МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Высшая школа Цифровых технологий

Фонд оценочных средств

по дисциплине «Суперкомпьютеры и высокопроизводительные вычисления»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

09.04.04 - РФ, 710400 - КР Программная инженерия

(код и наименование направления подготовки)

"Основы анализа и разработки приложений с большими объемами распределенных данных" (профиля) образовательной программы)

Квалификация

магистр

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки 09.04.04 – РФ, 710400 - КР «Программная инженерия» по дисциплине «Суперкомпьютеры и высокопроизводительные вычисления».

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден
на заседании Высшей школы Цифровых технологий протокол №1 от 02.09.26

Директор Высшей школы Цифровых технологий:

к.т.н., доцент Хмелева И.В.

Руководитель образовательной программы:

д.т.н., профессор Лыченко Н.М.

Исполнители (разработчики):

преподаватель Фёдоров С.А. (СПбПУ)

СОГЛАСОВАНО:
Зам. директора по учебной работе
Политехнического института КРСУ Комарцов Н.М.

Раздел 1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины/практики

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств/ шифр раздела в данном документе
ПК-14: Способен разрабатывать программное обеспечение для распределенных суперкомпьютерных систем	Знать: – архитектуры общей и распределённой памяти, модели MPI/OpenMP, GPU и гибридных вычислений	Блок А — задания репродуктивного уровня. Устный опрос, тестирование.
	Уметь: – разрабатывать и модифицировать параллельные программы, рассчитывать ускорение и эффективность	Блок В — задания реконструктивного уровня. Практические работы.
	Владеть: – навыками программирования, профилирования и оптимизации параллельных и суперкомпьютерных приложений	Блок С — задания практико-ориентированного и исследовательского уровня. Самостоятельные задания.
ПК-7: Способен руководить проверкой работоспособности программного обеспечения	Знать: – методы тестирования и обеспечения корректности параллельных вычислений, требования к тестовой среде	Блок А — задания репродуктивного уровня. Устный опрос, тестирование.
	Уметь: – планировать испытания HPC-приложений, выявлять гонки, взаимные блокировки и ошибки численного результата	Блок В — задания реконструктивного уровня. Практические работы.
	Владеть: – навыками организации проверок, построения воспроизводимых экспериментов и анализа производительности	Блок С — задания практико-ориентированного и исследовательского уровня. Самостоятельные задания.

Раздел 2. Технологическая карта дисциплины

Суперкомпьютеры и высокопроизводительные вычисления

Курс 1, семестр 1, количество ЗЕ – 3, отчётность – экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	**Контроль**	**Форма контроля**	**зачетный минимум**	**зачетный максимум**	**график контроля**
Модуль 1					
Системы с распределённой и общей памятью	Текущий контроль	Защита практических работ № 1; устный опрос	4	8	5
	Рубежный контроль	Самостоятельные задания № 1, отчёты и анализ результатов	9	15	
Модуль 2					
GPU и гибридные вычислительные системы	Текущий контроль	Защита практических работ № 2; устный опрос	4	8	10
	Рубежный контроль	Самостоятельные задания № 2, отчёты и анализ результатов	10	16	
Модуль 3					
Разработка высокопроизводительного ПО	Текущий контроль	Защита практических работ № 3; устный опрос	4	8	16
	Рубежный контроль	Самостоятельные задания № 3, отчёты и анализ результатов	9	15	
			40	70	
		Письменная работа	20	30	
			60	100	

Раздел 3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине (оценочные средства)

Блок А

Вопросы для опроса

Модуль 1. Системы с распределённой и общей памятью

1. Чем распределённая память отличается от общей?
2. Каковы основные понятия MPI: процессы, коммуникаторы, отправка и получение сообщений?
3. Как работают OpenMP-директивы и синхронизация потоков?
4. Что такое гонка данных и взаимная блокировка?
5. Как вычисляются ускорение и эффективность параллельного алгоритма?
6. Что характеризует закон Амдала?

Модуль 2. GPU и гибридные вычислительные системы

1. Какова архитектура вычислений общего назначения на GPU?
2. В чём разница между CPU и GPU с точки зрения моделей параллелизма?
3. Что означают пропускная способность памяти и задержка копирования данных?
4. Какие задачи подходят для GPU-ускорения?
5. Какие ограничения характерны для гибридных CPU/GPU вычислений?

6. Как организовать проверку численной корректности GPU-вычисления?

Модуль 3. Разработка высокопроизводительного ПО

1. Для чего нужны профилировщики HPC-приложений?
2. Как измерить сильную и слабую масштабируемость?
3. Как выявить коммуникационное узкое место?
4. Как связаны разбиение данных и балансировка нагрузки?
5. Какие тесты нужны для параллельной программы при разных числах процессов?
6. Что необходимо фиксировать для воспроизводимости HPC-эксперимента?

Тест (один из вариантов)

1. Какая технология использует обмен сообщениями между процессами?

А. MPI

Б. HTML

В. SQL

Г. CSS

2. Гонка данных возникает при:

А. Независимых чтениях

Б. Неконтролируемом одновременном обращении к разделяемым данным

В. Последовательной сортировке

Г. Чтении константы

3. Ускорение S определяется как:

А. Tp/Ts

Б. Ts/Tp

В. p/Ts

Г. Tp*p

Блоки B и C

Практические задания

Практическая работа № 1. Разработка и профилирование ПО для систем с распределённой и общей памятью; MPI и OpenMP.

Задание. Реализовать одну вычислительную задачу последовательно и с помощью MPI/OpenMP, измерить время при 1, 2 и 4 процессах и рассчитать ускорение, эффективность.

Форма представления результата: файл модели/программного кода или проектная схема, протокол проверки, расчёты и краткий отчёт с выводами.

Практическая работа № 2. Разработка ПО для вычислений общего назначения на графических процессорах; GPU.

Задание. Реализовать векторную или матричную операцию на GPU либо на учебном эмуляторе; сравнить времена CPU/GPU и оценить цену обмена данными.

Форма представления результата: файл модели/программного кода или проектная схема, протокол проверки, расчёты и краткий отчёт с выводами.

Практическая работа № 3. Разработка ПО для гибридных вычислительных систем; сопроцессоры, GPU, FPGA.

Задание. Спроектировать гибридную схему CPU/GPU, провести профилирование, выявить узкие места и составить план проверки корректности параллельного кода.

Форма представления результата: файл модели/программного кода или проектная схема, протокол проверки, расчёты и краткий отчёт с выводами.

Задания на самостоятельную работу

Самостоятельное задание № 1. Разработка и профилирование ПО для систем с распределённой и общей памятью; MPI и OpenMP.

Изучить дополнительный пример и самостоятельно воспроизвести результат практической работы № 1. Сравнить не менее двух вариантов решения, описать допущения, ограничения, ошибки и рекомендации. Представить отчёт и ответы на контрольные вопросы блока А соответствующего модуля.

Самостоятельное задание № 2. Разработка ПО для вычислений общего назначения на графических процессорах; GPU.

Изучить дополнительный пример и самостоятельно воспроизвести результат практической работы № 2. Сравнить не менее двух вариантов решения, описать допущения, ограничения, ошибки и рекомендации. Представить отчёт и ответы на контрольные вопросы блока А соответствующего модуля.

Самостоятельное задание № 3. Разработка ПО для гибридных вычислительных систем; сопроцессоры, GPU, FPGA.

Изучить дополнительный пример и самостоятельно воспроизвести результат практической работы № 3. Сравнить не менее двух вариантов решения, описать допущения, ограничения, ошибки и рекомендации. Представить отчёт и ответы на контрольные вопросы блока А соответствующего модуля.

Блок D (промежуточный контроль)

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ

1. Чем распределённая память отличается от общей?
2. Каковы основные понятия MPI: процессы, коммуникаторы, отправка и получение сообщений?
3. Как работают OpenMP-директивы и синхронизация потоков?
4. Что такое гонка данных и взаимная блокировка?
5. Как вычисляются ускорение и эффективность параллельного алгоритма?
6. Что характеризует закон Амдала?
7. Какова архитектура вычислений общего назначения на GPU?
8. В чём разница между CPU и GPU с точки зрения моделей параллелизма?
9. Что означают пропускная способность памяти и задержка копирования данных?
10. Какие задачи подходят для GPU-ускорения?
11. Какие ограничения характерны для гибридных CPU/GPU вычислений?
12. Как организовать проверку численной корректности GPU-вычисления?
13. Для чего нужны профилировщики HPC-приложений?
14. Как измерить сильную и слабую масштабируемость?
15. Как выявить коммуникационное узкое место?
16. Как связаны разбиение данных и балансировка нагрузки?
17. Какие тесты нужны для параллельной программы при разных числах процессов?
18. Что необходимо фиксировать для воспроизводимости HPC-эксперимента?

Задачи/задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ

1. Реализовать одну вычислительную задачу последовательно и с помощью MPI/OpenMP, измерить время при 1, 2 и 4 процессах и рассчитать ускорение, эффективность.
2. Реализовать векторную или матричную операцию на GPU либо на учебном эмуляторе; сравнить времена CPU/GPU и оценить цену обмена данными.
3. Спроектировать гибридную схему CPU/GPU, провести профилирование, выявить узкие места и составить план проверки корректности параллельного кода.

Пример

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ___

1. Теоретический вопрос: Чем распределённая память отличается от общей?
2. Теоретический вопрос: Для чего нужны профилировщики HPC-приложений?
3. Практическое задание: Реализовать одну вычислительную задачу последовательно и с помощью MPI/OpenMP, измерить время при 1, 2 и 4 процессах и рассчитать ускорение, эффективность.

Раздел 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Применяемые оценочные средства:

• Текущий контроль: устный опрос, тестовые задания и защита практических работ № 1–3.

• Рубежный контроль: самостоятельные задания № 1–3, письменные отчёты и проверка результатов.

• Промежуточная аттестация: экзамен, теоретические вопросы и предметное практическое задание.

Текущий и рубежный контроль за семестр: до 70 баллов (минимум по карте — 40). Промежуточная аттестация: до 30 баллов (минимум по карте — 20). Итоговая оценка — по сумме из 100 баллов.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ (ЛАБОРАТОРНЫХ) РАБОТ (текущий контроль)

• 85–100% — полное и правильное решение; обоснованные выводы, воспроизводимая проверка и оформленный отчёт.

• 70–84% — задача решена; есть небольшие недочёты в постановке, реализации или анализе.

• 60–69% — получен частично правильный результат; проверка либо объяснение недостаточны.

• 31–59% — выполнена часть задания, присутствуют существенные ошибки или неполнота.

• 0–30% — решение не представлено или не отвечает требованиям.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ (рубежный контроль)

• 85–100% — самостоятельный анализ выполнен полностью, приведены данные, проверяемые выводы и сравнение альтернатив.

• 70–84% — результаты верны, однако есть отдельные неточности либо недостатки доказательств.

• 60–69% — раскрыта основная часть задания, но выводы слабо аргументированы.

• 31–59% — неполное выполнение с существенными содержательными недостатками.

• 0–30% — работа отсутствует или не соответствует условию.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПИСЬМЕННОГО ОПРОСА (промежуточный контроль — «ЗНАТЬ»)

• 9–10 баллов — глубокие и точные знания, корректная терминология, полное обоснование.

• 7–8 баллов — верное раскрытие вопросов при одной–двух неточностях.

• 6 баллов — основные положения раскрыты, есть пробелы в аргументации.

• 3–5 баллов — фрагментарные знания и существенные ошибки.

• 0–2 балла — ответ отсутствует либо демонстрирует непонимание.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ (промежуточный контроль — «УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ»)

• 18–20 баллов — задача полностью решена, ограничения соблюдены, результат проверен и интерпретирован.

• 14–17 баллов — верное решение при небольших недостатках проверки или отчёта.

• 10–13 баллов — существенная часть задания выполнена, но выводы неполны.

• 4–9 баллов — частичное решение со значительными методическими ошибками.

• 0–3 балла — решения нет либо оно не соответствует постановке.

Экзамен проводится письменно: два теоретических вопроса (по 5 баллов, вместе до 10), практическое задание (до 20 баллов). Всего — до 30 баллов. Время выполнения — 80 минут.

Перевод баллов в оценку: 85–100 — «отлично», 70–84 — «хорошо», 60–69 — «удовлетворительно», менее 60 — «неудовлетворительно».

Раздел 5. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины и выполнению контрольных заданий

Текущий контроль проводится в виде выполнения и защиты практических работ, включая демонстрацию вычислительных результатов, объяснение выбранных методов и ответы на вопросы блока А.

Рубежный контроль проводится по самостоятельным работам. Отчёты представляются в электронном виде и включают постановку задачи, исходные данные, ход решения, проверку результатов и выводы.

5.1. Общие рекомендации к организации самостоятельной работы

Изучать лекционные темы в последовательности разделов РПД; повторять понятия и самостоятельно воспроизводить модели и вычислительные эксперименты. Использовать литературу из РПД и официальную документацию применяемых инструментов.

5.2. Подготовка к практическим занятиям

Перед практическим занятием изучить вопросы соответствующего модуля, подготовить рабочую среду и необходимые исходные данные. В отчёте указать версии программных средств, условия запуска, результаты проверки и обоснованные выводы.