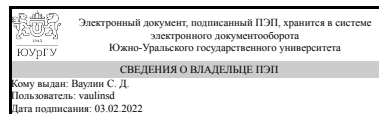


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



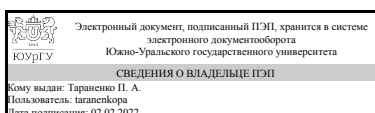
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины В.1.11 Аналитическая динамика
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат
профиль подготовки Прикладная механика, динамика и прочность машин
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

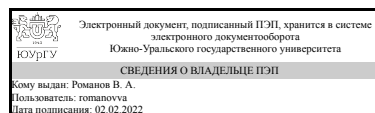
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

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 (ЗУНы) |
|--|--|
| ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности | Знать: основные понятия и закономерности колебаний систем с распределенной массой; основные закономерности параметрических колебаний. |
| | Уметь: определять положения равновесия механической системы; проверять выполнение условий статики для положений равновесия, найденных с использованием принципа виртуальных перемещений. определять собственные частоты и собственные формы (в том числе и в случае кратных корней); записывать граничные условия при колебаниях стержней с распределенной массой. |
| | Владеть: навыками записи дифференциальных уравнений движения с использованием принципа виртуальных перемещений; приближенными методами оценки собственных частот Релея и Донкерлея. |
| ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию | Знать: базовые фундаментальные, естественнонаучные положения аналитической динамики и теории колебаний. |
| | Уметь: классифицировать механическую систему на основании формулировки наложенных связей и записи их уравнений; определять число |

| | |
|---|---|
| | <p>степеней свободы у механической системы; записывать уравнения движения; составлять и решать характеристическое уравнение; устанавливать характер движения механической системы (колебательный или неколебательный).</p> <p>Владеть: навыками записи дифференциальных уравнений движения в обратной форме; методом главных координат.</p> |
| ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Знать: основные понятия теории колебаний нелинейных систем с одной степенью свободы; |
| | Уметь: выполнять расчет установившихся колебаний линейных консервативных систем с одной и двумя степенями свободы. |
| | Владеть: навыками записи дифференциальных уравнений движения в форме Лагранжа второго рода; методами расчета установившихся вынужденных колебаний нелинейных систем с одной степенью свободы. |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|--|
| Б.1.05.02 Математический анализ, Б.1.13 Сопротивление материалов, Б.1.12 Теоретическая механика | В.1.15 Теория колебаний континуальных систем, ДВ.1.08.01 Динамика машин, В.1.14 Теория колебаний, ДВ.1.07.01 Виброметрия и вибродиагностика |

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

| Дисциплина | Требования |
|---------------------------------|---|
| Б.1.05.02 Математический анализ | Знать: - основные определения и теоремы математического анализа. Уметь: - вычислять определенные и неопределенные интегралы; - выполнять дифференцирование функций; - уметь определять экстремумы функций. Владеть: - навыками построения графиков функций; - навыками дифференцирования и интегрирования функций. |
| Б.1.12 Теоретическая механика | Знать: - основные понятия, определения, законы и принципы теоретической механики; - основные теоремы равновесия для плоских и пространственных систем сил; - основные теоремы кинематики точки и системы; - основные теоремы плоскопараллельного движения твердого тела; - основные теоремы динамики точки и системы твердых тел. Уметь: - составлять расчетные схемы типовых элементов конструкций; - составлять и решать уравнения равновесия. Владеть: - навыками определения опорных реакций; - навыками определения линейных и угловых скоростей и ускорений |

| | |
|---------------------------------|--|
| | твердых тел и систем твердых тел. |
| Б.1.13 Сопротивление материалов | <p>Знать: – метод сечений; – метод сил и метод перемещений; – диаграмму деформирования материала при растяжении; – условие прочности при простом и сложном напряженном состоянии. Уметь: – записывать условия равновесия для стержневых систем; – выполнять расчет на прочность стержневых конструкций при простом и сложном нагружении; – выполнять расчет на прочность типовых элементов конструкций, изготовленных из пластичного или хрупкого материала; – определять перемещения и напряжения в статически определимой стержневой системе при ударном нагружении. Владеть: – навыками определения опорных реакций в статически определимых и неопределимых стержневых системах; – навыками определения перемещений в статически определимых и неопределимых стержневых системах; – навыками расчета на прочность стержневых систем; – навыками расчетов на прочность типовых элементов конструкций при простом и сложном напряженном состоянии.</p> |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

| 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> | 100 | 100 | |
| Подготовка к экзамену (V семестр) | 28 | 28 | |
| Выполнение семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем" | 36 | 36 | |
| Подготовка к контролю освоения теоретического материала с использованием контрольно-обучающей программы Quest | 36 | 36 | |
| Вид итогового 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

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-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 недерживающие 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 | 2 |

| | | | |
|----|---|--|---|
| | | 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. | |
| 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 движения с множителями Лагранжа. Уравнения Чаплыгина. | 2 |
| 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 | 2 |

| | | | |
|----|---|--|---|
| | | 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). | |
| 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 механической системы (функция Лагранжа). Действие по Гамильтону. | 2 |
| 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 задачей 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 | | |
|---|--|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) | Кол-во часов |
| Выполнение семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных систем" | [3], задачи: 1, 2, 3, 4, 5 | 36 |
| Подготовка к экзамену (V семестр) | Учебно-методические материалы в электронном виде: [1] с. 8-25, 27-35, 57-140; [1] с.3-44, с.81-131, с. 347-354; [10] с.11-58, с. 200-233; [11] с. 7-69, с.212-214, с.190-204; [3]: с. 7-47 | 28 |
| Подготовка к контролю освоения теоретического материала с использованием контрольно-обучающей программы Quest | Учебно-методические материалы в электронном виде: [1] с. 8-25, 27-35, 57-140; [1] с.3-44, с.81-131, с. 347-354; [10] с.11-58, с. 200-233; [11] с. 7-69, с.212-214, с.190-204; [3]: с. 7-47 | 36 |

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Вид работы (Л, ПЗ, ЛР) | Краткое описание | Кол-во ауд. часов |
|--|------------------------|--|-------------------|
| Использование мультимедийного оборудования | Лекции | Внедрение в текстовую часть лекции презентационных примеров решения практических инженерных задач динамики | 1 |

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

| Инновационные формы обучения | Краткое описание и примеры использования в темах и разделах |
|------------------------------|--|
| Контрольно обучающая система | Сетевая компьютерная программа, позволяющая автоматизировать рутинную составляющую операции опроса при контроле знаний: формулировки вопроса |

| | |
|-------|--|
| Quest | и проверки правильности ответа студента на сформулированный вопрос. Позволяет при неправильном ответе давать разъяснения и ссылки на первоисточники для поиска исчерпывающей информации по вопросу. Может быть использована как для дифференцированного контроля, так и для обучения. Используется при защите семестровых заданий и при проведении процедуры зачета. |
|-------|--|

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Наименование разделов дисциплины | Контролируемая компетенция ЗУНы | Вид контроля (включая текущий) | №№ заданий |
|---|---|--|---|
| Введение. Классификация механических систем. Возможные и виртуальные перемещения механической системы. Основная задача динамики. | ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №1 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METH] задача №1. |
| Введение. Классификация механических систем. Возможные и виртуальные перемещения механической системы. Основная задача динамики. | ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности | Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №2 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METH] задача №2. |
| Общее уравнение динамики. Уравнения | ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию | Проверка выполнения каждым студентом индивидуального | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METH] задача №3 |

| | | | |
|--|--|---|---|
| Лагранжа второго рода для голономных систем. | | варианта задачи №3 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | |
| Малые свободные колебания | ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №4 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METH задача №4 |
| Все разделы | ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности | Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №5 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METH задача №5 |
| Все разделы | ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе | Защита семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | Билет индивидуального задания, содержащий |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|
| | профессиональной деятельности | | |
| Введение. Классификация механических систем. Возможные и виртуальные перемещения механической системы. Основная задача динамики. | ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности | Тест по теме "Аналитическая механика" | Список вопросов для контроля (вопрос) |
| Малые свободные колебания | ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию | Тест по теме "Малые свободные колебания" | Список вопросов для контроля (вопрос) |
| Все разделы | ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности | Тест по теме "Малые свободные колебания диссипативных систем" | Список вопросов для контроля (вопрос) |
| Все разделы | ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности | Экзамен (V семестр) | Экзаменационные билеты №№ |

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля | Процедуры проведения и оценивания | Критерии оценивания |
|--|---|---|
| <p>Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №1 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем"</p> | <p>Непосредственное оценивание правильности выполнения задания по условию задачи и аккуратности оформления отчета о полученных результатах.. 5 баллов - Вопросы, поставленные условием задачи раскрыты полностью, правильно выполнены количественные оценки, оформление нареканий не вызывает. Отчет о выполнении задачи получен в срок, предусмотренный рабочей программой курса. 4 балла - Есть замечания непринципиального характера по выполненным количественным оценкам, оформлению или срокам выполнения задания. Вопросы, вынесенные в условие задачи раскрыты полностью. 3 балла - На выполнение задачи и оформление отчета затрачено время, превышающее сроки, запланированное рабочей программой. На вопросы условия задачи ответы получены не в полном объеме или с ошибками. Плохое оформление отчета затрудняет его проверку. 2 балла - Результаты, приведенные в отчете о выполнении задачи, требуют исправления, дополнения или лучшего оформления.</p> | <p>Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100% Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59%</p> |
| <p>Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №2 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем"</p> | <p>Непосредственное оценивание правильности выполнения задания по условию задачи и аккуратности оформления отчета о полученных результатах.. 5 баллов - Вопросы, поставленные условием задачи раскрыты полностью, правильно выполнены количественные оценки, оформление нареканий не вызывает. Отчет о выполнении задачи получен в срок, предусмотренный рабочей программой курса. 4 балла - Есть замечания непринципиального характера по выполненным количественным оценкам, оформлению или срокам выполнения задания. Вопросы, вынесенные в условие задачи раскрыты полностью. 3 балла - На выполнение задачи и оформление отчета затрачено время, превышающее сроки, запланированное рабочей программой.</p> | <p>Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100% Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59%</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>На вопросы условия задачи ответы получены не в полном объеме или с ошибками. Плохое оформление отчета затрудняет его проверку. 2 балла - Результаты, приведенные в отчете о выполнении задачи, требуют исправления, дополнения или лучшего оформления.</p> | |
| <p>Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №3 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем"</p> | <p>Непосредственное оценивание правильности выполнения задания по условию задачи и аккуратности оформления отчета о полученных результатах. 5 баллов - Вопросы, поставленные условием задачи раскрыты полностью, правильно выполнены количественные оценки, оформление нареканий не вызывает. Отчет о выполнении задачи получен в срок, предусмотренный рабочей программой курса. 4 балла - Есть замечания непринципиального характера по выполненным количественным оценкам, оформлению или срокам выполнения задания. Вопросы, вынесенные в условие задачи раскрыты полностью. 3 балла - На выполнение задачи и оформление отчета затрачено время, превышающее сроки, запланированное рабочей программой. На вопросы условия задачи ответы получены не в полном объеме или с ошибками. Плохое оформление отчета затрудняет его проверку. 2 балла - Результаты, приведенные в отчете о выполнении задачи, требуют исправления, дополнения или лучшего оформления.</p> | <p>Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100% Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59%</p> |
| <p>Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №4 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем"</p> | <p>Непосредственное оценивание правильности выполнения задания по условию задачи и аккуратности оформления отчета о полученных результатах. 5 баллов - Вопросы, поставленные условием задачи раскрыты полностью, правильно выполнены количественные оценки, оформление нареканий не вызывает. Отчет о выполнении задачи получен в срок, предусмотренный рабочей программой курса. 4 балла - Есть замечания непринципиального характера по выполненным количественным оценкам, оформлению или срокам выполнения задания. Вопросы, вынесенные в условие задачи раскрыты полностью. 3 балла - На выполнение задачи и оформление отчета</p> | <p>Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100% Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59%</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>затрачено время, превышающее сроки, запланированное рабочей программой.</p> <p>На вопросы условия задачи ответы получены не в полном объеме или с ошибками. Плохое оформление отчета затрудняет его проверку. 2 балла - Результаты, приведенные в отчете о выполнении задачи, требуют исправления, дополнения или лучшего оформления.</p> | |
| <p>Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №5 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем"</p> | <p>Непосредственное оценивание правильности выполнения задания по условию задачи и аккуратности оформления отчета о полученных результатах. 5 баллов - Вопросы, поставленные условием задачи раскрыты полностью, правильно выполнены количественные оценки, оформление нареканий не вызывает. Отчет о выполнении задачи получен в срок, предусмотренный рабочей программой курса. 4 балла - Есть замечания непринципиального характера по выполненным количественным оценкам, оформлению или срокам выполнения задания. Вопросы, вынесенные в условие задачи раскрыты полностью. 3 балла - На выполнение задачи и оформление отчета затрачено время, превышающее сроки, запланированное рабочей программой.</p> <p>На вопросы условия задачи ответы получены не в полном объеме или с ошибками. Плохое оформление отчета затрудняет его проверку. 2 балла - Результаты, приведенные в отчете о выполнении задачи, требуют исправления, дополнения или лучшего оформления.</p> | <p>Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100%</p> <p>Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59%</p> |
| <p>Защита семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем"</p> | <p>Защита проводится в форме письменной контрольной работы. Допускаются студенты, выполнившие задачи семестрового задания. Контрольная работа включает 4 задачи: 1) записать дифференциальное уравнение движения, используя прямой способ записи (принцип Даламбера); 2) используя принцип виртуальных перемещений, получить уравнение для определения равновесных положений механической системы; 3) записать дифференциальные уравнения движения, используя обратный способ записи; 4) записать выражения для потенциальной энергии Π, кинетической энергии T, диссипативной функции</p> | <p>Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100%</p> <p>Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59%</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | <p>Релея .На решение задач отводится 90 минут. 5 баллов - Вопросы, поставленные условиями задач раскрыты полностью, правильно выполнены количественные оценки, оформление нареканий не вызывает. Отчет о выполнении задач подготовлен в отведенное время . 4 балла - Есть замечания непринципиального характера по выполненным количественным оценкам, оформлению или завершенности выполнения задания. Вопросы, вынесенные в условие задачи раскрыты полностью или продемонстрирована правильная последовательность получения результата. 3 балла - На выполнение задачи и оформление отчета отведенного времени оказалось недостаточно, но показано содержание работы, требующей дополнительного времени. На вопросы условия задачи ответы получены не в полном объеме или с ошибками. Плохое оформление отчета затрудняет его проверку. 2 балла - Не получено отчета о выполнении задания или результаты, приведенные в отчете требуют исправления, дополнения или лучшего оформления.</p> | |
| <p>Тест по теме "Аналитическая механика"</p> | <p>Процедура контроля проводится с использованием компьютерной контрольно-обучающей программы Moodle. Студент выбирает из предлагаемых вариантов правильные ответы на 80 вопросов. Завершение работы с программой происходит, если даны ответы на все запланированные вопросы, либо, когда превышен лимит времени или ограничение на число неправильных ответов. Целью работы является дать максимальное количество правильных ответов. 5 баллов - Число правильных ответов от 90% до 100% 4 балла - Число правильных ответов от 80% до 90% 3 балла - Число правильных ответов от 60% до 80% 2 балла - Число правильных ответов 0-59%</p> | <p>Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100% Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59%</p> |
| <p>Тест по теме "Малые свободные колебания"</p> | <p>Процедура контроля проводится с использованием компьютерной контрольно-обучающей программы Moodle. Студент выбирает из предлагаемых вариантов правильные ответы на 80 вопросов. Завершение работы с программой происходит, если даны ответы на все запланированные вопросы, либо, когда превышен лимит</p> | <p>Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100% Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59%</p> |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| | <p>времени или ограничение на число неправильных ответов. Целью работы является дать максимальное количество правильных ответов. 5 баллов - Число правильных ответов от 90% до 100% 4 балла - Число правильных ответов от 80% до 90% 3 балла - Число правильных ответов от 60% до 80% 2 балла - Число правильных ответов 0-59%</p> | |
| <p>Экзамен (V семестр)</p> | <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. 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 ответ 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. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного определения баллов за каждое задание.</p> <p>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 максимально возможных баллов за экзамен. Рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается по результатам работы в семестре и оценки</p> | <p>Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85–100% Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75–84% Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60–74% Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0–59%</p> |

| | за экзамен. | |
|---|---|---|
| Тест по теме "Малые свободные колебания диссипативных систем" | Процедура контроля проводится с использованием компьютерной контрольно-обучающей программы Moodle. Студент выбирает из предлагаемых вариантов правильные ответы на 80 вопросов. Завершение работы с программой происходит, если даны ответы на все запланированные вопросы, либо, когда превышен лимит времени или ограничение на число неправильных ответов. Целью работы является дать максимальное количество правильных ответов. 5 баллов - Число правильных ответов больше 90% 4 балла - Число правильных ответов от 80% до 90% 3 балла - Число правильных ответов от 60% до 80% 2 балла - число правильных ответов меньше 60% | Зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 60-100% Не зачтено: Величина рейтинга за мероприятие 0-59% |

7.3. Типовые контрольные задания

| Вид контроля | Типовые контрольные задания |
|---|--|
| Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №1 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564832], задача №1 Пособие для выполнения семестровых заданий.pdf |
| Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №2 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564832], задача №2 Пособие для выполнения семестровых заданий.pdf |
| Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №3 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564832], задача №3 Пособие для выполнения семестровых заданий.pdf |
| Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №4 семестрового задания | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564832], задача №4 Пособие для выполнения семестровых заданий.pdf |

| | |
|---|--|
| "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | |
| Проверка выполнения каждым студентом индивидуального варианта задачи №5 семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564832], задача №5 Пособие для выполнения семестровых заданий.pdf |
| Защита семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" | Пример билета контрольной работы по защите семестрового задания "Дифференциальные уравнения движения дискретных механических систем" АМ защита семестрового задания №1.doc |
| Тест по теме "Аналитическая механика" | Перечень теоретических вопросов, выносимых на процедуру проведения зачета АМ. Вопросы по первой части курса.doc |
| Тест по теме "Малые свободные колебания" | Перечень теоретических вопросов, выносимых на процедуру проведения зачета Вопросы по второй части курса.pdf |
| Экзамен (V семестр) | Пример экзаменационного билета (V семестр). Перечень теоретических вопросов, выносимых на процедуру экзамена за V семестр. АМ. Содержание лекций осеннего семестра.docx; АМ экзамен V семестр.doc |
| Тест по теме "Малые свободные колебания диссипативных систем" | Перечень теоретических вопросов, выносимых на процедуру проведения зачета Вопросы по второй части курса.pdf |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний Текст Учебник для вузов по спец."Динамика и прочность машин". - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с. ил.
2. 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.
3. Стрелков, С. П. Введение в теорию колебаний Учеб. для вузов С. П. Стрелков. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1964. - 437 с. черт.
4. Тимошенко, С. П. Колебания в инженерном деле Пер. с англ. Л. Г. Корнейчука; Под ред. Э. И. Григолюка. - М.: Машиностроение, 1985. - 472 с. Ил.

5. Бутенин, Н. В. Введение в аналитическую механику Учеб. пособие для вузов Н. В. Бутенин. - М.: Наука, 1971. - 264 с. черт.

6. 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

7. Пановко, Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем: Современ. концепции, парадоксы и ошибки. - 3-е изд., перераб. - М.: Наука, 1979. - 384 с. ил.

8. Яблонский, А. А. Курс теории колебаний [Для машиностроит. спец. вузов]. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 1975. - 248 с. ил.

б) дополнительная литература:

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

2. Светлицкий, В. А. Задачи и примеры по теории колебаний Ч. 2 Учеб. пособие для вузов. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. - 262,[1] с. ил.

3. Слива, О. К. Теория колебаний Учеб. пособие к лаб. работам для студ. спец."Динамика и прочность машин" ЧГТУ, Каф. Сопротивление материалов, динамика и прочность машин. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1994. - 68,[1] с. ил.

4. Романов, В. А. Аналитическая механика и теория колебаний Контрол. задания и примеры выполнения: Учеб. пособие ЧГТУ, Каф. Прикл. механики, динамики и прочности машин ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1996. - 59 с. ил.

5. Слива, О. К. Контрольные задания и методические указания по теории колебаний [Текст] О. К. Слива, В. Х. Иванюк, А. А. Ковадло ; под ред. О. К. Сливы ; Челяб. политехн. ин-т им. Ленинского комсомола, Каф. Сопротивление материалов, динамика и прочность машин ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧПИ, 1984. - 34 с.

6. Слива, О. К. Теория колебаний Учеб. пособие к лаб. работам ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Сопротивление материалов, динамика и прочность машин; О. К. Слива, А. А. Ковадло, В. А. Романов и др.; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1988. - 35 с.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

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

3. Элементы аналитической механики и теории колебаний: учебное пособие / Г. А. Левина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 218 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 / Г.А. Левина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 218 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564832 |
| 3 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Стрелков, С. П. Введение в теорию колебаний : учебник для вузов / С. П. Стрелков. - М.: МГТУ им. Баумана, [б. г.]. - Том 1. - 8114-7343-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/ . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ильин, М. М. Механика в техническом университете : учебное пособие / М. М. Ильин, М. М. Колесникова. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, [б. г.]. — Том 1. — 1111-1111-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/ . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Пановко, Г. Я. Лекции по основам теории вибрационных машин и механизмов / Г. Я. Пановко. — М.: МГТУ им. Баумана, [б. г.]. — 01.02.2022). — ISBN 978-5-7038-3203-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/ . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 6 | Основная литература | Электронный каталог ЮУрГУ | 534 M126 Магнус, К. Колебания : Введ. в исслед. колебат. систем / Перевод с немецкого. - М.: Мир, 1982. - 303 с. : ил. http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon?sessionid=2022020119173315372&skin=def |
| 7 | Основная литература | Электронный каталог ЮУрГУ | 534(07) O753 Основы теории колебания Для использ. в учеб. процессе / В.А. Романов, О.К. Слива. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 135, [1] с. ил. http://virtua.lib.susu.ru/cgi-bin/gw_2011_1_4/chameleon?sessionid=2022020119173315372&skin=def |
| 8 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Гантмахер, Ф. Р. Лекции по аналитической механике : монография / Ф. Р. Гантмахер. — М.: МГТУ им. Баумана, [б. г.]. — 01.02.2022). — ISBN 978-5-9221-0067-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/ . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

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 информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|------------|--|
| Лекции | 336 (2) | Мультимедийный проектор, ноутбук, операционная система, пакеты программного обеспечения |
| Практические занятия и семинары | 336 (2) | Мультимедийный проектор, ноутбук, операционная система, пакеты программного обеспечения |