

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ВМиПИТ



Леденева Т. М.

23 марта 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.03.01 Математические основы компьютерных вычислений

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

01.03.02 прикладная математика и информатика.

2. Профиль подготовки/специализация:

Прикладная математика и компьютерные технологии.

3. Квалификация (степень) выпускника:

бакалавриат.

4. Форма обучения:

очная.

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий.

6. Составители программы:

Корольков Олег Геннадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры вычислительной математики и прикладных информационных технологий.

7. Рекомендована:

научно-методическим советом факультета ПММ 22 марта 2024 г., протокол №5.

8. Учебный год:

2026/2027.

Семестр:

5.

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель учебной дисциплины: ознакомить обучающихся с математическими основами компьютерных вычислений и способами их использования для повышения точности и оптимизации вычислительного процесса.

Задачи учебной дисциплины: ознакомление с проблемами организации вычислительного процесса и путями повышения его эффективности на основе методов вычислительной математики и компьютерного моделирования; формирование навыков анализа и выбора современных технологий для организации вычислительного процесса и повышения точности вычислений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Математические основы компьютерных вычислений» входит в часть программы бакалавриата, формируемую участниками образовательного процесса, и изучается в 5 семестре. Данный курс непосредственно связан с дисциплинами «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дискретная математика», «Информатика и программирование», «Языки и методы программирования», «Архитектура компьютеров», «Численные методы», изучаемыми в рамках программы подготовки бакалавра.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-7	Способен применять методы вычислительной математики, компьютерного моделирования и оптимизации для организации вычислительных процессов	ПК-7.1	Осуществляет формализацию прикладной задачи и выбирает методы вычислительной математики для ее решения	Знает основные математические аспекты применения вычислительных алгоритмов к решению прикладных задач. Умеет оценивать точность, сходимость и другие характеристики вычислительных алгоритмов решения прикладных задач. Владеет навыками применения методов вычислительной математики при решении прикладных задач
ПК-8	Способен осуществлять анализ и выбор современных технологий реализации отдельных функций вычислительных систем и сервисов информационных технологий, применяемых для их создания	ПК-8.1	Реализует численные методы решения прикладных задач в профессиональной сфере	Знает особенности реализации численных методов решения прикладных задач. Умеет составлять вычислительные алгоритмы решения прикладных задач с учетом точности, сходимости и других требований. Владеет навыками реализации численных методов решения прикладных задач, а также анализа и интерпретации полученных результатов

ПК-8	Способен осуществлять анализ и выбор современных технологий реализации отдельных функций вычислительных систем и сервисов информационных технологий, применяемых для их создания	ПК-8.3	Осуществляет выбор современных технологий и методик выполнения работ по реализации отдельных функций информационных систем	Знает основные программные, инструментальные и вычислительные средства решения математических задач. Умеет использовать программные, инструментальные и вычислительные средства для компьютерной реализации алгоритмов решения математических задач. Владеет навыками реализации решений математических задач с использованием современных программных, инструментальных и вычислительных средств
------	--	--------	--	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

3/108.

Форма промежуточной аттестации:

экзамен.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Семестр 5	Всего
Аудиторные занятия	48	48
Лекционные занятия	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа	24	24
Курсовая работа	0	0
Промежуточная аттестация	36	36
Часы на контроль	36	36
Всего	108	108

13.1. Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение	Численные и аналитические вычисления с помощью компьютера и их соотношение
2	Машинная арифметика с вещественными числами	Системы счисления с плавающей точкой. Нормализованные и денормализованные числа. Характеристики систем счисления с плавающей точкой. Машинная точность и ошибки округления. Машинные системы счисления. Стандартные форматы представления чисел в компьютере. Выполнение арифметических операций в компьютере

3	Элементы теории погрешностей	Понятие абсолютной и относительной погрешности. Оценка погрешности основных арифметических операций. Оценка погрешности вычисления некоторых математических выражений. Источники и классификация погрешностей результата вычислений. Погрешность метода и погрешность вычислений. Влияние обусловленности задачи и выбора алгоритма на погрешность результата
4	Элементы теории сложности алгоритмов	Понятие сложности алгоритма. Классы трудоёмкости алгоритмов. Варианты оценки сложности алгоритма. Функция времени вычислений. Асимптотическое поведение функций. Классы сложности алгоритмов. Оценка сложности алгоритмов некоторых численных методов. Примеры моделей вычислений
5	Длинная арифметика	Представление больших чисел. Алгоритмы умножения. Алгоритмы извлечения корня. Алгоритмы преобразования системы счисления. Алгоритмы деления
6	Синтаксический анализ математических выражений	Синтаксис математических выражений. Типы лексем. Обратная польская нотация. Анализ корректности записи математического выражения. Алгоритм преобразования выражения в обратную польскую форму. Алгоритм вычисления выражения, записанного в обратной польской нотации. Алгоритмы преобразования выражений, записанных в обратной польской нотации
7	Системы компьютерной математики	Обзор наиболее распространённых систем компьютерной математики. Интерфейс систем компьютерной математики и общие правила работы. Типы данных, основы работы с выражениями. Применение систем компьютерной математики при решении математических задач

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	1	0	0	0	1
2	Машинная арифметика с вещественными числами	3	4	4	4	15
3	Элементы теории погрешностей	4	4	4	4	16
4	Элементы теории сложности алгоритмов	2	2	2	2	8
5	Длинная арифметика	2	2	2	2	8
6	Синтаксический анализ математических выражений	2	2	2	2	8
7	Системы компьютерной математики	2	2	2	10	16
	Всего	16	16	16	24	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Освоение дисциплины включает контактную и самостоятельную работу обучающихся, осуществляемую в соответствии с учебным планом, календарным учебным графиком и настоящей рабочей программой.

Контактная работа предусматривает взаимодействие обучающегося с преподавателем как во время очных занятий, так и в электронной информационно-образовательной среде Воронежского государственного университета. Контактная работа включает в себя лекционные, практические и лабораторные занятия, индивидуальные консультации преподавателя по возникающим у обучающегося в процессе освоения учебного материала дисциплины вопросам, а также групповую консультацию перед экзаменом. Для успешного усвоения материала обучающийся посещает занятия и консультации, проводимые как в очном, так и в дистанционном формате, выполняет рекомендации преподавателя по организации контактной работы.

В процессе самостоятельной работы обучающийся осваивает содержание дисциплины, используя конспекты лекций, а также учебно-методическую литературу и иные источники, выполняет практические задания и лабораторные работы, готовится к контрольным работам, выполняет рекомендации преподавателя по организации самостоятельной работы.

Процесс освоения учебной дисциплины в течение закреплённого учебным планом периода подвергается текущему контролю, который осуществляется в следующих формах: фиксация посещения занятий, проводимых как в очном, так и дистанционном формате; проверка выполнения практических заданий и лабораторных работ; выполнение и проверка контрольных работ.

Промежуточная аттестация проводится в очном или дистанционном формате в форме экзамена по билетам, каждый из которых содержит вопросы и практические задания, оценивающие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основе оценок, полученных в ходе текущего контроля, а также результатов ответа на вопросы экзаменационного билета.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Амосов А. А. Вычислительные методы / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. — Москва : Лань, 2014. — 672 с. Режим доступа: https://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=42190

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
-------	----------

1	Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложения / Дж. Деммель. — М. : Мир, 2001. — 429 с.
2	Панкратьев Е. В. Элементы компьютерной алгебры / Е. В. Панкратьев. — М. : БИНОМ, 2007. — 248 с.
3	Матрос Д. Ш. Элементы абстрактной и компьютерной алгебры : учеб. пособие для студ. вузов / Д. Ш. Матрос, Г. Б. Поднебесова. — М. : Academia, 2004. — 237 с.
4	Дэвенпорт Д. Компьютерная алгебра : системы и алгоритмы алгебраических вычислений / Дж. Дэвенпорт, И. Сирэ, Э. Турнье. — М. : Мир, 1991. — 350 с.
5	Компьютерная алгебра. Символьные и алгебраические вычисления / Б. Бухбергер, Дж. Коллинз, Р. Лоос. — М. : Мир, 1986. — 391 с.
6	Самсонов Б. Б. Компьютерная математика : основание информатики / Б. Б. Самсонов, Е. М. Плохов, А. И. Филоненков. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. — 510 с.
7	Тан К. Ш. Символьный С++ : Введение в компьютерную алгебру с использованием объектно-ориентированного программирования / К. Ш. Тан, В.-Х. Стиб, Й. Харди. — М. : Мир, 2001. — 622 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурс
1	www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ
2	https://edu.vsu.ru/mod/page/view.php?id=649506 — Электронный курс «Математические основы компьютерных вычислений»

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	https://edu.vsu.ru/mod/page/view.php?id=649506 — Электронный курс «Математические основы компьютерных вычислений»
2	Maple в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / О. Г. Корольков, А. С. Чеботарев, Ю. Д. Щеглова. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011. — 131 с. Режим доступа: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m11-92.pdf
3	Системы компьютерной математики. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие для вузов / О. Г. Корольков, С. Н. Медведев, О. А. Медведева. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2016. — 49 с. Режим доступа: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m16-178.pdf

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используется программное обеспечение для программирования, например Microsoft Visual Studio Community Edition; а также прикладное программное обеспечение — система компьютерной математики, например: Maple, Maxima, MatLab и другие системы компьютерной математики и моделирования.

При реализации дисциплины используется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для организации контактной и самостоятельной работы обучающихся в дистанционном формате рекомендован электронный курс «Математические основы компьютерных вычислений», размещённый на платформе «Электронный университет ВГУ», а также Интернет-ресурсы, приведённые в п.15в настоящей рабочей программы.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мебель и оборудование для лекционных и практических занятий, проводимых в очном формате: специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). Программное обеспечение для лекционных и практических занятий: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Chrome, Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, МойОфис, LibreOffice).

Мебель и оборудование для лабораторных занятий, проводимых в очном формате: специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), персональные компьютеры для индивидуальной работы. Программное обеспечение для лабораторных занятий: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Chrome, Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, МойОфис, LibreOffice), Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций:

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
1	Машинная арифметика с вещественными числами	ПК-7	ПК-7.1	контрольная работа лабораторные работы
2	Элементы теории погрешностей	ПК-8	ПК-8.1	контрольная работа лабораторные работы
4	Системы компьютерной математики	ПК-8	ПК-8.3	лабораторные работы

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания:

20.1 Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью лабораторных работ и контрольных работ. Также возможно использование тестовых заданий.

При проведении текущей аттестации в форме теста аттестация проводится на занятии одновременно во всей учебной группе в виде теста, составляемого из приведённых ниже материалов.

Примеры практических заданий:

1. Укажите количество положительных нормализованных чисел в системе счисления с плавающей точкой $F(\beta, t, L, U)$, заданной следующими параметрами:

- основание системы счисления $\beta = 2$;
- количество разрядов, отведенных под представление мантииссы $t = 5$;
- нижняя граница диапазона значений показателя степени $L = -2$;
- верхняя граница диапазона значений показателя степени $U = 2$.

2. Укажите показатель степени положительного нормализованного числа, начиная с которого в системе счисления с плавающей точкой $F(\beta, t, L, U)$ числа идут с шагом, равным единице, если

- основание системы счисления $\beta = 2$;
- количество разрядов, отведенных под представление мантииссы $t = 5$;
- нижняя граница диапазона значений показателя степени $L = -10$;
- верхняя граница диапазона значений показателя степени $U = 10$.

3. Укажите максимальное расстояние между соседними положительными числами в системе счисления с плавающей точкой $F(\beta, t, L, U)$, заданной следующими параметрами:

- основание системы счисления $\beta = 2$;
- количество разрядов, отведенных под представление мантииссы $t = 5$;
- нижняя граница диапазона значений показателя степени $L = -10$;
- верхняя граница диапазона значений показателя степени $U = 10$.

4. На хранение числа в некоторой машинной системе счисления отводится 2 байта: 1 бит на знак, 7 битов на показатель и 8 битов на мантииссу. Для числа выпписать побитовое представление в памяти.

Лабораторные работы:

Лабораторная работа №1. Вычислительный эксперимент, демонстрирующий возникновение погрешности при округлении вещественных чисел

1. (B) Реализовать алгоритм определения основания системы счисления. Найденное значение затем будет использовано в пункте 2. Если вы выполняете только задания (A), то, скорее всего, вы просто можете переменной, отвечающей за основание системы счисления, присвоить значение 2 (если только вы не используете специализированные математические библиотеки, в которых основание используемой системы счисления может отличаться от двойки).

2. (A) Реализовать алгоритм определения разрядности мантииссы и машинной точности. Найденные значения затем будут использованы в пунктах 4 и 5.

3. (А) Провести вычислительный эксперимент, демонстрирующий возникновение погрешности при округлении вещественных чисел. Для этого разработать и реализовать алгоритм, представляющий собой последовательность простых арифметических операций. В результате работы алгоритма должны быть определены переменные:

- result1 и result2, которые отличаются друг от друга, хотя с позиции классической математики должны быть равны;
- absolute_error – разность между result1 и result2;
- relative_error – разность между result1 и result2, делённая на result1 либо на result2 (относительная ошибка).

Примеры алгоритмов:

```
a = 0.1;
b = 0.2;
result1 = a + b;
result2 = 0.3;
absolute_error = result1 - result2;
relative_error = absolute_error / result1;
```

```
a = 0.1;
result1 = a * 3.0;
result2 = 0.3;
absolute_error = result1 - result2;
relative_error = absolute_error / result1;
```

4. (В) Вручную провести расчёты по составленному алгоритму (за исключением вычисления относительной ошибки). Убедиться, что полученные данные совпадают с результатами эксперимента.

5. Оформить отчёт по следующему плану:

- (В) теоретические расчёты по построенному алгоритму;
- (А) программная реализация и результаты вычислительного эксперимента;
- (А) выводы (что было сделано в ходе работы; какие результаты были получены в ходе вычислительного эксперимента, насколько они соответствуют теоретическим расчётам; какова причина возникновения погрешности при простом наборе действий; как полученная в ходе эксперимента относительная погрешность соотносится с машинной точностью).

6. Защитить отчёт на одном из лабораторных занятий.

P.S. При реализации всех алгоритмов предпочтительнее использовать 4-байтовый тип данных (single, float и т.д.). Но в идеале ваша реализация должна позволять легко изменить тип данных всех вещественных переменных, встречающихся в коде. Например, вы можете определить пользовательский тип данных через любой из вещественных типов, а все вещественные переменные относить к нему.

Образцы заданий для других лабораторных работ можно найти в учебно-методическом пособии «Системы компьютерной математики. Лабораторный практикум» (см. п. 16 настоящей рабочей программы).

Тестовые задания:

Вопросы с вариантами ответов

Критерий оценивания	Шкала оценок
Верный ответ	1 балл
Неверный ответ	0 баллов

1. Какая из перечисленных ниже арифметических операций, как правило, приводит к возникновению значительной относительной погрешности результата вычислений:

- а) сложение двух близких чисел;
- б) вычитание двух близких чисел;
- в) умножение двух близких чисел;
- г) деление двух близких чисел.

Ответ: б)

2. Какой способ выполнения равномерного разбиения отрезка $[a, b]$ на N подотрезков приведёт к возникновению минимально возможной вычислительной погрешности:

а) $h = (b-a) / N$;

$x[0] = a$;

для i от 1 до N

начало цикла

$x[i] = x[i-1] + h$;

конец цикла;

б) $h = (b-a) / N$;

$x[N] = b$;

для i от N до 1 шагом -1

начало цикла

$x[i] = x[i+1] - h$;

конец цикла;

в) $h = (b-a) / N$;

для i от 0 до N

начало цикла

$x[i] = a + i * h$;

конец цикла;

г) для i от 0 до N

начало цикла

$x[i] = a + (b-a) * i / N$;

конец цикла.

Ответ: г)

3. Каким способом предпочтительнее вычислять среднее арифметическое m двух близких положительных чисел a и b в системе счисления, в которой для промежуточных вычислений не используются дополнительные младшие разряды?

а) как правило, точнее результат, полученный по формуле $m = (a+b) / 2$;

б) как правило, точнее результат, полученный по формуле $m = a + (b-a) / 2$;

в) точность вычислений не зависит от выбора способа вычислений.

Ответ: б)

4. Каким способом предпочтительнее вычислять среднее арифметическое m двух близких по модулю, но разных по знаку чисел a и b в системе счисления, в которой для промежуточных вычислений не используются дополнительные младшие разряды?

- а) как правило, точнее результат, полученный по формуле $m = (a+b) / 2$;
- б) как правило, точнее результат, полученный по формуле $m = a + (b-a) / 2$;
- в) точность вычислений не зависит от выбора способа вычислений.

Ответ: а)

5. К параметрам системы счисления с плавающей точкой не относится:

- а) основание;
- б) показатель;
- в) количество разрядов дробной части мантииссы;
- г) границы диапазона значений показателя.

Ответ: б)

6. Представление вещественного числа в системе счисления с плавающей точкой не содержит:

- а) знак;
- б) модуль;
- в) показатель;
- г) мантииссу.

Ответ: б)

7. К этапам формирования стандартного представления вещественного числа в системе счисления с плавающей точкой не относится:

- а) приведение числа к основанию данной системы счисления;
- б) нормализация;
- в) дефазификация;
- г) округление.

Ответ: в)

8. Укажите неверное утверждение, касающееся распределения чисел заданной системы счисления с плавающей точкой по координатной оси:

- а) числа распределены равномерно на всей области значений;
- б) числа распределены равномерно не на всей области значений, а только между последовательными степенями основания;
- в) расстояние между двумя последовательными тем больше, чем больше их показатели.

Ответ: а)

9. Машинная точность данной системы счисления с плавающей точкой равна

- а) минимальному положительному нормализованному числу этой системы счисления;

- б) минимальному положительному денормализованному числу данной этой системы счисления;
- в) расстоянию от единицы до следующего числа, представимого в этой системе счисления;
- г) расстоянию от нуля до следующего числа, представимого в этой системе счисления.
- Ответ: в)

10. Машинное представление вещественного числа в памяти компьютера не содержит:

- а) побитовое представление знака числа;
- б) побитовое представление модуля числа;
- в) побитовое представление мантииссы числа;
- г) побитовое представление показателя числа.

Ответ: б)

11. В различных средах программирования, основанных на языках высокого уровня, создаваемые программы, как правило, используют арифметический сопроцессор, в котором:

- а) вычисления выполняются над числами расширенной точности; числа одинарной и двойной точности используются для обмена с процессором и оперативной памятью;
- б) вычисления выполняются над числами одинарной и двойной точности; числа расширенной точности используются для обмена с процессором и оперативной памятью.

Ответ: а)

Вопросы с кратким текстовым ответом

Критерий оценивания	Шкала оценок
Должен быть сформулирован ответ из указанных вариантов (один или несколько) или аналогичные по сути ответы с альтернативными терминами и определениями	2 балла
Неверный ответ	0 баллов

2 – верный ответ

0 – неверный ответ

1. Каким образом выполняется правильное округление в системах счисления с плавающей точкой в случае, когда округляемое число расположено ровно посередине между двумя числами, представимыми в данной системе счисления?

Ответ: до ближайшего представимого числа с мантииссой, заканчивающейся чётным разрядом; до ближайшего представимого числа с «чётной» мантииссой; до ближайшей «чётной» мантииссы.

2. При выполнении округления в системе счисления с плавающей точкой у числа появился дополнительный старший разряд. Какое дополнительное действие требу-

ется выполнить, чтобы получить в итоге стандартное представление этого числа в данной системе счисления с плавающей точкой?

Ответ: нормализация, дополнительная нормализация.

3. Какая характеристика машинной системы счисления, в которой выполняются некоторые математические операции, позволяет оценить относительную погрешность результата этих операций?

Ответ: машинная точность; машинный эpsilon

4. Каким образом в стандарте IEEE 754 решается проблема «околонулевой ямы» нормализованных систем счисления?

Ответ: добавление в систему счисления денормализованных чисел; использование денормализованной системы счисления.

5. Каким образом в системах счисления с плавающей точкой решается проблема неоднозначности в представлении вещественных чисел?

Ответ: нормализация; нормализация системы счисления; использование нормализованных чисел.

Критерий оценивания	Шкала оценок
Должны быть сформулированы все этапы	3 балла
Верно указаны все этапы, кроме одного	2 балла
Верно указан хотя бы один этап	1 балл
Неверный ответ	0 баллов

2 – верный ответ

0 – неверный ответ

1. Перечислите три этапа формирования стандартного представления вещественного числа в системе счисления с плавающей точкой.

Ответ: приведение к основанию системы счисления; нормализация; округление.

20.2 Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме собеседования по экзаменационным билетам.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Системы счисления с плавающей точкой и их характеристики.
2. Машинная точность и ошибки округления.
3. Машинные системы счисления и выполнение арифметических операций в компьютере.
4. Оценка погрешностей арифметических операций и математических выражений.
5. Источники и классификация погрешностей результата вычислений. Примеры.
6. Основные понятия и методы теории сложности алгоритмов.
7. Длинная арифметика: представление больших чисел и реализация операций над ними.

8. Синтаксический анализ математических выражений, представленных на основе обратной польской нотации.

Критерии оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации:

Отлично: выполнение лабораторных работ (А), (В), (С); и выполнение контрольной работы на оценку «отлично»; и отличное владение теорией и решение задач на экзамене.

Хорошо: выполнение лабораторных работ (А), (В); и выполнение контрольной работы на оценку не ниже «хорошо»; и владение теорией и решение задач на экзамене не ниже хорошего уровня.

Удовлетворительно: выполнение лабораторных работ (А); и выполнение контрольной работы на оценку не ниже «удовлетворительно»; и удовлетворительное владение теорией и решение задач на экзамене.

Неудовлетворительно: выполнение не всех лабораторных работ (А); или невыполнение или неудовлетворительное выполнение контрольной работы; или неудовлетворительное владение теорией или решение задач на экзамене.

Тестовые задания раздела 20.1 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.