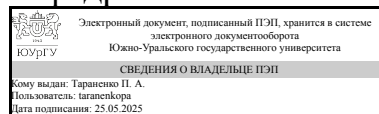


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



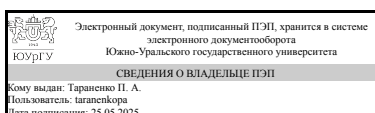
П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.01 Аналитическая динамика
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Компьютерное моделирование и испытания высокотехнологичных конструкций
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

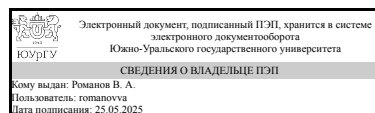
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

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



В. А. Романов

1. Цели и задачи дисциплины

Целями дисциплины являются: развитие у студентов представления о месте и роли аналитической динамики и теории колебаний при построении и анализе основных физических моделей и при исследовании равновесия и движения механических систем; приобретение опыта творческой работы по выбору адекватных расчетных схем разнообразных объектов современной техники и интерпретации их поведения. формирование умения комплексно решать инженерные задачи о динамике и прочности машиностроительных конструкций и изделий путем построения расчетной схемы, записи дифференциальных уравнений движения, выбора метода решения, последующего анализа результатов расчета, оценки прочности конструкции и выработки практических рекомендаций. Достижение этих целей позволит выпускнику оценивать прочность машиностроительных конструкций при вибрационных воздействиях.

Краткое содержание дисциплины

Основные положения аналитической механики. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Вариационные принципы. Уравнения Лагранжа и Гамильтона; их применение к решению прикладных задач. Теория колебаний линейных систем. Вынужденные установившиеся и неустановившиеся колебания линейных систем. Метод главных координат.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен работать в различных отраслях промышленности и может выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий	Знает: основные понятия теории малых колебаний линейных систем с конечным числом степеней свободы Умеет: выполнять расчет собственных частот и собственных форм малых колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы Имеет практический опыт: расчета установившихся и неустановившихся колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы
ПК-2 Способен решать профессиональные задачи на основе представлений о процессах и явлениях, происходящих в природе, а также понимания о возможностях современных научных методов познания природы	Знает: базовые фундаментальные, естественнонаучные положения аналитической динамики и теории колебаний Умеет: классифицировать механическую систему на основании выявления наложенных связей и записи их уравнений; определять число степеней свободы механической системы; записывать уравнения движения; составлять и решать характеристическое уравнение; устанавливать характер движения механической системы (колебательный или неколебательный) Имеет практический опыт: записи дифференциальных уравнений движения в

	прямой форме, обратной форме, с помощью уравнений Лагранжа второго рода
ПК-4 Способен на научной основе организовать свой труд и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным наукоёмким процессам, машинам и конструкциям	Знает: основные понятия, физические основы и методы математического анализа динамического поведения механических систем Умеет: ставить и решать задачи о движении и равновесии материальных объектов, конструкций и сооружений Имеет практический опыт: анализа результатов решения задач динамического поведения механических систем с конечным числом степеней свободы, формулировки выводов и оформления отчетов о выполненных исследованиях

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Специальные главы сопротивления материалов, Цифровое моделирование динамики машин и механизмов, Специальные главы теоретической механики, Анализ механической системы твердых тел	Строительная механика оболочек, Основы автоматизированного проектирования, Статистическая механика, Экспериментальная механика, Теория колебаний, Устойчивость механических систем, Теория колебаний континуальных систем, Динамика машин, Вычислительные методы решения инженерных задач, Регрессионный анализ и планирование эксперимента, Проектная деятельность, Основы планирования эксперимента, Цифровые методы анализа динамики конструкций, Численные методы технической механики, Виброметрия и вибродиагностика, Строительная механика машин, Основы расчетов на прочность в инженерной практике

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

Дисциплина	Требования
Цифровое моделирование динамики машин и механизмов	Знает: современные пакеты 1D и 3D цифрового моделирования динамики сборок из абсолютно твердых тел, теоретические основы и методы цифрового моделирования Умеет: определять кинематические и динамические параметры конструкции (перемещения, скорости и ускорения точек), разрабатывать цифровые виртуальные модели исследуемых механических

	систем, учитывающих особенности их конструкции Имеет практический опыт: кинематического и динамического анализа систем твердых тел, работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для цифрового компьютерного моделирования динамических систем
Специальные главы теоретической механики	Знает: фундаментальные понятия кинематики и динамики; основные аксиомы, законы и принципы теоретической механики для применения их в профессиональной деятельности Умеет: применять теоремы кинематики, общие теоремы и принципы динамики к исследованию движения твердого тела и механической системы Имеет практический опыт: математического моделирования кинематического и динамического состояния механических систем и анализа полученных результатов
Анализ механической системы твердых тел	Знает: теоретические основы и методы компьютерного моделирования, компьютерные системы моделирования динамики механизмов из абсолютно твердых тел Умеет: разрабатывать виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции, выполнять кинематический и динамический анализ механической системы Имеет практический опыт: работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для компьютерного моделирования динамических систем, состоящих из твердых тел, кинематического и динамического анализа механических систем
Специальные главы сопротивления материалов	Знает: основные гипотезы механики деформируемого тела и, в частности, сопротивления материалов; основы расчета на прочность по допускаемым напряжениям и по допускаемым нагрузкам, в том числе при динамическом воздействии, методы расчета на устойчивость стержневых конструкций; общие закономерности неупругого однократного и повторно-переменного деформирования материалов Умеет: выделять круг задач, в которых особенности рассматриваемых процессов требуют применения специфических методов анализа; выполнять расчеты на прочность и жесткость конструкций, в том числе и статически неопределимых; записывать системы уравнений и неравенств, описывающих неупругое деформирование конструкций; определять критическую силу для стержневой конструкции; выполнять расчеты на прочность с учетом динамических воздействий Имеет практический опыт: формулировки задач расчетов за пределами упругости, определения перечня возможных результатов; решения задач

	определения нагрузок, напряжений и перемещений при однократном и повторном нагружении за пределами упругости; определения предельных нагрузок, критических нагрузок, раскрытия статической неопределимости в балках, рамах и фермах, анализа конструкций при динамическом воздействии
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 92,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	80
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	48
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5
Подготовка к экзамену (V семестр)	24,5	24,5
Подготовка к контролю освоения теоретического материала с использованием средств тестирования программы Moodle	31,5	31,5
Выполнение семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем"	31,5	31,5
Консультации и промежуточная аттестация	12,5	12,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Классификация механических систем. Возможные и виртуальные перемещения механической системы. Основная задача динамики.	12	6	6	0
2	Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа второго рода для голономных систем.	8	4	4	0
3	Малые свободные колебания	50	16	34	0
4	Электромеханические аналогии	6	2	4	0
5	Вариационные принципы	4	4	0	0

5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		во часов
01	1	Введение. Краткий исторический обзор направлений развития динамики механических систем. Место аналитической механики в ряду дисциплин, объединяемых термином "Механика". Классификация механических систем. Связи, накладываемые на абсолютные и взаимные положения и скорости элементов механической системы.	2
02	1	Признаки, по которым принято классифицировать механические системы: наличие или отсутствие в уравнениях связей в явном виде времени и скоростей точек механической системы. Связи стационарные и нестационарные (склерономные и реономные), геометрические (конечные) и кинематические (дифференциальные). Дифференциальные интегрируемые связи. Удерживающие и неудерживающие связи. Голономные и неголономные механические системы.	2
03	1	Возможные и виртуальные перемещения механической системы. Действительные перемещения. Особенность уравнений связей, записанных для виртуальных перемещений. Примеры, показывающие неэквивалентность понятий "возможные" и "виртуальные" перемещения. Основная задача динамики. Число степеней свободы. Вопрос о принципиальной возможности решения основной задачи динамики. Постулат идеальности связей. Примеры идеальных связей. Универсальность понятия идеальных связей. Замечание о способах решения основной задачи динамики	2
04	2	Общее уравнение динамики. Физический смысл общего уравнения динамики. Принцип виртуальных перемещений. Пример определения положений равновесия механической системы на основании принципа виртуальных перемещений. Понятие обобщенных координат. Связь между обобщенными и физическими координатами. Обобщенные силы. Размерность обобщенной силы. Принцип виртуальных перемещений, записанный через обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода для голономных систем. Преимущества уравнений Лагранжа второго рода для голономной системы перед подходами, используемыми в векторной динамике. Определение физических координат и реакций связи.	2
05	2	Определение числа степеней свободы, обобщенных координат, обобщенных сил, кинетической энергии, запись уравнений движения в форме Лагранжа второго рода для голономной системы на примере двойного математического маятника. Кинетическая энергия механической системы в обобщенных координатах. Матрица инерции в обобщенных координатах. Кинетическая энергия голономной склерономной механической системы. Критерий Сильвестра.	2
06	3	Потенциальные силы. Полная энергия механической системы. Изменение полной механической энергии системы во времени. Изменение кинетической энергии в связи с классификацией механических систем и действующих активных сил. Определение консервативной системы. Гироскопические силы. Матрица гироскопических коэффициентов. Необходимое и достаточное условие того, что сила является гироскопической. Матрица гироскопических коэффициентов силы Кориолиса. Диссипативные силы. Коэффициенты матрицы демпфирования. Модели диссипативных сил. Диссипативная функция Рэлея. Механические системы с полной и частичной диссипацией. Пример.	2
07	3	Неопределенные множители Лагранжа. Определение реакций идеальных связей. О возможности учета в уравнениях Лагранжа второго рода неидеальных связей. Уравнения Лагранжа второго рода при наличии дополнительных связей. Пример: запись уравнений движения двойного математического маятника при наложении дополнительной неидеальной связи с реакцией типа сухого трения. Неголономные системы. Уравнения	2

		движения с множителями Лагранжа. Уравнения Чаплыгина.	
08	3	Малые колебания консервативных систем. Условия, при которых допустима линеаризация дифференциальных уравнений движения. Матрица квазиупругих коэффициентов. Система дифференциальных уравнений движения. Матрица квазиупругих коэффициентов. Система дифференциальных уравнений малых колебаний консервативной системы в обобщенных координатах. Решение системы дифференциальных уравнений. Частотный определитель. Собственная частота, собственная форма. Пример: малые колебания двойного математического маятника.	2
09	3	Свойства собственных форм. Случай кратных корней. Определение амплитуд и фаз колебаний по начальным условиям. Главные колебания. Нормальные координаты. Разложение прогиба механической системы по собственным формам. Матрица обобщенных масс. Связь между выбранными обобщенными и нормальными координатами. Выражение кинетической и потенциальной энергии в главных координатах. Дифференциальные уравнения движения в форме системы несвязанных уравнений относительно нормальных координат. Формула Рэлея. Кинетическая и потенциальная энергии главных колебаний.	2
10	3	Функция Рэлея. Свойства функции Рэлея. Теорема о минимальных свойствах собственных частот. Теорема о положительности и разделении корней векового уравнения. Теорема об изменении собственных частот при наложении связей. Теоремы о влиянии на собственные частоты изменений масс и жесткостей механической системы. Формула Донкерлея.	2
11	3	Малые свободные колебания диссипативных систем на примере систем с линейным вязким трением. Система уравнений движения в главных координатах. Решение системы дифференциальных уравнений движения. Характеристические показатели системы дифференциальных уравнений. Свойства характеристических показателей. Векторная интерпретация решения уравнений движения. Отличительные особенности свободных колебаний диссипативных систем по отношению к консервативным системам. Определение движения диссипативной системы по начальным условиям. Зависимость характера колебаний системы от вида характеристических показателей.	2
12	3	Системы с пропорциональным трением. Нормальные координаты для диссипативных систем. Внешнее демпфирование. Внутреннее демпфирование. Разложение решения дифференциальных уравнений движения диссипативной системы по собственным формам консервативной. Определение закона движения диссипативной системы по начальным условиям для нормальных координат. Логарифмический декремент колебаний.	2
13	3	Метод комплексных амплитуд. Комплексная форма представления гармонических функций. Содержание вычислительного приема. Ограничения к применению метода комплексных амплитуд. Графическая интерпретация гармонического закона движения на комплексной плоскости. Примеры применения метода комплексных амплитуд: система с одной степенью свободы (свободные и вынужденные колебания), система с n степенями свободы (свободные колебания).	2
14	4	Аналогии в динамике. Аналогия "сила-напряжение". Пример составления дифференциальных уравнений для электрической цепи с тремя замкнутыми контурами. Аналогия "сила-ток". Пример: электрическая цепь с одной парой узлов. Электромеханические системы (на примере электродинамического вибровозбудителя).	2
15	5	Вариационные принципы механики. Пространство конфигураций и событий. Фазовое пространство. Прямой и околный пути. Вариации обобщенных координат. Принцип Гамильтона- Остроградского. Кинетический потенциал	2

		механической системы (функция Лагранжа). Действие по Гамильтону.	
16	5	Вывод уравнений Лагранжа второго рода на основании вариационного принципа Гамильтона-Остроградского. Замечания о характере экстремума действия по Гамильтону. Понятие сопряженных кинематических фокусов. Пример: движение по инерции материальной точки по гладкой сфере. Два метода теории возмущений. Возмущения динамические и кинематические. Уравнения Лагранжа в явном виде. Метод вариаций произвольной постоянной. Пример. Уравнения в вариациях. Пример.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
01	1	Уравнения связей. Прямая форма записи дифференциальных уравнений движения. Принцип Д'Аламбера.	2
02	1	Возможные и виртуальные перемещения механической системы. Действительные перемещения.	2
03	1	Особенность уравнений связей, записанных для виртуальных перемещений. Примеры, показывающие неэквивалентность понятий "возможные" и "виртуальные" перемещения.	2
04	2	Кинетическая и потенциальная энергия механической системы	2
05	2	Уравнения Лагранжа второго рода.	2
06	3	Уравнения движения в обратной форме.	2
07	3	Дифференциальные уравнения движения диссипативных систем	2
08	3	Свободные колебания консервативной системы с одной степенью свободы.	2
09	3	Собственные частоты и собственные формы системы с двумя степенями свободы	2
10	3	Свойства собственных форм	2
11	3	Колебания системы с одной степенью свободы при различных видах трения.	2
12	3	Определение движения механической системы по начальным условиям	2
13	3	Вычисление перемещений произвольных точек механической системы по величинам перемещений для обобщенных координат	2
14	3	Расчетное определение частот и форм собственных колебаний системы с двумя степенями свободы	2
15	3	Расчетное и экспериментальное определение собственных частот, форм и диссипативных характеристик системы с тремя степенями свободы	2
16	3	Свободные колебания системы с тремя степенями свободы.	2
17	3	Обработка виброграммы затухающих колебаний.	2
18	3	Зависимость декремента колебаний от частоты и амплитуды при различных видах трения.	2
19	3	Аналогия между задачами о собственных числах и векторах матрицы и задачей о собственных частотах и формах. Использование пакета MathCAD	2
20	3	Численное решение уравнений движения с применением пакета MathCAD	2
21	3	Определение собственных форм с использованием пакета Mathcad	2
22	3	Определение собственных частот с использованием пакета Mathcad.	2
23	4	Электромеханические аналогии.	2
24	4	Дифференциальные уравнения движения связанной электромеханической системы	2

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 экзамену (V семестр)	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) выложен на странице курса на портале ЮУрГУ.	5	24,5
Подготовка к контролю освоения теоретического материала с использованием средств тестирования программы Moodle	Тестирование выполняется по всем разделам курса как текущий контроль. Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) выложен на странице курса на портале ЮУрГУ.	5	31,5
Выполнение семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем"	Примеры выполнения задач семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем", список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) выложен на странице курса на портале ЮУрГУ.	5	31,5

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	5	Текущий контроль	Тест "Аналитическая динамика"	1	20	Тест содержит 20 заданий Время тестирования 40 мин Предоставляется одна попытка для прохождения теста Максимальная оценка за тест 20 баллов Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (число правильных ответов на предложенные вопросы оказалось не менее 13)	экзамен
2	5	Текущий контроль	Тест "Малые свободные колебания"	1	20	Тест содержит 20 заданий	экзамен

			консервативных систем"			Время тестирования 40 мин Предоставляется одна попытка для прохождения теста Максимальная оценка за тест 20 баллов Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 13 баллов)	
3	5	Текущий контроль	Тест "Малые свободные колебания диссипативных систем"	1	20	Тест содержит 20 заданий Время тестирования 40 мин Предоставляется две попытки для прохождения теста Максимальная оценка за тест 20 баллов Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 13 баллов)	экзамен
4	5	Текущий контроль	Задача №1 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем"	1	5	Условие задачи и исходные данные к ней выбираются из учебного пособия «Аналитическая динамика и теория колебаний: учебное пособие» (В.А. Романов, П.А. Тараненко. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 177 с.) Индивидуальный вариант задачи выбирается случайным образом (генератор случайных чисел программы Moodle) из числа расчетных схем, приведенных в пособии «Аналитическая динамика и теория колебаний». На проверку подготовленный студентом и оформленный в соответствии с изложенными ниже требованиями вариант отчета по выполнению семестровой задачи передается преподавателю либо в бумажном виде, либо загружается на портал в соответствующую позицию на странице курса. Задача считается принятой (подписанной), если за отчет о её выполнении преподавателем выставлена оценка не ниже, чем «3» (три балла по	экзамен

					пятибалльной шкале). Даже если задача была проверена (подписана) в бумажном виде, копии принятых преподавателем задач должны быть загружены на портал. По завершении работы над семестровым заданием, принятые задачи должны быть дополнены титульным листом установленного образца и сброшюрованы в альбом. Пример оформления титульного листа имеется в приложениях сборника задач. Критерии оценки: 1. Правильность полученных при выполнении задачи результатов. Максимальный балл за каждую семестровую задачу равен 5 (пяти). Если при решении задачи допущены критические (серьезные) ошибки, то за нее выставляется оценка ниже «3 баллов». В этом случае отчет по решению задачи возвращается на доработку: необходимо будет исправить указанные недочеты и сдать задачу на проверку повторно. Оценка за повторные попытки выполнения задачи может быть снижена. Менее существенные ошибки и неточности могут привести к снижению оценки за задачу без необходимости её повторного отправления на проверку. 2. Соответствие индивидуальному варианту исходных данных. При несоответствии приведенных в отчете исходных данных индивидуальному шифру студента в его рейтинг назначаются штрафные (отрицательные) баллы в размере максимального количества баллов за фальсифицированную задачу (-5). 3. Сроки выполнения задач. Семестровая задача считается выполненной в срок, если отчет о её выполнении был представлен на проверку не позднее, чем через две недели с момента обсуждения соответствующей темы на практическом занятии. Оценка (баллы в рейтинг) за задачи, выполненные позднее установленного срока, может быть снижена. 4. Качество оформления задач.	
--	--	--	--	--	---	--

					Задачи должны быть оформлены в соответствии с перечисленными ниже требованиями. Задачи с нарушениями правил оформления возвращаются без проверки результатов. Оформление таких задач будет предложено довести до приемлемого и отправить отчет на проверку повторно. Оценка за неаккуратно выполненные задачи может быть снижена. Требования к оформлению задач: 1. Отчеты о выполнении семестровой задачи оформляются на одной стороне стандартного листа белой бумаги размером 297×210 мм (A4) с полями 20 мм слева, 5 мм с остальных сторон (поля могут очерчиваться соответствующей рамкой). 2. Текстовая часть выполняется аккуратным разборчивым почерком ручкой синего или черного цвета с высотой прописных букв не менее 3 мм. Допускается набор текста на компьютере с использованием шрифта с размером букв 14 пунктов. Выполнение текстовой части карандашом не допускается. 3. В случае низкого качества оформления графической части отчета (расчетные схемы, эскизы и эпюры) преподаватель может вернуть отчет исполнителю для повторного оформления с применением чертежных инструментов. 4. При подготовке отчета о выполнении семестровой задачи рекомендуется делать краткие пояснения к решению. 5. Решение задачи целесообразно выполнять в общем виде, подставляя численные значения параметров лишь при вычислении окончательных результатов. 6. Промежуточные результаты рекомендуется записывать с точностью до четырех значащих цифр. Окончательные ответы следует давать с точностью до трех значащих цифр (например, 12,3 мм; 246 МПа; 1,56 кН). 7. При записи окончательных ответов по мере необходимости проводится округление «в запас»	
--	--	--	--	--	--	--

					прочности». 8. Линейные размеры, полученные расчетом, следует указывать в миллиметрах, округляя результат до ближайшего разрешенного (предпочтительного) значения согласно ГОСТ 663669 «Нормальные линейные размеры».	
5	5	Текущий контроль	Задача №2 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем"	1	5 Условие задачи и исходные данные к ней выбираются из учебного пособия «Аналитическая динамика и теория колебаний: учебное пособие» (В.А. Романов, П.А. Тараненко. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 177 с.) Индивидуальный вариант задачи выбирается случайным образом (генератор случайных чисел программы Moodle) из числа расчетных схем, приведенных в пособии «Аналитическая динамика и теория колебаний». На проверку подготовленный студентом и оформленный в соответствии с изложенными ниже требованиями вариант отчета по выполнению семестровой задачи передается преподавателю либо в бумажном виде, либо загружается на портал в соответствующую позицию на странице курса. Задача считается принятой (подписанной), если за отчет о её выполнении преподавателем выставлена оценка не ниже, чем «3» (три балла по пятибалльной шкале). Даже если задача была проверена (подписана) в бумажном виде, копии принятых преподавателем задач должны быть загружены на портал. По завершении работы над семестровым заданием, принятые задачи должны быть дополнены титульным листом установленного образца и сброшюрованы в альбом. Пример оформления титульного листа имеется в приложениях сборника задач. Критерии оценки: 1. Правильность полученных при выполнении задачи результатов. Максимальный балл за каждую семестровую задачу равен 5 (пяти). Если при решении задачи допущены критические (серьезные) ошибки, то	экзамен

					за нее выставляется оценка ниже «3 баллов». В этом случае отчет по решению задачи возвращается на доработку: необходимо будет исправить указанные недочеты и сдать задачу на проверку повторно. Оценка за повторные попытки выполнения задачи может быть снижена. Менее существенные ошибки и неточности могут привести к снижению оценки за задачу без необходимости её повторного отправления на проверку. 2. Соответствие индивидуальному варианту исходных данных. При несоответствии приведенных в отчете исходных данных индивидуальному шифру студента в его рейтинг назначаются штрафные (отрицательные) баллы в размере максимального количества баллов за фальсифицированную задачу (-5). 3. Сроки выполнения задач. Семестровая задача считается выполненной в срок, если отчет о её выполнении был представлен на проверку не позднее, чем через две недели с момента обсуждения соответствующей темы на практическом занятии. Оценка (баллы в рейтинг) за задачи, выполненные позднее установленного срока, может быть снижена. 4. Качество оформления задач. Задачи должны быть оформлены в соответствии с перечисленными ниже требованиями. Задачи с нарушениями правил оформления возвращаются без проверки результатов. Оформление таких задач будет предложено довести до приемлемого и отправить отчет на проверку повторно. Оценка за неаккуратно выполненные задачи может быть снижена. Требования к оформлению задач: 1. Отчеты о выполнении семестровой задачи оформляются на одной стороне стандартного листа белой бумаги размером 297×210 мм (A4) с полями 20 мм слева, 5 мм с остальных сторон (поля могут очерчиваться соответствующей рамкой).	
--	--	--	--	--	---	--

					2. Текстовая часть выполняется аккуратным разборчивым почерком ручкой синего или черного цвета с высотой прописных букв не менее 3 мм. Допускается набор текста на компьютере с использованием шрифта с размером букв 14 пунктов. Выполнение текстовой части карандашом не допускается. 3. В случае низкого качества оформления графической части отчета (расчетные схемы, эскизы и эпюры) преподаватель может вернуть отчет исполнителю для повторного оформления с применением чертежных инструментов. 4. При подготовке отчета о выполнении семестровой задачи рекомендуется делать краткие пояснения к решению. 5. Решение задачи целесообразно выполнять в общем виде, подставляя численные значения параметров лишь при вычислении окончательных результатов. 6. Промежуточные результаты рекомендуется записывать с точностью до четырех значащих цифр. Окончательные ответы следует давать с точностью до трех значащих цифр (например, 12,3 мм; 246 МПа; 1,56 кН). 7. При записи окончательных ответов по мере необходимости проводится округление «в запас прочности». 8. Линейные размеры, полученные расчетом, следует указывать в миллиметрах, округляя результат до ближайшего разрешенного (предпочтительного) значения согласно ГОСТ 663669 «Нормальные линейные размеры».	
6	5	Текущий контроль	Задача №3 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем"	1	5 Условие задачи и исходные данные к ней выбираются из учебного пособия «Аналитическая динамика и теория колебаний: учебное пособие» (В.А. Романов, П.А. Тараненко. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 177 с.) Индивидуальный вариант задачи выбирается случайным образом (генератор случайных чисел программы Moodle) из числа	экзамен

					расчетных схем, приведенных в пособии «Аналитическая динамика и теория колебаний». На проверку подготовленный студентом и оформленный в соответствии с изложенными ниже требованиями вариант отчета по выполнению семестровой задачи передается преподавателю либо в бумажном виде, либо загружается на портал в соответствующую позицию на странице курса. Задача считается принятой (подписанной), если за отчет о её выполнении преподавателем выставлена оценка не ниже, чем «3» (три балла по пятибалльной шкале). Даже если задача была проверена (подписана) в бумажном виде, копии принятых преподавателем задач должны быть загружены на портал. По завершении работы над семестровым заданием, принятые задачи должны быть дополнены титульным листом установленного образца и сброшюрованы в альбом. Пример оформления титульного листа имеется в приложениях сборника задач. Критерии оценки: 1. Правильность полученных при выполнении задачи результатов. Максимальный балл за каждую семестровую задачу равен 5 (пяти). Если при решении задачи допущены критические (серьезные) ошибки, то за нее выставляется оценка ниже «3 баллов». В этом случае отчет по решению задачи возвращается на доработку: необходимо будет исправить указанные недочеты и сдать задачу на проверку повторно. Оценка за повторные попытки выполнения задачи может быть снижена. Менее существенные ошибки и неточности могут привести к снижению оценки за задачу без необходимости её повторного отправления на проверку. 2. Соответствие индивидуальному варианту исходных данных. При несоответствии приведенных в отчете исходных данных индивидуальному шифру студента в его рейтинг назначаются штрафные	
--	--	--	--	--	--	--

					(отрицательные) баллы в размере максимального количества баллов за фальсифицированную задачу (-5). 3. Сроки выполнения задач. Семестровая задача считается выполненной в срок, если отчет о её выполнении был представлен на проверку не позднее, чем через две недели с момента обсуждения соответствующей темы на практическом занятии. Оценка (баллы в рейтинг) за задачи, выполненные позднее установленного срока, может быть снижена. 4. Качество оформления задач. Задачи должны быть оформлены в соответствии с перечисленными ниже требованиями. Задачи с нарушениями правил оформления возвращаются без проверки результатов. Оформление таких задач будет предложено довести до приемлемого и отправить отчет на проверку повторно. Оценка за неаккуратно выполненные задачи может быть снижена. Требования к оформлению задач: 1. Отчеты о выполнении семестровой задачи оформляются на одной стороне стандартного листа белой бумаги размером 297×210 мм (A4) с полями 20 мм слева, 5 мм с остальных сторон (поля могут очерчиваться соответствующей рамкой). 2. Текстовая часть выполняется аккуратным разборчивым почерком ручкой синего или черного цвета с высотой прописных букв не менее 3 мм. Допускается набор текста на компьютере с использованием шрифта с размером букв 14 пунктов. Выполнение текстовой части карандашом не допускается. 3. В случае низкого качества оформления графической части отчета (расчетные схемы, эскизы и эпюры) преподаватель может вернуть отчет исполнителю для повторного оформления с применением чертежных инструментов. 4. При подготовке отчета о выполнении семестровой задачи рекомендуется делать краткие	
--	--	--	--	--	---	--

					пояснения к решению. 5. Решение задачи целесообразно выполнять в общем виде, подставляя численные значения параметров лишь при вычислении окончательных результатов. 6. Промежуточные результаты рекомендуется записывать с точностью до четырех значащих цифр. Окончательные ответы следует давать с точностью до трех значащих цифр (например, 12,3 мм; 246 МПа; 1,56 кН). 7. При записи окончательных ответов по мере необходимости проводится округление «в запас прочности». 8. Линейные размеры, полученные расчетом, следует указывать в миллиметрах, округляя результат до ближайшего разрешенного (предпочтительного) значения согласно ГОСТ 663669 «Нормальные линейные размеры».	
7	5	Текущий контроль	Задача №4 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем"	1	5 Условие задачи и исходные данные к ней выбираются из учебного пособия «Аналитическая динамика и теория колебаний: учебное пособие» (В.А. Романов, П.А. Тараненко. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 177 с.) Индивидуальный вариант задачи выбирается случайным образом (генератор случайных чисел программы Moodle) из числа расчетных схем, приведенных в пособии «Аналитическая динамика и теория колебаний». На проверку подготовленный студентом и оформленный в соответствии с изложенными ниже требованиями вариант отчета по выполнению семестровой задачи передается преподавателю либо в бумажном виде, либо загружается на портал в соответствующую позицию на странице курса. Задача считается принятой (подписанной), если за отчет о её выполнении преподавателем выставлена оценка не ниже, чем «3» (три балла по пятибалльной шкале). Даже если задача была проверена (подписана) в бумажном виде, копии принятых преподавателем задач должны быть	экзамен

					загружены на портал. По завершении работы над семестровым заданием, принятые задачи должны быть дополнены титульным листом установленного образца и сброшюрованы в альбом. Пример оформления титульного листа имеется в приложениях сборника задач. Критерии оценки: 1. Правильность полученных при выполнении задачи результатов. Максимальный балл за каждую семестровую задачу равен 5 (пяти). Если при решении задачи допущены критические (серьезные) ошибки, то за нее выставляется оценка ниже «3 баллов». В этом случае отчет по решению задачи возвращается на доработку: необходимо будет исправить указанные недочеты и сдать задачу на проверку повторно. Оценка за повторные попытки выполнения задачи может быть снижена. Менее существенные ошибки и неточности могут привести к снижению оценки за задачу без необходимости её повторного отправления на проверку. 2. Соответствие индивидуальному варианту исходных данных. При несоответствии приведенных в отчете исходных данных индивидуальному шифру студента в его рейтинг назначаются штрафные (отрицательные) баллы в размере максимального количества баллов за фальсифицированную задачу (-5). 3. Сроки выполнения задач. Семестровая задача считается выполненной в срок, если отчет о её выполнении был представлен на проверку не позднее, чем через две недели с момента обсуждения соответствующей темы на практическом занятии. Оценка (баллы в рейтинг) за задачи, выполненные позднее установленного срока, может быть снижена. 4. Качество оформления задач. Задачи должны быть оформлены в соответствии с перечисленными ниже требованиями. Задачи с нарушениями правил оформления	
--	--	--	--	--	--	--

					возвращаются без проверки результатов. Оформление таких задач будет предложено довести до приемлемого и отправить отчет на проверку повторно. Оценка за неаккуратно выполненные задачи может быть снижена. Требования к оформлению задач: 1. Отчеты о выполнении семестровой задачи оформляются на одной стороне стандартного листа белой бумаги размером 297×210 мм (A4) с полями 20 мм слева, 5 мм с остальных сторон (поля могут очерчиваться соответствующей рамкой). 2. Текстовая часть выполняется аккуратным разборчивым почерком ручкой синего или черного цвета с высотой прописных букв не менее 3 мм. Допускается набор текста на компьютере с использованием шрифта с размером букв 14 пунктов. Выполнение текстовой части карандашом не допускается. 3. В случае низкого качества оформления графической части отчета (расчетные схемы, эскизы и эпюры) преподаватель может вернуть отчет исполнителю для повторного оформления с применением чертежных инструментов. 4. При подготовке отчета о выполнении семестровой задачи рекомендуется делать краткие пояснения к решению. 5. Решение задачи целесообразно выполнять в общем виде, подставляя численные значения параметров лишь при вычислении окончательных результатов. 6. Промежуточные результаты рекомендуется записывать с точностью до четырех значащих цифр. Окончательные ответы следует давать с точностью до трех значащих цифр (например, 12,3 мм; 246 МПа; 1,56 кН). 7. При записи окончательных ответов по мере необходимости проводится округление «в запас прочности». 8. Линейные размеры, полученные расчетом, следует указывать в миллиметрах, округляя результат до	
--	--	--	--	--	--	--

						ближайшего разрешенного (предпочтительного) значения согласно ГОСТ 663669 «Нормальные линейные размеры».	
8	5	Текущий контроль	Задача №5 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем"	1	5	Условие задачи и исходные данные к ней выбираются из учебного пособия «Аналитическая динамика и теория колебаний: учебное пособие» (В.А. Романов, П.А. Тараненко. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 177 с.) Индивидуальный вариант задачи выбирается случайным образом (генератор случайных чисел программы Moodle) из числа расчетных схем, приведенных в пособии «Аналитическая динамика и теория колебаний». На проверку подготовленный студентом и оформленный в соответствии с изложенными ниже требованиями вариант отчета по выполнению семестровой задачи передается преподавателю либо в бумажном виде, либо загружается на портал в соответствующую позицию на странице курса. Задача считается принятой (подписанной), если за отчет о её выполнении преподавателем выставлена оценка не ниже, чем «3» (три балла по пятибалльной шкале). Даже если задача была проверена (подписана) в бумажном виде, копии принятых преподавателем задач должны быть загружены на портал. По завершении работы над семестровым заданием, принятые задачи должны быть дополнены титульным листом установленного образца и сброшюрованы в альбом. Пример оформления титульного листа имеется в приложениях сборника задач. Критерии оценки: 1. Правильность полученных при выполнении задачи результатов. Максимальный балл за каждую семестровую задачу равен 5 (пяти). Если при решении задачи допущены критические (серьезные) ошибки, то за нее выставляется оценка ниже «3 баллов». В этом случае отчет по решению задачи возвращается на доработку: необходимо будет	экзамен

					исправить указанные недочеты и сдать задачу на проверку повторно. Оценка за повторные попытки выполнения задачи может быть снижена. Менее существенные ошибки и неточности могут привести к снижению оценки за задачу без необходимости её повторного отправления на проверку. 2. Соответствие индивидуальному варианту исходных данных. При несоответствии приведенных в отчете исходных данных индивидуальному шифру студента в его рейтинг назначаются штрафные (отрицательные) баллы в размере максимального количества баллов за фальсифицированную задачу (-5). 3. Сроки выполнения задач. Семестровая задача считается выполненной в срок, если отчет о её выполнении был представлен на проверку не позднее, чем через две недели с момента обсуждения соответствующей темы на практическом занятии. Оценка (баллы в рейтинг) за задачи, выполненные позднее установленного срока, может быть снижена. 4. Качество оформления задач. Задачи должны быть оформлены в соответствии с перечисленными ниже требованиями. Задачи с нарушениями правил оформления возвращаются без проверки результатов. Оформление таких задач будет предложено довести до приемлемого и отправить отчет на проверку повторно. Оценка за неаккуратно выполненные задачи может быть снижена. Требования к оформлению задач: 1. Отчеты о выполнении семестровой задачи оформляются на одной стороне стандартного листа белой бумаги размером 297×210 мм (A4) с полями 20 мм слева, 5 мм с остальных сторон (поля могут очерчиваться соответствующей рамкой). 2. Текстовая часть выполняется аккуратным разборчивым почерком ручкой синего или черного цвета с высотой прописных букв не менее 3	
--	--	--	--	--	---	--

					мм. Допускается набор текста на компьютере с использованием шрифта с размером букв 14 пунктов. Выполнение текстовой части карандашом не допускается. 3. В случае низкого качества оформления графической части отчета (расчетные схемы, эскизы и эпюры) преподаватель может вернуть отчет исполнителю для повторного оформления с применением чертежных инструментов. 4. При подготовке отчета о выполнении семестровой задачи рекомендуется делать краткие пояснения к решению. 5. Решение задачи целесообразно выполнять в общем виде, подставляя численные значения параметров лишь при вычислении окончательных результатов. 6. Промежуточные результаты рекомендуется записывать с точностью до четырех значащих цифр. Окончательные ответы следует давать с точностью до трех значащих цифр (например, 12,3 мм; 246 МПа; 1,56 кН). 7. При записи окончательных ответов по мере необходимости проводится округление «в запас прочности». 8. Линейные размеры, полученные расчетом, следует указывать в миллиметрах, округляя результат до ближайшего разрешенного (предпочтительного) значения согласно ГОСТ 663669 «Нормальные линейные размеры».		
9	5	Текущий контроль	Контрольная работа "Защита семестрового задания"	1	20	Индивидуальное задание содержит четыре задачи. Максимальная оценка за выполнение каждой из четырех задач 5 баллов. Время выполнения задания 90 мин. Защита считается успешной, если сумма баллов за выполнение всей контрольной работы не меньше 12. Отчет о выполнении задания следует загрузить по ссылке.	экзамен
10	5	Промежуточная аттестация	экзамен	-	5	Экзамен проводится письменно. Студент отвечает на вопросы билета, номер которого назначается случайным образом из общего набора билетов (с примером	экзамен

					содержания экзаменационного билета можно ознакомиться на портале). Билет содержит три позиции: один теоретический вопрос и две задачи. Результаты выполнения заданий экзаменационного билета следует отправить на портал не позднее, чем через 90 минут после начала подготовки ответов. Метод оценивания - простое непосредственное оценивание. При подготовке ответов из информационных ресурсов допускается использовать только альбом семестровых заданий, содержащий задачи, выполненные самим студентом в семестре . Неудовлетворительная оценка по любой из трех позиций билета означает неудовлетворительную итоговую оценку. Для итоговой оценки "отлично" иметь оценки "отлично" по всем трем позициям необязательно. На подготовку ответов отводится не более двух академических часов, которые включают и загрузку результатов работы на портал в формате pdf (или jpeg). Подведение итогов и обсуждение результатов предполагается после предварительно оговоренного перерыва.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	К экзамену допускаются студенты: Выполнявшие все пять задач семестрового задания. Задача считается выполненной, если за нее выставлена оценка не ниже 3 баллов ("удовлетворительно" по пятибалльной шкале оценок) Выполнявшие задачи контрольной работы по защите семестрового задания . Контрольная работа считается выполненной, если количество баллов за ее выполнение не ниже 66% от максимально возможного ("удовлетворительно" по пятибалльной шкале оценок) Выполнявшие тесты по теории. Тест считается пройденным, если количество правильных ответов составило не ниже 66% от общего числа вопросов ("удовлетворительно" по пятибалльной шкале оценок) Описание процедуры экзамена. Экзамен проводится письменно. Студент отвечает на вопросы билета, номер которого назначается случайным образом из общего набора билетов (с примером содержания экзаменационного билета	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

2. Романов, В. А. Аналитическая динамика и теория колебаний Текст учеб. пособие В. А. Романов, О. К. Слива ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Прикладная механика, динамика и прочность машин ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 135, [1] с. ил. электрон. версия

3. Лабораторные работы по теории колебаний Слива О.К. Теория колебаний. Учебное пособие к лабораторным работам - Челябинск: ЧГТУ, - 69 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Романов, В. А. Аналитическая динамика и теория колебаний Текст учеб. пособие В. А. Романов, О. К. Слива ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Прикладная механика, динамика и прочность машин ; ЮУрГУ. - 3-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 135, [1] с. ил. электрон. версия

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Аналитическая динамика и теория колебаний: учебное пособие /В.А. Романов, О.К. Слива. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 135, [1] с. ил. электрон. версия http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564832
2	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Элементы аналитической механики и теории колебаний: учебное пособие /В.А. Романов, О.К. Слива. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 218 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564832
6	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	534 М126 Магнус, К. Колебания : Введ. в исслед. колебат. систем / Пер. с нем. - М.: Мир, 1982 303 с. : ил. http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon?sessionid=2022020119173315372&skin=default1112DEFAULT&searchid=5&sourcесcreen=INITREQ&pos=1&itempos=1
7	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	534(07) О753 Основы теории колебания Для использ. в учеб. процессе / В.А. Романов, О.К. Слива. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 391 с. ил. http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon?sessionid=2022020119173315372&skin=default1112DEFAULT&searchid=5&sourcесcreen=INITREQ&pos=1&itempos=1

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. PTC-MathCAD(бессрочно)
4. 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
Практические занятия и семинары	336 (2)	Мультимедийный проектор, ноутбук, операционная система, пакеты программного обеспечения
Лекции	336 (2)	Мультимедийный проектор, ноутбук, операционная система, пакеты программного обеспечения