

обусловлено тем, что соответствующие симметрии можно рассматривать как симметрии пространства-времени (мира), в к-ром движутся материальные тела. Так, сохранение энергии связано с однородностью времени, т. е. с инвариантностью физ. законов относительно изменения начала отсчёта времени; сохранение импульса и момента связаны соответственно с однородностью пространства (инвариантность относительно пространственных сдвигов) и изотропностью пространства (инвариантность относительно вращений пространства). Поэтому проверка механ. С. з. есть проверка соответствующих фундамент. свойств пространства-времени. Долгое время считалось, что кроме перечисленных элементов симметрии пространство-время обладает зеркальной симметрией, т. е. инвариантно относительно пространственной инверсии. Тогда должна была бы сохраняться пространственная чётность. Однако в 1957 было экспериментально обнаружено несохранение чётности в слабом взаимодействии, поставившее вопрос о пересмотре взглядов на глубокие свойства геометрии мира.

В связи с развитием теории гравитации (см. *Тяготение*) намечается дальнейший пересмотр взглядов на симметрии пространства-времени и фундаментальные С. з. (в частности, на законы сохранения энергии и импульса).

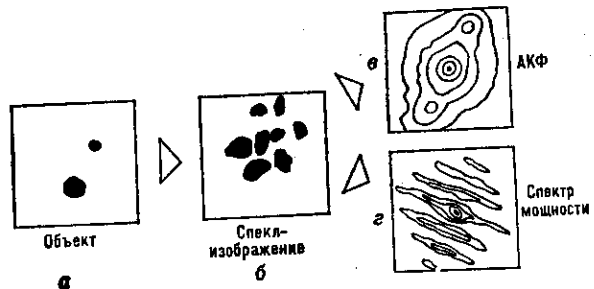
Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., *Механика*, 4 изд., М., 1988; Фейнман Р., *Характер физических законов*, пер. с англ., М., 1968; Вигнер Е., *Этюды о симметрии*, пер. с англ., М., 1971. М. В. Меньский.

**СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ** в астрономии — метод наземных оптич. наблюдений, основанный на анализе тонкой структуры «мгновенных» изображений космич. объектов. С.-и. позволяет получать высокое угл. разрешение при наличии атм. искажений изображения.

В отсутствие атмосферы разрешение идеального (без аббераций) телескопа определяется угл. размером дифракц. кружка, т. е. равно  $1,22 \lambda/D$  радиан (где  $\lambda$  — длина волны,  $D$  — диаметр объектива); напр., для 6-метрового оптич. телескопа эта величина  $\approx 0,02''$ . Из-за искажений волнового фронта в атмосфере и инструменте «мгновенное» изображение точки в реальном телескопе распадается на множество дифракц. пятен (с характерным размером  $\lambda/D$ ), распределённых в области размером  $d \sim 1''$  (спекл-изображение). Вместе с изменением атм. искажений изменяется и структура изображения (характерное время  $\approx 0,02$  с), поэтому при обычных для астрономии экспозициях она размывается. В результате изображение точки представляет собой пятно размером  $d$ , т. е. разрешение телескопа существенно ухудшается. При помощи анализа тонкой структуры серии изображений, зарегистрированных с короткой ( $\approx 0,02$  с) экспозицией, в методе С.-и. удаётся достичь разрешение наземных телескопов до дифракц. предела ценой потери чувствительности.

В 1970 А. Лабейри (А. Labeugie) показал, что наблюдаемые в «мгновенных» изображениях звёзд дифракц. пятна в принципе годятся как спеклам, наблюдаемым при освещении предметов лазером, и возникают за счёт интерференции в фокусе телескопа волн, получивших в атмосфере случайные фазовые задержки. Из-за малости этих задержек спекл-изображения могут наблюдаться не только в монохроматич. свете, но и в достаточно широком диапазоне спектра. Лабейри предложил обрабатывать серии спекл-изображений, вычисляя их ср. спектр мощности или автокорреляц. ф-цию (АКФ) (см. *Случайный процесс*). Пусть, напр., наблюдается тесная двойная звезда (рис., а; негатив); её спекл-изображение (б) состоит из двух идентичных картин, образованных каждым из компонентов. Для отделения характеристик объекта от случайных деталей единичных изображений усредняют АКФ по большому числу изображений (от неск. десятков до миллиона). Усреднённая АКФ (рис., в; приведены линии равных значе-

ний) будет содержать 3 максимума: самый большой в начале координат и 2 боковых, соответствующих совпадению сдвинутых спеклов яркого компонента со спеклами слабого компонента. Расстояние между главным и боковым максимумами равно расстоянию между компонентами двойной звезды. В спектре мощности (рис., г; приведены линии равных значений)



боковым максимумам соответствует система полос. Период полос обратно пропорционален расстоянию между компонентами. По контрасту полос можно определить отношение интенсивностей излучения компонентов.

Осн. ур-ние С.-и. можно получить из следующих соображений. Если  $O(\alpha_1, \alpha_2)$  — распределение интенсивности света в объекте наблюдения,  $P(\alpha_1, \alpha_2)$  — распределение интенсивности в спекл-изображении точки, то распределение интенсивности в изображении объекта  $I(\alpha_1, \alpha_2)$  представляет собой свёртку этих ф-ций ( $\alpha_1, \alpha_2$  и  $\beta_1, \beta_2$  — угл. координаты):

$$I(\alpha_1, \alpha_2) = \iint O(\beta_1, \beta_2) P(\alpha_1 - \beta_1, \alpha_2 - \beta_2) d\beta_1 d\beta_2 \equiv O \odot P.$$

Из определения АКФ

$$C(\beta_1, \beta_2) = \iint I(\alpha_1, \alpha_2) I(\alpha_1 - \beta_1, \alpha_2 - \beta_2) d\alpha_1 d\alpha_2 \equiv I \otimes I$$

(свёртки  $\odot$  и  $\otimes$  отличаются знаками переменной интегрирования во 2-м сомножителе, для симметричных ф-ций они совпадают) получаем осн. ур-ние С.-и.:

$$\langle I \otimes I \rangle = (O \otimes O) \odot (P \otimes P),$$

где угл. скобки обозначают усреднение по реализациям случайной ф-ции  $P$  (по наборам). Зная из наблюдений  $\langle I \otimes I \rangle$  и определив  $\langle P \otimes P \rangle$  по наблюдениям точечного источника (звезды), находим  $O \otimes O$  — АКФ объекта, по к-рой можно судить о его тонкой структуре, но нельзя, вообще говоря, восстановить исходное изображение.

В 1970-х гг. была создана теория С.-и., т. е. рассчитаны свойства спекл-изображений, их связь с характеристиками атм. неоднородностей, телескопа и метода регистрации. Было показано, что спекл-интерферометр есть разновидность звёздного интерферометра Майкельсона, а спеклы суть хаотич. интерференц. полосы. Чувствительность всех звёздных интерферометров ограничена квантовой природой света. Когда за время экспозиции в одном спекле регистрируется в среднем меньше одного фотона, то спеклов уже не видно, но АКФ всё же удаётся измерить за счёт накопления большого числа (до  $10^6$ ) кадров. Необходимость получить приемлемое отношение сигнала к шуму за время наблюдений задаёт предел чувствительности, к-рый сильно зависит как от атм. условий, так и от характера объекта. На крупных телескопах методом С.-и. наблюдают звёзды не слабее  $16-18^m$ .

Наблюдения методом С.-и. начаты в 1972. Вначале спекл-изображения регистрировали на фотоплёнку, ныне преим. используют телевизор, счётчики фотонов. АКФ вычисляют, как правило, в реальном времени с