Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра высшей математики

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0233C9D60038B01A9E48C1A3FBB4A9D9F6
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 07.07.2023 до 28.04.2038

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе С.Н. Титов

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Программа учебной дисциплины модуля
«Суперкомпьютерные технологии в профессиональной деятельности»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.01 Педагогическое образование,

направленность (профиль) образовательной программы
Информатика
(зочная форма обучения)

Составители:
Цыганов А.В., профессор кафедры высшей математики
Кувшинова А.Н., доцент кафедры высшей математики
Голубков А.В., доцент кафедры высшей математики

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования,
протокол от «26» мая 2023 г. №5

Ульяновск, 2023

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Суперкомпьютерные технологии в профессиональной деятельности» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) модуля «Суперкомпьютерные технологии в профессиональной деятельности» учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы «Информатика», заочной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках дисциплин и практик.

Результаты изучения дисциплины являются основой для изучения дисциплин для профессиональной деятельности и прохождения государственной итоговой аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Суперкомпьютерные технологии в профессиональной деятельности» является знакомство будущих педагогов с основными понятиями суперкомпьютерных технологий, овладение навыками применения суперкомпьютерных технологий для формирования современной образовательной среды и при реализации задач инновационной образовательной политики.

Задачей освоения дисциплины является формирование представлений об архитектуре, классификации параллельных вычислительных систем, средств и инструментов параллельного программирования, основных принципов проектирования параллельных алгоритмов и их реализации различными программными средствами. В рамках курса изучаются основы программирования в технологии OpenMP, MPI и CUDA.

В результате освоения программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	Знает	Умеет	Владеет
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.		ОР-1. использовать инструменты и техники цифрового моделирования для реализации образовательных процессов.	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез		ОР-2. применять логические формы и процедуры, способен к	

информации, применять системный подход для решения поставленных задач.		рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.	

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные занятия, час	Самостоят. работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
7	3	108	18	30	-	33	Экзамен
Итого:	3	108	18	30	-	33	Экзамен

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятель-ная работа
7 семестр				
Суперкомпьютерные технологии и их использование.	6	10	-	11
Основы параллельного программирования.	6	10	-	11
Основы работы на вычислительном кластере.	6	10	-	11
ИТОГО:	18	30	-	33

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса (7 семестр)

1. СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.

Высокопроизводительные вычисления и системы. Основные архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем. Вычислительные кластеры. Сферы применения суперкомпьютерных технологий.
Интерактивная форма: групповая дискуссия.

2. ОСНОВЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.
Параллельные вычисления. Основные технологии параллельных вычислений. Основы технологии параллельного программирования OpenMP. Основы технологии параллельного программирования MPI.
Интерактивная форма: групповая дискуссия.

3. ОСНОВЫ РАБОТЫ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ.
Основные команды Linux. Порядок работы на вычислительном кластере. Работа с программой PuTTY: авторизация на кластере, создание и редактирование файлов и папок. Работа с программами FileZilla и WinSCP: загрузка файлов на вычислительный кластер и выгрузка результатов. Компиляция и запуск программ на выполнение.
Интерактивная форма: работа в микрогруппах.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий, кейс-задач, письменных проверочных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой тестовых материалов, кейс-задач по разделам дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

– подготовка к устным докладам (мини-выступлениям);
– подготовка к защите реферата;
– подготовка к групповому обсуждению по темам;
– подготовка стендовых докладов и постеров;
– разработка проектов.

ОС-1. Самостоятельная работа

Примерный вариант контрольного задания:

1. На языке C++ написать программу параллельного умножения двух матриц с использованием технологии OpenMP.
2. Провести исследование эффективности программной реализации (ускорение вычислений в зависимости от размера матриц) на наборе случайно сгенерированных квадратных матриц типа double.

ОС-2. Контрольная работа

Примерный вариант контрольного задания:

1. На языке C++ написать программу параллельного умножения двух матриц с использованием технологии MPI.
2. Скомпилировать программу на вычислительном кластере УлГПУ.
3. Провести исследование эффективности программной реализации (ускорение вычислений в зависимости от размера матриц) на наборе случайно сгенерированных квадратных матриц типа double.

ОС-3. Выступление с докладом по микрогруппам.

Примерный перечень тем докладов:

1. Таксономия Флинна.
2. Кластеры класса Беовульф.
3. Списки TOP500 и TOP50 СНГ.
4. Системы охлаждения вычислительных кластеров.
5. Применение суперкомпьютеров в образовании.
6. Системы работы с очередями задач.
7. Технология параллельного программирования CUDA.
8. Пример умножения матрицы на вектор с использованием технологии OpenMP.
9. Пример умножения матрицы на вектор с использованием технологии MPI.
10. Пример использования вычислительного кластера для выскопроизводительного рендеринга.

ОС-4. Тест

Тест по основным темам дисциплины, примерный вариант вопросов представлен в ФОС.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Цыганов А.В., Голубков А.В. Основы суперкомпьютерных технологий: учебно-методические рекомендации для магистрантов направления подготовки «Педагогическое образование» / А.В.Цыганов, А.В. Голубков. – Ульяновск: УлГПУ, 2017.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1. Самостоятельная работа ОС-2. Контрольная работа ОС-3. Выступление с докладом по микрогруппам ОС-4 Тест	ОР-1. Умеет использовать инструменты и техники цифрового моделирования для реализации образовательных процессов. ОР-2. Умеет применять логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.
	Оценочные средства для промежуточной аттестации экзамен ОС-5. Экзамен в форме устного собеседования	

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Высокопроизводительные вычисления и системы.
2. Основные архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем.
3. Вычислительные кластеры.
4. Сферы применения суперкомпьютерных технологий.
5. Параллельные вычисления. Основные понятия.
6. Основные технологии параллельных вычислений.
7. Технология параллельного программирования OpenMP.
8. Технология параллельного программирования MPI.
9. Основные команды Linux.

10. Порядок работы на вычислительном кластере.
11. Работа с программой PuTTY: авторизация на кластере, создание и редактирование файлов и папок.
12. Работа с программами FileZilla и WinSCP: загрузка файлов на вычислительный кластер и выгрузка результатов.
13. Компиляция и запуск программ на выполнение.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Экзамен
7 семестр	Разбалловка по видам работ	9x1=9 баллов	15x1=15 баллов	212 баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	9 баллов max	24 баллов max	236 баллов Max	300 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам 7 семестра

Оценка	**Баллы (3 ЗЕ)**
«отлично»	271-300
«хорошо»	211-270
«удовлетворительно»	151-210
«неудовлетворительно»	150 и менее

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений,

возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Планы практических занятий (7 семестр)

Практическое занятие №1. **Суперкомпьютерные технологии и их использование**

План:

1. Основные архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем.
2. Вычислительные кластеры.
3. Сферы применения суперкомпьютерных технологий.

Практические занятия №2-4. **Основы параллельного программирования**

План:

1. Параллельные вычисления.
2. Закон Амдала.
3. Основные технологии параллельных вычислений.
4. Самостоятельная работа (ОС-1).

Практические занятия №5-7. **Технология OpenMP**

План:

1. Парадигма OpenMP. Модель fork-join.
2. Основные прагмы и функции OpenMP.
3. Самостоятельная работа (ОС-2).

Практические занятия 8-11. **Технология MPI**

План:

1. Парадигма MPI. Механизм передачи сообщений (Message Passing Interface).
2. Основные функции MPI.
3. Простейшая MPI-программа.

Практические занятия №12-15. **Основы работы на вычислительном кластере**

План:

1. Основные команды Linux.
2. Работа с программой PuTTY: авторизация на кластере, создание и редактирование файлов и папок.
3. Работа с программами FileZilla и WinSCP: загрузка файлов на вычислительный кластер и выгрузка результатов.
4. Компиляция и запуск программ на выполнение.
5. Самостоятельная работа (ОС-3).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Афанасьев, К.Е. Основы высокопроизводительных вычислений: учебное пособие / К.Е. Афанасьев, И.В. Григорьева, Т.С. Рейн. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - Т. 3. Параллельные вычислительные алгоритмы. - 185 с. - ISBN 978-5-8353-1546-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232205
2. Биллиг, В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / В.А. Биллиг. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 311 с.: ил., схем. - Библиогр. в кн.; [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428948
3. Немнюгин, С.А. Введение в программирование на кластерах / С.А. Немнюгин. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 247 с. : схем., ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429082

Дополнительная литература

1. Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 / А.А. Алексеев. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 332 с. : ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428829
2. Немнюгин, С.А. Программирование на кластерах с использованием инструментов Intel (Intel Cluster Studio) / С.А. Немнюгин. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 259 с.: схем., ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429823
3. Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К.Е. Афанасьев, С.В. Стуколов, В.В. Малышенко и др. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - Т. 2. Технологии параллельного программирования. - 412 с. - ISBN 978-5-8353-1246-7; То же [Электронный ресурс]. – URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232204

Интернет-ресурсы

- https://www.intuit.ru – Национальный открытый университет
- http://parallel.ru – Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям

Лист согласования рабочей программы
учебной дисциплины (практики)

Направление подготовки: 44.03.01 Педагогическое образование
Профиль: Информатика
Рабочая программа Суперкомпьютерные технологии в профессиональной деятельности
Составитель: А.В. Цыганов– Ульяновск: УлГПУ, 2023.

Программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профиль подготовки «Информатика» утверждённого Министерством образования и науки Российской Федерации, и в соответствии с учебным планом.

Составители _____А.В. Цыганов(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (практики) одобрена на заседании кафедры высшей математики «23» мая 2023г., протокол № 10
Заведующий кафедрой
_____ И.В. Столярова 23.05.23
личная подпись *расшифровка подписи* *дата*

Рабочая программа учебной дисциплины (практики) согласована с библиотекой
Сотрудник библиотеки
_____ Ю.Б. Марсакова 22.05.23
личная подпись *расшифровка подписи* *дата*

Программа рассмотрена и одобрена на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования «26» мая 2023г., протокол № 5
Председатель ученого совета факультета физико-математического и технологического образования
_____ Е.М. Громова 26.05.23
личная подпись *расшифровка подписи* *дата*