

# РАВНОВЕСИЯ СОСТОЯНИЕ

Авторы: В. И. Некоркин, Д. В. Касаткин, А. С. Дмитричев

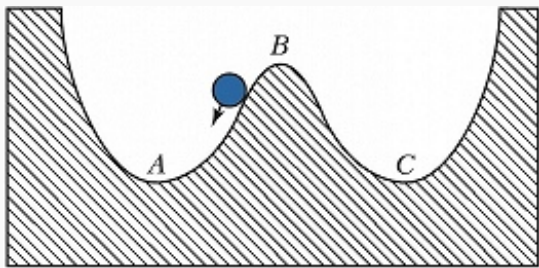


Рис. 1. Массивный шарик в жёлобе.

РАВНОВЕСИЯ СОСТОЯНИЕ, состояние системы, при котором все описывающие её переменные не изменяются во времени. Образом Р. с. в [фазовом пространстве](#) соответствующей [динамической системы](#) является точка. Р. с. могут быть грубыми (структурно устойчивыми) и негрубыми.

Негрубые Р. с. исчезают в фазовом пространстве при сколь угодно малых изменениях параметров динамич. системы, грубые сохраняются даже при конечных изменениях параметров. Пример физич. системы с грубыми Р. с. – массивный шарик в жёлобе, состоящем из двух ямок (рис. 1). Здесь могут существовать три Р. с., когда шарик находится в положениях

*A*,

*B* и

*C*. Положение

*B* отвечает неустойчивому Р. с., т. к. при сколь угодно малых отклонениях шарик начинает двигаться и покидает окрестность этой точки. Иначе ведёт себя шарик, если изначально он покоился в точке

*A* или

*C*. Получив отклонение, шарик начнёт двигаться с уменьшающейся за счёт трения скоростью и придёт в одно из состояний

*A* или

*C* в зависимости от величины отклонения, сохранив или изменив своё начальное Р. с.

Таким образом, Р. с. может быть устойчивым по отношению к одним отклонениям и неустойчивым по отношению к другим.

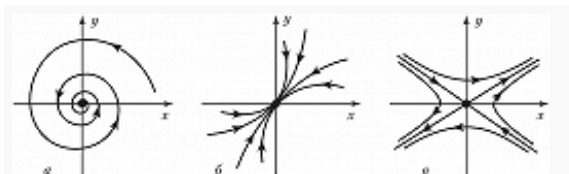


Рис. 2. Различные типы состояния равновесия на фазовой плоскости:

а – устойчивый фокус; б – устойчивый узел; в – седло.

Пример системы с негрубыми Р. с. – массивный шарик на горизонтальной поверхности. Такая система имеет бесконечное число устойчивых Р. с., называемых безразлично устойчивыми.

Отклонения шарика лишь переводят его в новое положение равновесия. Однако при небольшом изменении наклона поверхности рассмотренные Р. с. исчезают и положения шарика теряют

устойчивость. С математич. точки зрения Р. с. асимптотически устойчиво, если все траектории, начинающиеся в его малой окрестности, приближаются к нему при  $t \rightarrow +\infty$ . Если же хотя бы одна из траекторий уходит из этой окрестности, Р. с. неустойчиво. Траектории, начинающиеся в малой окрестности грубого Р. с., ведут себя по-разному, соответственно выделяют разл. типы Р. с. Для динамич. систем на плоскости траектории могут возвращаться к Р. с. (или уходить от него), совершая либо не совершая при этом колебания. При наличии колебаний наблюдается Р. с. типа фокус (рис. 2, а); если колебания отсутствуют, наблюдаются Р. с. типа узел (рис. 2, б). Если по некоторым направлениям траектории стремятся к Р. с., а по другим уходят от него, то такое Р. с. называют седлом (рис. 2, в).

## Литература

Лит.: Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э. Теория колебаний. 2-е изд. М., 1981.