ческое действие световой волны связано с её электрич. вектором.

Лит.: Ландсберг Г. С., Оптика, 5 изд., М., 1976. *Л. Н. Капорский.*

ВИНЕРА—ХИНЧИНА ТЕОРЕМА — утверждение о том, что спектральная плотность $\tilde{\Gamma}(\omega)$ стационарного *случайного процесса* $\xi(t)$, связанная с его корреляц. ф-цией $\Gamma(\tau)=\langle\xi(t+\tau)\xi^*(t)\rangle$ преобразованием Фурье:

$$\tilde{\Gamma}(\omega)=(2\pi)^{-1}\int_{-\infty}^{\infty}\Gamma(\tau)\,e^{-i\omega\tau}d\tau, \qquad (1)$$

неотрицательна, $\tilde{\Gamma}(\omega)\geqslant 0$ (угловые скобки означают статистич. усреднение, $*$ — комплексное сопряжение). Спектральную плотность наз. также спектром мощности случайного процесса. В.—Х. т. получена Н. Винером (N. Wiener) в 1930, в иной формулировке — А. Я. Хинчиным в 1934.

Неотрицательность спектральной плотности $\tilde{\Gamma}(\omega)$ позволяет трактовать эту величину (при $\omega\neq 0$) как меру интенсивности флуктуаций случайного процесса $\xi(t)$ на частоте ω. Такая трактовка становится очевидной, если заметить, что спектральная плотность $\tilde{\Gamma}(\omega)$ связана со случайным спектром

$$\tilde{\xi}(\omega)=\int_{-\infty}^{\infty}\xi(t)\,e^{-i\omega t}\,dt/2\pi \qquad (2)$$

соотношением $\langle\tilde{\xi}(\omega_1)\,\tilde{\xi}^*(\omega_2)\rangle=\tilde{\Gamma}(\omega_1)\,\delta(\omega_1-\omega_2)$, где $\delta(\omega)$ — дельта-функция. Это наглядное соотношение непосредственно вытекает из (1) и (2) и при теоретич. анализе обычно позволяет получать правильные следствия, однако оно является чисто формальным, т. к. отд. реализации стационарного процесса $\xi(t)$, вообще говоря, не исчезают при $|t|\to\infty$ и спектр (2) в обычном смысле не существует. Чтобы обойти эту трудность, достаточно рассмотреть вместо (2) спектр «обрезанных» реализаций:

$$\tilde{\xi}^T(\omega)=\int_{-T}^{T}\xi(t)\,e^{-i\omega t}\,dt/2\pi, \qquad (3)$$

к-рый при больших T можно трактовать как нек-рую аппроксимацию (2). Из (1) и (3) следует, что для стационарного процесса

$$\tilde{\Gamma}(\omega)=\lim_{T\to\infty}\pi T^{-1}\langle|\tilde{\xi}^T(\omega)|^2\rangle,$$

т. е. спектральная плотность пропорциональна ср. квадрату амплитуды случайного спектра $\tilde{\xi}^T(\omega)$.

Спектральная плотность $\tilde{\Gamma}(\omega)$ служит одним из осн. понятий при корреляц. анализе случайных ф-ций в статистич. радиофизике, в теории равновесных тепловых флуктуаций, в физ. кинетике и др. и допускает непосредств. обобщение на статистически однородные и стационарные случайные поля, переходя в пространственно-временной спектр случайного поля.

Лит.: Гроот С. де, Мазур П., Неравновесная термодинамика, пер. с англ., М., 1964; Введение в статистическую радиофизику, ч. 1 — Рытов С. М., Случайные процессы, М., 1976; ч. 2 — Рытов С. М., Кравцов Ю. А., Татарский В. И., Случайные поля, М., 1978; Яглом А. М., Корреляционная теория стационарных случайных функций с примерами из метеорологии, Л., 1981. *Л. А. Апресян.*

ВИНЕРА — ХОПФА МЕТОД — метод решения интегр. ур-ний спец. вида

$$\varphi(x)=f(x)+\lambda\int_{0}^{\infty}v(x-y)\,\varphi(y)\,dy,$$

наз. ур-ниями типа Винера—Хопфа. Разработан Н. Винером и Э. Хопфом (E. Hopf) в 1931 Введение ф-ций $\varphi_{\pm}(x)=\theta(\pm x)\varphi(x)$, где $\theta(x)=1$ при $x>0$, $\theta(x)=0$ при $x<0$, позволяет свести интеграл в этом ур-нии к интегралу типа свёртки. Применяя преобразование Фурье, получаем линейное ур-ние с двумя неизвестными ф-циями. Используя их свойства аналитичности, можно найти общее решение исходного ур-ния с точностью до произвольных постоянных, к-рые определяются из дополнит. условий.

В.—Х. м. был разработан для задачи о дифракции волн на полуплоскости, нашёл применение в теории волноводов, в задачах о дифракции волн и переносе излучения.

Лит.: Фок В. А., О некоторых интегральных уравнениях математической физики, Матем. сб., 1944, т. 14, № 1—2, с. 3—50; Морс Ф. М., Фешбах Г., Методы теоретической физики, пер. с англ., т. 1, М., 1958; Нобл Б., Применение метода Винера—Хопфа для решения дифференциальных уравнений в частных производных, пер. с англ., М., 1962; Мэтьюз Дж., Уокер Р., Математические методы физики, пер. с англ., М., 1972.

ВИНЕРОВСКИЙ СЛУЧАЙНЫЙ ПРОЦЕСС — нормальный *марковский случайный процесс* $x(t)$ с независимыми приращениями. В любой момент времени t распределение вероятностей В. с. п.—гауссово (нормальное). Плотность вероятности В. с. п. в одномерном случае равна

$$P(x,\ t)=(2\pi at)^{-1/2}\exp(-x^2/2at)$$

и удовлетворяет *диффузии уравнению* $\partial P/\partial t=(a/2)\,\partial^2P/\partial x^2$, где a — коэф. диффузии. Плотность распределения приращений $\Delta x=x(t_2)-x(t_1)$ за время $\Delta t=t_2-t_1$ равна $P(\Delta x,\ \Delta t)=(2\pi a\Delta t)^{1/2}\exp[-(\Delta x)^2/2a\,\Delta t]$. Распределение вероятностей В. с. п. изучено Н. Винером в 1923. Ср. значение В. с. п. равно нулю, $\langle x(t)\rangle=0$, а *дисперсия* линейно растёт со временем: $\sigma^2=at$, корреляц. ф-ция В. с. п. определяется выражением

$$\langle x(t)\,x(t')\rangle=a\min(t,\ t').$$

Траектории В. с. п. непрерывны, но нигде не дифференцируемы. Производная В. с. п. — обобщённый случайный процесс $n(t)$ — наз. *белым шумом* (стационарный нормальный случайный процесс с независимыми значениями, нулевым ср. значением и дельтаобразной корреляц. ф-цией, $\langle n(t)\,n(t')\rangle=a\delta(t-t')$). В. с. п. — общепринятая модель *броуновского движения*, описывает флуктуации фазы в автогенераторах и лазерах.

Лит.: Кац М., Вероятность и смежные вопросы в физике, пер. с англ., М., 1965; Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С., Введение в статистическую радиофизику и оптику, М., 1981. *Р. А. Минлос.*

ВИНЕРОВСКИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕГРАЛ — интеграл по мере Винера от к.-л. функционала в пространстве $C_k^{x_0}(0,\ T)$ k-мерных непрерывных траекторий $x(t)$, определённых для значений параметра t на отрезке $[0,\ T]$, причём $x(0)=x_0$. Если $W_{0,\,T}^{x_0}$ — мера Винера в $C_k^{x_0}(0,\ T)$ (распределение вероятностей *винеровского случайного процесса*, начинающегося в точке x_0), то для любого функционала $F[x(\tau)]$ В. ф. и. равен $\int_{C_k^{x_0}(0,\ T)}F[x(\tau)]\,dW_{0,\,T}^{x_0}$. Часто такие интегралы определяют по условной мере $W_{0,\,T}^{x_0,\,y_0}$, порождаемой мерой Винера на пространстве траекторий $x(t)$ из $C_k^{x_0}(0,\ T)$, таких, что $x(T)=y_0$. В. ф. и. введён Н. Винером в 1923.

Применения В. ф. и. в матем. физике связаны с известным представлением *Грина функции* $G(x,\ y)$ для *диффузии уравнения* $du/dt=\Delta u+V(x)u$, где Δ — оператор Лапласа, $V(x)$ — потенциал:

$$G(x,\ y)=\int\exp\left\{-\int_0^T V[x(\tau)]\,d\tau\right\}dW_{0,\,T}^{x,\,y}.$$

Корректность определения В. ф. и. служит матем. обоснованием использования *функциональных интегралов* в квантовой механике.

Лит.: Кац М., Вероятность и смежные вопросы в физике, пер. с англ., М., 1965; Глимм Д., Джаффе А., Математические методы квантовой физики. Подход с использованием функциональных интегралов, пер. с англ., М., 1984. *Р. А. Минлос.*