типа контактов со средой (напр., теплового контакта с термостатом, обмена с ним веществом). Изоляция осуществляется обычно при помощи неподвижных стенок, непроницаемых для вещества (возможны также случаи подвижных стенок и полупроницаемых перегородок). Если стенки не проводят теплоты (как, напр., в сосуде Дьюара), то изоляция наз. адиабатической. При теплопроводящих (диатермических) стенках между системой и внеш. средой, пока не установилось Р. т., возможен теплообмен. При полупроницаемых для вещества стенках Р. т. наступает, когда в результате обмена веществом между системой и внеш. средой выравниваются хим. потенциалы среды и системы. Переход системы в Р. т. наз. релаксацией.

Одно из условий Р. т.— механич. равновесие, при к-ром невозможны никакие макроскопич. движения частей системы, но поступат. движение и вращение системы как целого допустимы. В отсутствие внеш. полей и вращения системы условием её механического равновесия является постоянство давления во всём объёме системы. Др. необходимые условия Р. т.— постоянство темп-ры и хим. потенциала в объёме системы, они определяют термическое и химическое равновесие системы.

Достаточные условия Р. т. (условия устойчивости) могут быть получены из *второго начала термодинамики*; к ним, напр., относятся: возрастание давления при уменьшении объёма (при пост. темп-ре) и положит. значение теплоёмкости при пост. давлении. В общем случае система находится в Р. т. тогда, когда термодинамич. потенциал системы, соответствующий независимым в данных условиях переменным, минимален (см. *Потенциалы термодинамические*), а *энтропия* — максимальна.

Лит.: Леонтович М. А., Введение в термодинамику, 2 изд., М.— Л., 1952; Кубо Р., Термодинамика, пер. с англ., М., 1970; Мюнстер А., Химическая термодинамика, пер. с нем., М., 1971. *Д. Н. Зубарев.*

РАВНОВЕСИЯ СОСТОЯНИЕ динамической системы — состояние *динамической системы*, к-рое не изменяется во времени. Р. с. может быть устойчивым, неустойчивым и безразлично-устойчивым. Движение системы вблизи равновесия (при малом от него отклонении) существенно различается в зависимости от характера (типа) Р. с. В случае систем с одной степенью свободы, если Р. с. устойчиво, то при малом возмущении (отклонении) система возвращается к нему, совершая затухающие колебания (на фазовой плоскости такому движению соответствует устойчивый фокус — рис. 1, *а*) или двигаясь апериодически (устойчивый узел — рис. 2, *а*). Вблизи неустойчивого Р. с. малые отклонения системы нарастают, при этом система совершает колебания (неустойчивый фокус — рис. 1, *б*) или движется апериодически (неустойчивый узел — рис. 2, *б*); вблизи седлового Р. с. (рис. 3) возможно вначале приближение к Р. с., а затем уход от него. Наконец, в случае безразлично-устойчивого Р. с. («центр», рис. 4) малые отклонения приводят к незатухающим колебаниям вблизи Р. с. Для систем с неск. степенями свободы движение системы вблизи Р. с. может быть более сложным и существенно зависит от характера начального отклонения.

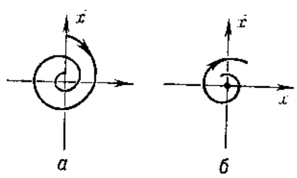

Рис. 1. Поведение траекторий в окрестности устойчивого (*а*) и неустойчивого (*б*) фокусов; здесь $n = 2$, $\lambda_{1,2} = \alpha \pm i\omega$; $\alpha < 0$ (*а*) и $\alpha > 0$ (*б*).

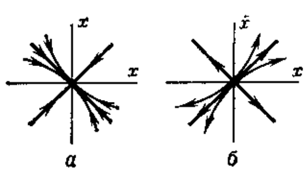

Рис. 2. Траектории в окрестности устойчивого (*а*) и неустойчивого (*б*) узлов; $\lambda_2 < \lambda_1 < 0$ (*а*), $0 < \lambda_1 < \lambda_2$ (*б*).

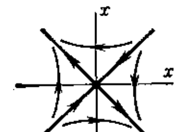

Рис. 3. Состояние равновесия типа «седло».

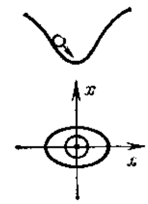

Рис. 4. Замкнутые траектории в окрестности точки типа «центр».

Движение динамич. системы вблизи Р. с. чаще всего описывается линеаризов. ур-ниями, имеющими решение в виде сумм экспонент $a_i\exp(\lambda_i t)$ с комплексными (в общем случае) характеристич. показателями λ_i — корнями характеристич. ур-ния:

$$\det(A-\lambda E)=0,$$

где $A = \partial X_i(x_*)/\partial x_j$, а X_i — правая часть дифференц. ур-ний, описывающих исследуемую систему:

$$dx_i/dt=X_i;$$

x_* — решение, отвечающее равновесию, $X(x_*) = 0$. Если $\mathrm{Re}\lambda_k < 0$ ($\mathrm{Re}\lambda_k > 0$), то Р. с. асимптотически устойчиво (неустойчиво) и через все точки в окрестности x_* проходят траектории, стремящиеся к x_* при $t \to \infty$ ($t \to -\infty$),— рис. 1.

Если $\mathrm{Re}\lambda_k < 0$, $k = 1,\ldots, m$, $\mathrm{Re}\lambda_j > 0$, $j = m+1, \ldots, n$, то Р. с.— «седло»; траектории, стремящиеся к нему при $t \to \infty$ ($t \to -\infty$), лежат на устойчивом (неустойчивом) многообразии — многомерной сепаратрисе размерности m ($n - m$) — рис. 5.

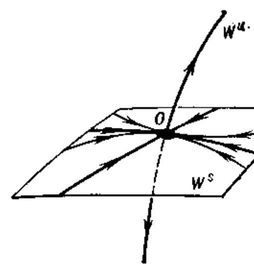

Рис. 5. «Седло» в трёхмерном фазовом пространстве; $\lambda_2 < \lambda_1 < 0$, $\lambda_3 > 0$; W^s — двумерное устойчивое, W^u — одномерное неустойчивое многообразия.

В консервативных (в частности, гамильтоновых) динамич. системах устойчивыми (по Ляпунову) могут быть лишь Р. с. с чисто мнимыми или нулевыми λ_k. Напр., незатухающие колебания шарика в «потенциальной яме» (рис. 4) описываются движением точки по замкнутой траектории в окрестности Р. с. типа «центр», для к-рого $\lambda_{1,2} = \pm i\omega$.

Если динамич. система зависит от параметра, то (даже и в неконсервативном случае) при его изменении $\mathrm{Re}\lambda_k$ может обратиться в нуль, и тогда Р. с. может претерпевать *бифуркации*, связанные с потерей (приобретением) устойчивости или с изменением размерности его сепаратрис (см. также *Устойчивость движения*).

Лит.: Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э., Теория колебаний, 3 изд., М., 1981; Баутин Н. Н., Леонтович Е. А., Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости, М.,