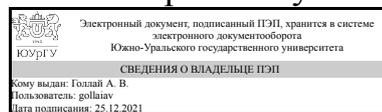


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



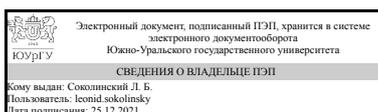
А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.О.11 Технологии параллельного программирования
для направления 09.04.04 Программная инженерия
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системное программирование**

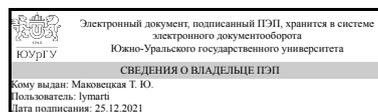
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 932

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



Л. Б. Соколинский

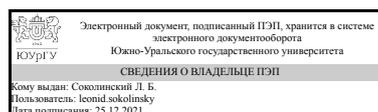
Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент (кн)



Т. Ю. Маковецкая

СОГЛАСОВАНО

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



Л. Б. Соколинский

1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса состоит в изучении математических моделей, методов и технологий параллельного программирования для многопроцессорных вычислительных систем.

Краткое содержание дисциплины

Цели и задачи введения параллельной обработки данных. Архитектуры параллельных вычислительных систем. Способы оценки производительности многопроцессорных систем. Принципы разработки параллельных алгоритмов. Анализ трудоемкости параллельных алгоритмов. Технологии разработки параллельных программ. Стандарты MPI, OpenMP и CUDA.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-6 Способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	Умеет: эффективно реализовывать известные ему алгоритмы на многопроцессорных системах
ОПК-7 Способен применять при решении профессиональных задач методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях	Знает: Способы построения и оценки эффективности параллельных вычислительных систем посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях Умеет: Проектировать, реализовывать и анализировать параллельные алгоритмы Имеет практический опыт: владения технологиями разработки параллельных программ OpenMP, MPI и CUDA

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.09 Научно-практический семинар "Искусственный интеллект и инженерия данных", 1.О.08 Разработка систем искусственного интеллекта на языке Python	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.09 Научно-практический семинар "Искусственный интеллект и инженерия данных"	Знает: основные электронные ресурсы, конференции, научные издания по тематике

	<p>Искусственный интеллект, методы постановки задач, проведения и анализа тестовых и экспериментальных испытаний работоспособности систем, основанных на знаниях, основные направления научных исследований в сфере искусственного интеллекта, принципы подготовки научных докладов и публикаций</p> <p>Умеет: проводить научное исследование по тематике искусственного интеллекта, находить и анализировать новую информацию для научного исследования в сфере искусственного интеллекта, ставить задачи и проводить тестовые и экспериментальные испытания работоспособности систем, основанных на знаниях, анализировать результаты и вносить изменения</p> <p>Имеет практический опыт: инструментами подготовки публикаций и презентаций по научной работе, методами исследований в сфере искусственного интеллекта, методами представления результатов научного исследования</p>
<p>1.О.08 Разработка систем искусственного интеллекта на языке Python</p>	<p>Знает: принципы промышленной разработки интеллектуальных систем на языке Python, основные веб-фреймворки на Python, подходы многопоточного и асинхронного программирования, основные инструменты языка Python для сбора данных, необходимых для разработки программного обеспечения с применением алгоритмов машинного обучения</p> <p>Умеет: подбирать наиболее подходящие фреймворки и библиотеки для разработки веб-сервисов сбора, анализа и обработки данных, применять конкретные специализированные фреймворки языка Python для сбора, обработки и анализа данных для решения различных задач анализа данных, подбирать наиболее подходящие инструменты сбора, анализа, обработки и визуализации данных в Python</p> <p>Имеет практический опыт: разработки оригинальных программных сервисов сбора, анализа и обработки данных на Python, анализа готовых информационных наборов данных; разработки и развертывания разработанного программного обеспечения для сбора и анализа данных в условиях решения реальных задач, сбора данных в различных форматах; предварительной обработки данных (приведение типов/форматов, заполнение пропусков фильтрация и т.п.); анализа и визуализации данных</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Выполнение итоговой контрольной работы	21,5	21,5	
Изучение дополнительного материала по темам курса	10	10	
Подготовка к экзамену	20	20	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Цели и задачи введения параллельной обработки данных	2	2	0	0
2	Архитектуры параллельных вычислительных систем	2	2	0	0
3	Стандарт OpenMP - технология разработки параллельных программ для систем с общей памятью	8	2	6	0
4	Стандарт MPI - технология разработки параллельных программ для систем с распределенной памятью	10	2	8	0
5	Программирование графических ускорителей - стандарт CUDA	10	2	8	0
6	Методология разработки параллельных алгоритмов	2	2	0	0
7	Анализ эффективности параллельных алгоритмов	4	2	2	0
8	Примеры параллельных алгоритмов	10	2	8	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Большие задачи. Ускорение расчетов при использовании параллелизма. Виды параллельной обработки.	2
2	2	Классификации параллельных вычислительных систем: классификация Флинна, классификация MIMD-систем. Способы оценки производительности многопроцессорных систем. Модели программирования для различных архитектур.	2
3	3	Стандарт OpenMP. Принципы использования. Основные директивы и	2

		функции.	
4	4	Стандарт передачи сообщений MPI. Принципы использования. Основные функции.	2
5	5	Архитектура графических ускорителей NVidia. Стандарт CUDA. Стандарт OpenAcc.	2
6	6	Технологический цикл разработки: разбиение, установление связей, агрегирование и привязка. Методы реализации этапов технологического цикла разработки.	2
7	7	Ускорение и эффективность параллельного алгоритма. Закон Амдаля. Факторы, препятствующие масштабированию алгоритмов. Функция изоэффективности.	2
8	8	Примеры параллельных алгоритмов	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Параллельные регионы OpenMP. Идентификация нитей и задач в OpenMP	2
2	3	Общие и частные переменные в OpenMP. Гонка потоков.	2
3	3	Распараллеливание циклов и параллельные секции в OpenMP	2
4	4	Структура программы. Идентификация процессов и задач в MPI	2
5	4	Коммуникации «точка-точка»: блокирующие и неблокирующие обмены	2
6	4	Коллективные коммуникации	2
7	4	Гибридное программирование	2
8	5	Структура CUDA-программы. Простая программа.	2
9	5	Идентификация нитей и задач в CUDA. Простейшие вычисления.	2
10	5	Распределение и синхронизация параллельных вычислений в CUDA. Задача сложения векторов	4
13	7	Оценка эффективности разработанного параллельного алгоритма	2
11	8	Проектирование распараллеливания стандартного математического алгоритма (на выбор) для гибридной архитектуры	2
12	8	Реализация выбранного алгоритма гибридной технологией	6

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 итоговой контрольной работы	Воеводин, В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов : 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности [Текст] учебник для вузов по направлениям ВПО	3	21,5

	010400 "Приклад. математика и информатика" и 010300 "Фундаментал. информатика и информационные технологии" В. В. Воеводин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство Московского университета, 2010. - 166 с. ил. 21 см		
Изучение дополнительного материала по темам курса	Антонов, А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундамент. информатика и информационные технологии" А. С. Антонов ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М.: Издательство Московского университета, 2012. - 339 с. Технология программирования CUDA: учеб. пособие. Тумаков Д. Н., Чикрин Д. Е., Егорчев А. А., Голоусов С. В. 2017	3	10
Подготовка к экзамену	Воеводин, В. В. Параллельные вычисления Учеб. пособие для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 599 с. Гергель, В. П. Современные языки и технологии параллельного программирования [Текст] учебник для вузов по направлениям 010400 "Прикл. мат. и информатика" и 010300 "Фундамент. информатика и информ. технологии" В. П. Гергель ; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского. - М.: Издательство Московского университета, 2012. - 402 с. ил.	3	20

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	4	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании.	экзамен

						<p>Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	
2	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально.</p> <p>Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании.</p> <p>Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	экзамен
3	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально.</p> <p>Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании.</p> <p>Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p>	экзамен

						<ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	
4	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №4	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании. Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	экзамен
5	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №5	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании. Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	экзамен
6	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №6	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании. Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и</p>	экзамен

						<p>ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	
7	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №7	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально.</p> <p>Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании.</p> <p>Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	экзамен
8	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №8	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально.</p> <p>Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании.</p> <p>Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла 	экзамен

						<p>- программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл</p>	
9	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №9	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании. Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	экзамен
10	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №10	1	4	<p>Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется код работающей программы и ответы на вопросы, сформулированные в задании. Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и ответы на вопросы.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу):</p> <ul style="list-style-type: none"> - код программы соответствует поставленной задаче – 2 балла - программа работает верно – 1 балл - правильные ответы на вопросы – 1 балл 	экзамен
11	3	Текущий контроль	Защита итоговой контрольной работы	1	20	<p>Защита итоговой задачи осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется код работающей программы и оценки эффективности ее работы. Оценивается качество оформления программы, правильность ее работы и корректность оценки.</p> <p>При оценивании результатов</p>	экзамен

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления Учеб. пособие для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 599 с.
2. Гергель, В. П. Современные языки и технологии параллельного программирования [Текст] учебник для вузов по направлениям 010400 "Прикл. мат. и информатика" и 010300 "Фундамент. информатика и информ. технологии" В. П. Гергель ; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского. - М.: Издательство Московского университета, 2012. - 402 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Антонов, А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP [Текст] учеб. пособие для вузов по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундамент. информатика и информационные технологии" А. С. Антонов ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М.: Издательство Московского университета, 2012. - 339 с.
2. Воеводин, В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов : 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности [Текст] учебник для вузов по направлениям ВПО 010400 "Приклад. математика и информатика" и 010300 "Фундаментал. информатика и информационные технологии" В. В. Воеводин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство Московского университета, 2010. - 166 с. ил. 21 см
3. Гергель, В. П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем [Текст] учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" В. П. Гергель ; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского ; Суперкомпьютерный консорциум университетов России. - Москва: Физматлит, 2010. - 539, [4] с. ил. 25 см

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

1. Научный журнал «Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика»

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ. Энтони Уильямс. 2012 https://e.lanbook.com/book/4813
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Параллельное программирование. Модели и приемы. Федотов И.Е. 2017 https://e.lanbook.com/book/107666
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Технология программирования CUDA: учеб. пособие. Тумаков Д. Н., Чикрин Д. Е., Егорчев А. А., Голоусов С. В. 2017 https://e.lanbook.com/book/130543

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -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	110 (3г)	Персональные компьютеры
Лекции	110 (3г)	Персональные компьютеры, проектор