

конечного числа ф-ций времени. Тем самым исходное (бесконечномерное) Ф. п. редуцируется к Ф. п. конечной размерности [именно так получена система Лоренца (15), приближённо описывающая термоконвективные течения в слое жидкости]. Это отвечает выделению существенных переменных («параметров порядка») и пренебрежению всеми прочими («подчинёнными») переменными. По существу сходная процедура реализуется при численном интегрировании ур-ний в частных производных.

См. также *Стохастические колебания, Динамическая система, Фракталы.*

Лит.: Арнольд В. И., Обыкновенные дифференциальные уравнения, 3 изд., М., 1984; его же, Математические методы классической механики, 3 изд., М., 1989; Рабинович М. И., Трубецков Д. И., Введение в теорию колебаний и волн, 2 изд., М., 1992; Хакен Г., Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах, пер. с англ., М., 1985; Заславский Г. М., Сагдеев Р. З., Введение в нелинейную физику, М., 1988. *Н. А. Кириченко.*

ФАЗОВОЕ РАВНОВЕСИЕ — одновременное существование термодинамически равновесных фаз в многофазной системе: жидкости со своим насыщенным паром, воды и льда при темп-ре плавления, двух несмешивающихся жидкостей (напр., смесь воды с триэтиламином), отличающихся концентрациями. В равновесии могут находиться (при отсутствии внеш. магн. поля) две фазы *ферромагнетика* с одинаковой осью лёгкого намагничивания, но с разл. направлением намагниченности, нормальная и сверхпроводящая фазы металла во внеш. магн. поле и т. д.

В условиях термодинамического равновесия химические потенциалы каждого компонента в различных фазах системы одинаковы. Отсюда следует *Гиббса правило фаз*: в веществе, состоящем из k компонентов, одновременно может существовать не более $k+2$ равновесных фаз. Число термодинамических степеней свободы, то есть физических параметров системы, которые можно изменять, не нарушая условий фазового равновесия, равно $k+2-\phi$, где ϕ — число фаз, находящихся в равновесии. Например, три фазы двухкомпонентной системы могут находиться в равновесии при разных температурах, но давление и концентрация компонентов полностью определяются заданной температурой.

Изменение темп-ры фазового перехода (кипения, плавления и др.) при бесконечно малом изменении давления определяется *Клапейрона — Клаузиуса уравнением*. Графики, изображающие зависимость одних термодинамич. переменных от других в условиях Ф. р., наз. линиями (поверхностями) равновесия, а их совокупность — *диаграммой состояний*. Линия Ф. р. может либо пересечься с др. линией равновесия (*тройная точка*), либо закончиться с *критической точкой*.

В твёрдых телах вследствие медленного протекания процессов *диффузии*, приводящих к термодинамич. равновесию, возникают неравновесные фазы, к-рые могут существовать наряду с равновесными. В этом случае правило фаз может не выполняться. Правило фаз не выполняется и в критич. точке, где фазы не отличаются друг от друга.

В массивных образцах в отсутствие дальнедействующих сил взаимодействия между частицами число границ между равновесными фазами минимально. Напр., в случае двухфазного равновесия имеется одна поверхность раздела фаз. Если же в одной из фаз существует дальнедействующее поле (электрическое, магнитное), выходящее из вещества, то энергетически более выгодны равновесные состояния с большим числом периодически расположенных фазовых границ (ферромагн. и сегнетоэлектрич. домены, промежуточное состояние сверхпроводников) и с таким расположением фаз, при к-ром поле не выходит за пределы тела. Форма границ раздела фаз определяется условием минимальности значения *поверхностной энергии*. Так, в двухкомпонентной смеси при условии равенства плотностей фаз граница раздела имеет сферич. форму. Огранка кристаллов определяется плоскостями, поверхностная энергия к-рых минимальна.

Лит.: Френкель Я. И., Статистическая физика, М.—Л., 1948; Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М., Курс общей физики. Механика и молекулярная физика, 2 изд., М., 1969. *В. Л. Покровский.*

ФАЗОВРАЩАТЕЛЬ — устройство, осуществляющее поворот фазы электрич. сигнала. Широко используется в разл. радиотехн. устройствах — антенной технике, технике связи, радиоастрономии, измерит. технике и др. (см. также *Антенна, Радиоприёмные устройства, Радиопередающие устройства*). Ф. подразделяются на фиксированные (с фиксированным фазовым сдвигом) и регулируемые (с регулируемым фазовым сдвигом).

Простейшим фиксированным Ф. является отрезок линии передачи. Фазовый сдвиг, вносимый таким Ф.,

$$\Phi = 2\pi l/\lambda, \quad (1)$$

где l — длина Ф., λ — длина волны в *линии передачи*. В таком Ф. фазовый набег пропорц. рабочей частоте. Дифференц. фазовый сдвиг, являющийся разностью фазовых сдвигов, вносимых трактом с Ф. (рабочий канал) и трактом без Ф. (о п о р н ы й к а н а л), в этом случае также пропорц. частоте. Введением спец. корректирующих цепей можно получить постоянный в диапазоне рабочих частот фазовый сдвиг в рабочем канале относительно фазового сдвига в опорном канале. В качестве корректирующих цепей используется обычно одна или неск. секций связанных однородных линий, каскадно соединённых между собой, как показано на рис. 1. Соответствующим выбором

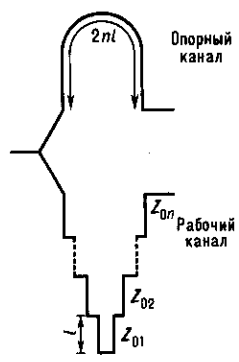


Рис. 1. Фазовращатель на связанных линиях передачи.



Рис. 2. Фазочастотные характеристики рабочего и опорного каналов фазовращателя на связанных линиях передачи.

параметров связанных линий в Ф. может быть получен заданный фазовый сдвиг относительно опорного канала, не изменяющийся в полосе рабочих частот. Типичные фазочастотные характеристики Ф. на связанных линиях и линии опорного канала приведены на рис. 2. Для получения фиксированного фазового сдвига, равного 90° , могут использоваться направленные ответвители с равным делением мощности, в выходных плечах к-рых сигналы сдвинуты по фазе относительно друг друга на 90° во всём диапазоне рабочих частот.

Регулируемые Ф. подразделяются на Ф. с электрич. и «ручным» управлением. В Ф. с «ручным» управлением регулировка фазы может осуществляться за счёт изменения геом. длины линии либо за счёт изменения длины волны в линии. Геом. длина может регулироваться, напр., в телескопич. конструкции линии. Регулировка длины волны в линии может осуществляться регулировкой параметров заполняющей среды, напр., при помощи перемещения в линии диэлектрич. пластины с достаточно высокой диэлектрич. проницаемостью. Электрич. регулировка фазы осуществляется с помощью активных элементов с управляемым сопротивлением, в качестве к-рых могут применяться полупроводниковые диоды.

По характеру перестройки фазы Ф. подразделяются на аналоговые и дискретные соответственно с плавной и сту-