



# НЕУСТОЙЧИВОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ И ВОЛНОВЫХ СИСТЕМ

Авторы: Д. И. Трубецков

---

НЕУСТОЙЧИВОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ И ВОЛНОВЫХ СИСТЕМ, свойства колебательных или волновых систем менять своё состояние и/или поведение под действием возмущений. Говорят о неустойчивости системы вообще, о неустойчивости её определённого движения (траектории или решения), о неустойчивости статич. положения системы (т. е. состояния равновесия), неустойчивости периодич. движений системы и т. д. Неустойчивость состояния равновесия приводит к смене состояния равновесия или к установлению колебательного режима. Неустойчивость периодич. движений системы меняет поведение системы. Н. к. и в. с. могут быть по отношению к произвольным конечным возмущениям и по отношению к бесконечно малым возмущениям. Система неустойчива, если решения, близкие по начальным значениям, различаются на конечных временах. Выделяют также структурную неустойчивость, когда включение в математич. модель системы любых дополнит. факторов качественно меняет её поведение.

В колебат. системах существуют разл. механизмы неустойчивости. Напр., когда в радиофицированном зале микрофон расположен слишком близко к динамику либо слишком велико усиление, возникают нарастающие шумы. Нарастающий звук свидетельствует о самовозбуждении системы «микрофон – усилитель – динамик», т. е. о её неустойчивости за счёт положительной [обратной связи](#), при которой коэф. усиления больше потерь в системе. Такого же типа неустойчивость возникает в осцилляторах, у которых зависимость трения (сопротивления, проводимости) от скорости (тока, напряжения) имеет падающий участок.

В известной экологич. модели «хищник – жертва» возникает структурная неустойчивость. Если дополнить модель эмпирич. законом Моно (скорость

размножения хищников пропорциональна численности жертв, если эта численность мала, и слабо зависит от неё, если численность жертв велика), то возникает неустойчивость, связанная с действием положительной обратной связи. Простейший пример неустойчивости в системе без трения – неустойчивость шарика на горке.

В системах без диссипации возникновение и нарастание колебаний возможно при резонансном отборе энергии у источника, даже когда он неколебательный. Подобная неустойчивость является причиной флаттера крыла самолёта – нарастающих изгибно-продольных колебаний. В колебат. системах с полутора и более степенями свободы (которые описываются системами нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений) неустойчивость периодич. режимов может приводить к возникновению динамического хаоса.

## Литература

Лит.: Рокар И. Неустойчивость в механике. М., 1959; Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э. Теория колебаний. 2-е изд. М., 1981; Рабинович М. И., Трубецков Д. И. Введение в теорию колебаний и волн. 3-е изд. М.; Ижевск, 2000; Кузнецов С. П. Динамический хаос. М., 2001; Базыкин А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. М.; Ижевск, 2003.