ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Бычков А. Е.
Пользователь: bychkovae
Дата подписания: 27.05.2023

А. Е. Бычков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.03 Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Системное программирование

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Соколинский Л. Б.
Пользователь: leonid sokolinsky
Дата подписания: 26.05.2023

Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,
д.геогр.н., профессор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Абдуллаев С. М.
Пользователь: abdullaevsm
Дата подписания: 25.05.2023

С. М. Абдуллаев

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: ознакомление студентов с современными высокопроизводительными вычислениями и специализированными пакетами программ, которые используются 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 с использованием специализированных программных пакетов. Модели, их типы. Природа моделей. Моделирование. Цели моделирования. Этапы моделирования. CAE/CAD системы. Основные понятия. История развития CAE/CAD систем. Примеры CAE/CAD систем. Возможности CAE/CAD систем. Обмен файлами между суперкомпьютером и персональным компьютером, постановка задачи на решение на суперкомпьютере. Задачи для суперкомпьютеров. Приложения, где используются суперкомпьютерные вычисления. Методы, используемые для решения задач на суперкомпьютерах в специализированных пакетах программ. Метод конечных элементов. Метод конечных объемов. Преимущества и недостатки методов. Сходимость и точность. Общие принципы построения пакетов программ, реализующих метод конечных элементов и метод конечных объемов. 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-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знает: Базовые понятия параллельных вычислений Умеет: Решать задачи на параллельных вычислительных системах с применением специализированных программных пакетов Имеет практический опыт: Применения технологий современных высокопроизводительных вычислений

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,

видов работ учебного плана	видов работ
ФД.02 Системы возбуждения синхронных генераторов, 1.О.04 Педагогика высшей школы, 1.О.01 Иностранный язык в профессиональной деятельности	ФД.03 Силовая полупроводниковая техника в металлургии, ФД.04 Электромагнитная совместимость в электрических системах

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

Дисциплина	Требования
1.О.04 Педагогика высшей школы	Знает: Основные требования к организации образовательного процесса в высшей технической школе, к нормативно-методической документации преподавателя, Место самообразования в системе современного непрерывного образования (формального, неформального, информального), структуру деятельности по самообразованию, возможности для самореализации, предоставляемые современной системой непрерывного образования, Теоретико-методологические особенности образования взрослых Умеет: Планировать, осуществлять и оценивать учебно-воспитательный процесс в образовательных организациях высшего образования по программам профессионального обучения., Ставить цели, осуществлять отбор содержания и методов, осуществлять самоконтроль в ходе деятельности по самообразованию, Проектировать и организовывать учебно-педагогическое взаимодействие в различной форме в ходе дополнительного профессионального образования Имеет практический опыт: Основные приемы и средства организации учебного процесса в высшей школе в соответствии с профилем научной специальности и с учетом возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся, Самообразовательной деятельности в современной системе непрерывного образования, Организации и образовательного процесса и оценки его качества
1.О.01 Иностранный язык в профессиональной деятельности	Знает: Научную терминологию иностранного языка применительно к области профессиональных исследований., Лексико-грамматический минимум в объеме, необходимом для осуществления письменной и устной коммуникации в профессионально деловой и научной сферах; основную профессиональную терминологию на иностранном языке; правила ведения деловой корреспонденции на иностранном языке; правила переработки информации (аннотация,

	реферат); правила перевода специальных и научных текстов; социокультурную специфику международного профессионально-делового общения Умеет: Извлекать необходимую профессиональную информацию из иноязычных источников., Понимать устную речь (монолог, диалог) профессионально-делового характера; участвовать в международных переговорах, дискуссии, научной беседе, выражая определенные коммуникативные намерения; продуцировать монологическое высказывание по профилю научной специальности/темы, аргументировано излагая свою позицию и используя вспомогательные средства (графики, таблицы, диаграммы, мультимедиа, презентации и т.д.); писать деловые письма; соотносить языковые средства с нормами речевого поведения, которых придерживаются носители иностранного языка; составлять аннотации, рефераты, тезисы Имеет практический опыт: Стратегиями информационного поиска на иностранном языке., Чтения научной литературы в оригинале (изучающее, ознакомительное, просмотровое, поисковое), предполагающее разную степень понимания и смысловой компрессии прочитанного; стратегиями организации письменной речи; поиска и критического осмысления информации, полученной из зарубежных источников, аргументированного изложения собственной точки зрения; стратегий организации коммуникативной и научно-исследовательской деятельности, исходя из своих образовательных и профессиональных потребностей; публичной речи (сообщения, презентации)
ФД.02 Системы возбуждения синхронных генераторов	Знает: Схемы замещения элементов энергосистемы Умеет: Разрабатывать схемы замещения Имеет практический опыт: Анализа электромагнитных процессов в схемах

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 12,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	8	8
Лекции (Л)	4	4

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	59,75	59,75
Подготовка к зачету	19,75	19.75
Тема для самостоятельного изучения. Графический интерфейс пользователя (GUI) комплекса метода конечных элементов ANSYS. Типы применяемых конечных элементов.	8	8
Тема для самостоятельного изучения. Построения расчетных сеток и настройки решателей Fluent (механика жидкости и газа).	4	4
Написание реферата	20	20
Тема для самостоятельного изучения. Создание геометрической модели в пакетах машиностроения и порядок передачи данных в комплекс МКЭ ANSYS для создания расчетной модели – сетки конечных элементов.	4	4
Тема для самостоятельного изучения. Методы программирования для параллельных ЭВМ	4	4
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	Основы суперкомпьютерного моделирования	1	1	0	0
2	Моделирование технических устройств и процессов	6	2	4	0
3	. Эффективность параллельных вычислений	1	1	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Архитектура ЭВМ. Принципы Джон фон Неймана. Топология сети «Полный граф». Понятие о последовательных и параллельных вычислениях. Необходимость и экономическое обоснование параллельных вычислений.	0,5
2	1	Ресурсы параллельных вычислений: мультипроцессорные системы и сети. Производительность суперкомпьютеров. Топ-500. Классификация многопроцессорных систем по потокам данных и инструкций (Таксономия Флинна).	0,5
3	2	Понятие о моделях, компьютерном моделировании, CAD, CAE. Этапы конечно-элементного анализа (FEA - Finit Element Analysis).	0,5
4	2	Физико-математические основы метода Конечных Элементов (МКЭ) . Матричное представление. Система пружин. Терминология МКЭ.	0,5
5	2	Преимущества конечно-элементного анализа. Замечания о выборе физической модели. Недостатки и погрешности МКЭ. Оценка точности расчетов. Подготовка исходных данных для МКЭ.	0,5
6	2	Универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS. Графический интерфейс и модули ANSYS. Постановка задачи на решение на суперкомпьютере	0,5

7	3	Показатели эффективности: ускорение относительно последовательного выполнения вычислений ; эффективность использования процессоров; стоимость вычислений. Закон Амдала. Закон Густафсона-Барсиса. Ускорение масштабирования. Сильная и слабая масштабируемость. Реальная масштабируемость задач компьютерного моделирования	0,5
8	3	Типы параллелизма. Синхронное и асинхронное выполнение задач в различных архитектурах. Доменная декомпозиция программы (параллелизм по данным). Среда параллельного программирования. Понятие о мастер-процессе (master thread) и рабочих процессах (worker threads) в OpenMP. Балансировка данных. Примеры функциональной декомпозиции задач моделирования процессов и устройств (многозадачность).	0,5

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Создание геометрической модели снизу вверх и сверху вниз. Пакет программ ANSYS	1
2	2	Определить напряжения, перемещения, деформации при растяжении стержня и упругой квадратной пластине, нагруженной равномерно распределенным давлением и защемленной по двум сторонам.	1
3	2	Мультидисциплинарный анализ микроэлектромеханической системы сложной конструкции	1
4	2	Анализ переходных процессов теплообмена во время литья и кристаллизации	1

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	Список основной литературы (раздел информационное обеспечение) Курс лекций в Электронном ЮУрГУ	2	19,75
Тема для самостоятельного изучения. Графический интерфейс пользователя (GUI) комплекса метода конечных элементов ANSYS. Типы применяемых конечных элементов.	Басов, К. А. Графический интерфейс комплекса ANSYS : руководство / К. А. Басов. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 248 с. — ISBN 5-94074-074-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1290 (дата обращения: 29.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2	8
Тема для самостоятельного изучения. Построения расчетных сеток и настройки решателей Fluent (механика жидкости и газа).	Основы работы в ANSYS 17 / Н. Н. Федорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов, Ю. В. Захарова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-425-0.	2	4

Написание реферата	Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование, науч. журн., Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика, науч. журн., Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ. Supercomputing frontiers and innovations, науч. журн., Chelyabinsk: Publishing center of South Ural State University.	2	20
Тема для самостоятельного изучения. Создание геометрической модели в пакетах машиностроения и порядок передачи данных в комплекс МКЭ ANSYS для создания расчетной модели – сетки конечных элементов.	Басов, К. А. ANSYS и LMS Virtual Lab. Геометрическое моделирование / К. А. Басов. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 240 с. — ISBN 5-94074-301-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/1295 (дата обращения: 29.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2	4
Тема для самостоятельного изучения. Методы программирования для параллельных ЭВМ	Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / К. Ю. Богачёв. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. — ISBN 978-5-00101-758-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135516 (дата обращения: 29.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2	4

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	2	Текущий контроль	Создание геометрической модели снизу вверх и сверху вниз. Пакет программ ANSYS	1	10	В рабочей папке студента в ПВК-ANSYS сохранены и открываются (файл *.db) геометрические модели: созданная по инструкции модель поверхности «квадрат»-2 балла и самостоятельно созданная модель «произвольный	зачет

						треугольник»-3 балла; созданная по инструкции модель «куб по размерам» -2 балла и самостоятельно созданная модель «тор с разрезом»-3 балла; Всего 10 баллов	
2	2	Текущий контроль	Определить напряжения, перемещения, деформации при растяжении стержня и упругой квадратной пластине, нагруженной равномерно распределенным давлением и защемленной по двум сторонам	1	20	Критерий : в рабочей папке студента в ПВК-ANSYS открывается работающая модель стержня и в соответствии с образцом в цветовой шкале представлены распределения напряжения, перемещения, деформации -10 баллов. Если модель открывается, но распределения физических величин не соответствует образцу-8 баллов. Если представлена только геометрическая модель не запускающаяся на счет («Solution») -2 балла. В ПВК-ANSYS открывается модель пластины и представлены распределения напряжения, перемещения, деформации в соответствии с образцом -10 баллов. Если модель открывается, но распределения физических величин не соответствует образцу-8 баллов. Если представлена только геометрическая модель не запускающаяся на счет («Solution») -2 балла. Всего 20 баллов.	зачет
3	2	Текущий контроль	Анализ магнитного поля создаваемого соленоидальным приводом заданной геометрии	1	10	Критерий : в папке студента в ПВК-ANSYS открывается рабочая трехмерная модель соответствующая образцу -10 баллов. Если модель открывается, но распределения физических величин не соответствует образцу-8 баллов. Если представлена только геометрическая модель с нагрузкой не запускающаяся на счет («Solution») -2 балла	зачет
4	2	Текущий контроль	Мультидисциплинарный анализ микроэлектромеханической системы сложной конструкции	1	10	Критерий : в папке студента в ПВК-ANSYS открывается рабочая трехмерная модель позволяющая анимировать тепловые и электрические поля сопровождаемые деформацией конструкции -10 баллов. Если	зачет

						анимация запускается, но распределения физических величин не соответствует образцу-8 баллов. Если представлена только геометрическая модель с нагрузкой не запускающаяся на счет («Solution») -2 балла.	
5	2	Текущий контроль	Написание реферата	1	20	Полнота обзора темы -10 баллов; Актуальность и качество использованных источников информации-6 баллов; Качество оформления реферата-4 балла Требования и критерии в приложение "Написание реферата"	зачет
6	2	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	20	За письменные ответ на каждый из двух вопросов выставляется до 10 баллов включительно. В ответе на вопросы раскрыты все 4 содержащиеся в вопросе понятия, приведены необходимые примеры: 10 баллов; раскрыты 3, 2, 1 понятие - 8, 6, 3 баллов, соответственно. Всего до 20 баллов.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Для оценки результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС) оценки 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.No 25-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…100 %. Не зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде зачета. 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

ОПК-2	Знает: Базовые понятия параллельных вычислений					+	+
ОПК-2	Умеет: Решать задачи на параллельных вычислительных системах с применением специализированных программных пакетов	+	+	+	+		+
ОПК-2	Имеет практический опыт: Применения технологий современных высокопроизводительных вычислений			+	+		+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Каплун, А. Б. Ansys в руках инженера Текст практ. рук. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. стер. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 269 с. ил.
2. Басов, К. А. ANSYS Текст справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.
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 Нижегор. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского ; Суперкомпьютерный консорциум университетов России. - Москва: Физматлит, 2010. - 539, [4] с. ил. 25 см
4. 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
5. 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
6. 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.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование, науч. журн., Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ.

2. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика, науч. журн., Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ.
3. Supercomputing frontiers and innovations, науч. журн., Chelyabinsk: Publishing center of South Ural State University.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов».

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания по освоению дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов».

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Федорова, Н.Н. Основы работы в ANSYS 17. [Электронный ресурс] / Н.Н. Федорова, С.А. Вальгер, М.Н. Данилов, Ю.В. Захарова. – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90112 – Загл. с экрана.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Басов, К.А. ANSYS и LMS Virtual Lab. Геометрическое моделирование. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 240 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1295 – Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Басов, К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 248 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1290 – Загл. с экрана.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Басов, К.А. ANSYS: справочник пользователя. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 640 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1335 – Загл. с экрана.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шашурин, В.И. Решение задач механики сплошной среды в программном комплексе ANSYS. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 40 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52147 – Загл. с экрана.
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / К. Ю. Богачёв. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. — ISBN 978-5-00101-758-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135516 (дата обращения: 12.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей

7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : учебное пособие / А. С. Антонов. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 83 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/100359 (дата обращения: 12.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Левин, М. П. Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие / М. П. Левин. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 133 с. — ISBN 978-5-94774-857-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/100358 (дата обращения: 12.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей
9	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : учебное пособие / А. А. Малявко. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 116 с. — ISBN 978-5-7782-2614-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118245 (дата обращения: 12.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью. OpenMP : учебное пособие / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Щукин. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 95 с. — ISBN 978-5-7782-3796-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152252 (дата обращения: 12.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Нурматова, Е. В. Управление большими базами данных и высоконагруженными системами : учебное пособие / Е. В. Нурматова, Р. Ф. Халабия, Л. В. Бунина. — Москва : РТУ МИРЭА, 2019. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171496 (дата обращения: 12.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
2. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	202 (3г)	Компьютер, проектор, программа Microsoft Office
Практические занятия и семинары	110 (3г)	Компьютеры, подключение к сети Интернет, суперкомпьютер, система «Персональный виртуальный компьютер», пакет программ ANSYS