

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Тараненко П. А.	
Пользователь: таганенкова	
Дата подписания: 04.06.2022	

П. А. Тараненко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.П1.15 Теория колебаний  
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

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Тараненко П. А.	
Пользователь: таганенкова	
Дата подписания: 04.06.2022	

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

В. А. Романов

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Романов В. А.	
Пользователь: гоголево2	
Дата подписания: 04.06.2022	

Челябинск

## **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**

Некоторые термины прикладной теории колебаний. Классификация колебательных систем. Классификация колебательных процессов. Реакция системы на единичный импульс и скачок. Реакция системы на линейно нарастающую нагрузку. Интеграл Дюамеля. Быстрое и медленное нагружение. Свободные, свободные сопровождающие и вынужденные колебания. Негармоническое периодическое возбуждение. Вынужденные колебания системы с вязким трением при гармоническом возбуждении. Комплексная форма решения. Отклик системы. Синфазная и квадратурная составляющие. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Коэффициент динамичности. Импеданс. Способы снижения амплитуд вынужденных колебаний. Вынужденные колебания системы при нелинейном трении. Метод энергетического баланса. Случай сухого и гистерезисного трения. Эквивалентное вязкое трение. Произвольное перемещение опор. Вынужденные колебания консервативных систем с  $n$  степенями свободы при произвольных вынуждающих силах. Метод главных координат. Определение перемещений и напряжений. Свойства вынужденных колебаний. Непосредственное решение уравнений вынужденных колебаний. Вынужденные колебания консервативных систем с  $n$  степенями свободы при произвольных вынуждающих силах. Динамическая податливость системы. Антирезонанс. Динамический гаситель колебаний. Кинематическое возбуждение. Влияние трения на вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Метод комплексных амплитуд. Метод главных координат в случае пропорционального и непропорционального трения. Колебания в системах с двумя степенями свободы. Парциальные системы и полная система. Упругая, инерционная и аэродинамическая связь. Связь и связанность. Основы расчета виброизоляции. Виброизоляция при силовом возбуждении (активная виброизоляция) и кинематическом возбуждении (пассивная виброизоляция). Влияние на колебания системы энергетических особенностей источника возбуждения. Условия устойчивости работы системы на резонансе. Проход линейной системы через резонанс. Влияние на колебания системы энергетических особенностей источника возбуждения. Условия устойчивости работы системы на резонансе. Проход линейной системы через резонанс. Резонансные кривые при постоянной частоте и переменном параметре системы. Некоторые частные случаи резонанса (резонанс «токов» и «напряжений»).

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
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 теории колебаний Умеет: выполнять расчет собственных частот и собственных форм малых колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы Имеет практический опыт: выполнять расчет установившихся колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы
ПК-3 Способен использовать научное экспериментальное оборудование для решения профессиональных задач; планировать и выполнять механические испытания элементов конструкций, обрабатывать и анализировать результаты	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
Аналитическая динамика, Цифровое моделирование динамики машин и механизмов, Практикум по кинематике и динамике твердых тел, Основы расчетов на прочность в инженерной практике, Анализ механической системы твердых тел, Нестандартные задачи сопротивления материалов, Строительная механика пластин	Динамика машин, Регрессионный анализ и планирование эксперимента, Теория колебаний континуальных систем, Оптико-геометрические методы измерений, Статистическая механика, Основы планирования эксперимента, Виброметрия и вибродиагностика, Цифровые методы анализа динамики конструкций

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

Дисциплина	Требования
Практикум по кинематике и динамике твердых тел	Знает: фундаментальные понятия кинематики и динамики; основные аксиомы, законы и принципы теоретической механики для применения их в профессиональной

	<p>деятельности, основные понятия и законы кинематики и динамики твердого тела и механической системы, методы кинематического и динамического анализа механической системы Умеет: применять теоремы кинематики, общие теоремы и принципы динамики к исследованию движения твердого тела и механической системы, решать типовые задачи кинематики и динамики материальных объектов, анализировать полученный результат Имеет практический опыт: математического моделирования кинематического и динамического состояния механических систем и анализа полученных результатов, применения методов кинематического и динамического анализа для математического описания движения материальных объектов и решения полученных математических моделей</p>
Нестандартные задачи сопротивления материалов	<p>Знает: основы расчета на прочность по допускаемым напряжениям и по допускаемым нагрузкам, общие закономерности неупругого однократного и повторно-переменного деформирования материалов, основные гипотезы механики деформируемого тела и, в частности, сопротивления материалов Умеет: формулировать возможные задачи: определение предельных нагрузок, перемещений, остаточных напряжений, записывать системы уравнений и неравенств, описывающих неупругое деформирование конструкций, выделять круг задач, в которых особенности рассматриваемых процессов требуют применения специфических методов анализа Имеет практический опыт: определения предельных нагрузок для конструкций различных типов: стержневых (работающих при растяжении-сжатии, кручении, изгибе) и не являющихся стержневыми (соединения элементов конструкций), решения задач определения нагрузок, напряжений и перемещений при однократном и повторном нагружении за пределами упругости, формулировки задач расчетов за пределами упругости, определения перечня возможных результатов</p>
Строительная механика пластин	<p>Знает: основные гипотезы технической теории пластин, возможности современных численных методов решения задач о пластинах Умеет: записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние пластин, выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей Имеет практический опыт: получения аналитических и численных (с использованием САЕ-программ) оценок напряженного состояния в задачах о пластинах, применения соответствующих</p>

	численных методов для определения напряженно-деформированного состояния конструкций из пластин
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
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
Основы расчетов на прочность в инженерной практике	Знает: современные подходы, в том числе, математические модели к определению предельных состояний элементов конструкций, возникающие при однократном, повторно-переменном и длительном (при повышенной температуре) нагружении, классические и технические теории и методы, прогрессивные физико-механические, математические и компьютерные модели для оценки предельных состояний разного рода конструкций, обладающие высокой степенью адекватности реальным процессам и объектам Умеет: применять современные теории, физико-математические и численные методы исследования закономерностей реализации предельных состояний изделий в условиях однократного, повторно-переменного и длительного нагружения, определять предельные состояния, включая образование трещин, на основе классических и технических теорий и методов, современных адекватных физико-механических, математических и компьютерных моделей Имеет практический опыт: расчетов и навыки использования пакетов прикладных

	программ, включая академические пакеты МКЭ,, а также новых систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга для оценки прочности элементов конструкций, решения задач, связанных с определением различных предельных состояний, обладать навыками применения адекватных физико-механических, математических и компьютерных моделей
Аналитическая динамика	Знает: базовые фундаментальные, естественнонаучные положения аналитической динамики и теории колебаний, основные понятия теории малых колебаний линейных систем с конечным числом степеней свободы, основные понятия, физические основы и методы математического анализа динамического поведения механических систем 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), выполнять расчет собственных частот и собственных форм малых колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы, ставить и решать задачи о движении и равновесии материальных объектов, конструкций и сооружений Имеет практический опыт: записи дифференциальных уравнений движения в прямой форме, обратной форме, с помощью уравнений Лагранжа второго рода, расчета установившихся и неустановившихся колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы, анализа результатов решения задач динамического поведения механических систем с конечным числом степеней свободы, формулировки выводов и оформления отчетов о выполненных исследованиях

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 75,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144

<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (CPC)</i>	68,5	68,5
Выполнение курсовой работы "Вынужденные колебания механических систем с конечным числом степеней свободы"	40,5	40.5
Подготовка к экзамену (VI семестр)	28	28
Консультации и промежуточная аттестация	11,5	11,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Вынужденные колебания дискретных систем	64	32	32	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
01	1	Некоторые термины прикладной теории колебаний. Классификация колебательных систем. Классификация колебательных процессов. Вынужденные колебания линейной консервативной системы с одной степенью свободы под действием произвольной вынуждающей силы. Реакция системы на единичный импульс и скачок.	2
02	1	Вынужденные колебания линейной консервативной системы с одной степенью свободы под действием произвольной вынуждающей силы. Реакция системы на линейно нарастающую нагрузку. Интеграл Дюамеля. Быстрое и медленное нагружение. Примеры.	2
03	1	Вынужденные колебания линейной консервативной системы с одной степенью свободы под действием произвольной вынуждающей силы. Примеры (Продолжение).	2
04	1	Вынужденные колебания консервативной системы под действием гармонической вынуждающей силы. Свободные, свободные сопровождающие и вынужденные колебания. Негармоническое периодическое возбуждение.	2
05	1	Вынужденные колебания системы с вязким трением при гармоническом возбуждении. Комплексная форма решения. Отклик системы. Синфазная и квадратурная составляющие. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Коэффициент динамичности. Импеданс. Способы снижения амплитуд вынужденных колебаний.	2
06	1	Вынужденные колебания системы при гармоническом возбуждении (продолжение). Вынужденные колебания системы при нелинейном трении. Метод энергетического баланса. Случай сухого и гистерезисного трения. Эквивалентное вязкое трение.	2
07	1	Вынужденные колебания диссиPATивной системы под действием вынуждающей силы произвольного вида. Произвольное перемещение опор.	2
08	1	Вынужденные колебания консервативных систем с n степенями свободы при произвольных вынуждающих силах. Метод главных координат. Определение	2

		перемещений и напряжений.	
09	1	Вынужденные колебания консервативных систем с n степенями свободы при гармонических вынуждающих силах. Метод главных координат. Определение перемещений и напряжений. Свойства вынужденных колебаний. Непосредственное решение уравнений вынужденных колебаний.	2
10	1	Вынужденные колебания консервативных систем с n степенями свободы при произвольных вынуждающих силах.	2
11	1	Вынужденные колебания консервативных систем с n степенями свободы при гармонических вынуждающих силах. Динамическая податливость системы. Антирезонанс. Динамический гаситель колебаний. Кинематическое возбуждение.	2
12	1	Влияние трения на вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Метод комплексных амплитуд. Метод главных координат в случае пропорционального и непропорционального трения	2
13	1	Колебания в системах с двумя степенями свободы. Парциальные системы и полная система. Упругая, инерционная и аэродинамическая связь. Связь и связанность.	2
14	1	Основы расчета виброзоляции. Виброзоляция при силовом возбуждении (активная виброзоляция) и кинематическом возбуждении (пассивная виброзоляция). Влияние на колебания системы энергетических особенностей источника возбуждения. Условия устойчивости работы системы на резонансе. Проход линейной системы через резонанс	2
15	1	Влияние на колебания системы энергетических особенностей источника возбуждения. Условия устойчивости работы системы на резонансе. Проход линейной системы через резонанс.	2
16	1	Резонансные кривые при постоянной частоте и переменном параметре системы. Некоторые частные случаи резонанса (резонанс «токов» и «напряжений»)	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
01	1	Метод энергетического баланса. Модели диссипативных свойств: сухое трение, линейное вязкое, вязкое квадратичное (турбулентное), гистерезисное.	2
02	1	Вынужденные колебания диссипативной системы с одной степенью свободы. Стационарное решение. Переходный процесс.	2
03	1	Вынужденные колебания диссипативной системы с двумя степенями свободы. Дифференциальные уравнения движения.	2
04	1	Вынужденные колебания диссипативной системы с двумя степенями свободы. Дифференциальные уравнения движения. Исходные обобщенные и главные координаты.	2
05	1	Вынужденные колебания диссипативной системы с двумя степенями свободы. Дифференциальные уравнения движения. Метод комплексных амплитуд. Формы представления стационарного решения дифференциальных уравнений.	2
06	1	Вынужденные колебания диссипативной системы с двумя степенями свободы. Метод главных координат.	2
07	1	Антирезонансные частоты вынужденных колебаний. Способы определения антирезонансных частот.	2
08	1	Динамический гаситель колебаний.	2

09	1	Особенности интегрирования системы дифференциальных уравнений движения механической системы на антирезонансной частоте установившихся вынужденных колебаний.	2
10	1	Виброзоляция при силовом возбуждении.	2
11	1	Уравнения движения связанных электро-механических колебательных систем. Магнитострикционные и пьезоэлектрические преобразователи.	2
12	1	Колебательные системы для проведения высокочастотных усталостных испытаний образцов и натурных деталей.	2
13	1	Вынужденные колебания системы с тремя степенями свободы.	2
14	1	Вынужденные колебания системы с тремя степенями свободы. Случай ортогональности системы вынуждающих сил к собственной форме	2
15	1	Виброзоляция при кинематическом возбуждении.	2
16	1	Задача об антивибраторе в консервативной системе с двумя степенями свободы.	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
Выполнение курсовой работы "Вынужденные колебания механических систем с конечным числом степеней свободы"	Содержание составных частей курсовой работы "Вынужденные колебания механических систем с конечным числом степеней свободы", примеры их выполнения, список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) выложен на странице курса на портале ЮУрГУ.	6	40,5
Подготовка к экзамену (VI семестр)		6	28

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	6	Текущий контроль	Тест 1: "затухание свободных колебаний"	1	10	Тест содержит 10 заданий Время тестирования 15 мин	экзамен

							Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)	
2	6	Текущий контроль	Тест 2: "Вынужденные колебания в системе с одной степенью свободы. Нагрузка произвольная"	1	10	Тест содержит 10 заданий  Время тестирования 15 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)		экзамен
3	6	Текущий контроль	Тест 3: "Вынужденные колебания линейной системы с одной степенью свободы. Нагрузка гармоническая"	1	10	Тест содержит 10 заданий  Время тестирования 10 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)		экзамен
4	6	Текущий контроль	Тест 4: "Демпфированная система с одной степенью свободы. Вынужденные колебания при гармоническом возбуждении "	1	10	Тест содержит 10 заданий  Время тестирования 15 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)		экзамен
5	6	Текущий	Тест 5:	1	10	Тест содержит 10 заданий		экзамен

		контроль	"Демпфированная система с одной степенью свободы. Вынужденные колебания при возбуждении произвольного вида"			Время тестирования 20 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)	
6	6	Текущий контроль	Тест 6: "Вынужденные колебания системы с n степенями свободы без трения"	1	10	Тест содержит 10 заданий  Время тестирования 15 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)	экзамен
7	6	Текущий контроль	Тест 7: "Вынужденные колебания диссипативных систем с n степенями свободы"	1	10	Тест содержит 10 заданий  Время тестирования 15 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)	экзамен
8	6	Текущий контроль	Тест 8: "Колебания в системе с двумя степенями свободы "	1	10	Тест содержит 10 заданий  Время тестирования 30 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (необходимо набрать не менее 6 баллов)	экзамен

9	6	Текущий контроль	Тест 9: "Основы расчета виброизоляции"	1	10	Тест содержит 10 заданий  Время тестирования 30 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)	экзамен
10	6	Текущий контроль	Тест 10: "Энергетические особенности источника возбуждения"	1	10	Тест содержит 10 заданий  Время тестирования 30 мин  Предоставляется две попытки для прохождения теста  Максимальная оценка за тест 10 баллов  Тест считается успешно пройденным, если Вы дали не менее 60% правильных ответов (набрали не менее 6 баллов)	экзамен
11	6	Курсовая работа/проект	Часть I: Метод энергетического баланса	-	25	Задание к выполнению каждой части курсовой работы выбираются в соответствии с индивидуальным вариантом из пособия «Аналитическая динамика и теория колебаний. Учебное пособие». На проверку подготовленный студентом и оформленный в соответствии с изложенными ниже требованиями вариант отчета по выполнению каждой части курсовой работы передается преподавателю либо в бумажном виде, либо загружается на портал в соответствующую позицию на странице курса. Каждая часть считается принятой (подписанной), если за отчет о её выполнении преподавателем выставлена оценка не ниже, чем «3» (три балла по пятибалльной шкале). Даже если отчет о выполнении части курсовой работы был проверен (подписан) в бумажном виде, копия этой части курсовой работы должна быть загружена на портал. По завершении выполнения курсовой	курсовые работы

					<p>работы все выполненные и подписанные преподавателей части должны быть дополнены титульным листом установленного образца и сброшюрованы в альбом.</p> <p><b>Критерии оценки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Правильность полученных при выполнении задачи результатов. Максимальный балл за каждую часть курсовой работы равен 25 (двадцати пяти). Если при выполнении какого-либо пункта задания допущены критические (серьезные) ошибки, то за этот пункт выставляется оценка ниже «3 баллов». В этом случае отчет о выполнении соответствующей части курсовой работы возвращается на доработку: необходимо будет исправить указанные недочеты и сдать отчет на проверку повторно. Оценка за повторные попытки выполнения части курсовой работы может быть снижена. Менее существенные ошибки и неточности могут привести к снижению оценки за выполненную часть курсовой работы без необходимости её повторного отправления на проверку.</li> <li>Качество оформления отчета о выполнении курсовой работы. Отчеты должны быть оформлены в соответствии с перечисленными ниже требованиями. Отчеты, выполненные с нарушениями правил оформления, возвращаются без проверки результатов. Оформление таких отчетов будет предложено довести до приемлемого и отправить исправленную версию на проверку повторно. Оценка за неаккуратно выполненные части курсовой работы может быть снижена.</li> <li>Сроки выполнения частей курсовой работы. Часть курсовой работы считается выполненной в срок, если отчет о её выполнении был представлен на проверку не позднее, чем через две недели с момента обсуждения соответствующей темы в рабочей программе курса. Оценка (баллы в рейтинг) за части курсовой работы,</li> </ol>	
--	--	--	--	--	---	--

					<p>выполненные позднее установленного срока, может быть снижена.</p> <p>Требования к оформлению задач:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отчеты о выполнении курсовой работы 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).</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>4. При подготовке отчета о выполнении курсовой работы рекомендуется делать краткие пояснения к выполненным преобразованиям и вычислениям.</li> <li>5. Задания курсовой работы целесообразно выполнять в общем виде, подставляя численные значения параметров лишь при вычислении окончательных результатов.</li> <li>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).</li> <li>7. При записи окончательных ответов по мере необходимости проводится округление «в запас прочности».</li> <li>8. Линейные размеры, полученные расчетом, следует указывать в миллиметрах, округляя результат до ближайшего разрешенного</li> </ol>	
--	--	--	--	--	--	--

					(предпочтительного) значения согласно ГОСТ 663669 «Нормальные линейные размеры».	
12	6	Курсовая работа/проект	Часть II: Вынужденные колебания диссипативной системы	-	<p>Задание к выполнению каждой части курсовой работы выбираются в соответствии с индивидуальным вариантом из пособия «Аналитическая динамика и теория колебаний. Учебное пособие». На проверку подготовленный студентом и оформленный в соответствии с изложенными ниже требованиями вариант отчета по выполнению каждой части курсовой работы передается преподавателю либо в бумажном виде, либо загружается на портал в соответствующую позицию на странице курса. Каждая часть считается принятой (подписанной), если за отчет о её выполнении преподавателем выставлена оценка не ниже, чем «3» (три балла по пятибалльной шкале). Даже если отчет о выполнении части курсовой работы был проверен (подписан) в бумажном виде, копия этой части курсовой работы должна быть загружена на портал. По завершении выполнения курсовой работы все выполненные и подписанные преподавателем части должны быть дополнены титульным листом установленного образца и сброшюрованы в альбом.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Правильность полученных при выполнении задачи результатов. Максимальный балл за каждую часть курсовой работы равен 25 (двадцати пяти). Если при выполнении какого-либо пункта задания допущены критические (серьезные) ошибки, то за этот пункт выставляется оценка ниже «3 баллов». В этом случае отчет о выполнении соответствующей части курсовой работы возвращается на доработку: необходимо будет исправить указанные недочеты и сдать отчет на проверку повторно. Оценка за повторные попытки выполнения части курсовой работы может быть снижена. Менее существенные ошибки и неточности могут</li> </ol>	курсовые работы

					<p>привести к снижению оценки за выполненную часть курсовой работы без необходимости её повторного отправления на проверку.</p> <p>2. Качество оформления отчета о выполнении курсовой работы.</p> <p>Отчеты должны быть оформлены в соответствии с перечисленными ниже требованиями. Отчеты, выполненные с нарушениями правил оформления, возвращаются без проверки результатов.</p> <p>Оформление таких отчетов будет предложено довести до приемлемого и отправить исправленную версию на проверку повторно. Оценка за неаккуратно выполненные части курсовой работы может быть снижена.</p> <p>3. Сроки выполнения частей курсовой работы.</p> <p>Часть курсовой работы считается выполненной в срок, если отчет о её выполнении был представлен на проверку не позднее, чем через две недели с момента обсуждения соответствующей темы в рабочей программе курса. Оценка (баллы в рейтинг) за части курсовой работы, выполненные позднее установленного срока, может быть снижена.</p> <p>Требования к оформлению задач:</p> <p>1. Отчеты о выполнении курсовой работы оформляются на одной стороне стандартного листа белой бумаги размером 297×210 мм (А4) с полями 20 мм слева, 5 мм с остальных сторон (поля могут очерчиваться соответствующей рамкой).</p> <p>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.</p> <p>3. В случае низкого качества оформления графической части отчета (расчетные схемы, эскизы и эпюры) преподаватель может</p>	
--	--	--	--	--	--	--

					вернуть отчет исполнителю для повторного оформления с применением чертежных инструментов. 4. При подготовке отчета о выполнении курсовой работы рекомендуется делать краткие пояснения к выполненным преобразованиям и вычислениям. 5. Задания курсовой работы 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».		
13	6	Курсовая работа/проект	Часть III: Антирезонанс	-	25	Задание к выполнению каждой части курсовой работы выбираются в соответствии с индивидуальным вариантом из пособия «Аналитическая динамика и теория колебаний. Учебное пособие». На проверку подготовленный студентом и оформленный в соответствии с изложенными ниже требованиями вариант отчета по выполнению каждой части курсовой работы передается преподавателю либо в бумажном виде, либо загружается на портал в соответствующую позицию на странице курса. Каждая часть считается принятой (подписанной), если за отчет о её выполнении преподавателем выставлена оценка не ниже, чем «3» (три балла по пятибалльной шкале). Даже если отчет о выполнении части курсовой работы был проверен (подписан) в	кур- совые работы

					<p>бумажном виде, копия этой части курсовой работы должна быть загружена на портал. По завершении выполнения курсовой работы все выполненные и подписанные преподавателей части должны быть дополнены титульным листом установленного образца и сброшюрованы в альбом.</p> <p><b>Критерии оценки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Правильность полученных при выполнении задачи результатов. Максимальный балл за каждую часть курсовой работы равен 25 (двадцати пяти). Если при выполнении какого-либо пункта задания допущены критические (серьезные) ошибки, то за этот пункт выставляется оценка ниже «3 баллов». В этом случае отчет о выполнении соответствующей части курсовой работы возвращается на доработку: необходимо будет исправить указанные недочеты и сдать отчет на проверку повторно. Оценка за повторные попытки выполнения части курсовой работы может быть снижена. Менее существенные ошибки и неточности могут привести к снижению оценки за выполненную часть курсовой работы без необходимости её повторного отправления на проверку.</li> <li>Качество оформления отчета о выполнении курсовой работы. Отчеты должны быть оформлены в соответствии с перечисленными ниже требованиями. Отчеты, выполненные с нарушениями правил оформления, возвращаются без проверки результатов. Оформление таких отчетов будет предложено довести до приемлемого и отправить исправленную версию на проверку повторно. Оценка за неаккуратно выполненные части курсовой работы может быть снижена.</li> <li>Сроки выполнения частей курсовой работы. Часть курсовой работы считается выполненной в срок, если отчет о её выполнении был представлен на проверку не позднее, чем через две</li> </ol>	
--	--	--	--	--	---	--

					<p>недели с момента обсуждения соответствующей темы в рабочей программе курса. Оценка (баллы в рейтинг) за части курсовой работы, выполненные позднее установленного срока, может быть снижена.</p> <p>Требования к оформлению задач:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отчеты о выполнении курсовой работы оформляются на одной стороне стандартного листа белой бумаги размером 297×210 мм (А4) с полями 20 мм слева, 5 мм с остальных сторон (поля могут очерчиваться соответствующей рамкой).</li> <li>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.</li> <li>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.</li> <li>4. При подготовке отчета о выполнении курсовой работы рекомендуется делать краткие пояснения к выполненным преобразованиям и вычислениям.</li> <li>5. Задания курсовой работы целесообразно выполнять в общем виде, подставляя численные значения параметров лишь при вычислении окончательных результатов.</li> <li>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).</li> <li>7. При записи окончательных ответов по мере необходимости проводится округление «в запас прочности».</li> </ol>	
--	--	--	--	--	---	--

					8. Линейные размеры, полученные расчетом, следует указывать в миллиметрах, округляя результат до ближайшего разрешенного (предпочтительного) значения согласно ГОСТ 663669 «Нормальные линейные размеры».	
14	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	<p>Проводится в форме собеседования после предварительной подготовки студента по содержанию билета. Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос и две задачи. На подготовку ответа отводится 90 минут. Задача считается решённой правильно при наличии правильного количественного ответа. баллов - дан полный ответ на теоретический вопрос, даны ответы на уточняющие дополнительные вопросы, правильно решены задачи. 4 балла - ответ на теоретический вопрос не полный, либо при решении задач допущены незначительные неточности, при указании на которые студент сам получает правильный результат. 3 балла - ответ на теоретический вопрос не полный, либо при решении задач допущены неточности, при указании на которые студент затрудняется получить правильный результат. 2 балла - ответ на теоретический вопрос дан с грубыми ошибками. Решение задач содержит грубые ошибки, не позволяющие получить правильный результат. 1 балл - ответ на теоретический вопрос ответ не дан. Решение задач содержит грубые ошибки, не позволяющие получить правильный результат. 0 баллов - ответ отсутствует полностью</p> <p>Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного определения баллов за каждое задание. По результатам проверки экзаменационной работы и собеседования после подсчета суммы баллов, рассчитывается рейтинг обучающегося по промежуточной аттестации как процент набранных на экзамене баллов данным студентом от</p>	экзамен

					максимально возможных баллов за экзамен.	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
курсовые работы	<p>Оценивание проходит в форме публичной защиты студентом результатов выполненной курсовой работы. Защита состоит в коротком докладе по предварительно подготовленной презентации (5-7 минут) и в ответах на вопросы по существу полученных в курсовой работе результатов. Максимальное число баллов за отчет - 40 баллов. Максимальное число баллов за презентацию - 10 баллов. Максимальное число баллов за доклад - 10 баллов. Итого 60 баллов Отлично: 51-60 баллов Хорошо: 45-50 баллов Удовлетворительно: 36-49 баллов Неудовлетворительно: 0-35 баллов</p>	В соответствии с п. 2.7 Положения
экзамен	<p>Экзамен проводится в форме собеседования после предварительной подготовки студента по содержанию билета. Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос и две задачи. На подготовку ответа отводится 90 минут. Задача считается решённой правильно при наличии правильного алгоритма решения и правильной количественной оценки вынесенного в задание результата. 5 баллов - дан полный ответ на теоретический вопрос, даны ответы на уточняющие дополнительные вопросы, правильно решены задачи. 4 балла - ответ на теоретический вопрос не полный, либо при решении задач допущены незначительные неточности, при указании на которые студент сам получает правильный результат. 3 балла - ответ на теоретический вопрос не полный, либо при решении задач допущены неточности, при указании на которые студент затрудняется получить правильный результат. 2 балла - ответ на теоретический вопрос дан с грубыми ошибками. Решение задач содержит грубые ошибки, не позволяющие получить правильный результат. 1 балл - ответ на теоретический вопрос не дан. Решение задач содержит грубые ошибки, не позволяющие получить правильный результат. 0 баллов - ответ отсутствует полностью. Преподаватель может провести собеседование со студентом с целью более точного определения баллов за каждое задание. По согласованию со студентом допускается отказаться от проведения процедуры экзамена в случае выполнения студентом всех предусмотренных журналом БРС обязательных требований на достаточном квалификационном уровне. В этом случае итоговая оценка определяется рейтингом, набранным студентом за работу в семестре. Проведение процедуры экзамена позволяет повысить итоговую квалификационную оценку подготовки студента по отношению к оценке, соответствующей рейтингу за работу в семестре, в случае, если по результатам проверки экзаменационной работы и ответов на дополнительные вопросы студентом будет продемонстрирован достаточный для этого уровень подготовки. В этом случае рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается по результатам работы в семестре и оценки за экзамен. Отлично:</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	Величина итогового рейтинга обучающегося 85...100 %. Хорошо: Величина итогового рейтинга обучающегося 75...84 %. Удовлетворительно: Величина итогового рейтинга обучающегося 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина итогового рейтинга обучающегося 0...59 %.	
--	--	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПК-2	Знает: базовые фундаментальные, естественнонаучные положения теории колебаний	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: выполнять расчет собственных частот и собственных форм малых колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: выполнять расчет установившихся колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+
ПК-3	Знает: основные понятия, физические основы и методы математического анализа динамического поведения механических систем	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: ставить и решать задачи о движении и равновесии материальных объектов, конструкций и сооружений	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: анализа результатов решения задач динамического поведения механических систем с конечным числом степеней свободы, формулировки выводов и оформления отчетов о выполненных исследованиях	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### a) основная литература:

- Бутенин, Н. В. Введение в аналитическую механику Учеб. пособие для вузов Н. В. Бутенин. - М.: Наука, 1971. - 264 с. черт.
- 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
- Ильин, М. М. Теория колебаний Учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов в обл. машиностроения и приборостроения М. И. Ильин, К. С. Колесников, Ю. С. Саратов; Под ред. К. С. Колесникова; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки"; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки". - 2-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 271 с. ил.

4. Пановко, Я. Г. Введение в теорию механических колебаний Учеб. пособие для втузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1980. - 270 с. ил.

5. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний [Текст] Учебник для вузов по спец."Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Светлицкий, В. А. Задачи и примеры по теории колебаний Ч. 1 Учеб. пособие для втузов. - М.: Издательство МГТУ, 1994. - 307 с. ил.

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

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

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

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. 3. Левина, Г. А. Элементы аналитической механики и теории колебаний [Текст] : учеб. пособие по направлению 160400 "Системы упр. движением и навигация" / Г. А. Левина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроение ; ЮУрГУ Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2009, 188 с. Электрон. версия

*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

2. 3. Левина, Г. А. Элементы аналитической механики и теории колебаний [Текст] : учеб. пособие по направлению 160400 "Системы упр. движением и навигация" / Г. А. Левина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроение ; ЮУрГУ Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 2009, 188 с. Электрон. версия

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Левина, Г. А. Элементы аналитической механики и теории колебаний Текст учеб. по направлению 160400 "Системы упр. движением и навигация" Г. А. Левина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроение ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009, 188 с.

			Скрыть <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000568106?base=SUSU">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000568106?base=SUSU</a>
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Аналитическая динамика и теория колебаний Текст учеб. пособие по с... механика" В. А. Романов, П. А. Тараненко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Тех... <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000564832?base=SUSU">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000564832?base=SUSU</a>

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