

менты по поиску дипольного момента нейтрона дают информацию о нарушении  $T$ -инвариантности в физике элементарных частиц. (Дипольный момент нейтрона направлен вдоль его спина  $\sigma$ , а гамильтониан взаимодействия с внеш. электрич. полем  $E$ ,  $H \sim eE$ , явно нарушает  $T$ -инвариантность.)

Известно, что в макроскопич. процессах имеется выделенное направление времени. При этом возникает кажущийся парадокс: хотя ур-ние Ньютона, описывающее движение, напр., молекул в газе,  $T$ -инвариантно, система стремится к состоянию равновесия, а движение вспять по времени от равновесного состояния к неравновесному не реализуется на практике. В действительности нарушения  $T$ -инвариантности здесь нет: предпочтительность равновесного состояния обусловлена его макс. вероятностью — равновесных конфигураций гораздо больше, чем неравновесных. Этот факт находит отражение во *втором начале термодинамики*.

М. И. Висоцкий.

**ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (ОТО)** — современная физ. теория пространства, времени и тяготения; окончательно сформулирована А. Эйнштейном в 1916. В основе ОТО лежит эксперим. факт равенства инертной массы (входящей во 2-й закон Ньютона) и гравитац. массы (входящей в закон тяготения) для любого тела, приводящий к *эквивалентности принципу*. Равенство инертной и гравитац. масс проявляется в том, что движение тела в поле тяготения не зависит от его массы. Это позволяет ОТО трактовать тяготение как искривление пространственно-временного континуума. Это искривление пространства-времени описывается метрикой, определяемой из ур-ний теории тяготения (см. *Тяготение*). Пространство Минковского, рассматриваемое в частной (специальной) теории относительности (т.е. в отсутствие тяготеющих тел), обладает высокой степенью симметрии, описываемой группой Пуанкаре. Эта группа в соответствии с принципом относительности порождает изоморфные последовательности событий. В пространстве, где есть поле тяготения, симметрия полностью исчезает, поэтому в нём не выполняется принцип относительности (т.е. нет сохранения относительной или внутренней структуры цепочек событий при действии группы симметрии). Назв. «О. т. о.», принадлежащее Эйнштейну, является поэтому неадекватным и постепенно исчезает из литературы, заменяясь на «теорию тяготения».

И. Ю. Кобзарев.

**ОБЪЕКТИВ** (от лат. *objectus* — предмет) — оптич. система (или её часть), обращенная к объекту наблюдения или съёмки и создающая реальное, повернутое на  $180^\circ$  относительно объекта изображение. В зависимости от типа используемых оптич. деталей О. разделяют на линзовые, зеркальные, зеркально-линзовые и киноформные. Наиб. распространение получили *линзовые О.*, обладающие широкими возможностями для получения разнообразных характеристик, что достигается увеличением кол-ва линз. Преимуществом *зеркальных О.* является принципиальное отсутствие *хроматических aberrаций* и, как следствие, возможность использования для работы в области спектра, ограниченной лишь отражающей способностью зеркальных покрытий. Принципиальный недостаток зеркальных и зеркально-линзовых О. — экранирование (затенение) центр. части входного зрачка, за счёт чего ухудшается качество изображения и возникают дополнит. потери света. В *киноформных О.* наряду с линзами и зеркалами или без них используются *киноформы* — синтезированных фазовые голограммы, аналогичные по своим aberrацион. свойствам в монохроматич. свете линзам с асферич. поверхностям. Хроматич. aberrации киноформов не зависят от свойств материала, из к-рого они выполнены, а определяются (аналогично *дифракционным решёткам*) пространственной частотой структуры и спектральным диапазоном. Необычные дисперсионные свойства киноформов позволяют в сочетании с линзами, выполненными из обычных марок *оптических стёкол*,

получать *О. апохроматы*, обладающие лучшим качеством изображения и более простой конструкцией, чем аналогичные *О.*, содержащие кристаллич. среды и особые марки оптич. стекла. Применение киноформных *О.*, не содержащих обычных линз и зеркал, возможно лишь в сочетании с лазерами, обладающими высокой монохроматичностью.

**Фототрафический О.** или аналогичные *О.* киноёмочных и телевизионных камер, приборов ночного видения, тепловизоров создают преим. уменьшенные изображения удалённых объектов на слое светочувствит. материала или на фотозащитч. приёмнике — телевизионной трубке, матрице или линейке фотоприёмников, фотокатоде электронно-оптич. прибора. Масштаб изображения пропорционален  $f'$  — фокусному расстоянию *О.*, а освещённость обратно пропорц. квадрату диафрагменного числа  $K$  ( $K = f'/D$ , где  $D$  — диам. входного зрачка). Величину  $1/K$  наз. *относительным отверстием*, а её квадрат — *светосилой*. Предельное значение диафрагменного числа, при к-ром возможно исправление aberrаций, составляет  $K = 0,5$ , реально достигнутые значения  $K \geq 0,6$ , подавляющее большинство фотогр. *О.* имеют  $3 > K \geq 1,2$ . Фотогр. *разрешающая способность*  $N_\phi$  фото- и кинообъективов зависит от коррекции aberrаций, а также от разрешающей способности  $N_c$  светочувствит. слоя и может быть вычислена по приближённой ф-ле  $1/N_\phi \approx 1/N_o + 1/N_c$ , где  $N_o$  — визуальная разрешающая способность *О.* Для совр. фотообъективов  $N_\phi$  достигает  $50 \text{ мм}^{-1}$  в центре поля и  $30 \text{ мм}^{-1}$  для края при съёмке на фотоплёнке КН-1 (кинонегатив). Часть пространства или плоскости, точки к-рой изображаются *О.* с требуемым качеством, характеризуются *угловым полем* — плоским углом  $2\omega$ , соответствующим телесному углу, соосному с оптич. осью и вершиной в центре входного зрачка. Угл. поле *О.* совр. фотоаппаратов составляет от  $40^\circ$  до  $70^\circ$ , аэрофотограмметрич. *О.* достигает  $140^\circ$ . На рис. 1 представлена оптич. схема совр. *О.* «Минитар» ( $f' = 32 \text{ мм}$ ,  $K = 2,8$ ;  $2\omega = 68^\circ$ ) малогабаритного фотоаппарата с форматом кадра  $24 \text{ мм} \times 36 \text{ мм}$ . *О. телевизионных камер* и приборов ночного видения не отличаются принципиально от фотообъективов. В *О. тепловизоров*, работающих в дальней (8—14 мкм) ИК-области спектра, используются оптич. материалы, обладающие показателями преломления  $n > 2$  (германий, селенид цинка, халькогенидные стёкла), что позволяет уменьшить кол-во линз по сравнению с аналогичными по характеристикам *О.* для видимой или ближней ИК-областей спектра. Малая дисперсия Ge позволяет создавать *О.*, все линзы к-рых выполнены из этого материала, не принимаемая спец. мер для устранения хроматич. aberrаций. Использование асферич. поверхностей германиевых линз позволяет сократить кол-во линз в *О.*, имеющих  $K \geq 1,5$ , до двух.

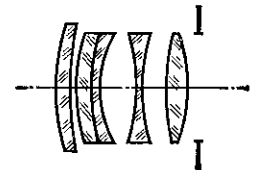


Рис. 1.

**О. микроскопа** — важнейшая часть его оптич. системы, создающая увелич. изображение объекта наблюдения в передней фокальной плоскости *окуляра*. Масштаб изображения обратно пропорционален фокусному расстоянию *О.* и составляет примерно от 1,5 до 100 крат. Предел разрешения микроскопа  $\epsilon$  — мин. расстояние между центрами светящихся точек объекта, видимых раздельно, определяется дифракц. явлениями в *О.* и вычисляется по ф-ле  $\epsilon = 0,6 \lambda/A$ , где  $A$  — числовая апертура *О.*, равная произведению показателя преломления среды, входящей между объектом и *О.*, на синус апертурного угла. Для *О. микроскопов*  $0,03 \leq A \leq 1,4$ ; диаметр поля изображения — от 18 мм до 32 мм. Простейшие *О. микроскопов* создают изображение, обладающее значит. кривизной, в результате чего при переходе от наблюдения центр. части поля к его краям необходима перефокусировка.