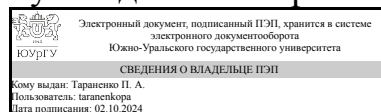


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



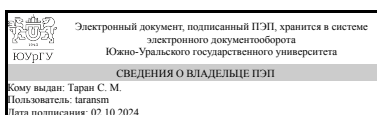
П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.12 Функциональное моделирование процессов и систем для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и специальной техники "Сердце Урала"

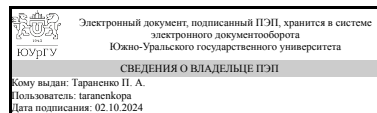
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



П. А. Тараненко

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов теоретических и практических знаний в области применения современного программного обеспечения для выполнения сквозного проектирования изделий машиностроения; развитие системного мышления студентов; ознакомление студентов с возможностями современных пакетов функционального моделирования (Simintech, Matlab), освоение гибридного моделирования (расчета динамики 3D моделей, построенных в Ansys и Универсальном механизме, в связке с функциональными 1D элементами, созданными в Simintech и Matlab). Задачами изучения дисциплины являются: - изучение CAD/CAM/CAE/PLM-систем; - изучение современных теорий, физико-математических и вычислительных методов для решения профессиональных задач динамики и прочности машин; - освоение способов разработки программных алгоритмов в известных пакетах инженерного анализа.

Краткое содержание дисциплины

Тема 1. Введение в Simintech
Тема 2. Введение в Matlab/Simulink
Тема 3. Введение в Ansys Rigid Body Dynamics
Тема 4. Гибридное моделирование

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	Знает: современные методы построения функциональных моделей процессов и систем на схемном уровне; современные методы построения расчетных 3D моделей динамических систем Умеет: разрабатывать математические модели процессов в двигателях и автомобилях на схемном уровне (1D модели); разрабатывать гибридные математические модели подсистем двигателей и автомобилей, представляющие собой сочетание 3D моделей и 1D моделей Имеет практический опыт: создания гибридных математических моделей подсистем двигателя и автомобиля, представляющих собой сочетание 3D моделей (твердотельных или конечноэлементных) и 1D моделей (функциональных); использования программного обеспечения для имитационного моделирования, программного обеспечения твердотельной динамики и их совместной работы в режиме ко-симуляции
ПК-4 Способен разрабатывать комплексные междисциплинарные функциональные модели двигателей, автотранспортных систем и их компонентов, выполнять расчеты и анализировать результаты расчета разработанных моделей, работать с современными передовыми системами	Знает: теоретические основы и методы компьютерного моделирования механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления в виде функциональных элементов, обладающих входом и выходом Умеет: создавать функциональные

управления инженерными данными об узлах и агрегатах изделия	<p>математические модели механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления, соединять их с твердотельными 3D моделями элементов конструкций, решать задачу твердотельной динамики и определять перемещения, скорости, ускорения основных элементов механической системы и характерные параметры других подсистем</p> <p>Имеет практический опыт: владения современным программным обеспечением по созданию математических моделей механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления; создания функциональных моделей подсистем двигателей; создания функциональных моделей специальных автомобилей и их подсистем</p>
---	---

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.04 Твердотельная динамика, Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)	1.Ф.08 Экспериментальный модальный анализ

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.04 Твердотельная динамика	<p>Знает: теоретические основы и методы компьютерного моделирования систем, представляющих собой сборку из абсолютно твердых тел Умеет: разрабатывать виртуальные модели исследуемых механических систем, в максимальной степени учитывающие особенности их конструкции; выполнять расчёт параметров конструкции, определяющих ее работоспособность и точность (перемещения, скорости и ускорения точек, действующие нагрузки); выполнять оптимизацию параметров конструкции Имеет практический опыт: работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для компьютерного моделирования динамических систем, состоящих из абсолютно твердых тел</p>
Учебная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр)	<p>Знает: пределы своих возможностей в условиях ограниченности ресурсов; способы совершенствования и развития своего интеллектуального и общекультурного уровней; приемы профессионального и личностного саморазвития с учетом возможностей карьерного роста и требований рынка труда и собственных</p>

целевых установок, методы управления проектами; этапы жизненного цикла проекта, методы и подходы к созданию междисциплинарных моделей процессов в двигателях и транспортных средствах; методики выполнения виртуальных испытаний различных подсистем двигателей и автотранспортных средств, программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач; жизненный цикл программного обеспечения, современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач

Умеет: изучать и решать проблемы на основе неполной или ограниченной информации; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; анализировать ситуацию в профессиональной деятельности и определять на ее основе актуальные для себя траектории профессионального развития, разрабатывать и анализировать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных результатов; разрабатывать проекты, определять целевые этапы и основные направления работ, разрабатывать связанные междисциплинарные модели процессов в двигателях и транспортных средствах, применять технологии проектирования программного обеспечения; разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем, выбирать методы и средства для решения профессиональных задач с применением современных интеллектуальных технологий, а также разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства

Имеет практический опыт: оптимального использования ресурсов для выполнения поставленной задачи; построения и реализации собственной траектории профессионального саморазвития на основе анализа потребностей профессиональной сферы деятельности, разработки исследовательских проектов в профессиональной сфере; методами оценки эффективности проекта, а также потребности в ресурсах, выполнения конечноэлементных расчетов на прочность, газодинамических расчетов, тепловых расчетов и связанных расчетов применительно к автомобилям и двигателям, разработки и модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и

	автоматизированных систем для решения профессиональных задач, разработки оригинальных алгоритмов и программных средств для решения профессиональных задач
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 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)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Подготовка к зачету	53,75	53,75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объём аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в Simintech	16	6	6	4
2	Введение в Matlab/Simulink	14	4	6	4
3	Введение в Ansys Rigid Body Dynamics	10	2	4	4
4	Гибридное моделирование	8	4	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
01	1	Знакомство с интерфейсом ПО SimInTech. Знакомство с редактором функционально-блочных схем и редактором языка программирования. Определение «решателя». Взаимодействие решателей и программ на языке программирования в проекте. Шаблоны в SimInTech и их предназначение. Изучение принципов структурного моделирования и формирования расчетной схемы. Обзор библиотек блоков SimInTech. Изучение принципов формирования расчетной схемы в SimInTech. Начальные сведения о подходах к моделированию в SimInTech и трех базовых способах: функционально-блочном, программном и комбинированном. Свойства и параметры блоков. Возможности работы со свойствами и параметрами блоков. Параметризация параметров расчета и подготовка моделей к расчету. Инструменты расчета и их влияние на модель. Отображение расчетных параметров моделей в	2

		SimInTech. Управление расчетным процессом. Инструменты для управления расчетным процессом. Сходства и отличия шаблонов SimInTech. Знакомство с общетехнической библиотекой блоков. Подходы к моделированию сложных объектов. Принцип «от простого к сложному» для создания моделей сложных объектов. Начальные сведения о декомпозиции. Определение целей моделирования и их постановка. Начальные сведения о многовариантности при создании математических моделей. Алгебраические и динамические модели. Влияние целей моделирования на глубину проработки. Начальные сведения об отладке математических моделей. Визуализация расчетных данных. Знакомство с временными графиками и их настройкой. Другие варианты визуализации свойств и параметров блоков. Окно сообщений и диагностические сообщения.	
02	1	Объявление констант и переменных в SimInTech. Варианты объявления констант и переменных. Понятие о локальных константах и локальных переменных. Знакомство с базой сигналов ПО SimInTech. База сигналов и ее роль при создании математических моделей в ПО SimInTech. Возможности базы сигналов. Инструменты базы сигналов. Принципы формирования запросов к базе данных. Изучение различных конструкций запросов. Векторизация моделей: сведения о векторизации, в каком случае она нужна, а в каком случае можно ее не использовать. Варианты векторизации: векторизация в функционально-блочном виде и векторизация с помощью языка программирования. Операции при векторизации и работа с блоками. Правила работы с константами и переменными в SimInTech. Правила формирования имен констант и переменных. Знакомство с языком программирования. Объявление переменных. Базовые арифметические операции. Работа с условиями, булева алгебра и работа с данными. Процедуры и функции. Импульсы и таймеры, счетчики и ограничители, триггеры. Циклы. Типовые логические конструкции из блоков и их аналоги в языке программирования SimInTech. Алгебраические петли и способы работы с ними. Интерполяция в SimInTech. Двумерная и многомерная интерполяция. Блоки и функции языка программирования, с помощью которых можно производить интерполяцию. Углубление сведений о декомпозиции. Субмодели и блоки для работы с субмоделями. Углубление сведений об отладке математических моделей.	2
03	1	Определение комплексной модели. Создание комплексной модели. Принципы отладки сложных моделей. Пакетный расчет. Особенности организации пакетного расчета. Распределенный расчет моделей. Работа с единой базой данных при распределенном расчете моделей. Настройки базы данных. Основы создания графических интерфейсов в SimInTech. Визуальное представление модели объекта. Окна управления объектом. Принципы формирования окон управления. Панель примитивов. Создание собственных блоков: правила и подходы. Инструменты SimInTech для создания собственных блоков. Использование вспомогательных инструментов SimInTech для отладки сложных моделей. Регистрация событий в SimInTech.	2
04	2	Интерфейс Matlab/Simulink	2
05	2	Численное интегрирование уравнения движения системы с одной степенью свободы в Matlab	2
06	3	Решение задачи динамики движения механической системы, состоящей из абсолютно твердых тел в Ansys Rigid Body Dynamics	2
07	4	Интерфейс Универсальный механизм-Ansys. Режим косимуляции.	2
08	4	Интерфейс Универсальный механизм-Simintech. Режим косимуляции.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№	№	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-
---	---	---	------

занятия	раздела		во часов
01	1	Практическая часть: 1) Постановка задачи на моделирование. 2) Выбор инструментов моделирования и обоснование этого выбора. 3) Подготовка расчетной схемы. 4) Разработка моделей. 5) Запуск моделей на расчет. Проверка корректности запуска. 6) Отладка моделей. Возможные ошибки и способы их устранения. 7) Работа с моделями в процессе расчета.	2
02	1	Практическая часть: 1) Постановка задачи на моделирование. 2) Создание базы сигналов и подключение ее к проекту. 3) Работа с базой данных: внесение переменных в базу сигналов, создание шаблонов, удаление и актуализация переменных и пр. 4) Создание переменных в проекте с помощью локального списка и с помощью встроенного языка программирования SimInTech. 5) Работа с переменными, заданными разными способами. 6) Использование переменных из базы сигналов в процессе работы с моделями. 8) Создание векторов. Работа с векторами. 9) Работа с условными и логическими операторами. 10) Считывание и запись данных при работе с внешними файлами. 11) Создание собственных процедур и функций. 12) Работа с импульсами, таймерами, счетчиками, ограничителями и триггерами в функционально-блочном виде и в виде программных конструкций. 13) Интерполяция в функционально-блочном виде и в виде программных конструкций. 14) Локальная отладка частей математической модели.	2
03	1	Практическая часть: 1) Постановка задачи на моделирование. 2) Продолжение создания алгоритмов управления. 3) Продолжение создания моделей объекта. 4) Интеграция частей математической модели между собой. 5) Отладка комплексной модели.	2
04	2	Решение задачи о собственных частотах и формах системы с двумя степенями свободы в Matlab	2
05	2	Решение задачи об установившихся и неустойчивых колебаниях системы с двумя степенями свободы в Matlab	2
06	2	Реализация метода разложения по собственным формам в Matlab	2
07	3	Решение задачи о движении КШМ в Ansys Rigid Body Dynamics	2
08	3	Решение задачи о регуляторе Уатта в Ansys Rigid Body Dynamics	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Передаточная функция системы с одной степенью свободы. Реакция системы на гармоническое возбуждение. Решение во временной и частотной области. Решение в Simintech	2
2	1	Передаточная функция системы с одной степенью свободы. Реакция системы на внезапное нагружение, ударный импульс, линейно нарастающую нагрузку. Решение в Simintech	2
3	2	Передаточная функция системы с одной степенью свободы. Реакция системы на гармоническое возбуждение. Решение во временной и частотной области. Решение в Simulink	2
4	2	Передаточная функция системы с одной степенью свободы. Реакция системы на внезапное нагружение, ударный импульс, линейно нарастающую нагрузку. Решение в Simulink	2
5	3	Решение задачи динамики сборки из абсолютно твердых тел "Коленчатый вал - поршень" в Ansys Rigid Body Dynamics	2

6	3	Решение задачи динамики системы "Коленчатый вал - поршень" в Ansys Rigid Body Dynamics с учетом упругости шатуна	2
7	4	Универсальный механизм - Simintech. Решение задачи динамики в режиме косимуляции	2
8	4	Универсальный механизм - Ansys. Решение задачи динамики в режиме косимуляции	2

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	Основная литература [1-4], дополнительная литература [1-3]	3	53,75

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы. Метод комплексных амплитуд	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет
2	3	Текущий контроль	Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы. Метод суперпозиции собственных форм	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет
3	3	Текущий контроль	Создание и исследование динамики модели Кривошипно-шатунного механизма (КШМ)	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0	зачет

						баллов - задание не выполнено	
4	3	Текущий контроль	Создание динамической модели механической системы КШМ с учетом его упругости его звеньев	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет
5	3	Текущий контроль	Создание моделей узлов и механизмов ДВС автотранспортных средств на основе моделей 1-цилиндрового и 4-цилиндрового двигателя	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет
6	3	Текущий контроль	Создание комплексных динамических моделей в UM с использованием интеграции Matlab Import и Matlab CoSimulation (SimIntech Import и SimIntech CoSimulation)	1	4	4 балла - задание выполнено полностью правильно. 3 балла - задание выполнено правильно, но есть несущественные ошибки, 2 балла - задание выполнено с существенными ошибками, 1 балл - задание выполнено полностью неверно, 0 баллов - задание не выполнено	зачет
7	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	8	Билет содержит два задания. Максимальное количество баллов равно 8. Шкала оценивания каждого практического задания: каждое задание оценивается по 4-балльной шкале. 4 балла — задание выполнено правильно, может быть допущена одна несущественная ошибка; 3 балла — при решении задания могут быть допущены 2–3 несущественные ошибки; 2 балла — при решении задания может быть допущена одна существенная ошибка; 1 балл — при решении задания допущены более одной существенной ошибки; 0 баллов — студент не справился с заданием. Время выполнения - два астрономических часа. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного выставления баллов.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной	Процедура проведения	Критерии оценивания
-------------------	----------------------	---------------------

аттестации		
зачет	<p>При проведении промежуточной аттестации для оценивания результатов учебной деятельности обучающихся используется балльно-рейтинговая система. (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09 и от 02.09.2024 № 158-13/09. Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования в ЮУрГУ утверждено приказом ЮУрГУ от 27.02.2024 № 33-13/09). Основанием для выставления зачета является рейтинг обучающего, который рассчитывается по результатам текущего контроля и отражается в журнале БРС. Студенты, имеющие перед зачетом рейтинг более 60%, могут получить зачет по итогам работы в семестре. Студенты могут улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным. Билет содержит два задания. Шкала оценивания каждого практического задания: каждое задание оценивается по 4-балльной шкале. 4 балла — задание выполнено правильно, может быть допущена одна незначительная ошибка; 3 балла — при решении задания могут быть допущены 2–3 незначительные ошибки; 2 балла — при решении задания может быть допущена одна существенная ошибка; 1 балл — при решении задания допущены более одной существенной ошибки; 0 баллов — студент не справился с заданием. Время выполнения - два астрономических часа. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного выставления баллов.</p>	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
ОПК-5	Знает: современные методы построения функциональных моделей процессов и систем на схемном уровне; современные методы построения расчетных 3D моделей динамических систем	+		+	+	+	+	+
ОПК-5	Умеет: разрабатывать математические модели процессов в двигателях и автомобилях на схемном уровне (1D модели); разрабатывать гибридные математические модели подсистем двигателей и автомобилей, представляющие собой сочетание 3D моделей и 1D моделей	+		+	+	+	+	+
ОПК-5	Имеет практический опыт: создания гибридных математических моделей подсистем двигателя и автомобиля, представляющих собой сочетание 3D моделей (твердотельных или конечноэлементных) и 1D моделей (функциональных); использования программного обеспечения для имитационного моделирования, программного обеспечения твердотельной динамики и их совместной работы в режиме ко-симуляции	+		+	+	+	+	+
ПК-4	Знает: теоретические основы и методы компьютерного моделирования механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления в виде функциональных элементов, обладающих входом и выходом	+	+		+	+	+	+
ПК-4	Умеет: создавать функциональные математические модели механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления, соединять их с твердотельными 3D моделями элементов конструкций, решать задачу твердотельной динамики и определять перемещения, скорости, ускорения основных элементов механической	+	+		+	+	+	+

	системы и характерные параметры других подсистем								
ПК-4	Имеет практический опыт: владения современным программным обеспечением по созданию математических моделей механических, электрических, пневматических, гидравлических систем и систем управления; создания функциональных моделей подсистем двигателей; создания функциональных моделей специальных автомобилей и их подсистем	++	++	++	++	++	++	++	++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний Текст Учебник для вузов по спец. "Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с. ил.
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. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 : учеб. пособие / С. Г. Герман-Галкин. - СПб. : КОРОНА принт, 2007. - 320 с. : ил.
4. Чен К. Matlab в математических исследованиях / К. Чен, П. Джиблин, А. Ирвинг; Пер. с англ. В. Е. Кондрашова, С. Б. Королева. - М. : Мир, 2001. - 346 с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Басов, К. А. ANSYS [Текст] справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.
2. Потапов А. Н. Математическая система MATLAB : учеб. пособие для самостоят. работы . Ч. 1 / А. Н. Потапов, Е. М. Уфимцев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строительная механика ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2009. - 73, [2] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000396559

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Горелов, В. А. Программные средства автоматизированного анализа динамики наземных транспортно-технологических комплексов : учебное пособие / В. А. Горелов, А. И. Комиссаров, Б. В. Падалкин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. — 33 с. — ISBN 978-5-7038-5072-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172749> (дата обращения: 04.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Горелов, В. А. Программные средства автоматизированного анализа динамики наземных транспортно-технологических комплексов : учебное пособие / В. А. Горелов, А. И. Комиссаров, Б. В. Падалкин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. — 33 с. — ISBN 978-5-7038-5072-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172749> (дата обращения: 04.01.2022). — 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	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. — URL: https://e.lanbook.com/book/90112 (дата обращения: 04.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Павлов, А. С. Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS : учебное пособие / А. С. Павлов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 34 с. — ISBN 978-5-85546-825-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63695 (дата обращения: 04.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования : учебное пособие / Б. А. Карташов, Е. А. Шабаев, О. С. Козлов, А. М. Щекатуров. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 424 с. — ISBN 978-5-97060-482-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/100899 (дата обращения: 02.10.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
4. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
5. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
6. 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:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	328a (2)	Компьютерный класс – 11 шт. Процессор AMD Ryzen 7700, 32 Гб ОЗУ, 512 Мб SSD (2 шт.), монитор АОС 27", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD. Телевизор Xiaomi Mi Tv.
Практические занятия и семинары	328a (2)	Компьютерный класс – 11 шт. Процессор AMD Ryzen 7700, 32 Гб ОЗУ, 512 Мб SSD (2 шт.), монитор АОС 27", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD