



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР


И.Г. Ахметова
« 28 » 10 20 20 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. В.ДВ.01.02 Высокопроизводительные вычисления и облачные сервисы

Направление подготовки	<u>09.06.01 Информатика и вычислительная техника</u>
Направленность подготовки	<u>05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации</u>
Уровень высшего образования	<u>Подготовка кадров высшей квалификации</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>Исследователь. Преподаватель-исследователь</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>

Казань-2020

Целью освоения дисциплины «Высокопроизводительные вычисления и облачные сервисы» заключается в формировании знаний и умений применения высокопроизводительных технологий для решения профессиональных задач в области проектирования, обслуживания, настройки и эффективного использования распределенных вычислительных систем.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучить основные классы архитектур современных высокопроизводительных вычислительных систем.
2. Изучить принципы разработки параллельных алгоритмов.
3. Знать принципы повышения производительности вычислительных систем.
4. Знать основные технологии параллельного программирования.
5. Сформировать навыки разработки параллельных программ для решения профессиональных задач.

В результате изучения дисциплины «Высокопроизводительные вычисления и облачные сервисы» аспирант должен овладеть:

Формируемые компетенции (код и формулировка компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<p>ПК-1 способность применять методы и средства системного и статистического анализа при обработке информации применительно к сложным системам</p>	<p>З1(ПК-1) Знать: методы и средства системного и статистического анализа; У1 (ПК-1) Уметь: применять методы и средства системного и статистического анализа при обработке информации применительно к сложным системам; В1 (ПК-1) Владеть: способностью применять методы и средства системного и статистического анализа при обработке информации применительно к сложным системам.</p>
<p>ПК-2 способность разрабатывать и применять математическое и программное обеспечение при обработке цифровой информации</p>	<p>З2(ПК-2) Знать: математическое и программное обеспечение при обработке цифровой информации; У2 (ПК-2) Уметь: разрабатывать и применять математическое и программное обеспечение при обработке цифровой информации; В2 (ПК-2) Владеть: способностью разрабатывать и применять математическое и программное обеспечение при обработке цифровой информации.</p>

2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Высокопроизводительные вычисления и облачные сервисы» относится к дисциплинам по выбору и является образовательной составляющей учебного плана. Дисциплина преподается на 3 курсе.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при выполнении научно-исследовательской работы аспиранта и диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

3. Структура и содержание дисциплины «Высокопроизводительные вычисления и облачные сервисы»

3.1 Структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 18 часов.

для аспирантов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	семестры			
			3			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108		108			
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	36		36			
Лекции (Лк)	18		18			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	18		18			
Лабораторные работы (ЛР)						
и(или) другие виды аудиторных занятий						
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	54		54			
Курсовой проект (работа)						
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	54		54			
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	3		3			

3.2. Содержание разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лк	ПЗ	ЛР	СР	
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	Архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем	19	3	4	4		11	Устный опрос.
2	Моделирование и анализ параллельных вычислений	19	3	4	4		11	Устный опрос. Доклад.
3	Технология параллельного программирования OpenMP	19	3	4	4		11	Устный опрос. Презентация.
4	Технология параллельного программирования MPI	17	3	3	3		11	Доклад. Презентация.
5	Облачные сервисы	16	3	3	3		10	Доклад. Презентация.
	Промежуточная аттестация	18	3					Зачет с оценкой
	Итого:	108	–	18	18		54	–

3.3. Содержание разделов дисциплины

1. Архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем

Параллелизм как основа высокопроизводительных вычислений. Классификация вычислительных систем. Компьютеры с общей памятью. Компьютеры с распределенной памятью. Архитектура NUMA и ccNUMA. Многоядерность. Ускорители вычислений. Облачные вычисления: модель использования распределенной инфраструктуры. Распределенная вычислительная среда.

2. Моделирование и анализ параллельных вычислений

Модель вычислений в виде графа «операции–операнды». Описание схемы параллельного выполнения алгоритма. Показатели эффективности параллельного алгоритма. Оценка максимально достижимого параллелизма. Анализ масштабируемости параллельных вычислений. Эквивалентные преобразования программ.

3. Технология параллельного программирования OpenMP

Динамика развития стандарта. Характеристики технологии OpenMP. Формат записи директив. Типы директив. Определение параллельной области. Формат директивы parallel. Пример использования директивы parallel. Управление областью видимости данных. Распределение вычислений между потоками. Операция редукции. Синхронизация. Совместимость директив и их параметров.

4. Технология параллельного программирования MPI

Основы MPI. Инициализация и завершения MPI программ. Определение количества и ранга процессов. Передача сообщений. Прием сообщений. Пример параллельной программы с использованием MPI. Режимы передачи данных. Организация неблокирующих обменов данными между процессорами. Одновременное выполнение передачи и приема. Коллективные операции передачи данных.

5. Облачные сервисы

Концепция облачных вычислений. Новые тенденции в облачных вычислениях. Развитие концепций облачных вычислений: модели обслуживания. Виды (модели) облаков. Клиенты облака. Уровни компонент облачных вычислений. Архитектура облачных вычислений. Архитектура платформы Microsoft Azure.

3.4. Практические (семинарские) занятия

для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Знакомство с технологией OpenMP. Нахождение суммы элементов массива.	3	1	4
2	Параллельный алгоритм вычисления интеграла сложной функции	3	2	4
3	Параллельный алгоритм решения системы линейных уравнений	3	3	4
4	Параллельный алгоритм Флойда	3	4	3
5	Параллельные алгоритмы сортировки	3	5	3
	Промежуточная аттестация	3	1-5	
	Итого			18

3.5. Лабораторные занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

3.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

			ПК-1	ПК-2	Количество компетенций
1	Архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем	19	З, В	З, В	2
2	Моделирование и анализ параллельных вычислений	19	З	З, У	2
3	Технология параллельного программирования OpenMP	19	З, У	З, В	2
4	Технология параллельного программирования MPI	17	З, В	У, В	2
5	Облачные сервисы	16	У, В	З, У	2

(Сумма компетенций, сформированных каждым разделом, соотнесенная с часами на изучение данного раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов отведенных на разделы).

Условные обозначения: З – знать,
У – уметь,
В – владеть.

3.7. Организация самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Объем академических часов
1	2	3	4	5
1	Знакомство с технологией OpenMP. Нахождение суммы элементов массива.	3	1	9
2	Параллельный алгоритм вычисления интеграла сложной функции	3	2	9
3	Параллельный алгоритм решения системы линейных уравнений	3	3	9
4	Параллельный алгоритм Флойда	3	4	9
5	Параллельные алгоритм решения системы линейных уравнений	3	5	9
6	Подготовка к зачету	3	1-5	9
	Итого:			54

4. Образовательные технологии

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Архитектуры высокопроизводительных вычислительных систем	ПК-1 з, в ПК-2 з, в	Лекция-визуализация	Устный опрос.
2	Моделирование и анализ параллельных вычислений	ПК-1з ПК-2 з, в	Лекция-визуализация, интерактивная форма	Устный опрос. Доклад.
3	Технология параллельного программирования OpenMP	ПК-1 з, у ПК-2 з, в	Лекция-визуализация, интерактивная форма	Устный опрос. Презентация.
4	Технология параллельного программирования MPI	ПК-2 з, в	Лекция-визуализация	Доклад. Презентация.
5	Облачные сервисы	ПК-1 в, у ПК-2 з, в	Лекция-визуализация	Доклад. Презентация.

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Типовые задания, вопросы и материалы

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в КГЭУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении индивидуальных заданий в форме устного опроса, доклада, презентации. Текущему контролю подлежат посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «*Высокопроизводительные вычисления и облачные сервисы*») является промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой проводимая с учетом результатов текущего контроля в 3 семестре.

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Комплект тем докладов и презентаций

1. Системное программное обеспечение.
2. Операционные системы.
3. Лазеры с высокой мощностью и сверхмалой длительностью импульсов.
4. Связующее программное обеспечение.
5. Лазеры на свободных электронах.
6. Инфраструктура как сервис.
7. Платформа как сервис.
8. Программное обеспечение как сервис.
9. Платформа как сервис (PaaS).
10. Основные достоинства облачных вычислений.
11. Особенности продукта S3 технологии IaaS компании Amazon.
12. Модель развертывания приложения SaaS.
13. Особенности продукта EC2 технологии IaaS компании Amazon.
14. Варианты развертывания облачных систем.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Особенности Blade-систем:

размещение систем питания и охлаждения в отдельных серверах серверная полка имеет интеллект в виде модулей управления

2. Высокоскоростная коммутируемая сеть хранения данных SAN использует протокол обмена данными:

Fibre Channel

3. Особенности физической консолидации ИТ инфраструктуры:

подразумевает географическое перемещение серверов на единую площадку (центр данных)

облегчает создание рентабельных систем резервного копирования для восстановления данных после сбоя

4. Однокоммутаторная структура сети хранения данных SAN включает:

коммутатор Fibre Channel, сервер и систему хранения данных

5. Какая топология сети хранения данных SAN использует наименьшее количество соединений:

общая шина

6. Blade-система – это шасси с лезвиями, установленное в стандартную 19” стойку, занимающее в ней следующее количество монтажных единиц:

3U, 6U, 10U

7. Какая топология хранения данных SAN обеспечивает максимальную связность сети:

каскад

8. Система хранения данных – это:

программно-аппаратное решение по организации надежного хранения информационных ресурсов

9. «Облачные вычисления» - это:

программно-аппаратное обеспечение, доступное пользователю через Интернет в виде сервиса динамически масштабируемый способ доступа через Интернет к внешним вычислительным ресурсам в виде сервиса

10. Особенности применения «облачных вычислений» для пользователей:

требует управление арендованными серверами через Интернет

не требует никаких особых навыков управления «облачной» технологией

11. Особенности логической консолидации ИТ инфраструктуры:

обеспечивает возможность высвобождения аппаратных ресурсов

подразумевает централизацию управления и унификацию работы с ресурсами компании на основе открытых стандартов

12. Каскадная структура сети хранения данных SAN – это набор ячеек, коммутаторы которых соединены

в дерево с помощью межкоммутаторных соединений

13. Преимущества Blade-серверов по сравнению с обычными серверами при сравнимой производительности:

потребляют в три раза меньше энергии занимают в два раза меньше места и обходятся в четыре раза дешевле

14. Особенности использования систем хранения данных (СХД):

возможность добавления аппаратуры и ПО в непрерывно работающую СХД

без остановки комплекса полный мониторинг системы, работающей на уровне «программной» технологии диагностики производительности

15. Оптические каналы связи обеспечивают доступ к системам хранения данных со скоростью:

4-8 Гбит/с

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «Высокопроизводительные вычисления и облачные сервисы» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается. Что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
<i>«отлично»</i>	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
<i>«хорошо»</i>	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
<i>«удовлетворительно»</i>	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
<i>«неудовлетворительно»</i>	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 основная литература:

1. Клементьев, И. П. Введение в облачные вычисления : учебное пособие / И. П. Клементьев, В. А. Устинов. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 310 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100686> (дата обращения: 11.09.2020). —
2. Цехановский, В. В. Управление данными : учебник / В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1853-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65152> (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 дополнительная литература:

1. Сафонов, В. О. Платформа облачных вычислений Microsoft Windows Azure : учебное пособие / В. О. Сафонов. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 330 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100366> (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Орлов С.А. Программная инженерия. учебник / С. А. Орлов. - 5-е изд. - СПб. : Питер, 2016. - 640 с Текст : электронный//ibooks.ru: электронно-библиотечная система. — URL: <https://ibooks.ru/reading.php?productid=351445>(дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

3. Немнюгин, С. А. Введение в программирование на кластерах : учебное пособие / С. А. Немнюгин. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 246 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100700>. (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

6.3. Электронно-библиотечные системы

1. ibooks.ru.
2. e.lanbook.com.

6.4. Программное обеспечение дисциплины

1. Visual Studio C++ 2005 и выше.
2. HPC SDK 2008. — Режим доступа: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=12218>.

6.5. Интернет-ресурсы

- Портал «Top 500 Supercomputers Sites» — <http://www.top500.org>;
- Центр компьютерных технологий. Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского - <http://www.software.unn.ru/ccam/>;
- Суперкомпьютерное образование - <http://hpc-education.ru/>;

– Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям - <http://parallel.ru/>

– Официальный сайт OpenMP – www.openmp.org.

6.6. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1.	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	Свободный
2.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	Свободный
3.	Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина	В http://prlib.ru	Свободный
4.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	Свободный
5.	Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации	https://scienceid.net/president/	Свободный
6.	Президент России — молодым ученым - Science-ID	https://scienceid.net/president/	Свободный
7.	МБД Scopus	https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	Свободный с компьютеров университета
8.	МБД Web of Science	https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=D6cTknVCLV7j48sfzSo&preferencesSaved=	Свободный с компьютеров университета
9.	Портал РФФИ	https://www.rfbr.ru/rffi/ru/	Свободный

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п.п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Практические занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук)

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: ПК, лицензионное программное обеспечение
3	Самостоятельная работа обучающихся	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с

- гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;*
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;*
 - обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.*

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;*
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;*
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;*
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;*
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;*
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).*

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки аспирантов «09.06.01 – Информатика и вычислительная техника» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. №875.

Автор  Лаптева Т.В.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры ИИУС от 26 октября 2020 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой ИИУС  д-р пед. н., проф. Ю.В. Торкунова

На заседании методического совета института ЦТЭ от 26 октября 2020 г., протокол № 2 программа рекомендована к утверждению.

Директор института ЦТЭ  Торкунова Ю.В.

