

УДК 531.36(075)+629.78(075)
ББК В213.7я7+О6я7
Б249

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. П. К. Кузнецов,
д-р физ.-мат. наук, доц. А. В. Дорошин

Баринова, Елена Витальевна

Б249

Основы теории устойчивости движения применительно к задачам космической техники: учебное пособие / *Е.В. Баринова.* – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 120 с.

ISBN 978-5-7883-1975-9

В учебном пособии излагаются основы теории устойчивости динамических систем: классические методы теории устойчивости (первый и второй метод Ляпунова, теоремы Четаева, Красовского и др.), теория устойчивости консервативных систем, преобразования Рауса, влияние структуры сил на устойчивость движения. Рассматриваемые методы теории устойчивости исследуются применительно к задачам космической техники.

Предназначено для обучающихся по направлениям подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика (уровень бакалавриата), 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика (уровень магистратуры), 03.04.01 Прикладные математика и физика (уровень магистратуры, профиль «Космические информационные системы и наноспутники. Навигация и дистанционное зондирование»), 01.03.03 Механика и математическое моделирование и может быть использовано при выполнении выпускных квалификационных работ.

Подготовлено на межвузовской кафедре космических исследований.

УДК 531.36(075)+629.78(075)
ББК В213.7я7+О6я7

ISBN 978-5-7883-1975-9

© Самарский университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	7
1.1 Основные понятия и определения теории устойчивости движения.....	7
1.2 Уравнения возмущённого движения.....	15
1.3 Уравнения возмущённого движения конического маятника.....	18
2 ПРЯМОЙ МЕТОД ЛЯПУНОВА ДЛЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ.....	21
2.1 Функции Ляпунова.....	21
2.2 Теорема Ляпунова об устойчивости движения.....	29
2.3 Теоремы об асимптотической устойчивости.....	31
2.4 Теоремы о неустойчивости движения.....	37
2.5 Методы построения функции Ляпунова	40
2.6 Устойчивость движения конического маятника	42
2.7 Устойчивость стационарного движения центра масс искусственного спутника Земли	45
3 УСТОЙЧИВОСТЬ ПО ПЕРВОМУ ПРИБЛИЖЕНИЮ	49
3.1 Постановка задачи.....	49
3.2 Устойчивость равновесия линейных автономных систем.....	53
3.3 Основные теоремы об устойчивости движения по первому приближению	59
3.4 Критерий Гурвица.....	63
4 УСТОЙЧИВОСТЬ РАВНОВЕСИЯ И СТАЦИОНАРНЫХ ДВИЖЕНИЙ КОНСЕРВАТИВНЫХ СИСТЕМ.....	66
4.1 Теорема Лагранжа.....	66

4.2 Циклические координаты. Преобразования Рауса.....	70
4.3 Стационарное движение и условия его устойчивости	75
4.4 Устойчивость стационарных движений центра масс искусственного спутника Земли	78
5 ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЙ ОТНОСИТЕЛЬНО РАВНОВЕСИЯ СПУТНИКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО И ГРАВИТАЦИОННОГО МОМЕНТОВ	
5.1 Системы координат и проекции моментов.....	82
5.2 Уравнения движения относительно центра масс	85
5.3 Определение положений равновесия сферического спутника	89
5.4 Исследование устойчивости положений равновесия сферического спутника.....	92
5.5 Определение положений равновесия наноспутника формата CubeSat.....	95
6 ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ СИЛ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ	
6.1 Классификация сил	101
6.2 Постановка задачи.....	111
6.3 Коэффициенты устойчивости	113
6.4 Влияние гироскопических и диссипативных сил на устойчивость равновесия потенциальной системы	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	118