

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.
подпись



«30» мая 2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ **Б1.О.18«Параллельное программирование»**

Направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и
администрирование информационных систем

Направленность (профиль) Технологии разработки программных систем

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Параллельное программирование» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

Программу составил(и):

А.И. Миков профессор, доктор физ.-мат. наук, профессор



подпись

Рабочая программа дисциплины «Параллельное программирование» утверждена на заседании кафедры информационных технологий протокол №15 от «14» мая 2025 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)

В. В. Подколзин



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий протокол №15 от «14» мая 2025 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

В. В. Подколзин



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол №4 от «23» мая 2025 г.

Председатель УМК факультета

А. В. Коваленко



подпись

Рецензенты:

Бегларян М. Е., Проректор по учебной работе, Краснодарский кооперативный институт (филиал) АНО ВО Центросоюза РФ «Российский университет кооперации»

Рубцов Сергей Евгеньевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования ФГБГОУ «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Основной целью дисциплины является изучение методов разработки программ с учетом архитектуры ЭВМ – исполнителя программ, и формирование у студентов навыков высокопроизводительных вычислений.

Воспитательной целью дисциплины является формирование у студентов научного, творческого подхода к освоению математических методов, технологий разработки программного обеспечения.

Отбор материала основывается на необходимости ознакомить студентов со следующей современной научной информацией:

- о том, что современные высокопроизводительные ЭВМ строятся на принципах многопроцессорности;

- о том, что для эффективного использования современных ЭВМ нужны специальные языковые средства, позволяющие программисту управлять потоками (нитей) вычислений.

Содержательное наполнение дисциплины обусловлено общими задачами подготовки бакалавра.

Научной основой для построения программы данной дисциплины является теоретико-прагматический подход в обучении.

1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи курса:

- ознакомление с вариантами архитектур электронных вычислительных систем, поддерживающих параллельные вычисления;
- ознакомление с методами параллельной обработки данных;
- приобретение навыков написания программ с использованием параллельных потоков;
- приобретение навыков написания программ в среде OMP, AMP;
- ознакомление с методами использования GPU для ускорения вычислений.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Параллельное программирование» относится к «Обязательная часть» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ОПК-3 Способен применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения

ИД-1.ОПК-3 *Аргументировано применяет современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения*

Знать *Возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств
Методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования
Методы и средства проектирования программного обеспечения
Методы и средства проектирования программных интерфейсов
Возможности ИС*

Современные структурные языки программирования

- Уметь** Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений
Кодировать на языках программирования
- Владеть** Проектирование программных интерфейсов
Разработка структуры программного кода ИС
Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
- ИД-2.ОПК-3** Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладного и системного программного обеспечения, архитектуры компьютеров и сетей (в том числе и глобальных), технологии создания и сопровождения программных продуктов и программных комплексов
- Знать** Возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств
Методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования
Методы и средства проектирования программного обеспечения
Методы и средства проектирования программных интерфейсов
Возможности ИС
Современные структурные языки программирования
- Уметь** Вырабатывать варианты реализации требований
Кодировать на языках программирования
- Владеть** Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению
Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач
Проектирование программных интерфейсов
Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач
Разработка структуры программного кода ИС
Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		3					
Контактная работа, в том числе:	36,2	36,2					
Аудиторные занятия (всего):	34	34					

Занятия лекционного типа	16	16					
Лабораторные занятия	18	18					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:	2,2	2,2					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2					
Самостоятельная работа, в том числе:	35,8	35,8					
Проработка учебного (теоретического) материала	30	30					
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	5,8	5,8					
Подготовка к текущему контролю							
Контроль:							
Подготовка к экзамену							
Общая трудоемкость	72	72	72				
	36,2	36,2	36,2				
	2	2	2				

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Архитектуры многопроцессорных вычислительных систем	8	2		2	4
2.	Низкоуровневое параллельное программирование	10	2		4	4
3.	Взаимодействие задач	8	2		2	4
4.	OpenMP	10	2		4	4
5.	Библиотека параллельных шаблонов PPL	8	2		2	4
6.	Использование GPU для массового параллелизма: AMP	10	2		4	4
7.	Использование GPU для массового параллелизма: CUDA	6	2			4
8.	Интерфейс передачи сообщений MPI	9,8	2			7,8
ИТОГО по разделам дисциплины		69,8	16		18	35,8
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю						
Общая трудоемкость по дисциплине		72				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Архитектуры многопроцессорных вычислительных систем	Рейтинг TOP500 суперЭВМ. №1 в рейтинге. Рейтинг TOP50. Классификация Флинна многопроцессорных вычислительных систем. Системы с общей памятью и системы с локальной памятью. Конвейерные ЭВМ. Многоядерные процессоры. Графические процессоры.	ЛР
2.	Низкоуровневое параллельное программирование	Низкоуровневые примитивы библиотеки STL C++ : thread, mutex. Функции join(), detach(), завершающие потоки. Объекты unique_lock для работы с mutex, методы lock(), unlock(). Условные переменные condition_variable. Средства хронометража.	ЛР
3.	Взаимодействие задач	Средства стандартной библиотеки (в файле <future>), позволяющие программисту оперировать на концептуальном уровне задач, а не работать с низкоуровневыми понятиями потоков и блокировок: future и promise для возврата результата задачи, запущенной в отдельном потоке. packaged_task – для помощи в запуске задач и прикреплении механизмов возврата результата. async() – для запуска задач в стиле, подобном вызову функции.	ЛР
4.	OpenMP	Настройка проекта Open MP в Visual Studio. Понятие параллельной программы Open MP. Организация взаимодействия параллельных потоков. Директивы parallel, parallel for. Параметры shared и private. Использование критических секций, распараллеливание по задачам.. Параллельная сортировка: метод чет-нечетной перестановки. Параллельная сортировка слиянием.	ЛР
5.	Библиотека параллельных шаблонов PPL	Библиотека C++, включающая параллельные алгоритмы, параллельные контейнеры и объекты, и обеспечивающая параллелизм задач. Алгоритмы parallel_for, parallel_for_each, parallel_invoke, parallel_transform и parallel_reduce. Параллельные контейнеры: классы concurrent_vector, concurrent_queue, concurrent_unordered_map, concurrent_unordered_multimap, concurrent_unordered_set, concurrent_unordered_multiset. Задачи: класс Task. Примеры программ.	ЛР
6.	Использование GPU для массового параллелизма: AMP	Графические процессоры и их вычислительные возможности. Использование GPU как ускорителей вычислительного процесса. Программное обеспечение. C++ AMP (Accelerated Massive Parallelism) от Майкрософт в составе Visual Studio. Объекты array_view. Организация вычислительного процесса в комплексе CPU + GPU. Примеры программ.	ЛР
7.	Использование GPU для массового параллелизма: CUDA	Программное обеспечение CUDA от NVIDIA. Основные понятия. Host и device. Архитектура SIMT (Single-Instruction, Multi-Thread). Передача инструкций по конвейеру, с использованием параллелизма на уровне команд внутри одного потока, а также обширного параллелизма на уровне потоков благодаря одновременной аппаратной многопоточности.	Т
8.	Интерфейс передачи сообщений MPI	Программное обеспечение MPI – message passing interface для распределенных вычислений, модели многопроцессорности с локальной памятью. Операции передачи данных. Понятие коммутаторов. Виртуальные топологии. Основные функции MPI.	Т

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Архитектуры многопроцессорных вычислительных систем	Степень распараллеливаемости алгоритмов	ЛР
2.	Низкоуровневое параллельное программирование	Параллельные потоки	ЛР
3.	Взаимодействие задач	Последовательные взаимодействующие процессы	ЛР
4.	OpenMP	Обработка массивов данных с помощью OpenMP	ЛР
5.	Библиотека параллельных шаблонов PPL	Обработка массивов данных с помощью PPL	ЛР
6.	Использование GPU для массового параллелизма: AMP	Обработка больших массивов данных	ЛР

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

- Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

- Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

- Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

- Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;
- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;
- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;
- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
3	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	18
Итого			18

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

1. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Архитектуры многопроцессорных вычислительных систем	ИД1.ОПК-3	Лабораторная работа 1	Вопрос на зачете 1-2, отчет по ЛР 1
2	Низкоуровневое параллельное программирование	ИД1.ОПК-3	Лабораторная работа 2	Вопрос на зачете 3-4, отчет по ЛР 2
3	Взаимодействие задач	ИД1.ОПК-3	Лабораторная работа 3	Вопрос на зачете 5-6, отчет по ЛР 3
4	OpenMP	ИД1.ОПК-3	Лабораторная работа 4	Вопрос на зачете 7-8, отчет по ЛР 4
5	Библиотека параллельных шаблонов PPL	ИД2.ОПК-3	Лабораторная работа 5	Вопрос на зачете 9-10, отчет по ЛР 5

6	Использование GPU для массового параллелизма: AMP	ИД2.ОПК-3	Лабораторная работа 6	Вопрос на зачете 11-12, отчет по ЛР 6
7	Использование GPU для массового параллелизма: CUDA	ИД2.ОПК-3	Лабораторная работа 6	Вопрос на зачете 13-14
8	Интерфейс передачи сообщений MPI	ИД2.ОПК-3	Лабораторная работа 1	Вопрос на зачете 15, 16

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **пороговому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **зачтено**):

ОПК-3 Способен применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения

ИД-1.ОПК-3 Аргументировано применяет современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения

Знать Возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств
Методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования
Методы и средства проектирования программного обеспечения
Методы и средства проектирования программных интерфейсов
Возможности ИС
Современные структурные языки программирования

Уметь Проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений
Кодировать на языках программирования

Владеть Проектирование программных интерфейсов
Разработка структуры программного кода ИС
Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач

ИД-2.ОПК-3 Ориентируется в современных положениях и концепциях прикладного и системного программного обеспечения, архитектуры компьютеров и сетей (в том числе и глобальных), технологии создания и сопровождения программных продуктов и программных комплексов

Знать Возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств
Методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования
Методы и средства проектирования программного обеспечения
Методы и средства проектирования программных интерфейсов
Возможности ИС

Современные структурные языки программирования

Уметь	<i>Вырабатывать варианты реализации требований Кодировать на языках программирования</i>
Владеть	<i>Оценка времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач Проектирование программных интерфейсов Оценка и согласование сроков выполнения поставленных задач Разработка структуры программного кода ИС Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Типовые тестовые задания

1. Укажите, к какому классу относятся конвейерные ЭВМ:
 - SISD
 - MISD
 - SIMD
 - MIMD
2. Укажите, какая из функций не блокирует вызывающий поток:
 - join()
 - detach()
 - lock()
 - unlock()
3. Функция get(0 относится к:
 - promise
 - future
4. При выполнении

```
#pragma omp parallel
{cout << "Привет, ФКТиПМ!" << endl;
} // Завершение параллельного фрагмента
```

на консоли двухядерного компьютера появится:

- Привет, ФКТиПМ!Привет, ФКТиПМ!
пустая строка
пустая строка
- Привет, ФКТиПМ!
Привет, ФКТиПМ!
пустая строка
- Возможны оба варианта

- Правильного ответа нет в этом списке
5. В библиотеке PPL параллельных шаблонов имеются алгоритмы:
 - `parallel_for`
 - `parallel_for_it`
 - `parallel_invoke`
 - `parallel_transform`
 - `parallel_map`
 - `parallel_reduce`
 6. В среде AMP массового параллелизма конструкция `array_view` предназначена:
 - для вывода на экран содержимого массива
 - для описания массива в памяти центрального процессора
 - для задания массива в памяти графического процессора
 7. В среде CUDA спецификатор `_global_` служит:
 - для описания глобальных переменных
 - описания функций, исполняемых графическим процессором
 - (в этом списке нет правильного ответа)
 8. Под коммуникатором в MPI понимается:
 - специальное оборудование, предназначенное для передачи сообщений между компьютерами
 - специально создаваемый служебный объект, который объединяет в своем составе группу процессов
 - специально создаваемый программный служебный объект, поддерживающий передачу сообщений между компьютерами сети.

Типовые контрольные задания

1. Дан обыкновенный граф $R++$, построенный следующим образом: в решетку R из $p \times m$ вершин добавлено $(n+m)$ случайных ребер. Эффективно распараллелить с использованием потоков `thread` и других низкоуровневых средств решение задачи Отыскания всех треугольников в графе $R++$.
2. Написать программу «Пенальти» с использованием нескольких потоков, моделирующую следующую ситуацию. Футболист бьет мячом по воротам (случайный угол). Вратарь, находящийся в центре ворот, направляется, чтобы его отбить (случайная скорость перемещения).
3. Написать программу взаимодействия двух процессов. Первый процесс: Пианино – набор клавиш и соответствующих звуков. Второй процесс – человек – нажимает на клавиши для получения мелодии. Клавиши можно связать с кнопками на клавиатуре компьютера. Допускается использование WinAPI.
4. Создать параллельное приложение для проверки выполнимости булевой функции, заданной КНФ с дизъюнктами длины 2.
5. Создать параллельное приложение для проверки изоморфизма графов, выполнить с его помощью вычисления.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

Вопросы для подготовки к зачету

1. Рейтинг TOP500 суперЭВМ. №1 в рейтинге. Рейтинг TOP50. Классификация Флинна многопроцессорных вычислительных систем. Системы с общей памятью и системы с локальной памятью. Конвейерные ЭВМ. Многоядерные процессоры. Графические процессоры.
2. Низкоуровневые примитивы библиотеки STL C++ : thread, mutex. Функции join(), detach(), завершающие потоки. Средства хронометража. Примеры программ.
3. Объекты unique_lock для работы с mutex, методы lock(), unlock(). Примеры программ.
4. Условные переменные condition_variable. Примеры программ.
5. Средства стандартной библиотеки (в файле <future>), позволяющие программисту оперировать на концептуальном уровне задач: future и promise для возврата результата задачи, запущенной в отдельном потоке.
6. Средства стандартной библиотеки (в файле <future>), позволяющие программисту оперировать на концептуальном уровне задач: packaged_task – для помощи в запуске задач и прикреплении механизмов возврата результата.
7. Средства стандартной библиотеки (в файле <future>), позволяющие программисту оперировать на концептуальном уровне задач: async() – для запуска задач в стиле, подобном вызову функции.
8. Настройка проекта Open MP в Visual Studio. Понятие параллельной программы Open MP. Организация взаимодействия параллельных потоков. Директивы parallel, parallel for. Параметры shared и private. Использование критических секций, распараллеливание по задачам.
9. Параллельная сортировка: метод чет-нечетной перестановки.
10. Параллельная сортировка слиянием.
11. Библиотека C++, включающая параллельные алгоритмы, параллельные контейнеры и объекты, и обеспечивающая параллелизм задач. Алгоритмы parallel_for, parallel_for_each, parallel_invoke, parallel_transform и parallel_reduce.
12. Параллельные контейнеры: классы concurrent_vector, concurrent_queue, concurrent_unordered_map, concurrent_unordered_multimap, concurrent_unordered_set, concurrent_unordered_multiset. Задачи: класс Task. Примеры программ.
13. Графические процессоры и их вычислительные возможности. Использование GPU как ускорителей вычислительного процесса. Программное обеспечение. C++ AMP (Accelerated Massive Parallelism) от Майкрософт в составе Visual Studio.
14. Объекты array_view. Организация вычислительного процесса в комплексе CPU + GPU. Примеры программ.
15. Программное обеспечение CUDA от NVIDIA. Основные понятия. Host и device. Архитектура SIMT (Single-Instruction, Multi-Thread). Передача инструкций по конвейеру, с использованием параллелизма на уровне команд внутри одного потока, а также обширного параллелизма на уровне потоков благодаря одновременной аппаратной многопоточности.
16. Программное обеспечение MPI – message passing interface для распределенных вычислений, модели многопроцессорности с локальной памятью. Операции передачи данных. Понятие коммутаторов. Виртуальные топологии. Основные функции MPI.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством

ОПК-3 (пп. 1-5), ПК-3 (пп. 6-11), ПК-6 (пп. 12-16).

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания тестов:

Тест проводится онлайн в системе Moodle или Google Docs и ограничен по времени. На сдачу теста дается две попытки. Тест считается успешно пройденным если студент правильно ответил на 70% вопросов.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания выполнения контрольных заданий:

Задание считается выполненным при выполнении следующих условий:

- предоставлен исходный код на C++ с ассемблерными вставками; основные вычисления производятся в пределах вставок с использованием команд определенного типа (если оговорено в задании);
- продемонстрирована работоспособность приложения;
- студент понимает исходный код и отвечает на вопросы по его организации.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на зачете:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является зачет. Студенты обязаны получить зачет в соответствии с расписанием и учебным планом

ФОС промежуточной аттестации состоит из контрольных заданий и списка вопросов по теории.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента, получение теоретических и практических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Результат сдачи зачета заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом контрольных заданий и ответов на вопросы по теории.

Критерии оценки:

оценка «незачет» выставляется в случае выполнения одного из условий:

- письменный ответ на вопрос по теории продемонстрировал уровень освоения лекционного материала ниже порогового;
- выполнено менее 80% контрольных заданий.

оценка «зачет» в случае выполнения условий:

- письменный ответ на вопрос по теории продемонстрировал уровень освоения лекционного материала не ниже порогового;
- выполнено не менее 80% контрольных заданий.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

1. Гримм, Р. Параллельное программирование на современном C++. Что каждый профессионал должен знать о параллельном программировании / Р. Гримм ; перевод с английского В. Ю. Винника. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 616 с. — ISBN 978-5-97060-957-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/314870> (дата обращения: 09.06.2023).

2. Роби, Р. Параллельные и высокопроизводительные вычисления / Р. Роби, Д. Замора ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 800 с. — ISBN 978-5-97060-936-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/241124> (дата обращения: 09.06.2023).

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Минязев, Р. Ш. Параллельное программирование (MPI, OpenMP, CUDA) : учебно-методическое пособие / Р. Ш. Минязев. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2021. — 68 с. — ISBN 978-5-7579-2567-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264890> (дата обращения: 09.06.2023).

2. Парфенов, Д. В. Параллельные и распределенные вычисления : учебное пособие / Д. В. Парфенов, Д. А. Петрусевич. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/265658> (дата обращения: 09.06.2023).

5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.4. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>

2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ
<http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций
<http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ"
<http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. В ходе лекционных занятий разбираются свойства, методы основных элементов параллельного программирования, приводятся примеры их использования, проводится анализ наиболее распространенных ошибок построения программ. После прослушивания лекции рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых дается прикладной систематизированный материал. В ходе занятий разбираются готовые программные приложения и проводится анализ их построения. После занятия рекомендуется выполнить упражнения, приводимые в аудитории для самостоятельной работы.

При самостоятельной работе студентов необходимо изучить литературу, приведенную в перечнях выше, для осмысления вводимых понятий, анализа предложенных подходов и методов разработки программ. Разрабатывая решение новой задачи, студент должен уметь выбрать эффективные и надежные структуры данных для представления информации, подобрать соответствующие алгоритмы для их обработки, учесть специфику языка программирования, на котором будет выполнена реализация. Студент должен уметь выполнять тестирование и отладку алгоритмов решения задач с целью обнаружения и устранения в них ошибок.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки параллельного (высокопроизводительного) программирования.

Используются активные, инновационные образовательные технологии, которые способствуют развитию общекультурных, общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций обучающихся:

- проблемное обучение;
- разноуровневое обучение;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа);
- информационно- коммуникационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методическим обеспечением курсовой работы студентов являются:

1. учебная литература;
2. нормативные документы ВУЗа;
3. методические разработки для студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- оформление итогового отчета (пояснительной записки).
- анализ нормативно-методической базы организации;
- анализ научных публикации по заранее определённой теме;
- анализ и обработку информации;
- работу с научной, учебной и методической литературой,
- работа с конспектами лекций, ЭБС.

Для самостоятельной работы представляется аудитория с компьютером и доступом в Интернет, к электронной библиотеке вуза и к информационно-справочным системам.

Перечень учебно-методического обеспечения:

1. Основная образовательная программа высшего профессионального образования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки.
2. Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет».
3. Общие требования к построению, содержанию, оформлению и утверждению рабочей программы дисциплины Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.
4. Методические рекомендации по содержанию, оформлению и применению образовательных технологий и оценочных средств в учебном процессе, основанном на Федеральном государственном образовательном стандарте.
5. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий
- Система MOODLE
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством ЭОИС КубГУ

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

OpenOffice
Компилятор C++
Oracle VirtualBox 6
VMware Workstation 16
Putty 0.76 или Kitty 0.76
FileZilla 3.57.0

WinSCP 5.19
 Advanced port scanner 2.5
 Python 3 (3.7 И 3.9)
 numpy 1.22.0
 opencv 4.5.5
 Keras 2.7.0
 Tensor flow 2.7.0
 matplotlib 3.5.1
 PyCharm 2021
 Cuda Toolkit 11.6
 Фреймворк Django
 Firefox, любая версия
 Putty, любая версия
 Visual Studio Code, версия 1.52+
 Eclipse PHP Development Tools, версия 2020-06+
 Плагин Remote System Explorer (RSE) для Eclipse PDT
 JetBrains PHP Storm
 GIT
 Java Version 8 Update 311
 Clojure 1.10.3.1029.ps1
 SWI Prolog 8.4
 IntelliJ Idea IDE 2021
 Mozilla Firefox 96
 Google Chrome 97
 GitHub Desktop 2.9
 PHP Storm 2021
 FileZilla 3.57.0
 Putty 0.76

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.