характеристики данного насоса.

а)  $H=260,2+7,25628 \cdot 10^{-6} \cdot Q^2$ ;

б)  $H=290,8-8,1134 \cdot 10^{-6} \cdot Q^2$ ;

в)  $H=279,6-7,3338 \cdot 10^{-6} \cdot Q^2$ ;

4) Через песок, имеющий пористость  $m=0,2$  и проницаемость  $k=1,38$  дарси, фильтруется вода при  $200\text{С}$ . Скорость фильтрации  $v=1,68$  м/сут. Возможно ли при расчетах по двухчленной формуле Минского пользоваться ею без второго слагаемого, содержащего квадрат скорости фильтрации, если ошибка не должна превосходить 5% от коэффициента фильтрационного сопротивления? Эффективный диаметр  $d_{\text{э}}=0,055$  см.

- а) возможно;
- б) невозможно;
- в) не хватает данных.

5) Поток подогреваемой до температуры  $50^\circ\text{С}$  нефти, движущейся с расходом  $150 \text{ м}^3/\text{ч}$ , вливается в поток холодной нефти ( $T=20^\circ\text{С}$ ), имеющей расход  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Определить температуру нефти после перемешивания двух потоков.

- а)  $45^\circ\text{С}$ ;
- б)  $40^\circ\text{С}$ ;
- в)  $35^\circ\text{С}$ ;
- г)  $30^\circ\text{С}$ .

6) Трубопровод диаметром  $0,3$  м и длиной  $100$  м, подготовленный к гидравлическому испытанию, заполнен водой при атмосферном давлении. Какое количество воды дополнительно надо подать в трубопровод, чтобы давление в нем поднялось до  $5$  МПа по манометру? Коэффициент сжимаемости воды  $0,5 \cdot 10^{-9} \text{ Па}^{-1}$ . Деформацией трубопровода пренебречь.

- а)  $1,36 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$  ;
- б)  $1,45 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$  ;
- в)  $1,77 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$  ;
- г)  $1,94 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ .

7) Обоснуйте правильное соотношение для расчета среднего давления на участке газопровода



- а)  $p_{\text{ср}} = \frac{1}{2}(p_{\text{н}} + p_{\text{к}})$ ;  
 б)  $p_{\text{ср}} = \frac{2}{3}(p_{\text{н}} + p_{\text{к}})$ ;  
 в)  $p_{\text{ср}} = \frac{2}{3}\left(p_{\text{н}} + \frac{p_{\text{к}}^2}{p_{\text{н}} + p_{\text{к}}}\right)$ .

8) Получить выражение числа частиц  $N$ , заключенных в единице объема фиктивного грунта, и их суммарной поверхности  $S$ , если известны пористость  $m$  и диаметр частиц  $d$ . Подсчитать суммарную поверхность  $S_1$ , если  $m=30\%$ ,  $d=0,01$  мм, единица =  $1 \text{ м}^3$ .

- а)  $1360 \text{ м}^2$  ;  
 б)  $42000 \text{ м}^2$  ;  
 в)  $720 \text{ м}^2$  ;  
 г)  $1600000 \text{ м}^2$  .

9) Результаты механического анализа грунта представлены следующими данными.

Диаметр частиц, мм	0,31	0,24-0,31	0,21-0,24	0,15-0,21	0,13-0,15	0,11-0,13	0,08-0,11
Вес фракции, %	4,22	5,05	66,32	22,51	1,72	0,09	0,09

Определить эффективный диаметр частиц  $d_s$  по формуле веса средней

частицы  $d_s = \sqrt[3]{\frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i}}$

- а) 1 мм;  
 б) 0,015 мм;  
 в) 0,21 мм;  
 г) 5 мм.

10) Какое количество теплоты необходимо подвести к 1 кг воздуха с температурой 20 оС, чтобы его объем при постоянном давлении увеличился в 2 раза? Теплоемкость воздуха  $c_p=1012 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .

- а) 72,2 кДж;  
 б) 674,8 кДж;  
 в) 296,5 кДж;  
 г) 315,2 кДж.

#### 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. Цели и задачи моделирования. Моделирование в естественных и технических науках.

2. Абстрактные модели и их классификация. Понятие «математическая модель». Различные подходы к классификации математических моделей.

3. Характеристики моделируемого явления. Внешние и внутренние характеристики математической модели. Замкнутые математические модели

4. Теория погрешностей и машинная арифметика.

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  $x^a$ .

5. 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. Выведете 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

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

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.

6. 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  $\delta$ .

7. 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

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

8. 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.

9. 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.

10. 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  $y(x)$ .

11. 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 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.

## 12. 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.

### Контрольная работа для заочников

Задача № 1. Начать решение системы линейных алгебраических уравнений  $Ax = b$  методом итераций и Гаусса-Зайделя. Выполнить вручную первые 2 итерации.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Задача № 2. Начать решение нелинейного уравнения (методами бисекции и Ньютона). Выполнить первые 2 итерации

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

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

$$7. x + e^x = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

$$(x > 0)$$

Задача № 3. Найти численное значение производной функции в т.  $x=1$  по формулам правой, левой и центральной разностей

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

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

$$7. f(x) = x + e^x$$

$$2. f(x) = x^3 + 3x + 5$$

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

$$8. f(x) = x^5 - x - 2$$

$$3. f(x) = x^3 - 12x - 5$$

$$6. f(x) = x^3 - 2x^2 - 4x + 5$$

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

$$10. f(x) = x^4 - x - 3$$

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
-------	---	---	---

$y_i$	0,4	0,55	0,13
-------	-----	------	------

4.

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

5.

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

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
-------	---	---	---

$y_i$	0,55	0,7	0,77
-------	------	-----	------

9.

$x_i$	1	2	3
$y_i$	1,1	1,55	1,9

10.

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



### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Моделирование как метод познания. Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием .	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе
2	Численные методы. Основы теории погрешностей	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе
3	Численные методы решения скалярных уравнений	УК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе
4	Численные методы решения систем линейных и нелинейных уравнений	УК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе

5	Аппроксимация и интерполирование функций	УК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе
6	Нейросетевое моделирование	УК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовой работе

### **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 тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики 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 методики 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 методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Митина, О. А. Прикладное программирование [Электронный ресурс] : Учебное пособие / О. А. Митина. - Прикладное программирование ; 2020-06-24. - Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2017. - 94 с. - Лицензия до 24.06.2020. - ISBN 2227-8397.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/76716.html>

2. Популярные вычислительные методы в инженерных расчетах: учеб. пособие // Ю.А. Булыгин, С.Г. Валюхов, М.И. Зайцева, А.В. Кретинин. Воронеж. гос. техн. ун-т., 2006. 152 с.

3. Математическое моделирование гидродинамических процессов в элементах проточной части нефтяного оборудования // Ю.А. Булыгин, С.Г. Валюхов, Н.В. Заварзин, А.В. Кретинин. Воронеж. гос. техн. ун-т., 2013. 134 с.

4. Методическое руководство к выполнению практических заданий по курсу «Основы математического моделирования»// Ю.А. Булыгин, С.Г. Валюхов, А.А. Гуртовой, А.В. Кретинин. Воронеж. гос. техн. ун-т., 2015. эл. ресурс

5. Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Основы математического моделирования». Ч. 1.// Ю.А. Булыгин, С.Г. Валюхов, А.В. Студеникин, А.В. Кретинин. Воронеж. гос. техн. ун-т., 2015. эл. ресурс

6. Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Основы математического моделирования». Ч. 2.// Ю.А. Булыгин, С.Г. Валюхов, А.А. Гуртовой, А.В. Кретинин. Воронеж. гос. техн. ун-т., 2015. эл. ресурс

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

1. Электронная информационно-образовательная среда университета <http://eios.vorstu.ru>

2. Консультирование посредством электронной почты

3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий

4. Приобретение знаний в процессе общения со специалистами в области гидравлики и нефтегазовой гидромеханике на профильных специализированных сайтах (форумах)

5. ANSYS Student (бесплатная студенческая версия)  
[www.ansys.com/Industries/Academic/Student+Product](http://www.ansys.com/Industries/Academic/Student+Product)

ПО: ANSYS TurboGrud, ANSYS CFD PrePost, ANSYS CFX Solver, ANSYS DesignModeler, ANSYS DesignXplorer, ANSYS GeometryInteufa, ANSYS HPC Pak, ANSYS Mechanical PrePo, ANSYS Mtchanical Solve, ANSYS Professional NLT, ANSYS Vista TF

6. Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (электронный каталог научно-технической библиотеки):

[http://catalog.vorstu.ru/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=vgtu\\_lib](http://catalog.vorstu.ru/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=vgtu_lib)

7. Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ с компьютеров ВУЗа) <http://e.lanbook.com>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

109/2, Лаборатория оптимизационного анализа энергетических нефтегазовых транспортных систем: компьютер в составе Intel P-4 D-3,0 512Mb/160Gd/FD (6 шт.)

Принтер HP Laser Jet 1000W Проектор INGOCUS IN26+,

306/2: Лаборатория моделирования процессов нефтегазовой гидромеханики и теплотехники: доска магнитно-маркерная, компьютер Торнадо SIG-32450/К/М/21.5( 4 шт.), Моноблок Lenovo S710 21.5, Мультимедиа-проектор; виртуальная лаборатория гидромеханики, гидравлических машин и гидроприводов.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Прикладное программирование» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

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 \_\_\_\_\_. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебнометодическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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.
Практическое занятие	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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

