

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФизМех

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Теория колебаний»

Разработчик	Высшая школа механики и процессов управления
Направление (специальность) подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Наименование ООП	15.03.03_03 Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Образовательный стандарт	СУОС
Форма обучения	Очная

Руководитель ОП А.Н. Матвиенко

Соответствует СУОС
Утверждена протоколом заседания
высшей школы "ВШМиПУ"
от «22» мая 2024 г. № 05-22

Аннотацию разработал:
Ассистент, к.ф.-м.н. А.С. Смирнов

Цели освоения дисциплины

1. Обучение методам построения математических моделей и расчетных схем динамических систем различной природы и сложности;
2. Изучение методов качественного и количественного анализа динамических систем;
3. Приобретение навыков решения задач теории колебаний;
4. Получение первоначального опыта творческого подхода к выбору адекватных расчетных схем и к изучению динамики разнообразных объектов современной техники.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
ИД-1 ОПК-1	Применяет естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	75
Практические занятия	56
Самостоятельная работа	59
Часы на контроль	32
Промежуточная аттестация (экзамен)	22
Промежуточная аттестация (зачет)	4
Курсовое проектирование	4
Общая трудоемкость освоения дисциплины	252, ач
	7, зет

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Текущий контроль	
Курсовые проекты, шт.	1
Промежуточная аттестация	
Зачеты, шт.	1
Экзамены, шт.	2

Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Колебания систем с одной степенью свободы	
1.1. Свободные колебания консервативных систем с одной степенью свободы	<p>Малые колебания консервативной системы вблизи положения устойчивого равновесия. Линеаризация уравнения движения. Модель линейного осциллятора. Построение решения для малых колебаний. Собственная частота колебаний. Графическая иллюстрация движения. Фазовый портрет.</p>
1.2. Свободные колебания диссипативных систем с одной степенью свободы	<p>Влияние диссипативных сил вязкого трения на свободные колебания линейного осциллятора. Диссипативная функция Рэлея. Затухающе-колебательное, аperiodическое и предельно-аperiodическое движение. Построение решения и графической иллюстрации в каждом случае. Энергетическое соотношение. Фазовые портреты. Выбор оптимального демпфирования.</p>
1.3. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	<p>Вынужденные колебания линейного осциллятора под действием гармонической силы при отсутствии диссипативных сил. Резонанс, биения. Случай наличия диссипативных сил. Метод комплексных амплитуд. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Вынужденные колебания осциллятора на вибрирующем основании. Вынужденные колебания осциллятора под действием негармонического периодического возбуждения, условие возникновения резонансных колебаний. Вынужденные колебания осциллятора под действием произвольной вынуждающей силы, решение в форме интеграла Дюамеля.</p>
1.4. Колебания нелинейных систем с одной степенью свободы	<p>Введение в теорию нелинейных колебаний. Свободные колебания консервативной системы с нелинейной упругой характеристикой. Мягкие и жесткие характеристики. Точное определение периода свободных колебаний. Фазовый портрет. Метод гармонического баланса. Приближенное определение периода свободных колебаний. Вынужденные колебания системы с нелинейной упругой характеристикой при отсутствии и наличии вязкого трения. Амплитудно-частотная характеристика. Устойчивые и неустойчивые режимы, срыв колебаний. Вынужденные колебания системы с нелинейными силами сопротивления. Автоколебания в механических системах.</p>
2. Колебания систем с конечным числом степеней свободы	

<p>2.1. Свободные колебания консервативных систем с несколькими степенями свободы</p>	<p>Малые колебания консервативной систем вблизи положения устойчивого равновесия. Линеаризация уравнений движения, их матричная запись. Свободные колебания. Собственные частоты и формы колебаний. Ортогональность форм колебаний. Модальная матрица, главные координаты. Нулевые и кратные корни частотного уравнения. Колебания упругих систем. Матрица коэффициентов влияния, обратный метод составления уравнений движения.</p>
<p>2.2. Свободные колебания диссипативных систем с несколькими степенями свободы</p>	<p>Влияние диссипативных сил на свободные колебания систем с несколькими степенями свободы. Случай малой диссипации. Независимость форм колебаний от диссипации при пропорциональном демпфировании.</p>
<p>2.3. Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы</p>	<p>Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы под действием гармонических сил при отсутствии и наличии диссипативных сил. Метод комплексных амплитуд. Резонанс. Динамический гаситель колебаний.</p>
<p>2.4. Колебания регулярных систем</p>	<p>Колебательные системы с регулярной структурой. Поперечные колебания грузов на натянутой нити. Собственные частоты и формы колебаний. Крутильные колебания дисков на безынерционном валу. Колебания цепочки линейных осцилляторов.</p>
<p>3. Колебания систем с распределенными параметрами</p>	
<p>3.1. Продольные колебания стержней, крутильные колебания валов, поперечные колебания струн</p>	<p>Продольные колебания стержней. Волновое уравнение. Граничные и начальные условия. Собственные частоты и формы продольных колебаний стержней с различными условиями закрепления. Ортогональность форм колебаний. Построение общего решения для свободных колебаний. Вынужденные продольные колебания. Учет диссипативных сил при продольных колебаниях стержней. Продольные колебания стержней переменного сечения. Крутильные колебания валов. Поперечные колебания струн. Применение принципа Гамильтона-Остроградского для вывода уравнений движения и силовых граничных условий распределенных систем.</p>

<p>3.2. Изгибные колебания балок</p>	<p>Дифференциальное уравнение изгибных колебаний балки. Граничные и начальные условия. Собственные частоты и формы изгибных колебаний балок с различными условиями закрепления. Ортогональность форм колебаний. Построение общего решения для свободных колебаний. Вынужденные изгибные колебания балок. Учет диссипативных сил при изгибных колебаниях балок. Неклассические модели изгибных колебаний балок. Изгибные колебания балок переменного сечения. Колебания балок на упругом основании и под действием продольной сжимающей силы.</p>
<p>3.3. Колебания подвешенной цепи</p>	<p>Дифференциальное уравнение поперечных колебаний цепи, подвешенной за один конец в поле силы тяжести, при отсутствии и наличии груза на другом конце. Собственные частоты и формы колебаний. Построение общего решения для свободных колебаний. Вынужденные колебания цепи. Колебания цепи переменной плотности.</p>
<p>4. Конечномерные модели колебательных систем</p>	
<p>4.1. Физические модели с сосредоточенными массами и сосредоточенными податливостями</p>	<p>Приближенные методы исследования колебаний стержней и балок. Физические модели. Модели с сосредоточенными массами. Схема гантели. Конечномерная модель продольных колебаний стержня, закрепленного на одном конце и свободного на другом конце. Простейшая модель с сосредоточенными массами для изгибных колебаний шарнирно-опертой балки. Модели с сосредоточенными податливостями для продольных колебаний стержней и изгибных колебаний балок. Конечномерные модели поперечных колебаний струн. Конечномерные модели подвешенной цепи, основанные на гантельной и стержневой схеме.</p>
<p>4.2. Математические модели, основанные на методе Ритца и методе конечных элементов</p>	<p>Метод Ритца для продольных колебаний стержней, изгибных колебаний балок и поперечных колебаний подвешенной цепи. Основы метода конечных элементов. Формирование матриц инерционных и квазиупругих коэффициентов. Применение метода конечных элементов к исследованию продольных колебаний стержней и изгибных колебаний балок.</p>