

Пространственно модулированная фотогенерация носителей заряда или экситонов также позволяет записать изображения, т. е. изменение показателя преломления, обусловленное электронами и дырками, пропорционально их концентрации.

**Регистрирующие среды.** Хотя любой материал может служить регистрирующей средой при достаточно высокой интенсивности записываемых световых пучков, интерес представляют вещества, обладающие высокой фоточувствительностью в задаваемом диапазоне частот, определённой реверсивностью (малоинерционной для преобразования быстропеременных волн или инерционной для преобразований с памятью), позволяющие управлять характером преобразований с помощью внешних воздействий (электрич. и магн. полей, изменения температуры, давления и т. п.).

В Д. г. нашли применение кристаллич. сегнетоэлектрики с линейным эл.-оптич. эффектом (ниобат и танталат лития, селенит). Характерные времена релаксации в них  $10^{-2}$ — $10^2$  с. С помощью внеш. электрич. поля удаётся уменьшить  $\tau_p$  и изменить характер преобразования пучков. В полупроводниках (кристаллах Si) запись определяется фотогенерацией электронно-дырочных пар (межзонные переходы,  $\tau_p \sim 10^{-6}$  с). При высоких уровнях возбуждения достигаются  $\tau_p \sim 5 \cdot 10^{-9}$  с. Динамич. голограммы записывались в полупроводниках (CdS, CdSe, CdTe, GaAs, IP, ZnO, SiC). Минимальное  $\tau_p \sim 10^{-12}$  с достигнуто при внутрizonных переходах.

Перспективны разл. газы и пары, напр. запись амплитудно-фазовых динамич. голограмм осуществлена в парах целочленных металлов в области полос резонансного поглощения.

**Практическое применение.** На основе динамич. голографич. преобразований создаются логич. элементы ЭВМ с быстродействием до  $10^{-12}$  с, системы оперативной памяти (см. *Запоминающие голографические устройства*), управляемые транспаранты, оптич. реле, ответвители и др. устройства *оптоэлектроники и интегральной оптики*, т. е. голографич. лазеры (квантовые усилители и генераторы, использующие накачку на частоте генерации), различные системы оптических корреляторов, служащих для *голографического распознавания образов*, приборы для исследования быстропеременных процессов и т. д.

**Лит.:** Денисюк Ю. Н., Состояние и перспективы голографии с записью в трёхмерных средах, «Вестн. АН СССР», 1978, в. 12, с. 50; его же с. Голография и ее перспективы, «Ж. прикл. спектроскопии», 1980, т. 33, с. 397; Винский В. Л. и др., Динамическая самодифракция когерентных световых пучков, «УФН», 1979, т. 129, с. 113; Рубанов А. С., Некоторые вопросы динамической голографии, в кн.: *Проблемы современной оптики и спектроскопии*, Минск, 1980; Винский В. Л., Кухтарев Н. В., Динамическая голография, К., 1983.

В. Л. Вилецкий, М. С. Соскин.

**ДИНАМИЧЕСКАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЯДЕР** — ориентация ядерных спинов в заданном направлении под действием эл.-магн. ВЧ-полей (см. *Ориентированные ядра*).

**ДИНАМИЧЕСКАЯ СИММЕТРИЯ** квантовой системы — симметрия полного пространства *векторов состояния* системы, образующих одно неприводимое представление нек-рой группы или алгебры Ли, операторы к-рой объединяют в одно семейство все состояния системы и включают в себя операторы переходов между разл. состояниями. Термин «Д. с.» появился в 1965 в [1]; эквивалентные др. назв. — алгебра, генерирующая спектр [2], группа инвариантности [3].

Вырождение уровней энергии квантовой системы, находящейся в стационарном состоянии, связано с наличием у неё нек-рой симметрии (группы инвариантности), т. е. с наличием набора операторов, коммутирующих с гамильтонианом системы, к-рые обычно образуют конечномерную Ли алгебру. Помимо вырождений, связанных с явной симметрией гамильтониана (напр., относительно вращений в трёхмерном пространстве),

существует скрытая симметрия, объясняющая т. н. случайное вырождение уровней энергии системы. Примером такой симметрии, объясняющей вырождение уровней с одинаковым главным квантовым числом и разл. орбитальными моментами в атоме водорода, является симметрия  $O(4)$  в импульсном пространстве (фоковская симметрия; предложена В. А. Фоком в 1935). Аналогично «случайное» вырождение уровней трёхмерного изотропного гармонич. осциллятора связано с наличием у него симметрии относительно унитарной группы  $U(3)$ . Операторы алгебры соответствующих групп переводят одно выбранное состояние, принадлежащее заданному уровню энергии, во все остальные состояния, принадлежащие тому же уровню энергии; при этом ортогональные состояния, принадлежащие данному уровню, образуют базис неприводимого представления группы симметрии (группы инвариантности).

В отличие от группы инвариантности действие операторов динамич. группы (группы неинвариантности, или динамич. алгебры Ли) на одно выбранное стационарное состояние квантовой системы порождает все остальные стационарные состояния системы, связывая таким образом в с стационарные состояния системы, в т. ч. принадлежащие различным уровням, в одно семейство — мультиплет. При этом группа симметрии (группа инвариантности) системы является подгруппой группы Д. с. Так, для атомов водорода группой Д. с. является конформная  $O(4, 2)$  динамич. группа, одно неприводимое вырожденное представление к-рой содержит все его связанные состояния, а для трёхмерного квантового гармонич. осциллятора — группа  $U(3, 1)$ . Среди генераторов группы Д. с. обязательно есть не коммутирующие с гамильтонианом, действие к-рых переводит волновые ф-ции состояний с одним уровнем энергии квантовой системы в волновые ф-ции состояний с др. энергиями (т. е. соответствует квантовым переходам между уровнями системы).

Нахождение динамич. группы симметрии физ. задачи, с одной стороны, эквивалентно решению *Шрёдингера уравнения* (или *Дирака уравнения*, *Клейна — Гордона уравнения*) для данной системы, с др. стороны — позволяет использовать хорошо развитый матем. аппарат теории представлений группы Ли и получать соотношения типа *рекуррентных соотношений* для матричных элементов операторов физ. величин, что важно при расчётах физ. эффектов по теории возмущений (напр., при расчёте *Штарка эффекта* для атома водорода).

Группа Д. с. квантовой системы определяется неоднозначно. Так, для атома водорода наряду с конформной группой  $O(4, 2)$  Д. с. может являться также группа де Ситтера  $O(4, 1)$ , а для трёхмерного осциллятора — неоднородная симплектич. группа  $ISp(6, R)$  [для  $N$ -мерного осциллятора —  $ISp(2N, R)$ ]. Выбор той или иной группы Д. с. квантовой системы определяется удобством при расчётах.

В физике элементарных частиц интерес к Д. с. связан с попытками установить симметрию лагранжиана взаимодействия по известному из опыта спектру масс частиц.

**Лит.:** 1) Barut A. O., Dynamical symmetry group based on Dirac equation and its generalization to elementary particles, «Phys. Rev.», 1964, 2 ser., v. 135, № 3B, p. 839; 2) Doherty Y., Gell-Mann M., Neuman Y., Series of hadron energy levels as representations of non-compact groups, «Phys. Lett.», 1965, v. 17, p. 148; 3) Mukunda N., O'Raifeartaigh L., Sudarshan E., Characteristic noninvariance groups of dynamical systems, «Phys. Rev. Lett.», 1965, v. 15, p. 1041; 4) Малин И. А., Манько В. И., Динамические симметрии и когерентные состояния квантовых систем, М., 1979.

**ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА** — матем. объект, соответств. реальным системам (физ., хим., биол. и др.), эволюция к-рых однозначно определяется нач. состоянием. Д. с. определяется системой ур-ний (дифференц., разностных, интегр. и т. д.), допускающих существование на бесконечном интервале времени единств. решения для каждого нач. условия.