

независимых равновероятных двоичных символов этими видами модуляции.

Лит.: 1) Гоноровский И. С., Демин М. П., Радиотехнические цепи и сигналы, 5 изд., М., 1994; 2) Соколинский В. Г., Шейнман В. Г., Частотные и фазовые модуляторы и манипуляторы, М., 1983; 3) Gronemeyer S. A., McBride A. L., MSK and Offset QPSK modulation, «IEEE Trans. on Commun.», 1976, v. COM-24, № 8, p. 809; 4) De Jager F., Dekker C. B., Tamed frequency modulation. A Novel method to achieve spectrum economy in digital transmission, «IEEE Trans. on Commun.», 1978, v. COM-26, № 5, p. 534. В. Г. Шейнман.

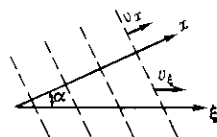
ФАЗОВАЯ РЕЛЬЕФОГРАФИЯ — способ оптической записи информации в виде поверхностного рельефа на прозрачном или отражающем носителе; воспроизводит информацию преобразованием фазовых изменений излучения в амплитудные. Термин впервые введён Ю. П. Гуцко (1974). Носителями информации в Ф.р. служат прозрачные (за редкими исключениями) масляные, термопластические или гелеобразные тонкие слои. Такой запоминающий слой входит в состав многослойной (обычно двух- или трёхслойной) структуры. В двухслойной структуре запоминающий слой представляет собой дисперсную систему, состоящую из фотополупроводникового материала и полимерного связующего, к-рый наносится на тонкий слой электропроводящего материала. В трёхслойной структуре диэлектрич. запоминающий слой наносится на слой фотополупроводника, в свою очередь граничащего с проводящим слоем. Все эти слои чаще всего прозрачны: запись информации и её воспроизведение осуществляются на просвет, хотя существуют структуры, в к-рых свет отражается либо от зеркального проводника-подложки, либо от непрозрачной поверхности запоминающего фотополупроводникового слоя. Равномерно заряженная запоминающая поверхность и заземлённый проводник-подложка являются своеобразным конденсатором.

При записи оптич. информации в двухслойной структуре воздействие светового сигнала приводит к стеканию части поверхностного заряда на подложку (тем больше, чем больше освещённость данного микроучастка поверхности); в трёхслойной структуре, напротив, заряд противоположного знака переходит с подложки на граничащий с запоминающим слоем поверхность фотополупроводника. В обоих типах структур эл.-статич. силы притяжения разноимённых зарядов деформируют поверхность мягкого запоминающего слоя (либо сразу, либо после его нагревания — т. н. теплового проявления), образуя рельеф, в к-ром распределение глубины соответствует распределению потока излучения по поверхности, т. е. в получаемом рельефе кодируется оптич. информация. При считывании записанной информации различия толщины рельефа вызывают разл. изменения фазы считывающей световой волны. Фазовые различия не воспринимаются глазом и др. приёмниками оптич. излучения. Поэтому их преобразуют в изменения амплитуды световой волны (т. е. интенсивности считывающего пучка), к-рые регистрируются приёмниками излучения (включая глаз). Такое преобразование осуществляют гл. обр. теневым методом, но в принципе его можно сделать по аналогии с методом фазового контраста в микроскопии.

Структуры, применяемые в Ф.р., можно использовать многократно: запись после считывания «стирается» тепловой обработкой. Гл. достоинство — возможность считывания информации в реальном масштабе времени, т. е. сразу после записи, что позволяет применять Ф.р. для практически мгновенной передачи и преобразования изображений (напр., в телевидении). Высокая разрешающая способность и быстрое действие, характеризующие метод Ф.р., делают его перспективным для голографии, для использования в ЭВМ (в оперативной памяти, при вводе и выводе информации), для разл. видов оптич. обработки изображений.

Лит.: Термопластическая запись. Сб. пер. ст., сост. и пер. Ю. А. Василевский, М., 1966; Гуцко Ю. П., Фазовая рельефография, М., 1974; его же, Физика рельефографии, М., 1992; Перспективы и возможности несеребряной фотография, под ред. А. Л. Каргужанского, Л., 1988. А. Л. Каргужанский.

ФАЗОВАЯ СКОРОСТЬ — скорость перемещения фазы волны в определ. направлении. В случае монохроматич. плоской волны вида $u(x, t) = A \cos \varphi = A \cos(\omega t - kx)$ (где A — амплитуда, φ — фаза, ω — круговая частота, k — волновое число, t — время, x — расстояние, отсчитываемое в направлении распространения волны) фазовые фронты или плоскости пост. фазы $\varphi = \text{const}$ перемещаются в пространстве вдоль x с Ф.с. $v_\varphi = v_x = \omega/k$. Однако в любом ином направлении ξ , составляющем с x угол α ($\xi = x \cos \alpha$), скорость перемещения фазы превышает v_x , поскольку $v_\xi = v_x / \cos \alpha$ (рис.). Т. о., в отличие от волнового вектора k , Ф.с. не является векторной величиной в обычном смысле и может даже произвольно превышать скорость распространения света c . Волны с $v_\varphi > c$ наз. быстрыми, а с $v_\varphi < c$ — медленными. Различают также прямые волны, фазовые и групповые скорости в к-рых направлены в одну сторону, и обратные волны, в к-рых эти скорости направлены противоположно друг другу.



Зависимость Ф.с. от частоты ω определяет дисперсию волн, что приводит к искажению формы передаваемого сигнала конечной длительности, за исключением нек-рых особых случаев, когда эти искажения компенсируются нелинейными эффектами (см. Солитон).

Лит. см. при статьях Волны, Групповая скорость.

М. А. Миллер.

ФАЗОВАЯ ТРАЕКТОРИЯ — кривая в фазовом пространстве, составленная из точек, представляющих состояние динамической системы в последоват. моменты времени в течение всего времени эволюции.

Динамич. система задаётся с помощью закона, позволяющего установить состояние системы в произвольный (допустимый) момент времени $t > 0$, если известно её состояние в нач. момент $t = 0$. Это означает, что задаётся набор фазовых переменных $x = \{x_i, i = 1, 2, \dots, n\}$ и эволюционный оператор T^t , преобразующий состояние $x^0 = x(t=0)$ в состояние $x(t)$:

$$x(t) = T^t x^0, t > 0. \quad (1)$$

Оператор T^t удовлетворяет групповому свойству $T^t T^s = T^{t+s}$, $T^0|_{t=0} = 1$ и задаёт однопараметрич. группу преобразований фазового пространства на себя (параметром группы является время t). Группа преобразований фазового пространства, задаваемая оператором T^t , наз. фазовым потоком. Ф.т. являются орбитами этой группы. Фактически Ф.т. образуется в результате движения фазовой точки $x(t)$ в фазовом пространстве под действием фазового потока. Кривая, начинающаяся в нек-рой нач. точке x^0 и образованная по закону (1), является, вообще говоря, лишь частью Ф.т. Для получения полной Ф.т. необходимо максимально продолжить кривую (1) не только в область $t > 0$, но и в область $t < 0$.

Ф.т. могут представлять собой: 1) отдельные точки; 2) замкнутые кривые; 3) отрезки кривых конечной длины, заключённые между двумя точками (последние могут принадлежать или не принадлежать траектории); 4) кривые, неограниченные в одну или обе стороны. Траектории, являющиеся точками, наз. особыми точками. Они отвечают стационарным состояниям динамич. системы и являются неподвижными точками оператора T^t : $T^t x_c = x_c$. Если Ф.т. целиком находится в конечной области фазового пространства, то говорят, что она отвечает финитному движению системы. В противном случае траектория представляет инфинитное движение.

Часто динамич. систему с конечномерным фазовым пространством задают с помощью автономной системы обыкновенных дифференц. ур-ний

$$\dot{x} = F(x), \quad (2)$$

где $F(x) = \{F_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, 2, \dots, n\}$. Если в нек-рой области фазового пространства ф-ция $F_i(x)$ непрерывно дифференцируема, то в этой области различные Ф.т.