

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой вычислительной математики
и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)

 М. Леденева

23.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.13 Моделирование вычислительных процессов и систем

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
10.05.01 Компьютерная безопасность
- 2. Профиль подготовки/специализация:** специализация N 4 "Безопасность компьютерных систем и сетей" (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)
- 3. Квалификация выпускника:** специалист
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)
- 6. Составитель программы:** Медведева О.А., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры ВМ и ПИТ
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол № 5 от 22.03.2024
- 8. Учебный год** 2024-2025 **Семестр:** 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины: ознакомить обучающихся с подходами к моделированию и оптимизации вычислительных процессов и систем, 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 «Моделирование вычислительных процессов и систем» входит в вариативную часть блока Б1 программы специалитета и изучается во 2 семестре. Изучение данного курса базируется на знании студентами материала дисциплин «Алгебра», «Математический анализ», «Дискретная математика», «Информатика», изучаемых в рамках программы подготовки специалиста.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен участвовать в работах по проектированию систем защиты информации в компьютерных системах и сетях при решении профессиональных, исследовательских и прикладных задач	ПК-3.3	Способен проводить анализ безопасности компьютерных систем с использованием актуальных стандартов в области компьютерной безопасности;	<i>Знать</i> : основные математические аспекты моделирования вычислительных алгоритмов и методы анализа безопасности полученных компьютерных систем <i>Уметь</i> : применять полученные знания в области моделирования вычислительных процессов для осуществления анализа их безопасности <i>Владеть</i> : навыками моделирования вычислительных систем для проведения необходимых исследований в области их безопасности
		ПК-3.4	Способен проводить анализ и формализацию поставленных задач в области безопасности компьютерных систем и сетей;	<i>Знать</i> : подходы к анализу вычислительной системы для последующего её моделирования и формализации. <i>Уметь</i> : моделировать вычислительные системы для решения прикладных задач в области безопасности компьютерных систем и сетей. <i>Владеть</i> : навыками моделирования прикладных задач в области безопасности компьютерных систем и сетей, а также анализа и интерпретации полученных результатов
		ПК-3.6	Способен участвовать в проектировании системы защиты информации и подсистем информационной безопасности компьютерной системы.	<i>Знать</i> : современные методы и подходы к моделированию и проектированию вычислительных систем защиты информации <i>Уметь</i> : применять современные подходы к моделированию вычислительных систем защиты информации <i>Владеть</i> : навыками разработки и моделирования вычислительных систем защиты информации

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах: 4/144

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачёт

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		1 семестр	2 семестр
Контактная работа	84		84
в том числе:	лекции	34	34
	практические	-	-
	лабораторные	50	50
Самостоятельная работа	60		60
Промежуточная аттестация (экзамен)	-		-
Итого:	144		144

13.1. Содержание разделов дисциплины

1. Лекции			
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	
1.1	Моделирование компьютерных вычислений. Машинная арифметика	Системы счисления с плавающей точкой. Характеристики систем счисления с плавающей точкой. Машинная точность и ошибки округления. Процедура программного определения машинной точности. Машинные системы счисления. Стандартные форматы представления чисел в памяти компьютера. Правила представления вещественных чисел в памяти компьютера. Выполнение арифметических операций в машинных системах счисления. Форматы (типы данных) для представления денежных сумм. Примеры, когда ошибки округления приводили к авариям и катастрофам.	Моделирование вычислительных процессов и систем
1.2	Модели вычислений и правильность программ	Тьюрингова модель переработки информации. Алгебра тьюринговых программ. Доказательство правильности программ. Частично-рекурсивные функции. Абак. Алгоритмы Маркова. Равнодоступная адресная машина. Формальные языки.	
1.3	Автоматное задание языков	Недетерминированные конечные автоматы с ϵ -переходами. Избавление от ϵ -переходов. Детерминированные конечные автоматы. Регулярные выражения.	
1.4	Элементы структурного моделирования	Выделение сильных компонент, построение конденсации, нахождение баз и антибаз конденсации и исходного графа; разложение бесконтурного графа на уровни, топологическая сортировка; нахождение структурных характеристик (числа независимости и доминирования)	
1.5	Планирование в вычислительных системах	Задача о назначениях. Задача управления проектами. Вычисления в кластерных системах.	
2. Лабораторные занятия			
2.1	Моделирование компьютерных вычислений. Машинная арифметика	Системы счисления с плавающей точкой. Машинная точность и ошибки округления. Процедура программного определения машинной точности. Машинные системы счисления. Выполнение арифметических операций в машинных системах счисления.	Моделирование вычислительных процессов и систем
2.2	Модели вычислений	Тьюрингова модель переработки информации. Алгебра тьюринговых программ.	
2.3	Автоматное задание языков	Недетерминированные конечные автоматы с ϵ -переходами. Избавление от ϵ -переходов. Детерминированные конечные автоматы. Регулярные выражения.	
2.4	Элементы структурного моделирования	Выделение сильных компонент, построение конденсации, нахождение баз и антибаз конденсации и исходного графа;	

	рования	разложение бесконечного графа на уровни, топологическая сортировка; нахождение структурных характеристик (числа независимости и доминирования)
2.5	Планирование в вычислительных системах	Задача о назначениях. Задача управления проектами. Вычисления в кластерных системах.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Моделирование компьютерных вычислений. Машинная арифметика	8	10	12	30
2	Модели вычислений и правильность программ	6	6	10	22
3	Автоматное задание языков	6	12	14	32
4	Элементы структурного моделирования	6	8	10	24
5	Планирование в вычислительных системах	8	14	14	36
	Итого:	34	50	60	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекционные занятия (лекции) реализуются в традиционной форме в соответствии с календарным планом-графиком чтения лекций. Целесообразно лекции сопровождать лабораторными занятиями для лучшего понимания материала и формирования навыков и умений для решения задач.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения необходимо выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Егоров, Д. Л. Теория вычислительных процессов и структур : учебное пособие / Д. Л. Егоров. — Казань : КНИТУ, 2018. — 92 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/138432
2	Голубенко, Д. Алгоритмы и модели вычисления : руководство / Д. Голубенко, А. Крошин, Э. Горбунов. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 240 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/140582
3	Гашков, С. Б. Теория алгоритмов и вычислений / С. Б. Гашков. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/352274

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Косяков М.С. Введение в распределенные вычисления / М. С. Косяков. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2014. — 155 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70827
5	Алексеев В. Е. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений : учебник для студ. вузов / В. Е. Алексеев, В. А. Таланов. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 318 с.

6	<i>Барский А. Б. Параллельные информационные технологии : учеб. пособие / А. Б. Барский. — Москва : Интернет-Университет Информационных технологий : Бином. Лаборатория знаний, 2007. — 502 с.</i>
7	<i>Фаддеев, Д. К. Вычислительные методы линейной алгебры : учебник / Д. К. Фаддеев, В. Н. Фаддеева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 736 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210368</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
8	http://www.lib.vsu.ru/ ВГУ Зональная научная библиотека
9	Медведева О. А. Моделирование вычислительных процессов и систем / Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».

16. Перечень учебно-методического обеспечения

№ п/п	Источник
10	<i>Матвеева, А. Н. Элементы абстрактной и компьютерной алгебры : учебное пособие / А. Н. Матвеева. — Чебоксары : ЧГПУ им. И. Я. Яковлева, 2022. — 52 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/354347</i>

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

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Моделирование вычислительных процессов и систем», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-технического обеспечения дисциплины:

Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедиа оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). ОС Windows 10, интернет-браузер (Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (LibreOffice).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Моделирование компьютерных вычислений. Машинная арифметика	ПК-3	ПК-3.3, ПК-3.6	Лабораторная работа 1
2	Модели вычислений и правильность программ	ПК-3	ПК-3.4, ПК-3.6	Лабораторная работа 2
3	Автоматное задание языков	ПК-3	ПК-3.4, ПК-3.6	Лабораторная работа 2
4	Элементы структурного моделирования	ПК-3	ПК-3.6	Лабораторная работа 3
5	Планирование в вычислительных системах	ПК-3	ПК-3.6	Лабораторная работа 3

Промежуточная аттестация: форма контроля – дифференцированный зачёт

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

лабораторная работа

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

1. (В) Реализовать алгоритм определения основания системы счисления. Найденное значение затем будет использовано в пункте 2. Если вы выполняете только задания (А), 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. (А) 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).

Лабораторная работа №2.

Задан недетерминированный конечный автомат $\mathcal{R} = (Q, A, q_0, F, \varphi)$, где $Q = \{0, 1, 2, 3, 4\}$, $A = \{a, b\}$, $q_0 = 0$, $F = \{3\}$, φ задано таблицей. Построить диаграмму автомата, эквивалентный заданному конечный автомат без ε -переходов и детерминированный конечный автомат.

	a	b	ε
0	$\{0, 1\}$	\emptyset	$\{3\}$
1	$\{3\}$	\emptyset	\emptyset
2	\emptyset	$\{4\}$	$\{0\}$
3	$\{2\}$	\emptyset	\emptyset
4	\emptyset	$\{2, 4\}$	$\{3\}$

Лабораторная работа №3.

Рассмотреть граф, имеющий 10 вершин и не менее 20 дуг, и определить для него: а) СК, базы и антибазы; б) определить монотонную (правильную) нумерацию вершин конденсации; в) найти структурные характеристики; г) привести пример содержательной задачи, решение которой может быть основано на структурном моделировании.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по билетам

Перечень вопросов для промежуточной аттестации:

1. Системы счисления с плавающей точкой. Определение системы счисления с плавающей точкой. Представление вещественных чисел в системах счисления с плавающей точкой.
2. Нормализованные и денормализованные числа. Распределение чисел, представимых в заданной системе с плавающей точкой, по координатной оси.
3. Характеристики систем счисления с плавающей точкой. Машинная точность и ошибки округления. Процедура программного определения машинной точности.
4. Выполнение арифметических операций над числами с плавающей точкой.
5. Машинные системы счисления. Стандартные форматы представления чисел в памяти компьютера. Правила представления вещественных чисел в памяти компьютера.
6. Выполнение арифметических операций в машинных системах счисления.
7. Примеры применения полученных знаний в сфере компьютерной безопасности.
8. Форматы (типы данных) для представления денежных сумм (какие типы/форматы данных «можно», а какие «нельзя» использовать для представления денежных сумм).
9. Примеры, когда ошибки округления приводили к авариям и катастрофам.
10. Тьюрингова модель переработки информации. Алгебра тьюринговых программ.
11. Доказательство правильности программ.
12. Частично-рекурсивные функции.
13. Абак. Алгоритмы Маркова.
14. Равнодоступная адресная машина.
15. Формальные языки.
16. Недетерминированные конечные автоматы с ε -переходами. Избавление от ε -переходов.
17. Детерминированные конечные автоматы.
18. Регулярные выражения.
19. Выделение сильных компонент, построение конденсации, нахождение баз и антибаз конденсации и исходного графа
20. Разложение бесконтурного графа на уровни, топологическая сортировка

21. Нахождение структурных характеристик (числа независимости и доминирования)
22. Задача о назначениях.
23. Задача управления проектами.
24. Вычисления в кластерных системах.

Инструкция по сдаче дифференцированного зачёта:

Каждый контрольно-измерительный материал состоит из одного теоретического вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

Критерии оценивания собеседования по билетам:

Отлично	выполнение плана лабораторных занятий, отличное владение теорией и решение задач не ниже хорошего уровня; или отличное решение задач и владение теорией не ниже хорошего уровня
Хорошо	выполнение плана лабораторных занятий, владение теорией не ниже хорошего уровня и решение задач не ниже удовлетворительного уровня; или владение теорией не ниже удовлетворительного уровня и решение задач не ниже хорошего уровня
Удовлетворительно	неполное выполнение плана лабораторных занятий, удовлетворительное владение теорией и удовлетворительное решение задач
Неудовлетворительно	невыполнение плана лабораторных занятий; или неудовлетворительное владение теорией; или неудовлетворительное решение задач