

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № УМС-575/01-1

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ГИБРИДНЫЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 09.04.04 Программная инженерия

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	6	216	30	0	15	135	0	Э
Итого	6	216	30	0	15	0	135	0

## АННОТАЦИЯ

Формирование у студентов целостного представления о принципах разработки, анализа и реализации параллельных алгоритмов обработки структур данных; освоение студентами технологий разработки программных продуктов для гибридных высокопроизводительных вычислений.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются формирование у студентов целостного представления о принципах разработки, анализа и реализации параллельных алгоритмов обработки структур данных; освоение студентами технологий разработки программных продуктов для гибридных высокопроизводительных вычислений.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного усвоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения дисциплин.

Изучение данной дисциплины необходимо для выполнения НИР, прохождения практик и защиты магистерской диссертации.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	------------------------------------------------------

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	проектный		
участие в проектировании компонентов программного продукта в объеме, достаточном для их конструирования в рамках поставленного	программный продукт, процессы, методы и инструменты разработки программного продукта	ПК-8 [1] - способен проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы, и их компоненты  <i>Основание:</i>	З-ПК-8[1] - Знать: методы и инструменты проектирования систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы, и их компоненты ; У-ПК-8[1] - Уметь:

<p>задания, разработка и оформление эскизной, технической и рабочей проектной документации</p>		<p>Профессиональный стандарт: 06.042</p>	<p>проектировать системы с параллельной обработкой данных и высокопроизводительные системы, и их компоненты ; В-ПК-8[1] - Владеть: методами и инструментами проектирования систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем, и их компоненты</p>
<p>производственно-технологический</p>			
<p>освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения</p>	<p>программный продукт, процессы, методы и инструменты разработки программного продукта</p>	<p>ПК-9.2 [1] - Способен применять методы получения, хранения, передачи и обработки больших данных  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042</p>	<p>З-ПК-9.2[1] - Знать методы получения, хранения, передачи и обработки больших данных; У-ПК-9.2[1] - Уметь использовать методы получения, хранения, передачи и обработки больших данных; В-ПК-9.2[1] - Владеть методами получения, хранения, передачи и обработки больших данных</p>
<p>освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения</p>	<p>программный продукт, процессы, методы и инструменты разработки программного продукта</p>	<p>ПК-14 [1] - способен применять навыки программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042</p>	<p>З-ПК-14[1] - Знать: технологии программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем ; У-ПК-14[1] - Уметь: применять навыки программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем ; В-ПК-14[1] - Владеть: навыками программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Технология программирования OpenMP	1-5	10/0/5		20	КИ-8	3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2, 3-ПК-14, У-ПК-14, В-ПК-14
2	Технология программирования NVIDIA CUDA	6-11	10/0/5		30	КИ-12	3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8, 3-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2, 3-ПК-14, У-ПК-

							14, В- ПК- 14
3	Технология программирования OpenMPI	12-15	10/0/5		20	КИ-15	3-ПК- 8, У- ПК-8, В- ПК-8, 3-ПК- 9.2, У- ПК- 9.2, В- ПК- 9.2, 3-ПК- 14, У- ПК- 14, В- ПК- 14
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		30/0/15		70		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				30	Э	3-ПК- 8, У- ПК-8, В- ПК-8, 3-ПК- 9.2, У- ПК- 9.2, В- ПК- 9.2, 3-ПК- 14, У- ПК- 14, В- ПК- 14

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	30	0	15
<b>1-5</b>	<b>Технология программирования OpenMP</b>	10	0	5
1 - 5	<b>Технология программирования OpenMP</b> Технология программирования OpenMP	Всего аудиторных часов		
		10	0	5
		Онлайн		
		0	0	0
<b>6-11</b>	<b>Технология программирования NVIDIA CUDA</b>	10	0	5
6 - 11	<b>Технология программирования NVIDIA CUDA</b> Основные понятия CUDA: центральный процессор (host), устройство (device), ядро (kernel), нить (thread), основа (warp), блок (block), сетка (grid). Модель параллельных вычислений SIMT. Расширения языка C. Спецификаторы функций и переменных, добавленные типы и переменные. Директива вызова ядра. Добавленные функции. События CUDA и замеры временных интервалов. Интерфейс прикладного программирования CUDA host API. CUDA driver API. CUDA runtime API. Атомарные операции CUDA. Обработка массивов с применением CUDA. Сложение векторов. Перемножение матриц. Поиск собственных значений и собственных векторов матриц. Битоническая и поразрядная сортировка массивов. Редукция массивов.	Всего аудиторных часов		
		10	0	5
		Онлайн		
		0	0	0
<b>12-15</b>	<b>Технология программирования OpenMPI</b>	10	0	5
12 - 15	<b>Технология программирования OpenMPI</b> Технология программирования OpenMPI	Всего аудиторных часов		
		10	0	5
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы

Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
5 - 6	<b>Технология программирования OpenMP</b> Технология программирования OpenMP
7 - 10	<b>Программирование в CUDA</b> Программирование в CUDA
11 - 15	<b>Технология программирования OpenMPI</b> Технология программирования OpenMPI

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени. Электронный материал доступен студентам для использования и самостоятельного изучения на сайте кафедры.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения лабораторного практикума по курсу.

Лабораторный практикум проводится по расписанию в дисплейном классе одновременно для группы студентов, работающих в интерактивном режиме. Допустимо выполнение лабораторных работ в составе локальной сети кафедры или в удаленном режиме, используя Интернет.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-14	З-ПК-14	Э, КИ-8, КИ-12, КИ-15
	У-ПК-14	Э, КИ-8, КИ-12, КИ-15
	В-ПК-14	Э, КИ-8, КИ-12, КИ-15
ПК-8	З-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-12, КИ-15
	У-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-12, КИ-15
	В-ПК-8	Э, КИ-8, КИ-12, КИ-15
ПК-9.2	З-ПК-9.2	Э, КИ-8, КИ-12, КИ-15
	У-ПК-9.2	Э, КИ-8, КИ-12, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ В 19 Введение в гибридные технологии разработки мобильных приложений : Учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ Ш 59 Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : , Санкт-Петербург: Лань, 2022

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ В12 Основы программирования на параллельном СИ для MPP-систем : лабораторный практикум: учебное электронное издание, А. Б. Вавренюк, В. В. Макаров, Е. В. Чепин, Москва: МИФИ, 2008
2. 004 А95 Структуры данных и алгоритмы : , А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман, Москва [и др.]: Вильямс, 2007
3. 004 Д27 Как программировать на С++ : , Дейтел Х.М., Дейтел П.Дж.; Пер.с англ., М.: Бином, 2001

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

#### 1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий ознакомиться с учебным планом и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. На каждой лекции следует задавать вопросы как по материалу текущей лекции, так и по ранее прочитанным лекциям.

При изучении лекционного материала обязательно следует сопоставлять его с материалом семинарских и лабораторных занятий.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и материалами из сети Internet.

#### 2. Указания для проведения лабораторного практикума

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

### 3. Указания по выполнению самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса. Дать перечень рекомендованной основной литературы и вновь появившихся литературных источников.

Перед изложением текущего лекционного материала кратко напомнить об основных выводах по материалам предыдущей лекции.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

Периодически освещать на лекциях наиболее важные вопросы лабораторного практикума, вызывающие у студентов затруднения.

В середине семестра (ориентировочно после 8-й лекции) обязательно провести контроль знаний студентов по материалам всех прочитанных лекций.

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным лабораторным работам.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

### 2. Указания для проведения лабораторного практикума

На первом занятии рассказать о лабораторном практикуме в целом (о целях практикума, инструментальных средствах для выполнения лабораторных работ, о порядке отчета по лабораторным работам), провести инструктаж по технике безопасности при работе в лаборатории.

Для выполнения каждой лабораторной работы студентам выдавать индивидуальные задания.

При принятии отчета по каждой лабораторной работе обязательно побеседовать с каждым студентом, задавая контрольные вопросы, направленные на понимание изучаемой в лабораторной работе проблемы.

По каждой работе фиксировать факт выполнения и ответа на контрольные вопросы.

Общий зачет по практикуму должен включать все зачеты по каждой лабораторной работе в отдельности.

Задания на каждую следующую лабораторную работу студенту выдавать по мере выполнения и сдачи предыдущих работ.

Автор(ы):

Ровнягин Михаил Михайлович

Рецензент(ы):

Макаров В.В.