

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе  
электронного документооборота  
ЮУрГУ Южно-Уральского государственного университета  
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП  
Кому выдан: Замышляева А. А.  
Пользователь: замышляева  
Дата подписания: 18.10.2021

А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.0.08 Суперкомпьютерное моделирование и технологии  
для направления 11.04.04 Электроника и наноэлектроника  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Системное программирование**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утверждённым приказом  
Минобрнауки от 22.09.2017 № 959

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.

Л. Б. Соколинский

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе  
электронного документооборота  
ЮУрГУ Южно-Уральского государственного университета  
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП  
Кому выдан: Соколинский Л. Б.  
Пользователь: leonid.sokolinsky  
Дата подписания: 18.10.2021

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., доц., профессор

Т. А. Макаровских

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе  
электронного документооборота  
ЮУрГУ Южно-Уральского государственного университета  
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП  
Кому выдан: Макаровских Т. А.  
Пользователь: makarovskih.t.a  
Дата подписания: 11.10.2021

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
д.физ.-мат.н., снс

А. А. Мирзоев

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе  
электронного документооборота  
ЮУрГУ Южно-Уральского государственного университета  
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП  
Кому выдан: Мирзоев А. А.  
Пользователь: mirzoeva  
Дата подписания: 18.10.2021

Челябинск

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель изучения дисциплины: ознакомление студентов с современными высокопроизводительными вычислениями, которые могут использоваться для решения задач на суперкомпьютерах. Задачи изучения дисциплины: приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в области, определяемой основной целью дисциплины. В результате изучения дисциплины студенты должны уметь решать задачи на суперкомпьютере в параллельном режиме.

## **Краткое содержание дисциплины**

Расчеты на суперкомпьютере. Модели, их типы. Природа моделей. Моделирование. Цели моделирования. Этапы моделирования. Задачи для суперкомпьютеров. Приложения, где используются суперкомпьютерные вычисления. Базовые понятия параллельных вычислений. Необходимость и значимость параллельных вычислений. Режимы выполнения задач: последовательный, псевдопараллельный, параллельный. Виды параллелизма: многопроцессорная обработка, конвейерная обработка, векторная обработка. Пути достижения параллелизма вычислений. Суперкомпьютеры: производительность, списки Top500, Top50. Классификация параллельных систем: систематика Флинна. Кластеры. Топология соединительных сетей мультикомпьютеров. Оценка эффективности параллельных вычислений: ускорение, эффективность, стоимость. Закон Амдала. Закон Густафсона.

## **2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	Знает: основы суперкомпьютерного моделирования Умеет: использовать параллельные вычислительные алгоритмы Имеет практический опыт: работы с программами, реализующими параллельные вычисления

## **3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.01 Математическое моделирование устройств и систем	1.О.02 САПР в электронике

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.01 Математическое моделирование устройств и систем	Знает: принципы применения компьютера для моделирования, основные принципы математического моделирования Умеет:

	использовать программы и пакеты для реализации численной математической модели, разрабатывать математическую модель устройства или явления Имеет практический опыт: использования программ и пакетов для реализации численной математической модели, построения и использования численных моделей
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>			
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (CPC)</i>	35,75	35,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Выполнение индивидуального задания	20	20	
Подготовка к зачету	15,75	15,75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-		зачет

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Параллельные вычисления и многопроцессорные системы	30	14	16	0
2	Обзор современных задач естествознания, в которых используются параллельные вычислительные алгоритмы	2	2	0	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в параллельные вычисления и многопроцессорные системы	2
2	1	Обзор технологий параллельного программирования	2
3	1	Параллельное программирование в стандарте OpenMP	2
4	1	Ускорение параллельных вычислений, масштабируемость и типы параллелизма задач суперкомпьютерного моделирования	2

5	1	Проектирование параллельных алгоритмов	2
6	1	Программирование с MPI	2
7	1	Гибридное параллельное программирование в стандартах OpenMP и MPI	2
8	2	Обзор современных задач естествознания, в которых используются параллельные вычислительные алгоритмы	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Программы-заготовки на языке C++	2
2	1	Основы OpenMP	2
3	1	Исследование времени параллельных вычислений	2
4	1	Решение крупномасштабных задач с помощью OpenMP	2
5-6	1	Метод простой итерации с использованием OpenMP	4
7-8	1	Метод Рунге-Кутты 4 порядка. Программирование алгоритма с использованием OpenMP и MPI	4

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение индивидуального задания	Перова, В. И. Разработка алгоритмов для решения задач на ЭВМ : учебное пособие / В. И. Перова, Т. А. Сабаева, Д. Т. Чекмарев. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. — 136 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/153332">https://e.lanbook.com/book/153332</a> (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. (вся книга) Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. — Москва : СОЛООН-Пресс, 2017. — 390 с. — ISBN 978-5-91359-222-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107666">https://e.lanbook.com/book/107666</a> (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. (глава 1)	2	20
Подготовка к зачету	Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. — Москва : СОЛООН-Пресс, 2017. — 390 с. — ISBN 978-5-91359-222-	2	15,75

		4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107666">https://e.lanbook.com/book/107666</a> (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. (главы 2-6)		
--	--	--	--	--

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се- мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи- тыва- ется в ПА
1	2	Текущий контроль	Создаем программы- заготовки на языке C++	1	10	Практическая работа состоит из 7 заданий. Задание 1 (подготовительное) не оценивается, задания 2-5 оцениваются в 1 балл каждое, задание 6 - в 2 балла, задание 7 - в 4 балла. Студент присыпает на проверку выполненные задания. Баллы начисляются в зависимости от качества выполнения заданий (наличие комментариев, хорошо оформленная программа, программа компилируется и запускается, представлен уникальный код), наличия/отсутствия ошибок исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем). В случае представления не уникального кода, все студенты, заимствовавшие код, получают 50% от количества баллов, полученного первым автором данного кода.	зачет
2	2	Текущий контроль	Основы OpenMP (начало)	1	10	Практическая работа состоит из 6 заданий. Задание 1 не оценивается (оно подготовительное), задание 2 оценивается в 1 балл, задания 3,4,6 - в 2 балла, задание 5 - в 3 балла. Студент присыпает на проверку выполненные задания. Баллы начисляются в зависимости от качества выполнения заданий (наличие комментариев, хорошо оформленная программа, программа компилируется и запускается, представлен уникальный код), наличия/отсутствия ошибок исполнения программного кода	зачет

						(тестовые примеры вводятся преподавателем). В случае представления не уникального кода, все студенты, заимствовавшие код, получают 50% от количества баллов, полученного первым автором данного кода.	
3	2	Текущий контроль	Основы OpenMP (продолжение)	1	6	Практическая работа состоит из 4 заданий. Задания 1-2 оцениваются в 1 балл каждое, задания 3-4 - в 2 балла. Студент присыпает на проверку выполненные задания. Баллы начисляются в зависимости от качества выполнения заданий (наличие комментариев, хорошо оформленная программа, программа компилируется и запускается, представлен уникальный код), наличия/отсутствия ошибок исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем). В случае представления не уникального кода, все студенты, заимствовавшие код, получают 50% от количества баллов, полученного первым автором данного кода.	зачет
4	2	Текущий контроль	OpenMP. Итерационные процессы	1	10	Практическая работа состоит из 3 заданий. Задания 1-2 оцениваются в 3 балла каждое, задание 4 - в 4 балла. Студент присыпает на проверку выполненные задания. Баллы начисляются в зависимости от качества выполнения заданий (наличие комментариев, хорошо оформленная программа, программа компилируется и запускается, представлен уникальный код), наличия/отсутствия ошибок исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем). В случае представления не уникального кода, все студенты, заимствовавшие код, получают 50% от количества баллов, полученного первым автором данного кода.	зачет
5	2	Текущий контроль	Метод простой итерации для решения СЛАУ	1	10	Практическая работа состоит из одного задания, которое оценивается в 10 баллов. Студент присыпает на проверку выполненную работу. Баллы начисляются в зависимости от качества выполнения задания (наличие комментариев, хорошо оформленная программа, программа компилируется и запускается, представлен уникальный код), наличия/отсутствия ошибок исполнения программного	зачет

						кода (тестовые примеры вводятся преподавателем). В частности, (1) последовательная версия алгоритма решения задачи (3 балла); (2) разработка и отладка параллельного алгоритма для решения СЛАУ методом простой итерации в OpenMP (5 баллов); (3) построение графиков зависимости времени решения задачи от размеров матрицы коэффициентов (2 балла). В случае представления не уникального кода, все студенты, заимствовавшие код, получают 50% от количества баллов, полученного первым автором данного кода.	
6	2	Текущий контроль	Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты 4 порядка. Параллельная версия алгоритма	1	13	Практическая работа состоит из одного задания, которое оценивается в 10 баллов. Студент присыпает на проверку выполненную работу. Баллы начисляются в зависимости от качества выполнения задания (наличие комментариев, хорошо оформленная программа, программа компилируется и запускается, представлен уникальный код), наличия/отсутствия ошибок исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем). В частности, (1) последовательная версия алгоритма решения задачи (3 балла); (2) разработка и отладка параллельного алгоритма для решения задачи (5 баллов); (3) построение графиков зависимости времени решения задачи от размеров матрицы коэффициентов (5 баллов). В случае представления не уникального кода, все студенты, заимствовавшие код, получают 50% от количества баллов, полученного первым автором данного кода.	зачет
7	2	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	1	50	Тест содержит 40 вопросов, разделенных на 2 группы: (1) равносильные вопросы по теоретическому материалу курса, 30 вопросов, каждый оценивается в 1 балл; (2) равносильные вопросы по практической части курса, 10 вопросов, каждый оценивается в 2 балла. Для ответа на все вопросы дается 40 минут.	зачет
8	2	Промежуточная аттестация	Реферат	1	50	Студент готовит реферат по указанной теме (тема посвящена использованию высокопроизводительных вычислений при решении задач, связанных с тематикой ВКР студента либо направлением его обучения). Критерии	зачет

						оценки работы: (1) Соответствие заявленной теме (5 баллов); (2) Полнота раскрытия темы реферата (30 баллов); (3) Приведены ссылки и краткое описание результатов исследований по теме реферата за последние 3 года (10 баллов); (4) Оформление работы (5 баллов).	
9	2	Бонус	Заполнение анкеты слушателя курса	1	5	Баллы начисляются за содержательное заполнение анкеты слушателя курса (5 вопросов, 1 балл за каждый ответ), в которой студент дает самооценку своим текущим знаниям и навыкам, указывает направление своей ВКР и формулирует свои ожидания от изучения курса. Оцениваются только содержательные ответы.	зачет
10	2	Бонус	Решение систему ОДУ методом Рунгे-Кутты. Программирование с использованием MPI	1	10	Баллы начисляются за работу, выполненную до конца семестра в установленный срок. Количество начисленных баллов зависит от качества выполненной работы, гибкости программы, адекватного использования инструментария MPI	зачет

## **6.2. Процедура проведения, критерии оценивания**

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Оценка "зачтено" может быть выставлена по результатам текущей успеваемости, если студентом получено не менее 60 баллов за выполнение заданий текущего контроля. Оценка может быть повышена при прохождении мероприятия промежуточной аттестации, состоящей из двух заданий: решения тестового задания (40 вопросов, время тестирования 40 минут) и написания реферата по теме дисциплины. Также студент может получить бонусные баллы за решение задач, выходящих за рамки выданных заданий (10 баллов).</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### **6.3. Оценочные материалы**

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОПК-4	Знает: основы суперкомпьютерного моделирования	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+		
ОПК-4	Умеет: использовать параллельные вычислительные алгоритмы	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		
ОПК-4	Имеет практический опыт: работы с программами, реализующими параллельные вычисления	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+		

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Практикум по методам параллельных вычислений [Текст] учебник для вузов по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" А. В. Старченко и др.; под ред. А. В. Старченко ; Том. гос. ун-т. - М.: Издательство Московского университета, 2010. - 199 с. ил. 21 см

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2017. — 390 с. — ISBN 978-5-91359-222-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107666> (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2017. — 390 с. — ISBN 978-5-91359-222-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107666> (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2017. — 390 с. — ISBN 978-5-91359-222-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107666">https://e.lanbook.com/book/107666</a> (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Звягин, В. Ф. Параллельные вычисления в оптике и оптоинформатике : учебное пособие / В. Ф. Звягин, С. В. Фёдоров. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2009. — 109 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/43657">https://e.lanbook.com/book/43657</a> (дата обращения:

			09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Перова, В. И. Разработка алгоритмов для решения задач на ЭВМ : учебное пособие / В. И. Перова, Т. А. Сабаева, Д. Т. Чекмарев. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. — 136 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/153332">https://e.lanbook.com/book/153332</a> (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -Microsoft Visual Studio (бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	114-4 (2)	ПК, Visual Studio
Лекции	434 (36)	ПК, Проектор