

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Грובה Татьяна Александровна

Должность: и.о. декана факультета математики и компьютерных наук имени
профессора Н.И. Червякова

Дата подписания: 19.06.2026 15:16:51

Уникальный программный ключ:

bd39d4208aa94cf4422feb787c81619d42de79a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
математики и компьютерных наук
имени профессора Н.И.
Червякова, кандидат физико-
математических наук, доцент
Грובה Т.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Высокопроизводительные вычисления

Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль)	Математическое моделирование
Форма обучения	очная
Год начала обучения	2026
Реализуется	в 3 семестре

Разработано

Кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры
математического моделирования
Шапошников А.В.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Потребность решения сложных прикладных задач с большим объёмом вычислений и принципиальная ограниченность максимального быстродействия "классических" - по схеме фон Неймана - ЭВМ привели к появлению многопроцессорных вычислительных систем. Использование таких средств вычислительной техники позволяет существенно увеличивать производительность ЭВМ при любом существующем уровне развития компьютерного оборудования. При этом, однако, необходимо "параллельное" обобщение традиционной - последовательной - технологии решения задач на ЭВМ. Так, численные методы в случае использования суперкомпьютеров должны проектироваться как системы параллельных и взаимодействующих между собой процессов, допускающих исполнение на независимых процессорах. Применяемые алгоритмические языки и системное программное обеспечение должны обеспечивать создание параллельных программ, организовывать синхронизацию и взаимоисключение асинхронных процессов и т.п.

Цель курса состоит в изложении математических моделей и методов высокопроизводительных вычислений для суперкомпьютерных вычислительных средств с использованием технологий параллельного программирования.

Задачи курса:

- знакомство с основными областями применения, архитектурой, принципами построения и классификацией суперкомпьютерных вычислительных средств;
- анализ и изучение подходов к формализации высокопроизводительных вычислений;
- изучение принципов разработки параллельных алгоритмов и технологий параллельного программирования;
- обобщение основ численных методов решения прикладных математических задач с использованием высокопроизводительной вычислительной техники.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина изучается в обязательной части цикла дисциплин. Ее освоение происходит во 3 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИД-1 _{УК-2} Владеет методами контроля за ходом проекта, навыками применения различного инструментария в проектной деятельности	Знать: архитектуру параллельных вычислительных систем
	ИД-2 _{УК-2} Умеет распределять роли в проектной команде; проводить декомпозицию проекта на задачи; составлять план проекта; проводить оценку трудозатрат и рисков; выбирать стратегию управления рисками проекта	Уметь: оценивать эффективность разработанных параллельных алгоритмов
	ИД-3 _{УК-2} Внедряет новый проект в производство и управляет им на всех этапах его жизненного цикла	Владеть: методикой распараллеливания алгоритмов
ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения	ИД-1 _{ОПК-2} Уметь обосновывать выбор современных математических методов и программных продуктов для решения прикладных задач.	Знать: модели параллельных вычислений
	ИД-2 _{ОПК-2} Совершенствует и	Уметь:

прикладных задач	реализует новые математические методы решения прикладных задач.	оценивать коммуникационную трудоёмкость параллельных алгоритмов
ОПК-3. Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-3} Реализует методы проведения экспериментов, эксплуатации исследовательского оборудования, анализа и обработки экспериментальных данных.	Знать: классификацию высокопроизводительных вычислительных систем.
	ИД-2 _{ОПК-3} Разрабатывает математические модели и проводит их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Уметь: оценивать эффективность и производительность суперкомпьютерных вычислительных средств

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий:	З.е.	Акад. ч.	Из них в форме практической подготовки
Всего:	5	180	
Из них аудиторных:		60	
Лекций		24	
Лабораторных работ		36	
Практических занятий			
Самостоятельной работы		66	
Формы контроля:			
Экзамен		54	

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (если иное не установлено образовательным стандартом)

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Реализуемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов	Формы текущего контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации		
3 семестр								
1.	Вводная лекция 1. Предмет, содержание и задачи дисциплины. 2. Предыстория ЭВМ и связанные с ней выводы. 3. История развития средств автоматизации вычислений. 4. Перспективы развития	УК-1, ОПК-2,3	2	4			18	Собеседование, тест

	суперкомпьютерной отрасли в России. Анализ параллельных вычислений Расчёт коммуникационной трудоёмкости параллельных алгоритмов Принципы разработки параллельных алгоритмов Среда разработки приложений MICROSOFT VISUAL STUDIO							
2.	Архитектура параллельных вычислительных систем 1.Классификация компьютерных систем 3.Детализация архитектур по достижимой степени параллелизма 4.Векторно-конвейерные компьютеры 5.Вычислительные системы с распределённой памятью 6.Параллельные компьютеры с общей памятью 7.Кластеры. 8.Концепция GRID и метакомпьютинг. Модели вычислительных процессов и систем 1.Понятие графа алгоритма и его свойства 2.Проблема отображения 3.Модели сетей передачи данных между процессорами 4.Модели параллельных вычислений 5.Сети Петри Оценка производительности и эффективности суперкомпьютеров 1. Основные понятия и предположения 2. Построение соотношений для оценки производительности 3. Законы Амдала 4. Закон Густавсона – Барсиса 5. Производительность конвейерных систем 6. Масштабируемость параллельных вычислений 7. Верхняя граница времени выполнения параллельного алгоритма 8. Факторы, влияющие на производительность, и способы ее повышения Оценка коммуникационной трудоёмкости параллельных алгоритмов 1. Общая характеристика	УК-1, ОПК-2,3	8	12			18	Собеседование, тест

	механизмов передачи данных 2. Алгоритмы маршрутизации 3. Методы передачи данных 4. Анализ трудоёмкости основных операций передачи данных 5. Методы логического представления топологии коммуникационной среды Оценка трудоёмкости операций передачи данных для кластерных систем. Создание проекта параллельного программирования Программирование на MPI Параллельные методы умножения матрицы на вектор							
3.	Построение параллельных алгоритмов 1. Классификация алгоритмов по типу параллелизма. 2. Общая схема этапов разработки параллельных алгоритмов. 3. Декомпозиция в задачах с параллелизмом по данным. 4. Блочная декомпозиция с учётом локализации подобластей. 5. Общие рекомендации по разработке параллельных программ. Параллельное программирование на основе MPI 1. Понятие параллельной программы 2. Операции передачи данных 3. Понятие коммутаторов 4. Типы данных 5. Виртуальные топологии 6. Определение времени выполнения MPI-программы 7. Коллективные операции передачи данных 8. Общая характеристика среды выполнения MPI-программ 9. Дополнительные возможности стандарта MPI-2 Принципы разработки параллельных методов 1. Постановка задачи. 2. Моделирование параллельных программ. 3. Этапы разработки параллельных алгоритмов.	УК-1, ОПК-2,3	6	12			18	Собеседование, тест
4.	Параллельные численные методы. Построение параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор	УК-1, ОПК-2,3	8	8			10	Собеседование, тест

1. Умножение матрицы на вектор, способы декомпозиции. 2. Умножение матрицы на вектор, разделение по строкам. 3. Умножение матрицы на вектор, разделение по столбцам. 1. Умножение матрицы на вектор при блочном разделении данных. Перемножение матриц 1. Последовательный алгоритм умножения матриц. 2. Параллельные алгоритмы при ленточном разбиении матрицы. 3. Умножение матриц при блочном разделении данных. 4. Анализ эффективности алгоритмов. Параллельное решение систем линейных уравнений 1. Алгоритм решения систем линейных уравнений методом Гаусса. 2. Построение параллельного алгоритма решения методом Гаусса. 3. Последовательный алгоритм метода сопряжённых градиентов. 4. Организация параллельных вычислений. Параллельные методы сортировки 1. Постановка задачи. 2. Принципы распараллеливания. 3. Пузырьковая сортировка. 4. Сортировка Шелла. 5. Параллельная быстрая сортировка. 6. Обобщённая быстрая сортировка. 5. Сортировка с использованием регулярного набора образцов. Программная реализация параллельных методов матричного умножения Программная реализация параллельных методов решения систем линейных уравнений Программная реализация параллельных методов сортировки Программная реализация параллельных методов на графах Программная реализация параллельных методов решения дифференциальных уравнений в частных производных							тест
ИТОГО за семестр		24	36			66	Соб

								есед ован ие, тест
	ИТОГО		24	36			66	

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формируемыми компетенциями в процессе освоения дисциплины (модуля).

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов *(включается при наличии соответствующих занятий)*.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области *(включается при наличии соответствующих занятий)*.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Биллиг, В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование: учебник / В.А. Биллиг. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 310 с. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/102044.html>
2. Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие / В.П. Гергель. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 500 с. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133984.html>
3. Власенко, А.Ю. Основы параллельного программирования. Практический курс: учебное пособие / А. Ю. Власенко, М. А. Городничев, С. Е. Киреев. - Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2024. - 240 с. - Текст: электронный //

Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/148526.html>

8.1.2 Перечень дополнительной литературы:

3. Роби, Р. Параллельные и высокопроизводительные вычисления / Р. Роби, Дж. Замора; перевод А. В. Логунов. — Москва: ДМК Пресс, 2022. — 800 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126254.html>

8.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

4. Антонов, А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: учебное пособие / А. С. Антонов. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 83 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102043.html>
5. Гергель, В. П. Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие / В. П. Гергель. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 500 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89478.html>
6. Гололобов, С. В. Параллельные алгоритмы вычислительной алгебры: учебно-методическое пособие / С. В. Гололобов, А. А. Калинин. — Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2019. — 76 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93820.html>
7. Левин, М. П. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие / М. П. Левин. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 133 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97572.html>

8.1.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

8. <http://www.intuit.ru/studies/courses/1156/190/info> - Курс «Теория и практика параллельных вычислений», автор – Гергель В.П.
9. <http://www.intuit.ru/studies/courses/80/80/info> - Курс «Архитектура параллельных вычислительных систем», автор – Барский А.В.
10. <http://www.intuit.ru/studies/courses/1110/153/info> - Курс «Параллельное программирование:», автор – Барский А.В.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. Журнал «Суперкомпьютеры» [Режим доступа <http://www.supercomputers.ru/>]

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся,

оснащённые компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде. Специализированная мебель и технические средства обучения, служащие для представления учебной информации.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, научно-исследовательской работы обучающихся (переносной ноутбук, переносной проектор, компьютеры с необходимым программным обеспечением и выходом в интернет).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации.

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация

образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.