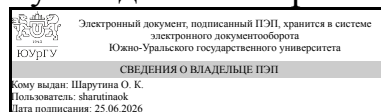


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



О. К. Шарутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.04 Суперкомпьютерное моделирование и технологии
для направления 04.04.01 Химия

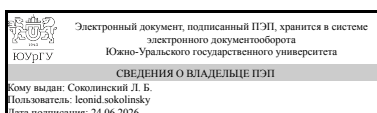
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Системное программирование

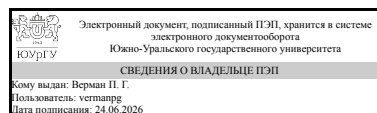
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 13.07.2017 № 655

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



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,
старший преподаватель



П. Г. Верман

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 мультимпьютеров. 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-3 Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	Знает: основные методы организации параллельных вычислений и способы распараллеливания известных алгоритмов Умеет: применять технологии параллельного программирования при решении прикладных задач Имеет практический опыт: программной реализации вычислительных методов с использованием технологий параллельного программирования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

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

Нет

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
Аудиторные занятия:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	35,75	35,75
Подготовка к зачету	15,75	15,75
Подготовка к тестам	8	8
Выполнение индивидуальных заданий	12	12
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
Подготовка к зачету	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. (главы 2-6)	2	15,75
Подготовка к тестам	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. (главы 2-6)	2	8
Выполнение индивидуальных заданий	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: https://e.lanbook.com/book/153332 (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. (вся книга) Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. — Москва : СОЛОН-Пресс,	2	12

	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. (глава 1)		
--	---	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	2	Текущий контроль	Практическое задание 1. Создаем программы-заготовки на языке C++	5	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 присылает на проверку выполненные задания. Критерии выставления баллов: Максимальный балл выставляется, если программа уникальна, написана с комментариями для пользователя и программиста, при выполнении проходит все тесты, предложенные преподавателем. Отсутствие комментариев для пользователя (минус 0.2 балла). Отсутствие комментариев в коде программы (минус 0.2 балла). Программа не уникальна (тот же код, с теми же комментариями и ошибками сдан другим студентом ранее) - минус 50% от полученных баллов. Текст программы не полностью соответствует заданию (минус 10% от оценки за каждое выявленное несоответствие, но не более 70% от оценки) Ошибки исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем) (минус 0.5 балла за каждый пройденный тест). Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не	зачет

						предоставлены файлы с программами, соответствующими условию задачи; (2) предоставленные файлы не открываются либо не компилируются.	
2	2	Текущий контроль	Практическое задание 2. Основы OpenMP (начало)	5	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 присылает на проверку выполненные задания. Критерии выставления баллов: Максимальный балл выставляется, если программа уникальна, написана с комментариями для пользователя и программиста, при выполнении проходит все тесты, предложенные преподавателем. Отсутствие комментариев для пользователя (минус 0.2 балла). Отсутствие комментариев в коде программы (минус 0.2 балла). Программа не уникальна (тот же код, с теми же комментариями и ошибками сдан другим студентом ранее) - минус 50% от полученных баллов. Текст программы не полностью соответствует заданию (минус 10% от оценки за каждое выявленное несоответствие, но не более 70% от оценки) Ошибки исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем) (минус 0.5 балла за каждый пройденный тест). Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не предоставлены файлы с программами, соответствующими условию задачи; (2) предоставленные файлы не открываются либо не компилируются.	зачет
3	2	Текущий контроль	Практическое задание 3. Основы OpenMP (продолжение)	3	6	Практическая работа состоит из 4 заданий. Задания 1-2 оцениваются в 1 балл каждое, задания 3-4 - в 2 балла. Студент присылает на проверку выполненные задания. Критерии выставления баллов: Максимальный балл выставляется, если программа уникальна, написана с комментариями для пользователя и программиста, при выполнении проходит все тесты, предложенные преподавателем. Отсутствие комментариев для пользователя (минус 0.2 балла). Отсутствие комментариев в коде	зачет

					программы (минус 0.2 балла). Программа не уникальна (тот же код, с теми же комментариями и ошибками сдан другим студентом ранее) - минус 50% от полученных баллов. Текст программы не полностью соответствует заданию (минус 10% от оценки за каждое выявленное несоответствие, но не более 70% от оценки) Ошибки исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем) (минус 0.5 балла за каждый непройденный тест). Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не предоставлены файлы с программами, соответствующими условию задачи; (2) предоставленные файлы не открываются либо не компилируются.		
4	2	Текущий контроль	Практическое задание 4. OpenMP. Итерационные процессы	5	10	Практическая работа состоит из 3 заданий. Задания 1-2 оцениваются в 3 балла каждое, задание 3 - в 4 балла. Студент присылает на проверку выполненные задания. Критерии выставления баллов: Максимальный балл выставляется, если программа уникальна, написана с комментариями для пользователя и программиста, при выполнении проходит все тесты, предложенные преподавателем. Отсутствие комментариев для пользователя (минус 0.2 балла). Отсутствие комментариев в коде программы (минус 0.2 балла). Программа не уникальна (тот же код, с теми же комментариями и ошибками сдан другим студентом ранее) - минус 50% от полученных баллов. Текст программы не полностью соответствует заданию (минус 10% от оценки за каждое выявленное несоответствие, но не более 70% от оценки) Ошибки исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем) (минус 0.5 балла за каждый непройденный тест). Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не предоставлены файлы с программами, соответствующими условию задачи; (2) предоставленные файлы не открываются либо не компилируются.	зачет
5	2	Текущий	Практическое	5	10	Практическая работа состоит из	зачет

		контроль	задание 5. Метод простой итерации для решения СЛАУ			одного задания, которое оценивается в 10 баллов. Студент присылает на проверку выполненную работу. Критерии начисления баллов: (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. Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не предоставлены файлы с программами, соответствующими условию задачи; (2) предоставленные файлы не открываются либо не компилируются.	
6	2	Текущий контроль	Практическое задание 6. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты 4 порядка. Параллельная версия алгоритма	7	13	Практическая работа состоит из одного задания, которое оценивается в 13 баллов. Студент присылает на проверку выполненную работу. Критерии начисления баллов: (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. Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не предоставлены файлы с программами, соответствующими условию задачи; (2) предоставленные файлы не открываются либо не компилируются.	зачет
7	2	Текущий контроль	Тест 1 (лекция 2)	3	5	Тест по материалам лекции. Содержит 5 вопросов. Каждый вопрос подразумевает выбор либо одного, либо нескольких ответов. Тест подразумевает одну попытку после соответствующей лекции. Продолжительность тестирования 10 минут. Критерии оценивания: правильный ответ на каждый вопрос оценивается в	зачет

						1 балл	
8	2	Текущий контроль	Тест 2 (материал лекции 3)	3	5	Тест по материалам лекции. Содержит 5 вопросов. Каждый вопрос подразумевает выбор либо одного, либо нескольких ответов. Тест подразумевает одну попытку после соответствующей лекции. Продолжительность тестирования 10 минут. Критерии оценивания: правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл	зачет
9	2	Текущий контроль	Тест 3 (материал лекции 4)	3	5	Тест по материалам лекции. Содержит 5 вопросов. Каждый вопрос подразумевает выбор либо одного, либо нескольких ответов. Тест подразумевает одну попытку после соответствующей лекции. Продолжительность тестирования 10 минут. Критерии оценивания: правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл	зачет
10	2	Текущий контроль	Тест 4 (материал лекции 5)	3	5	Тест по материалам лекции. Содержит 5 вопросов. Каждый вопрос подразумевает выбор либо одного, либо нескольких ответов. Тест подразумевает одну попытку после соответствующей лекции. Продолжительность тестирования 10 минут. Критерии оценивания: правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл	зачет
11	2	Текущий контроль	Тест 5 (материал лекции 6)	3	5	Тест по материалам лекции. Содержит 5 вопросов. Каждый вопрос подразумевает выбор либо одного, либо нескольких ответов. Тест подразумевает одну попытку после соответствующей лекции. Продолжительность тестирования 10 минут. Критерии оценивания: правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл	зачет
12	2	Текущий контроль	Тест 6 (материал лекции 7)	3	5	Тест по материалам лекции. Содержит 5 вопросов. Каждый вопрос подразумевает выбор либо одного, либо нескольких ответов. Тест подразумевает одну попытку после соответствующей лекции. Продолжительность тестирования 10 минут. Критерии оценивания: правильный ответ на каждый вопрос оценивается в	зачет

					1 балл	
13	2	Текущий контроль	Реферат	12	12	зачет
					12 баллов. Структура: 1 - наличие раздела "введение" 1 - наличие не менее 2-3 последовательных разделов 1 - наличие раздела "заключение и выводы" 1 - наличие раздела с библиографией, (возможно) приложения Степень оригинальности материала: 1 - наличие текста из статей, учебников, презентаций 1 - наличие материала из библиографического списка 1 - материал преподнесен своими словами Качество оформления и содержания материала: 1 - текст соответствует предъявленным требованиям оформления 1 - формулы (при наличии) набраны в специальном редакторе, рисунки и таблицы (при наличии) корректно оформлены 1 - минимальный объем реферата выполнен 1 - текст соответствует теме реферата 1 - выполнен минимальный объем литературных ссылок	
14	2	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	-	40	зачет
					Тест содержит 40 вопросов. Правильный ответ стоит 1 балла. Неполный ответ дает половину балла или меньше, если в ответе нужно указать более двух пунктов ответа. Для ответа на все вопросы дается 1 час 20 минут.	
15	2	Бонус	Бонусы	-	15	зачет
					Обучающийся может получить дополнительные баллы, полученные за ответы на вопросы на лекциях и полученные за выполнение дополнительного задания. Данное задание является дополнительным к практическому заданию 6. Баллы начисляются за программу, выполненную до конца семестра в установленный срок. Критерии оценивания: работающий код с использованием MPI, проходящий тесты преподавателя (5 баллов), гибкость программы для разной размерности задачи (1 балл), адекватное и осмысленное использование инструментария MPI (2	

					балла), комментарии в коде для пользователя и программиста (1 балл), графики для анализа производительности программы (1 балл).	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Процедура прохождения промежуточной аттестации осуществляется согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации (приказ ректора от 27.02.2024 № 33-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля следующим образом: • Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. • Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, то он может в день, предшествующий промежуточной аттестации дать свое согласие на автомат в личном кабинете. В случае явки студента на промежуточную аттестацию, давшего свое согласие на автомат в личном кабинете, студент имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Снижение оценки в этом случае запрещено. Если студент не дал согласия в личном кабинете, то он может согласиться с оценкой лично на промежуточной аттестации в день ее проведения. Если студент не согласен с оценкой, то он имеет право пройти контрольно-рейтинговые мероприятия на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день промежуточной аттестации на основе согласия студента, данного им в личном кабинете. При отсутствии согласия в журнале дисциплины фиксация результатов происходит при личном присутствии студента. Если студент не дал согласие в личном кабинете и не явился на промежуточную аттестацию – ему выставляется «неявка». Промежуточная аттестация проводится в форме тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 40 вопросов, на выполнение теста дается 1 час 20 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ОПК-3	Знает: основные методы организации параллельных вычислений и способы распараллеливания известных алгоритмов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-3	Умеет: применять технологии параллельного программирования при решении прикладных задач	+	+	+	+	+	+								+	+
ОПК-3	Имеет практический опыт: программной реализации вычислительных методов с использованием технологий параллельного программирования	+	+	+	+	+	+								+	+

Типовые контрольные задания по каждому 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. МетУк Суперкомпьютерное моделирование и технологии
2. 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> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. МетУк Суперкомпьютерное моделирование и технологии
2. 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> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
---	----------------	--	----------------------------

1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие. — 4-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. https://e.lanbook.com/book/135516
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Земляная, Е. В. Введение в параллельное программирование на основе технологий MPI и OpenMP : учебное пособие. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2023. — 101 с. https://e.lanbook.com/book/369416

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)
3. -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
Лекции	434 (36)	ПК, Проектор
Практические занятия и семинары	114-4 (2)	ПК, Visual Studio