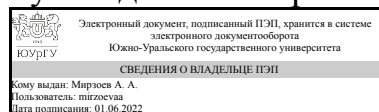


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



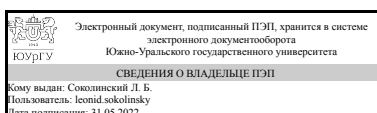
А. А. Мирзоев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.08 Суперкомпьютерное моделирование и технологии
для направления 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системное программирование

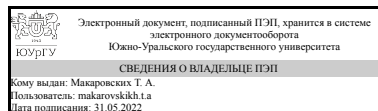
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 959

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



Л. Б. Соколинский

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



Т. А. Макаровских

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-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: основные принципы математического моделирования, принципы применения компьютера для моделирования Умеет:

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

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость 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>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	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. —	2	12

	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, 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	Создаем программы-заготовки на языке C++	1	10	<p>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.</p> <p>Критерии выставления баллов: Максимальный балл выставляется, если программа уникальна, написана с комментариями для пользователя и программиста, при выполнении проходит все тесты, предложенные преподавателем.</p> <p>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</p>	зачет

						<p>несоответствие, но не более 70% от оценки)</p> <p>Ошибки исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем) (минус 0.5 балла за каждый непройденный тест).</p> <p>Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не предоставлены файлы с программами, соответствующими условию задачи; (2) предоставленные файлы не открываются либо не компилируются.</p>	
2	2	Текущий контроль	Основы OpenMP (начало)	1	10	<p>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.</p> <p>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).</p> <p>Программа не уникальна (тот же код, с теми же комментариями и ошибками сдан другим студентом ранее) - минус 50% от полученных баллов.</p> <p>Текст программы не полностью соответствует заданию (минус 10% от оценки за каждое выявленное несоответствие, но не более 70% от оценки)</p> <p>Ошибки исполнения программного кода (тестовые примеры вводятся преподавателем) (минус 0.5 балла за каждый непройденный тест).</p> <p>Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не предоставлены файлы с программами, соответствующими условию задачи; (2) предоставленные файлы не открываются либо не компилируются.</p>	зачет
3	2	Текущий контроль	Основы OpenMP (продолжение)	1	6	<p>Практическая работа состоит из 4 заданий. Задания 1-2 оцениваются в 1 балл каждое, задания 3-4 - в 2 балла.</p> <p>Студент присылает на проверку выполненные задания.</p> <p>Критерии выставления баллов: Максимальный балл выставляется,</p>	зачет

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

						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.	
5	2	Текущий контроль	Метод простой итерации для решения СЛАУ	1	10	Практическая работа состоит из 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.	зачет
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 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	Промежуточная	Итоговый тест	-	50	Тест содержит 40 вопросов, разделенных на 2 группы: (1)	зачет

		аттестация			<p>равносильные вопросы по теоретическому материалу курса, 30 вопросов, подразумевающих выбор правильного варианта из 3-5 предложенных; (2) равносильные вопросы по практической части курса, 10 вопросов, подразумевающих ввод результата вычислений с клавиатуры либо выбор правильного ответа (ответов) из числа предложенных. Для ответа на все вопросы дается 40 минут. Критерии оценивания:</p> <p>1. Правильный ответ каждый на вопрос первой группы оценивается в 1 балл.</p> <p>2. Правильный ответ на каждый вопрос второй группы оценивается в 2 балла.</p>		
8	2	Промежуточная аттестация	Реферат	-	50	<p>Студент готовит реферат по указанной теме (тема посвящена использованию высокопроизводительных вычислений при решении задач, связанных с тематикой ВКР студента либо направлением его обучения). Критерии оценки работы: (1) Соответствие заявленной теме (5 баллов): полностью соответствует (5 баллов); имеется ряд отступлений от темы (2-4 балла: минус 1 балл за каждое выявленное несоответствие, но не более 3 баллов); тема реферата прослеживается только по ряду ключевых фраз в тексте (1 балл); заявленная тема и текст между собой не соотносятся (0 баллов); (2) Полнота раскрытия темы реферата (30 баллов): при этом из общего числа баллов (а) вычитается по 5 баллов, но не более 20 баллов, за каждый нерассмотренный аспект темы; (б) вычитается по 2 балла, но не более 10 баллов, за каждое замечание касательно содержания рассмотренных примеров; (в) вычитается 10 баллов, если рассмотрены только теоретические аспекты по данной теме, либо приведены примеры, лишь частично соответствующие рассматриваемой теме; (г) реферат, представляющий собой необдуманное копирование фрагментов текста из Интернета, оценивается в 5 баллов; (3) Приведены ссылки и краткое описание результатов исследований по теме реферата за последние 3 года (максимум 10 баллов): за каждую ссылку на научную статью не старше 3</p>	зачет

					лет начисляется 1 балл (за каждую ссылку старше 3 лет - 0.5 балла), за анализ содержания приведенной ссылки - 2 балла; (4) Оформление работы (5 баллов): титульный лист (1 балл), оглавление (1 балл), осмысленное разбиение на разделы, четкая структура (1 балл), оформление библиографического списка, наличие в тексте ссылок на источники (1 балл), дизайн отчета: установка единого шрифта основного текста и подрисуночных подписей, наличие рисунков и таблиц, ссылок на них в тексте (1 балл). Студент получает 0 баллов в следующих случаях: (1) не предоставлены файлы, соответствующими условиям задания; (2) предоставленные файлы не открываются.		
9	2	Бонус	Заполнение анкеты слушателя курса	-	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 Рунге-Кутты. Программирование с использованием MPI	-	10	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).	зачет
11	2	Текущий контроль	Тест 1 (лекция 2)	1	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	зачет

						ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл	
12	2	Текущий контроль	Тест 2 (материал лекции 3)	1	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
13	2	Текущий контроль	Тест 3 (материал лекции 4)	1	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
14	2	Текущий контроль	Тест 4 (материал лекции 5)	1	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
15	2	Текущий контроль	Тест 5 (материал лекции 6)	1	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
16	2	Текущий контроль	Тест 6 (материал лекции 7)	1	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	зачет

					ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде тестирования и реферата. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru, реферат загружается в систему edu.susu.ru. Тест содержит 40 вопросов. На выполнение теста дается 40 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.	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	16
ОПК-4	Знает: основы суперкомпьютерного моделирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-4	Умеет: использовать параллельные вычислительные алгоритмы	+	+	+	+	+	+	+	+	+							
ОПК-4	Имеет практический опыт: работы с программами, реализующими параллельные вычисления	+	+	+	+	+	+	+	+	+							

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. Методические указания для студентов по освоению дисциплины «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> (дата обращения: 09.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для студентов по освоению дисциплины «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> (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: https://e.lanbook.com/book/107666 (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: https://e.lanbook.com/book/43657 (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: https://e.lanbook.com/book/153332 (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
Лекции	434 (36)	ПК, Проектор
Практические занятия и семинары	114-4 (2)	ПК, Visual Studio