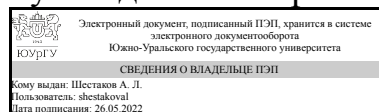


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



А. Л. Шестаков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.04 Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов

для направления 24.04.02 Системы управления движением и навигация

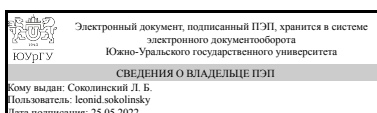
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Системное программирование

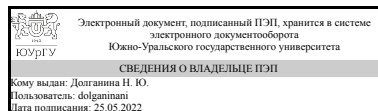
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.04.02 Системы управления движением и навигация, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 85

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



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Н. Ю. Долганина

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 мультимикомпьютеров. 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-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Знает: приемы приобретения и применения новых знаний для решения профессиональных задач с помощью суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов Умеет: применять новые знания для решения профессиональных задач с помощью суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов Имеет практический опыт: приобретения и применения новых знаний для решения профессиональных задач с помощью суперкомпьютерного моделирования

	технических устройств и процессов
ОПК-3 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы	<p>Знает: научные принципы и методы исследований с применением суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов</p> <p>Умеет: использовать научные принципы и методы исследований с применением суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов</p> <p>Имеет практический опыт: применения научных принципов и методов исследований с применением суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.02 История и методология науки и техники, Учебная практика, научно-исследовательская работа (1 семестр)	1.О.06 Ориентация и навигация подвижных объектов

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

Дисциплина	Требования
1.О.02 История и методология науки и техники	<p>Знает: приемы приобретения и применения знаний из истории и методология науки и техники для решения профессиональных задач, сущность, разнообразие и особенности различных культур на основе знаний истории и методологии науки и техники</p> <p>Умеет: применять знания из истории и методология науки и техники для решения профессиональных задач, применять особенности различных культур на основе знаний истории и методологии науки и техники</p> <p>Имеет практический опыт: приобретения и применения знаний из истории и методология науки и техники для решения профессиональных задач, применения особенностей различных культур на основе знаний истории и методологии науки и техники</p>
Учебная практика, научно-исследовательская работа (1 семестр)	<p>Знает: основные принципы профессионального и личностного развития, Методы поиска математических, естественнонаучных и профессиональных знаний. , методики формирования команд</p> <p>Умеет: решать задачи собственного профессионального и личностного развития, разрабатывать мероприятия по личностному, образовательному и профессиональному росту</p> <p>Имеет практический опыт: способами управления своей</p>

	познавательной деятельностью, самостоятельного приобретения и применять математических, естественнонаучных и профессиональные знания для решения задач научно-исследовательской работы, методами организации коллективом, планированием его действий
--	--

4. Объём и виды учебной работы

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

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	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	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к зачету	5	5	
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия	30,75	30.75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Расчеты на суперкомпьютерах с использованием специализированных программных пакетов.	20	8	12	0
2	Базовые понятия параллельных вычислений.	12	8	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Модели, их типы и моделирование.	2
2	1	CAE/CAD системы. Основные понятия. Примеры CAE/CAD систем.	2
3	1	Задачи для суперкомпьютеров.	2
4	1	Методы, используемые для решения задач на суперкомпьютерах в	2

		специализированных пакетах программ.	
5	2	Понятие параллельных вычислений.	2
6	2	Обзор параллельных вычислительных систем.	2
7	2	Классификация параллельных вычислительных систем.	2
8	2	Оценка эффективности параллельных вычислений.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Создание геометрической модели снизу вверх и сверху вниз. Копирование, перемещение, отражение объектов. Формирование модели при помощи булевых операций. Пакет программ ANSYS.	4
3-4	1	Решение задач с применением стержневых, балочных, двумерных конечных элементов. Пакет программ ANSYS.	4
5-6	1	Решение задач с применением оболочечных, объемных конечных элементов. Пакет программ ANSYS.	4
7-8	2	Решение задач на суперкомпьютере. Пакет программ ANSYS.	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	[ЭУМД, 6], с. 1–68.	2	5
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия	[ЭУМД, 10], Гл. 3-4: с. 35–107.	2	30,75

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	2	Текущий контроль	Самостоятельная работа 1	0,5	10	Самостоятельная работа проводится после завершения изучения раздела. Студенты предупреждаются за 5-7 дней. Студенту выдается задание, состоящее из 2 задач.	зачет

					Типовое задание прилагается. Время, отведенное на решение - 90 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Каждая задача оценивается отдельно максимум по 5 баллов, максимальный суммарный балл за обе задачи - 10 баллов. 5 баллов - задача решена правильно, ход решения верный, есть все пояснения. 4 балла – задача решена правильно, ход решения верный, не все пояснения присутствуют. 3 балла - задача решена с неточностями, ход решения верный, нет пояснений. 2 балла - задача решена с замечаниями, ход решения с неточностями, нет пояснений. 1 балл - задача решена с замечаниями, ход решения с замечаниями, нет пояснений. 0 баллов - неверный ответ и/или нет решения.		
2	2	Текущий контроль	Самостоятельная работа 2	1,5	10	Самостоятельная работа проводится после завершения изучения раздела. Студенты предупреждаются за 5-7 дней. Студенту выдается задание, состоящее из 2 задач. Типовое задание прилагается. Время, отведенное на решение - 90 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Каждая задача оценивается отдельно максимум по 5 баллов, максимальный суммарный балл за обе задачи - 10 баллов. 5 баллов - задача решена правильно, ход решения верный, есть все пояснения. 4 балла – задача решена правильно, ход решения верный, не все пояснения присутствуют. 3 балла - задача решена с неточностями, ход решения верный, нет пояснений. 2 балла - задача решена с замечаниями, ход решения с неточностями, нет пояснений. 1 балл - задача решена с замечаниями, ход решения с замечаниями, нет пояснений. 0 баллов - неверный ответ и/или нет решения.	зачет
3	2	Текущий контроль	Самостоятельная работа 3	2	10	Самостоятельная работа проводится после завершения изучения раздела. Студенты предупреждаются за 5-7 дней. Студенту выдается задание, состоящее из 2 задач. Типовое задание прилагается. Время, отведенное на решение - 90 минут. При	зачет

						оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Каждая задача оценивается отдельно максимум по 5 баллов, максимальный суммарный балл за обе задачи - 10 баллов. 5 баллов - задача решена правильно, ход решения верный, есть все пояснения. 4 балла – задача решена правильно, ход решения верный, не все пояснения присутствуют. 3 балла - задача решена с неточностями, ход решения верный, нет пояснений. 2 балла - задача решена с замечаниями, ход решения с неточностями, нет пояснений. 1 балл - задача решена с замечаниями, ход решения с замечаниями, нет пояснений. 0 баллов - неверный ответ и/или нет решения.	
4	2	Текущий контроль	Самостоятельная работа 4	2	10	Самостоятельная работа проводится после завершения изучения раздела. Студенты предупреждаются за 5-7 дней. Студенту выдается задание, состоящее из 2 задач. Типовое задание прилагается. Время, отведенное на решение - 90 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Каждая задача оценивается отдельно максимум по 5 баллов, максимальный суммарный балл за обе задачи - 10 баллов. 5 баллов - задача решена правильно, ход решения верный, есть все пояснения. 4 балла – задача решена правильно, ход решения верный, не все пояснения присутствуют. 3 балла - задача решена с неточностями, ход решения верный, нет пояснений. 2 балла - задача решена с замечаниями, ход решения с неточностями, нет пояснений. 1 балл - задача решена с замечаниями, ход решения с замечаниями, нет пояснений. 0 баллов - неверный ответ и/или нет решения.	зачет
5	2	Текущий контроль	Самостоятельная работа 5	2	5	Студенту выдается задание по изучению тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия. Задание прилагается. Работа оценивается максимум в 5 баллов. 5 баллов - студент изучил материал, оформил конспект в срок, при защите уверенно и исчерпывающе отвечал на все вопросы. 4	зачет

						балла - студент изучил материал, оформил конспект в срок, при защите уверенно отвечал на большинство вопросов, однако некоторые вопросы вызвали затруднения. 3 балла - студент изучил материал, оформил конспект позже указанного срока, при защите неуверенно отвечал на большинство вопросов. 2 балла - студент изучил материал, не оформил конспект в срок, при защите затрудняется с ответами на вопросы. 1 балл - студент изучил материал, не оформил конспект в срок, есть замечания по содержанию, при защите затрудняется с ответами на вопросы. 0 баллов - студент не выполнил работу.	
6	2	Текущий контроль	Контрольный опрос 1	1,5	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения раздела 1. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	зачет
7	2	Текущий контроль	Контрольный опрос 2	1,5	10	Контрольный опрос проводится в виде компьютерного теста по окончании изучения раздела 2. Прохождение компьютерного теста оценивается от 0 до 10 баллов. Тест состоит из 10 равнозначных вопросов, правильный ответ на один вопрос дает один балл. Время на прохождение теста – не менее 15 минут.	зачет
8	2	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	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). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. • Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. • Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации, которое состоит из двух этапов. 1-й этап: решение	зачет

					<p>задачи, максимальный балл - 5 баллов. 2-й этап: устный опрос, максимальный балл - 5 баллов. Максимальный балл за зачет – 10 баллов. На первом этапе студент решает задачу. 5 баллов - задача решена правильно, ход решения верный, есть все пояснения. 4 балла – задача решена правильно, ход решения верный, не все пояснения присутствуют. 3 балла - задача решена с неточностями, ход решения верный, нет пояснений. 2 балла - задача решена с замечаниями, ход решения с неточностями, нет пояснений. 1 балл - задача решена с замечаниями, ход решения с замечаниями, нет пояснений. 0 баллов - неверный ответ и/или нет решения. На втором этапе студент без подготовки отвечает на вопросы теоретического минимума. Преподаватель предлагает 5 вопросов из списка, студент устно отвечает. Порядок начисления баллов за 2-й этап: 5 баллов - студент верно ответил на 5 вопросов, 4 балла - студент верно ответил на 4 вопроса, 3 балла - студент верно ответил на 3 вопроса, 2 балла - студент верно ответил на 2 вопроса, 1 балл - студент верно ответил на 1 вопрос, 0 баллов - студент верно ответил на 0 вопросов.</p> <p>В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.</p>
--	--	--	--	--	---

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 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 %.</p> <p>• Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит</p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>

	<p>мероприятие промежуточной аттестации, которое состоит из двух этапов. 1-й этап: решение задачи, максимальный балл - 5 баллов. 2-й этап: устный опрос, максимальный балл - 5 баллов. Максимальный балл за зачет – 10 баллов. На первом этапе студент решает задачу. 5 баллов - задача решена правильно, ход решения верный, есть все пояснения. 4 балла – задача решена правильно, ход решения верный, не все пояснения присутствуют. 3 балла - задача решена с неточностями, ход решения верный, нет пояснений. 2 балла - задача решена с замечаниями, ход решения с неточностями, нет пояснений. 1 балл - задача решена с замечаниями, ход решения с замечаниями, нет пояснений. 0 баллов - неверный ответ и/или нет решения. На втором этапе студент без подготовки отвечает на вопросы теоретического минимума. Преподаватель предлагает 5 вопросов из списка, студент устно отвечает. Порядок начисления баллов за 2-й этап: 5 баллов - студент верно ответил на 5 вопросов, 4 балла - студент верно ответил на 4 вопроса, 3 балла - студент верно ответил на 3 вопроса, 2 балла - студент верно ответил на 2 вопроса, 1 балл - студент верно ответил на 1 вопрос, 0 баллов - студент верно ответил на 0 вопросов. 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.</p>	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1	Знает: приемы приобретения и применения новых знаний для решения профессиональных задач с помощью суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	Умеет: применять новые знания для решения профессиональных задач с помощью суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: приобретения и применения новых знаний для решения профессиональных задач с помощью суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-3	Знает: научные принципы и методы исследований с применением суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов		+	+	+	+	+	+	+
ОПК-3	Умеет: использовать научные принципы и методы исследований с применением суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов		+	+	+	+	+	+	+
ОПК-3	Имеет практический опыт: применения научных принципов и методов исследований с применением суперкомпьютерного моделирования технических устройств и процессов		+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная 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. 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.

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. 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»

2. 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	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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

		Лань	URL: https://e.lanbook.com/book/90112
2	Дополнительная 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	Дополнительная 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	Дополнительная 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	Павлов, А.С. Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS: практикум для вузов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. – 34 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/63695 – Загл. с экрана.
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Решение типовых задач расчета элементов конструкций с использованием системы конечно-элементного моделирования ANSYS : учебное пособие / составители П. Н. Рудовский, Т. А. Ситникова. — Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2021. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/176321
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лыгина, Н. И. Моделирование : учебное пособие / Н. И. Лыгина, О. В. Лауферман. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 87 с. — ISBN 978-5-7782-4151-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152226
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179611
9	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Математическое моделирование процессов и технологических систем : учебное пособие / А. В. Шафрай, Д. М. Бородулин, И. А. Бакин, С. С. Комаров. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 119 с. — ISBN 978-5-8353-2654-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162603
10	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Солдаткин, А. В. Введение в метод конечных элементов : учебное пособие / А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2020. — 123 с. — ISBN 978-5-907324-05-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/172238

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
Практические занятия и семинары	110 (3г)	Компьютеры, подключение к сети Интернет, суперкомпьютер, система «Персональный виртуальный компьютер», пакет программ ANSYS
Лекции	202 (ПЛК)	Компьютер, проектор, программа Microsoft Office