

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Механико-математический факультет
Кафедра газовой и волновой динамики



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
/Нигматулин Р.И./
« 10 » июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Динамика гибких связей

наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки (специальность):

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП: В-ЕН

Фундаментальная механика

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:

очная

очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры газовой и волновой динамики
(протокол № 15, « 10 » июня 2019 года)

Москва 2019

На обратной стороне титула:

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки/ специальности «Фундаментальные математика и механика» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки; программы специалитета; программы магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение _____ 2015 _____

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО (*относится к базовой или вариативной части ОПОП ВО, или является факультативом*). Вариативная часть ООП. Является специальной дисциплиной (ЕНС) для студентов 3-6 годов обучения, специализирующихся в данной научной области или смежной научной области, ЕНС по выбору студента. Освоение дисциплины необходимо для сдачи экзаменов по основной и смежной специальностям, сдачи выпускных экзаменов, написания курсовых и дипломных работ, статей и научных отчетов.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть): освоение дисциплин «Основы механики сплошных сред», «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения в частных производных», «Численные методы».

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с компетенциями
УК-1 УК-6	Уметь проводить самостоятельно научные и прикладные исследования в специальных областях механики
ОПК-1 СПК-1 СПК-2 СПК-3 ОПК-3	Уметь использовать фундаментальные знания в области специализации в будущей профессиональной деятельности Владеть специальными разделами механики сплошной среды, механики деформируемого твердого тела, методами анализа и решения задач специализации Знать специальные разделы механики деформируемого твердого тела,
ПК-2	Уметь применять методы анализа для решения задач специализации

4. Формат обучения: очная форма обучения, лекционные занятия.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 44 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционных типов*	Занятия семинарского типа*	Всего		
1. Общий обзор научно-технических вопросов, в которых применяются системы с гибкими связями. Обзор методов моделирования и расчета динамики подобных систем.	2	1		1	1	
2. Дифференциальные уравнения в частных производными 2 порядка. Классификация.	2	1		1	1	
3. Уравнения гиперболического типа. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Постановка краевых задач.	2	1		1	1	
4. Модель идеальной растяжимой нити. Основные соотношения и уравнения. Волновое уравнение. Волны в идеальной растяжимой нити.	2	1		1	1	
5. Характеристики. Слабые и сильные разрывы. Плоское автомодельное	4	2		2	2	

движение нити. Решение задачи о поперечном ударе по нити.					
6. Система уравнений продольно-поперечных колебаний нити. Характеристики системы. Основные выражения.	4	2		2	2
7. Классическая задача Коши для одномерного волнового уравнения. Существование и единственность решения. Формула Даламбера. Физическая интерпретация.	4	2		2	2
8. Решение уравнения колебаний на полуограниченной прямой. Метод продолжений.	3	1		1	2
9. Промежуточная аттестация. Коллоквиум	4				4
10. Задачи для ограниченного отрезка.	4	2		2	2
11. Решение волновых уравнений методом разделения переменных. Уравнения свободных колебаний струны. Интерпретация решения.	4	2		2	2
12. Представление произвольных колебаний в виде суперпозиции стоячих волн. Неоднородные уравнения..	4	2		2	2
13. Задачи о колебаниях нити с динамическим граничным условием. Анализ волновых и динамических процессов	4	2		2	2
14. Задачи о динамической размотке нити.	3	1		1	2
15. Задачи о движении точечной массы по нити.	4	2		2	2
16. Стабилизация систем с гибкими связями. Методы поиска условий стабилизации..	3	1		1	2
17. Численные методы, применяемые	4	2		2	2

для решения задач колебаний нитей/тросов. Построение сеток разбиения. Метод конечных разностей.					
18. Решение смешанных задач.	4	2		2	2
<i>Итоговая аттестация: зачет (указывается форма проведения)</i>	6				6
Итого	72	28		28	44

**Внимание! В таблице должно быть зафиксировано проведение текущего контроля успеваемости, который может быть реализован, например, в рамках занятий семинарского типа.*

*** Часы, отводимые на проведение промежуточной аттестации, выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося*

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Вопросы к коллоквиуму

1. Модель идеальной растяжимой нити. Основные соотношения и уравнения. Волновое уравнение.
2. Характеристики. Слабые и сильные разрывы. Плоское автомодельное движение нити
3. Решение задачи о поперечном ударе по нити.
4. Система уравнений продольно-поперечных колебаний нити. Характеристики системы.
5. Классическая задача Коши для одномерного волнового уравнения. Существование и единственность решения
6. Формула Даламбера. Физическая интерпретация.
7. Решение волновых уравнений методом разделения переменных. Уравнения свободных колебаний струны. Интерпретация решения..
8. Решение уравнения колебаний на полуограниченной прямой. Метод продолжений.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к зачету

- 1) Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны.
- 2) Построение решения задачи колебаний неограниченной струны методом распространения волн. Формула Даламбера.
- 3) Решение уравнений колебаний струны методом разделения переменных (метод Фурье).
- 4) Модель идеальной растяжимой нити. Волны в идеальной растяжимой нити.
- 5) Автомодельные решения для нити. Построение решения для задачи поперечного удара по нити.
- 6) Сильные и слабые разрывы. Кинематические и динамические условия на фронте разрыва.

- 7) Понятие продольных и поперечных волн в нити. Характеристики системы уравнений продольно-поперечных колебаний.
- 8) Безразмерный анализ и анализ малых величин для задачи продольно-поперечных колебаний системы с гибкими связями
- 9) Построение функции Ляпунова для задачи о стабилизации системы с гибкими связями.
- 10) Построение конечно-разностных моделей для решения задач продольно - поперечных колебаний.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной литературы:

:

- 1) А.Н. Тихонов, А.А. Самарский, «Уравнения математической физики» , 1977г .
- 2) Х.А. Рахматулин, Ю.А. Демьянов. «Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках». Москва, 1961 г.
- 3) Кристеску Н. О волнах нагрузки и разгрузки в упругой или пластической гибкой нити // ПММ. 1954. Т. XVIII. Вып. 3.
- 4) Павленко А.Л. О распространении разрывов в гибкой нити // Изв. АН СССР. Механика и машиностроение. 1959. № 4.
- 5) Zvyaguin A.V., Panfilov D.I. The motion of the thread with a variable length. Acta Astronautica 97 (2014) pp. 92–98.
- 6) N.N.Smirnov, Yu.A.Demyanov, A.V. Zvuaguin, A.A. Malashin, A.A. Luzhin «Dynamical simulation of tether in orbit deployment», Acta Astronautica 67(2010), 324-332.
- 7) Dynamic control of the space tethered system / A. A. Malashin, N. N. Smirnov, P.A. Diakov, O.Y. Bryukvina. Journal Sound and vibration, 2017. Vol 389. P. 41-51

9. Язык преподавания.

русский

10. Преподаватель (преподаватели).

Панфилов Д.И., Дьяков П.А.

11. Автор (авторы) программы.

Дьяков П.А.