МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет систем управления (ФСУ)**
Кафедра: **автоматизированных систем управления (АСУ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	36	36	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	36	36	часов
Самостоятельная работа	54	54	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 79541

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Освоение способов программирования многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем для эффективного использования их вычислительного ресурса.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение классификации вычислительных систем и видов параллелизма.
2. Изучение математических моделей и методов параллельного программирования.
3. Освоение технологий параллельного программирования для различных классов вычислительных систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.О.05.10.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ОПК-8.1. Знает алгоритмические языки программирования, состав и структуру операционных систем, современные среды разработки программного обеспечения	Знает спецификации средств различных технологий параллельного программирования
	ОПК-8.2. Умеет составлять алгоритмы, разрабатывать программы на алгоритмических языках программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули	Умеет писать параллельные программы, компилировать их и запускать
	ОПК-8.3. Владеет алгоритмическими языками программирования, навыками отладки и тестирования работоспособности программы	Владеет языками программирования C/C++ или Fortran, технологиями MPI и OpenMP

Согласована на портале № 79541

ОПК-9. Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	ОПК-9.1. Знает классификацию программных средств и возможности их применения для решения практических задач	Знает технологии параллельного программирования и области их применения
	ОПК-9.2. Умеет находить и анализировать техническую документацию по использованию программного средства, использует программные средства для решения конкретной задачи	Способен самостоятельно изучать новые технологии параллельного программирования
	ОПК-9.3. Владеет методиками использования программного средства в соответствующем виде для решения конкретной задачи	Способен запускать параллельные программы, при необходимости, предварительно компилировать, при необходимости предварительно корректировать код программы
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Лекционные занятия	18	18
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Подготовка к зачету	7	7
Подготовка к тестированию	7	7
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	14	14
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	14	14
Написание отчета по лабораторной работе	12	12
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 79541

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Состояние и проблемы параллельных вычислений.	2	-	2	4	ОПК-9
2 Моделирование и анализ параллельных алгоритмов. Показатели качества.	2	-	2	4	ОПК-9
3 Этапы разработки параллельных методов. Средства разработки параллельных программ.	1	-	2	3	ОПК-8
4 Интерфейс передачи сообщений MPI	5	20	22	47	ОПК-8
5 Технология программирования OpenMP	4	16	22	42	ОПК-8, ОПК-9
6 Технологии параллельного программирования CUDA и OpenCL	2	-	2	4	ОПК-9
7 Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	2	-	2	4	ОПК-8
Итого за семестр	18	36	54	108	
Итого	18	36	54	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Состояние и проблемы параллельных вычислений.	Факторы, влияющие на эффективность параллельных вычислений. Трудности и перспективы развития многопроцессорных вычислительных систем и параллельного программирования.	2	ОПК-9
	Итого	2	
2 Моделирование и анализ параллельных алгоритмов. Показатели качества.	Концепция неограниченного параллелизма. Графовые модели параллельных алгоритмов. Асимптотические оценки времени выполнения. Каскадные вычисления, их реализация. Ускорение и эффективность. Закон Амдала. Влияние времени передачи данных на эффективность алгоритма.	2	ОПК-9
	Итого	2	

Согласована на портале № 79541

3 Этапы разработки параллельных методов. Средства разработки параллельных программ.	Параллелизм данных и параллелизм задач. Основные этапы разработки параллельного алгоритма: декомпозиция, проектирование обменов между задачами, укрупнение, планирование вычислений. Использование языков программирования и коммуникационных библиотек и интерфейсов. Распараллеливающие компиляторы, директивы в языках. Параллельные предметные библиотеки. Инструментальные системы для проектирования параллельных программ.	1	ОПК-8
	Итого	1	
4 Интерфейс передачи сообщений MPI	Шесть общих функций MPI, коммуникаторы. Функции обмена сообщениями типа «точка-точка»: блокирующий и неблокирующий обмен, синхронные и стандартные посылки сообщений. Коллективные функции обмена данных: широковещательная рассылка, функции сбора и рассыпания данных. Функции редукции данных. Создание групп процессов, области связи, коммуникаторы. Обмен данными внутри группы, межгрупповой обмен.	5	ОПК-8
	Итого	5	
5 Технология программирования OpenMP	Последовательные и параллельные нити программы. Директивы OpenMP, функции времени выполнения, переменные окружения. Классы переменных. Организация параллельных секций. Параллельные циклы. Директивы синхронизации. Применение функций и переменных окружения для выполнения параллельных программ.	4	ОПК-8
	Итого	4	
6 Технологии параллельного программирования CUDA и OpenCL	Применение графических процессоров в параллельном программировании. Модель потоковых вычислений. Расширения языка С. Работа с памятью. Примеры программ матричных вычислений.	2	ОПК-9
	Итого	2	

Согласована на портале № 79541

7 Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	Матрично-векторное умножение. Алгоритмы Фокса и Кеннона. Решение систем линейных уравнений: метод Гаусса, итерационные методы. Параллельная сортировка; пузырьковая, Шелла, быстрая сортировка. Задачи обработки графов.	2	ОПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
4 Интерфейс передачи сообщений MPI	Основные функции передачи MPI	4	ОПК-8
	Коллективные функции MPI. Обработка массивов	8	ОПК-8
	Производные типы данных в MPI	8	ОПК-8
	Итого	20	
5 Технология программирования OpenMP	Обработка данных с использованием OpenMP	8	ОПК-8
	Взаимодействующие параллельные процессы в среде OpenMP	8	ОПК-9
	Итого	16	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Состояние и проблемы параллельных вычислений.	Подготовка к зачету	1	ОПК-9	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-9	Тестирование
	Итого	2		

Согласована на портале № 79541

2 Моделирование и анализ параллельных алгоритмов. Показатели качества.	Подготовка к зачету	1	ОПК-9	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-9	Тестирование
	Итого	2		
3 Этапы разработки параллельных методов. Средства разработки параллельных программ.	Подготовка к зачету	1	ОПК-8	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-8	Тестирование
	Итого	2		
4 Интерфейс передачи сообщений MPI	Подготовка к зачету	1	ОПК-8	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	7	ОПК-8	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	7	ОПК-8	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	6	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-8	Тестирование
	Итого	22		
5 Технология программирования OpenMP	Подготовка к зачету	1	ОПК-9	Зачёт
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	7	ОПК-9	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	7	ОПК-9	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	6	ОПК-9	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-9	Тестирование
	Итого	22		
6 Технологии параллельного программирования CUDA и OpenCL	Подготовка к зачету	1	ОПК-9	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-9	Тестирование
	Итого	2		
7 Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	Подготовка к зачету	1	ОПК-8	Зачёт
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-8	Тестирование
	Итого	2		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,

Согласована на портале № 79541

и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-8	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ОПК-9	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Зачёт	0	0	0	0
Защита отчета по лабораторной работе	12	12	18	42
Лабораторная работа	4	4	6	14
Тестирование	10	10	10	30
Отчет по лабораторной работе	4	4	6	14
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 79541

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.:БХВ-Петербург, 2004. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP. Учебное пособие для вузов.- М.: Изд-во МГУ, 2012. - 344 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

2. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, opencl, mpi : учебное пособие для вузов / А. А. Малявко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 135 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/492127.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Стуколов, С. В. Параллельное программирование. Практикум : учебное пособие / С. В. Стуколов. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 273 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/173547.

2. Юрина, Т. А. Параллельное программирование : учебно-методическое пособие / Т. А. Юрина. — Омск : СибАДИ, 2023. — 106 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/407159.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

Согласована на портале № 79541

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 435 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Кондиционер;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- puTTY;
- Файловый менеджер WinSCP;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств

Согласована на портале № 79541

приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Состояние и проблемы параллельных вычислений.	ОПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Моделирование и анализ параллельных алгоритмов. Показатели качества.	ОПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Этапы разработки параллельных методов. Средства разработки параллельных программ.	ОПК-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Интерфейс передачи сообщений MPI	ОПК-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 79541

5 Технология программирования OpenMP	ОПК-8, ОПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Технологии параллельного программирования CUDA и OpenCL	ОПК-9	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	ОПК-8	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Согласована на портале № 79541

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что такое кластер?
   a) компьютер с многоядерным процессором
   b) набор соединенных сетью вычислительных узлов
   c) совокупность процессоров с общей памятью
   d) компьютер с графическими ускорителями
2. Дайте определение понятию мультипроцессор.
   a) многопроцессорная вычислительная система с общей памятью
   b) многоядерный процессор
   c) многопроцессорная вычислительная система с распределенной памятью
   d) кластерная вычислительная система
3. Чем определяется или от чего зависит ускорение параллельной программы?
   a) определяется размером ОП
   b) зависит от быстродействия сети
   c) отношение времени выполнения последовательной программы к параллельной
   d) определяется только производительностью процессов
4. Дайте определение понятию "паракомпьютер".
   a) обладает неограниченным числом процессоров и объемом ОП
   b) двухпроцессорный компьютер
   c) компьютер с двумя графическими ускорителями
   d) состоит из основного и подчиненного процессоров
5. Зачем нужен закон Амдала?
   a) позволяет определить необходимое число процессоров
   b) определяет ускорение паракомпьютера
   c) задает число ярусов параллельной программы
   d) ограничивает ускорение алгоритма его последовательной частью
6. Как определяется количество этапов каскадной схемы суммирования?
   a) двоичный логарифм от числа данных (N)
   b) N/P

Согласована на портале № 79541

c) N
d) N*P

7. Расшифруйте сокращение MPI.
   7 Расшифруйте сокращение MPI
   a) Minimal Processors Interface
   b) Message Passing Interface
   c) Maximal Program Include
   d) Message Pattern Identification
8. Назначение ключа –o в программе gcc
   a) получение объектной формы программы
   b) он задает имя входного файла
   c) компоновка объектных модулей в загрузочный
   d) он задает имя выходного файла
9. Что такое коммуникатор в MPI?
   a) коммутатор узлов в суперэвм
   b) распределяет данные по процессам
   c) объединяет группу процессов для передачи данных
   d) связывает локальные ОП узлов в общую ОП
10. Что определяет функция MPI_Comm_size?
    a) число процессов, выполняющих программу
    b) номер процесса текущего узла
    c) задает размер коммуникатора
    d) размер данных для передачи

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Мультипроцессоры и мультикомпьютеры.
2. Кластерные многопроцессорные вычислительные системы.
3. Графовая модель "операция - операнды". Ее параметры.
4. Паракомпьютер как модель параллельных вычислений.
5. Описание параллельного алгоритма, расписание
6. Ассимптотические оценки времени выполнения параллельного алгоритма.
7. Ускорение и эффективность как показатели параллельных вычислений.
8. Каскадная схема суммирования.
9. Модифицированная каскадная схема суммирования.
10. Каскадные алгоритмы вычисления всех частных сумм.
11. Каскадные алгоритмы параллельного вычисления обобщенного полинома.
12. Закон Амдала. Влияние времени передачи данных на ускорение.
13. Масштабируемость параллельных алгоритмов.
14. Параллелизм данных и параллелизм задач.
15. Этапы разработки параллельной программы.
16. Основные технологии параллельного программирования.
17. Основные принципы MPI. Параллельная программа типа SPMP.
18. Четыре концепции MPI. Понятие коммуникатора.
19. Шесть основных функций MPI.
20. MPI. Функции точка-точка для передачи сообщений.
21. Коллективные функции MPI. Широковещательная рассылки и редукция данных.
22. Коллективные функции MPI для рассылки и сбора данных.
23. Конструирование производных типов в MPI. Непрерывный и векторный способы.
24. Конструирование производных типов в MPI. Индексный и структурный способы.
25. Формирование сообщений при помощи упаковки и распаковки данных.
26. Основные принципы технологии OpenMP. Структура OpenMP.
27. Модель выполнения программы в OpenMP.
28. Типы директив в OpenMP.
29. Директива parallel. Основные параметры директивы.
30. Директива for. Основные параметры директивы.
31. Управление порядком вычислений параллельного цикла.
32. Директивы для параллелизма задач в OpenMP.

Согласована на портале № 79541

33. OpenMP . Организация взаимоисключения при использовании общих переменных.
34. OpenMP. Функции управления количеством потоков.
35. OpenMP. Функции синхронизации
36. Функции времени выполнения OpenMP.
37. Переменные окружения OpenMP.
38. Графические ускорители Применение их для общих вычислений.
39. Модель программирования в CUDA. Device и xost.
40. Иерархия нитей в с CUDA. Сетка, блоки, потоки.
41. CUDA. Расширения языка С. Спецификаторы функций и переменных.
42. Составные части системы CUDA. Библиотеки алгоритмов, времени исполнения, CUDA драйвер.
43. Типы памяти в CUDA.
44. Работа с разделяемой памятью в CUDA.
45. Линейный и блочный параллельные алгоритмы матричных вычислений.
46. Основные принципы технологии OpenACC.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Скажите, в каком процессе выполняется указанный код программы.
2. Что делает функция MPI_Bcast?
3. В чем может быть смысл использования производных типов?
4. Поясните работу директивы for
5. Зачем нужна синхронизация в программах?

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Основные функции передачи MPI
2. Коллективные функции MPI. Обработка массивов
3. Производные типы данных в MPI
4. Обработка данных с использованием OpenMP
5. Взаимодействующие параллельные процессы в среде OpenMP

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном

Согласована на портале № 79541

журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 79541

процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ
протокол № 11 от «23» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191
Заведующий обеспечивающей каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. АСУ	А.И. Исакова	Согласовано, 79bf1038-9d22-4279-a1e8-7806307b7f82
Заведующий кафедрой, каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. АСУ	С.М. Алферов	Разработано, 1bc0e516-62f4-4a3c-b4e6-10c88d843547

Согласована на портале № 79541