

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 28 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Современные компьютерные технологии
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Хемобиодинамика и биоинформатика
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: овладение навыками применения фундаментальных концепций и системных методологий в области современного состояния и принципиальных возможностей языков и систем программирования.

Задачи дисциплины:

• приобретение:

- знаний современных вычислительных технологий и архитектуры вычислительных систем, включая современные средства разработки для выполнения высокопроизводительных вычислений, визуализации и систематизации результатов;

- знаний основ современных вычислительных технологий и архитектуры вычислительных систем; знаний примеров электронных учебно-методических комплексов.

• формирование умения:

- выбирать и критически оценивать применимость существующих вычислительных технологий для решения конкретных задач, включая выбор оптимальной технологии и средства программирования при решении задач моделирования реальных систем и процессов;

- проводить сравнительный анализ существующих вычислительных технологий.

• изучение основных понятий, знание архитектур современных систем программирования.

• формирование навыков использования основных технологий и средств современного высокопроизводительного программирования.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- архитектура современных вычислительных систем;

- программное обеспечение современных вычислительных систем;

- технологии современного высокопроизводительного программирования.

1.3. Входные требования

Предварительные знания в объеме бакалаврской программы по этой или смежной тематике.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает современные вычислительные технологии и архитектуры вычислительных систем	Знает основы фундаментальной и прикладной математики, основы вычислительной техники и программирования	Контрольная работа
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет выбирать и критически оценивать применимость существующих вычислительных технологий для решения конкретных задач	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных знаний, методов математического анализа и моделирования	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет навыками использования средств высокопроизводительного программирования	Владеет навыками теоретического исследования объектов профессиональной деятельности	Экзамен
ПКО-2	ИД-1ПКО-02	Знает современные средства разработки для выполнения высокопроизводительных вычислений, визуализации и систематизации результатов, в том числе, методы обработки данных с использованием современных вычислительных систем	Знает методы, направленные на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач.	Контрольная работа
ПКО-2	ИД-2ПКО-02	Умеет анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок; проводить теоретическое и аналитическое исследование в рамках поставленных задач. Приводит сравнительный анализ существующих вычислительных технологий	Умеет анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок.	Индивидуальное задание
ПКО-2	ИД-3ПКО-02	Владеет методами и средствами разработки высокопроизводительных алгоритмов и программ, методами проверки правильности результатов	Владеет навыками разработки элементов планов и методических программ проведения исследований и разработок; проверки правильности результатов, полученных сотрудниками, работающими под его руководством	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)			
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Современные вычислительные системы	0	0	11	36
Введение. Применение компьютеров для вычислительных нужд. Высокопроизводительные вычисления. Тема 1. Архитектура современных высокопроизводительных систем. Классификация вычислительных систем. Системы с общей памятью (суперкомпьютеры). Системы с разделенной памятью (кластеры). Графические вычислительные системы. Примеры высокопроизводительных систем. Тема 2. Операционные системы. Семейство Windows NT. Unix-like ОС. 32 и 64 разрядные ОС. Кроссплатформенность вычислительных приложений. Тема 3. Высокопроизводительные языки программирования. Оптимизирующие компиляторы C и Fortran. Средства разработки вычислительных программ. Методика разработки вычислительных приложений.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы высокопроизводительного программирования	0	0	23	36
Тема 4. Оптимизация последовательных программ. Применение оптимизирующих компиляторов. Основные алгоритмы. Тема 5. Параллельное программирование. Программирование для систем с общей памятью. OpenMP. Программирование для кластерных систем. MPI. Программирование для графических систем. CUDA. Основные алгоритмы. Тема 6. Использование высокопроизводительных библиотек. Intel MKL. CUBLAS. Заключение. Тенденции развития высокопроизводительных вычислений.				
ИТОГО по 1-му семестру	0	0	34	72
ИТОГО по дисциплине	0	0	34	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Архитектура современных высокопроизводительных систем. Классификация вычислительных систем.
2	Операционные системы. Семейство Windows NT.
3	Операционные системы. Unix-like ОС.
4	Оптимизирующие компиляторы C.
5	Оптимизирующие компиляторы Fortran.
6	Средства разработки вычислительных программ.
7	Методика разработки вычислительных приложений.
8	Оптимизация последовательных программ.
9	Применение оптимизирующих компиляторов для оптимизации программ.
10	Программирование для систем с общей памятью. OpenMP.
11	Программирование для кластерных систем. MPI.
12	Программирование для графических систем. CUDA.
13	Использование высокопроизводительных библиотек. Intel MKL. CUBLAS.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе).

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Новые алгоритмы вычислительной гидродинамики для многопроцессорных вычислительных комплексов : учебное пособие для вузов / В. М. Головизнин [и др.]. - Москва: Изд-во МГУ, 2013.	35
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Воеводин В. В. Параллельные вычисления : учебное пособие для вузов / В. В. Воеводин, В. В. Воеводин. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2002.	4
2	Гергель В. П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем : учебник для вузов / В. П. Гергель. - Москва: Изд-во МГУ, 2010.	34

3	Гергель В. П. Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие / В. П. Гергель. - Москва: ИНТУИТ, БИНОМ. Лаб. знаний, 2016.	3
4	Немнюгин С. А. Современный Фортран : самоучитель / С. А. Немнюгин, О. Л. Стесик. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2004.	2
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
2	Вычислительная механика сплошных сред : журнал / Российская академия наук, Уральское отделение; Институт механики сплошных сред. - Пермь: ИМСС УрО РАН, 2008 - .	
3	Физика твердого тела : журнал / Российская академия наук. Отделение физических наук; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе. - Санкт-Петербург: Наука, 1959 - .	
4	Физическая мезомеханика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт физики прочности и материаловедения. - Томск: Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН, 1998 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Н. Ашихмин [и др.]. - Москва: Логос, 2004.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2392	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

Вид ПО	Наименование ПО
Среды разработки, тестирования и отладки	Embarcadero Delphi 2007, лиц.№ 33948, 137 лиц. ПНИПУ 2008 г.
Среды разработки, тестирования и отладки	Java (JDK + JRE) Sun License (GPL) свободное ПО
Среды разработки, тестирования и отладки	PascalABC.NET, свободная лиц. GNU LGPL

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Видеопроектор и дисплейное рабочее место	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Современные компьютерные технологии»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Математическое моделирование
физико-механических процессов

Квалификация выпускника: Магистр

Выпускающая кафедра: Математическое моделирование систем и
процессов

Форма обучения: Очная

Курс: 1

Семестр: 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 1 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские практические занятия и самостоятельная работа студентов, в ходе которой они должны получить необходимые теоретические знания, а также выполнить индивидуальное задание. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего контроля, рубежного контроля изученного теоретического материала, включая тот, который студенты должны изучить в рамках своей самостоятельной работы по курсу, защиты результатов работы по индивидуальному заданию и сдачи теоретического экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный	Итоговый	
	СИЗ	КР	ЗИЗ	Экзамен
Усвоенные знания				
3.1 знать направления развития современных вычислительных технологий и архитектуру вычислительных систем		КР1		ТВ
3.2 знать современные средства разработки для выполнения высокопроизводительных вычислений, визуализации и систематизации результатов, включая методы обработки данных вычислений		КР2		ТВ
Освоенные умения				
У.1 уметь выбирать и критически оценивать применимость существующих вычислительных технологий для решения конкретных задач	С		ЗИЗ	
У.2 уметь анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок, а также проводить сравнительный анализ существующих вычислительных технологий	С		ЗИЗ	
Приобретенные владения				
В.1 владеть навыками современного высокопроизводительного программирования			ЗИЗ	ТВ

В.2 владеть методами и средствами разработки высокопроизводительных алгоритмов и программ, современными способами тестирования и отладки программ, методами проверки адекватности полученных результатов вычислений			ЗИЗ	ТВ
--	--	--	-----	----

С – собеседование по индивидуальному заданию; КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ЗИЗ – защита результатов выполнения индивидуального задания; ТВ – теоретический вопрос на экзамене.

Итоговой оценкой достижения (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседований со студентами по ходу выполнения ими индивидуальных заданий, заключающихся в проведении модельного численного эксперимента в области, по возможности близкой к сфере научных интересов студентов. Темы индивидуальных заданий раздаются студентам в течение первого месяца занятий по курсу. В ходе собеседований оценивается степень усвоения полученных знаний и умения применять их в практических

вычислительных задачах. Результаты собеседований учитываются при выставлении интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Современные вычислительные системы», вторая КР – по модулю 2 «Методы высокопроизводительного программирования».

Типовые задания первой КР:

1. Описать основные особенности проведения параллельных вычислений с использованием графических процессоров.
2. Рассказать о межпроцедурная оптимизация программ на языке C и механизме встраивания.

Типовые задания второй КР:

1. Рассказать о целях и основных подходах в *peephole*-оптимизации.
2. Описать основные принципы работы с памятью программ параллельных вычислений, написанных с применением стандарта MPI.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешное выполнение индивидуального задания и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация проводится в виде защиты студентами результатов выполнения индивидуального задания, а также экзамена по дисциплине устно по билетам. Защита индивидуального задания предназначена для проверки усвоенных умений и приобретённых навыков на основе презентации результатов, а также ответов студентов на вопросы по ним. Экзаменационный билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Примеры тем для индивидуальных заданий студента

Тема 1. Провести моделирование процессов 1) одноосного растяжения и 2) кручения монокристалла с ГПУ-решёткой, включающего винтовую дислокацию.

Тема 2. Исследовать численно процесс ламинарного течения в Y-образном канале ньютоновской жидкости, включающей малые заряженные частицы в условиях действия однородного электростатического поля заданной ориентации.

Тема 3. Предложить модель двойной спирали ДНК на основе подхода крупнозернистой молекулярной динамики. Используя эту модель провести расчёт растяжения и сжатия объекта вдоль оси спирали, на основании которой определить механические модули модельной спирали.

2.3.2. Типовые теоретические вопросы для экзамена по дисциплине

1. Основные особенности, преимущества и ограничения высокопроизводительных вычислительных систем с *общей* и *раздельной* памятью.

2. Характерные признаки операционных систем семейства *Linux*, включая их отличительные черты, по сравнению с другими *Unix-like* ОС.

3. Основные задачи этапов компиляции программы в языке C: препроцессинга, компиляции, компоновки и загрузки.

4. Типы оптимизации программного кода на уровне компилятора. Локальные и глобальные методы оптимизации.

5. Модель программирования в CUDA, понятия потока, блока потоков варпов и сетки блоков потоков.

6. Основные возможности библиотеки Intel oneAPI MKL. Назначение модулей BLAS, LAPACK, ScaLAPAC.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время защиты индивидуального задания и экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде

интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.