

**Министерство образования и науки
Донецкой Народной Республики**

**Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Донецкий национальный университет»**

УТВЕРЖДЕНА

Приказом ГОУ ВПО «ДонНУ»

от 21.12.2018 г. № 192/12

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена

по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика»

по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика»

Донецк – 2018

Программа кандидатского экзамена по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика», по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика»

Разработчики программы:

проф. кафедры высшей математики и
методики преподавания математики,
д.ф.-м.н., доц.

А.В. Мазнев

доц. кафедры высшей математики и
методики преподавания математики,
к.ф.-м.н., доц.

А.В. Зыза

Рецензенты:

Зав. кафедрой прикладной механики
и компьютерных технологий,
д.ф.-м.н., проф.

А.С. Гольцев

Главный научный сотрудник
ГУ «Институт прикладной математики
и механики»,
д.ф.-м.н., проф.

Г.В. Горр

Программа рассмотрена на заседании кафедры высшей математики и методики преподавания математики, протокол № 2 от 06.09.2018г.

Зав. кафедрой

Е.И. Скафа

Программа одобрена на заседании Ученого совета факультета математики и информационных технологий, протокол № 1 от 20.09.2018г.

Декан

В.Н. Андриенко

ВВЕДЕНИЕ

Программа-минимум кандидатского экзамена по курсу «Теоретическая механика» разработана с целью обеспечения подготовки научных и научно-педагогических кадров и аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденной республиканским органом исполнительной власти, обеспечивающим формирование и реализацию государственной политики в сфере образования и науки.

Программа-минимум содержит разделы, которые составляют минимальную базу знаний современного уровня специалиста или магистра университета (теоретическая и аналитическая механика, теория устойчивости движения механических систем, управление движением механических систем, механика твердого тела и систем твердых тел, динамика биомеханических систем, теория колебаний механических систем).

1.

Принцип Даламбера-Лагранжа для механических систем, связанных идеальными связями. Общие уравнение динамики. Основные теоремы динамики абсолютного и относительного движения, которые вытекают из принципа Даламбера-Лагранжа. Первые интегралы уравнений движения и их обобщения.

2.

Голономные системы. Уравнения Лагранжа для абсолютного и относительного движения. Первые интегралы уравнений Лагранжа. Определение реакций при помощи уравнений Лагранжа. Уравнения Рауса и канонические уравнения Гамильтона.

3.

Принцип наименьшего принуждения Гаусса. Принцип наименьшей кривизны Герца. Изменение вида принципа Гаусса Четаевым. Принцип Гамильтона. Кинетические фокусы. Принцип наименьшего действия в формах Лагранжа и Якоби.

4.

Неголономные системы. Возможные перемещения в случае неголономных связей. Уравнения движения в форме Рауса и Аппеля, Чаплыгина. Теорема о приведенном множителе. Движение тел по абсолютно шероховатой плоскости.

5.

Интегральные инварианты гамильтоновых систем. Относительные интегральные инварианты. Теорема Ли-Кенигса. Последний множитель Якоби, его связь с интегральными инвариантами. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема.

6.

Гамильтоновы системы. Теория канонических преобразований и функции, которые их совершают. Уравнения Гамильтона-Якоби. Метод Якоби интегрирования гамильтоновых систем. Теоремы Лиувилля-Штекеля. Первые интегралы гамильтоновых систем и их связь с бесконечно малыми каноническими преобразованиями. Теоремы Пуассона-Лагранжа. Системы интегралов в инволюции, теорема Лиувилля. Теорема Леви-Чивиты. Гамильтоновы системы, которые интегрируются. Метод Делоне о разделении переменных. Переменные «действие-угол» и их геометрическая интерпретация.

7.

Теорема Пуанкаре о возвращении. Эргодические свойства условно-периодических движений в гамильтоновых системах, которые интегрируются. Эргодические теоремы. Проблема нормализации гамильтониана.

8.

Теория конечных поворотов твердого тела. Формула Родрига и вектор конечного поворота. Параметры Родрига-Гамильтона. Сложение конечных поворотов. Вычитание конечных поворотов. Переставные конечные повороты. Выражение конечного поворота и параметров Родрига-Гамильтона через эйлеровы углы. Параметры Кейли-Клейна.

9.

Динамика твердого тела. Постановка задачи о движении тяжелого твердого тела. Первые интегралы. Случаи Эйлера-Пуансо, Лагранжа-Пауссона, Ковалевской. Частные случаи интегрируемости Гесса, Бобылева-Стеклова. Регулярные прецессии. Перманентные вращения и их устойчивость.

10.

Задача двух тел и ее решение. Уравнение Кеплера. Элементы эллиптического движения. Задача трех тел и ее первые интегралы. Ограниченная круговая задача трех тел. Точки вибрации и их устойчивость. Дифференциальные уравнения возмущенных движений в оскулирующих элементах.

11.

Устойчивость по Ляпунову. Два метода исследования устойчивости. Общие теоремы второго метода Ляпунова. Теорема об устойчивости и асимптотической устойчивости, теорема Чатаева о неустойчивости. Устойчивость по первому приближению. Теорема Гурвица. Понятие о критических случаях. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия и ее обращения. Устойчивость гамильтоновых систем. Характеристические показатели гамильтоновых систем.

12.

Колебания механической системы около положения равновесия. Нормальные координаты. Влияние на устойчивость гироскопических и диссипативных сил (теоремы Кельвина-Четаева). Влияние новой связи на периоды колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс. Параметрический резонанс. Автоколебания. Метод фазовой плоскости. Метод малого параметра Пуанкаре. Метод усреднения.

13.

Уравнения Дуффинга и Ван-дер-Поля. Многорежимность в нелинейных системах. Субгармонические и ультрагармонические колебания. Разветвления периодических решений. Непериодические движения нелинейных систем. Сценарии возникновения хаотических движений.

14.

Представления о движениях, которые управляются. Принцип максимума Понтрягина и его использование для задач оптимального управления. Представление о методе динамического программирования Белмана. Связь принципа максимума с методом Белмана. Проблема оптимальной стабилизации движений, которые управляются. Теорема Н.Н.Красовского.

Рекомендуемая основная литература

1. Аппель П. Теоретическая механика. Т.1,2. - М.: Физматгиз. 1960.
2. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах. М., Наука, 1966. – 300 с.
3. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М., Наука, 1974. – 408 с.
4. Журавлев В.Ф. Основы теоретической механики. М.: Наука. 2001.– 320 с.
5. Ишлинский А.Ю. Механика относительного движения и силы инерции. М., Наука, 1981. – 192 с.
6. Карабан В.Н., Беломытцев А.С. Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Киев., УМКВО, 1990. – 167 с.
7. Кільчевський М.О., Нечипоренко Г.Д., Шальда Л.М. Основи аналітичної механіки. Київ, Наукова думка, 1975. – 220 с.
8. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики. М., Наука, 1977. – 480 с.
9. Красовский Н.Н. Теория управления движением. М., Наука, 1968. – 476 с.
- 10.Крюков Б.И. Вынужденные колебания существенно нелинейных систем. М., Машиностроение, 1984. – 216 с.
- 11.Ланцош К. Вариационные принципы механики. М., Мир, 1965. – 408 с.
- 12.Мун Ф. Хаотические колебания. М., Мир, 1990. – 311 с.
- 13.Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. Т. 2., Динамика. М., Наука, 1983. – 640 с.
14. Лурье А.И. Аналитическая механика. М., Физматгиз, 1961. – 824 с.
- 15.Ляпунов А.М. Лекции по теоретической механике. Киев, Наук. думка, 1982. – 632 с.

16. Неймарк Ю.И., Фуфаев Н.А. Динамика неавтономных систем. . М., Наука, 1967. – 520 с.
17. Парс Л.А. Аналитическая динамика. М., Наука, 1971. – 636 с.
18. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. . М., Наука, 1983. – 393 с.
19. Суслов Г.К. Теоретическая механика. М.-Л., Гостехиздат, 1946. – 655 с.
20. Четаев Н.Г. Теоретическая механика. Под ред. В.В.Румянцева, К.Е.Якимовой. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. - 368 с.
21. Четаев Н.Г. Устойчивость движения. М.: Наука. 1965. – 176 с.

Дополнительная литература

1. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. М., Наука, 1966. – 300 с.
2. Гашененко И.Н., Горр Г.В., Ковалев А.М. Классические задачи динамики твердого тела. Киев. Наук. думка, 2012. – 402 с.
3. Горр Г.В., Мазнев А.В. Динамика гиростата, имеющего неподвижную точку. Донецк: ДонНУ, 2010. – 364 с.
4. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения. М.-Л.; Гостехиздат, 1966. – 550 с.
5. Маркеев А.П. Теоретическая механика. М.: Наука, 1999. – 572 с.
6. Румянцев В. В. Об управлении ориентацией и о стабилизации спутника роторами. Вестн. Моск. ун-та. Математика, механика. – 1970. – № 2. – С. 83–96.