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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
электроники

Усков Г.К.

20.05.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03.ДВ.02.03 Разработка программного обеспечения для крупных научных проектов

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

2. Профиль подготовки/специализация:

Автоматизированные информационно-измерительные системы

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: электроники

6. Составители программы:

Усков Григорий Константинович, д.ф.-м.н., профессор

7. Рекомендована: НМС физического факультета 20.05.2025, № протокола: 5

8. Учебный год: 2026/2027 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины
Цель — передать студентам опыт работы в области программных продуктов для крупных научных и прикладных проектов.

Задачи:

- обработка и анализ данных физических и прикладных экспериментов;
- задачи оптимизации и оптимального планирования
- разработка инструментов для сбора и анализа данных в научных и индустриальных приложениях;

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:
Дисциплина относится к вариативной части блока Б1.

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 управлять программно-техническими и технологическими ресурсами для разработки компьютерного программного обеспечения в области автоматизированных информационно-измерительных систем	ПК-3.2	Владеть методами управления рисками разработки компьютерного программного обеспечения в области автоматизированных информационно-измерительных систем	**Владеть:** методами управления рисками разработки компьютерного программного обеспечения в области автоматизированных информационно-измерительных систем.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 2 / 72
Форма промежуточной аттестации *зачет*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1
Аудиторные занятия		34	34
в том числе:	лекции	34	34
	практические		
	лабораторные		
Самостоятельная работа		38	38
Форма промежуточной аттестации: зачет			
Итого:		72	72

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Параллельные и распределенные вычисления	Классификация компьютеров по Флинну. Multiple Instructions Multiple Data, системы с общей памятью. Проблема когерентности кэшей. Системы с распределенной памятью. Параллелизм. Ускорение.	–

		Эффективность. Масштабируемость. Оценка эффективности разработки. Ограничения сети. Метод геометрического пара. Конвейерный параллелизм. OpenMP. SQL поверх больших данных. Sequence File. Avro. Protobuf. ORC. Spark. Распределенные системы. AB, FLP-теорема, CAP-теорема, CRDT. ZooKeeper. Kafka. Dynamo, Cassandra.	
1.2	Вычисления на графических процессорах	Ограничения и возможности при работе с GPU. Приведение классических алгоритмов к SIMD-представлению. OpenCL. CUDA. Игровые и серверные видеокарты. Многопоточность. Ограничение ресурсов. Контейнеры и GPU. Работа в кластере. NVLINK. GPUDirect RDMA.	–
1.3	Численные методы и численный эксперимент	Метод Монте-Карло. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Метод рядов Вальтерры. Метод гармонического баланса. Методы многомерной оптимизации. Моделирование стохастических процессов. R-функции.	–
1.4	Методы обработки и анализа эмпирических данных	Интерполяция. Экстраполяция. Вычисление погрешности измерений. Корреляционный анализ данных. Байесовские методы в анализе данных. Факторный анализ данных. Вейвлет-анализ. Генетические алгоритмы. Анализ на основе нейронных сетей. Регуляризация. Эвристики.	–
2. Практические занятия			
3. Лабораторные занятия			

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Параллельные и распределенные вычисления	8			10	18
2	Вычисления на графических процессорах	8			10	18
3	Численные методы и численный эксперимент	10			8	18
4	Методы обработки и анализа эмпирических данных	8			10	18
	Итого:	34			38	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций и литературой.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать в себя следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- работа над темами для самостоятельного изучения;

- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка зачету.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками. При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети Интернет для получения дополнительной информации по рассматриваемой теме.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к выполнению заданий для самостоятельной работы.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Мультипроцессорные системы : учебное пособие. Ч. 1 / Засов В. А. — Самара : СамГУПС, 2023. — 115 с.
2.	Мультипрограммные системы : учебное пособие. Ч. 2 / Засов В. А. — Самара : СамГУПС, 2023. — 159 с.
3.	Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"] / [А.В. Боресков и др.] ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова ; авт. предисл. В.А. Садовничий. — Москва : Изд-во Московского университета, 2012. — 332, [1] с.
4.	Демидович Б. П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] / Демидович Б. П., Марон И. А. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с.
5.	Срочко В. А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] / Срочко В. А. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с.
6.	Мокшина С. И. Методы многомерной статистики в примерах и задачах : учебное пособие / С. И. Мокшина, О. В. Жданова, В. В. Давнис ; Воронежский государственный университет. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2022. — 97 с.
7.	Стефанова И. А. Обработка данных и компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Стефанова И. А. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 112 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Парфенов Д. В. Параллельные и распределенные вычисления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Парфенов Д. В., Петрусевич Д. А. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 92 с.
2.	Тоуманен Б. Программирование GPU при помощи Python и CUDA : монография / Тоуманен Б. — Москва : ДМК-пресс, 2020 . — 254 с.
3.	Антонюк В. А. Программирование на видеокартах (GPGPU). Спецкурс кафедры ММИ. – М.: Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2015. – 48 с.
4.	Вычисления на GPU – зачем, когда и как. Плюс немного тестов. URL: https://habr.com/ru/companies/dbtc/articles/498374/ [Дата обращения: 29.09.2024]
5.	Пригарин С. М. Методы численного моделирования случайных процессов и полей / С.М. Пригарин ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т вычисл. математики и мат. геофизики; отв. ред. Г.А. Михайлов. — Новосибирск : ИВМиМГ СО РАН, 2005. — 258 с.
6.	Ермаков С. М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике. Вводный курс [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ермаков С. М. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 192 с
7.	Каледин В. О. Теория R-функций [Электронный ресурс] / Каледин В. О. — 2-е изд., перераб. и доп. — Новокузнецк : КГПИ КемГУ, 2017. — 119 с.
8.	Трушков А. С. Статистическая обработка информации. Основы теории и компьютерный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие для спо / Трушков А. С.2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486

3.	Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436
5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Зубра А. С. Культура умственного труда студента : пособие для студентов вузов / А.С.Зубра. — 2-е изд., испр. и доп. — Мн. : Дикта, 2007. — 228с.
2.	Горцевский А.А. Организация самостоятельной работы студента / А.А. Горцевский, М.И. Любицына. — Л. : ЛГУ, 1958. — 50 с.

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

При реализации дисциплины для проведения текущего контроля и в качестве информационного ресурса используются технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе образовательного портала "Электронный университет ВГУ" по адресу edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная аудитория (ауд. 401): специализированная мебель, компьютеры, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Google Chrome

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401): специализированная мебель, мультимедиа-проектор, настенный экран для проектора, аудио колонки, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

WinPro 8, Linux Debian, Open Office, Google Chrome, Visual Studio Code, StarUML, Maxima, Octave, MATLAB, JVM, Scala, Haskel, Closure, Java, Kotlin, Python, Go, GCC, CLANG, ReactiveX, VHDL, Verilog, ReactiveX, VHDL, Verilog, SimulIDE Circuit Simulator, Wokwi Simulator, NI LabView, Arduino Studio, MicroCap Evaluation

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 (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Параллельные и распределенные вычисления Вычисления на графических процессорах Численные методы и численный эксперимент Методы обработки и анализа эмпирических данных	ПК-3 Способен управлять программно-техническими и технологическими ресурсами для разработки компьютерного программного обеспечения в области автоматизированных информационно-измерительных систем	ПК-3.2 Владеть методами управления рисками разработки компьютерного программного обеспечения в области автоматизированных информационно-измерительных систем	Практические задания для самостоятельной работы
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень теоретических вопросов

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах выполнения практико-ориентированных заданий - практических работ и тестирования на портале Электронный университет ВГУ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: комплекта практических заданий.

Список практических заданий

1. Метод Монте-Карло полёта группы частиц.
2. Метод конечных разностей.
3. Метод конечных элементов.
4. Метод рядов Вальтерры.
5. Метод гармонического баланса.
6. Методы многомерной оптимизации.
7. Моделирование стохастических процессов.
8. Метод R-функции.
9. Интерполяция.
10. Экстраполяция.
11. Вычисление погрешности измерений.

12. Корреляционный анализ данных.
13. Байесовские методы в анализе данных.
14. Факторный анализ данных.
15. Вейвлет-анализ.
16. Генетические алгоритмы.
17. Анализ на основе нейронных сетей.
18. Регуляризация.
19. Эвристики.

Описание технологии проведения.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета – комплекта практических заданий. Критерии оценивания приведены ниже. На лекционных занятиях рассматриваются реальные ситуации из области профессиональной деятельности, а вместе с ними обсуждаются результаты самостоятельной работы студента.

Результаты текущей аттестации учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации (зачета).

Критерии оценки компетенций (результатов обучения) при выполнении теста:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
80–100% правильных ответов	Повышенный уровень	Отлично
66–79% правильных ответов	Базовый уровень	Хорошо
50–65% правильных ответов	Пороговый уровень	Удовлетворительно
0–49% правильных ответов	–	Неудовлетворительно

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета. Согласно П ВГУ 2.1.07 – 2024 Положению о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, оценка на зачете может быть выставлена по результатам текущей успеваемости обучающегося в течение семестра и на основании процедуры и критериев оценивания, представленных в рабочей программе, но не ранее чем на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет) осуществляется с помощью следующих оценочных средств: теоретических вопросов. В контрольно-измерительный материал включаются два теоретических вопроса, позволяющих оценить уровень полученных знаний, умений и навыков.

Перечень вопросов к зачету:

1. Классификация компьютеров по Флинну.
2. Multiple Instructions Multiple Data, системы с общей памятью.
3. Проблема когерентности кэшей.
4. Системы с распределенной памятью.
5. Параллелизм.
6. Ускорение.
7. Эффективность.
8. Масштабируемость.
9. Оценка эффективности разработки.
10. Ограничения сети.

11. Метод геометрического пара.
12. Конвейерный параллелизм.
13. OpenMP.
14. SQL поверх больших данных.
15. Sequence File.
16. Avro. Protobuf. ORC. Spark.
17. Распределенные системы.
18. AB, FLP-теорема, CAP-теорема, CRDT.
19. ZooKeeper.
20. Kafka.
21. Dynamo, Cassandra.
22. Ограничения и возможности при работе с GPU.
23. Приведение классических алгоритмов к SIMD-представлению.
24. OpenCL.
25. CUDA.
26. Игровые и серверные видеокарты.
27. Многопоточность.
28. Ограничение ресурсов.
29. Контейнеры и GPU.
30. Работа в кластере.
31. NVLINK.
32. GPUDirect RDMA.
33. Метод Монте-Карло.
34. Метод конечных разностей.
35. Метод конечных элементов.
36. Метод рядов Вальтерры.
37. Метод гармонического баланса.
38. Методы многомерной оптимизации.
39. Моделирование стохастических процессов.
40. R-функции.
41. Интерполяция.
42. Экстраполяция.
43. Вычисление погрешности измерений.
44. Корреляционный анализ данных.
45. Байесовские методы в анализе данных.
46. Факторный анализ данных.
47. Вейвлет-анализ.
48. Генетические алгоритмы.
49. Анализ на основе нейронных сетей.
50. Регуляризация.
51. Эвристики.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Требования к выполнению заданий (шкалы и критерии оценивания).

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие ***показатели:***

1) Владеть методами обработки и анализа данных физических и прикладных экспериментов.
2) Уметь решать задачи оптимизации и оптимального планирования.
3) Уметь разрабатывать инструменты для сбора и анализа данных в научных и индустриальных приложениях.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется ***шкала:*** «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	**Уровень сформированности компетенций**	**Шкала оценок**
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен к использованию типовых подходов и средств реализации практических задач.	Базовый уровень	Зачет
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Не зачтено

3++

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность
09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Дисциплина
Б1.В.03.ДВ.02.03 Разработка программного обеспечения для крупных научных проектов

Профиль подготовки/специализация
Автоматизированные информационно-измерительные системы

Форма обучения очная

Учебный год 2025/2026

Ответственный исполнитель

Доцент кафедры электроники _____ _____ __.__ 20__

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП
по направлению/специальности _____ _____ __.__ 20__

Начальник отдела обслуживания ЗНБ _____ _____ __.__ 20__

Программа рекомендована НМС физического факультета 28.10.2024протокол № 8 от 28.10.2024 г.