

Несколько худшими характеристиками обладают усилители на парах золота ($\lambda = 627,8$ нм) и марганца (неск. линий в жёлто-зелёной и ИК-областях спектра). В ближней ИК-области хорошими характеристиками обладает усилитель на парах бария ($\lambda = 1,5$ и $1,13$ мкм).

Интенсивно разрабатывается голографич. усилитель — усилитель на динамич. решётках. В этом усилителе в нелинейной среде в результате взаимодействия волны накачки и сигнальной волны, несущей оптич. информацию, образуется динамич. голограмма, на к-рой при определ. условиях (нелокальный отклик среды и др.) происходит перекачка энергии из волны накачки в сигнальную волну, обеспечивая усиление последней. При этом сигнальная волна, как и в случае вынужденного излучения, экспоненциально усиливается в среде. В качестве сред для таких У. я. используются фоторефрактивные кристаллы, напр. титанат бария, позволяющий получать усиление за один проход до 10^4 .

Лит.: Петраш Г. Г., Усилители яркости для оптических приборов, «Вестник АН СССР», 1982, № 2, с. 66; Пространственные модуляторы света, М., 1987; Оптические системы с усилителями яркости, ред.-сост. В. И. Беспалов, Г. А. Пасманик, Горький, 1988; Одулов С. Г., Соскин М. С., Хижия А. И., Лазеры на динамических решётках, М., 1990; Оптические системы с усилителями яркости, под ред. Г. Г. Петраша, М., 1991 (Труды ФИАН, т. 206).

Г. Г. Петраш.

У. я. изображения. Усиление яркости изображения (оптич. пучков сложной пространственно-временной структуры), как уже указывалось, может осуществляться посредством оптических квантовых усилителей, усилителей на эффектах вынужденного рассеяния или четырёхфотонного взаимодействия и др. Однако наиболее подходящими для использования в оптич. устройствах в наст. время (90-е гг.) являются У. я. изображения (УЯИ) на основе активных сред лазеров.

Отличительной чертой таких усилителей является то, что активные среды используемых лазеров работают в режиме значит. насыщения, а следовательно, и большого усиления. При этом могут использоваться как однопроходные (однонаправленные) УЯИ, так и двух- и более проходные.

Взаимодействие разл. пучков, распространяющихся в усилителе (пучки, несущие усиленное по яркости изображение, и пучки спонтанного излучения по лазерному переходу, тоже усиленные), может приводить к нелинейным преобразованиям усиленных изображений: образованию негативных изображений, изображений со сдвигом по спектру. Такие эффекты реализуются, если плоскость промежуточного изображения находится в геометрич. пределах активной среды. Тогда усиленное спонтанное излучение служит в качестве считывающего пучка неоднородности усиления, созданной воздействием на активную среду первоначального пучка, несущего усиленное изображение входного оптич. сигнала.

Если используются У. я., работающие одновременно на неск. лазерных переходах, связанных по верхнему или нижнему уровню, то можно наблюдать негативное изображение, сдвинутое по спектру: напр., усиленное по яркости ИК-изображение преобразуется в усиленное по яркости изображение в видимой области спектра. Такая схема оптич. устройства с УЯИ, в к-рых промежуточное изображение находится в пределах активной среды, приводит к падению контраста передаваемого первичного изображения.

Однако, если плоскость промежуточного изображения выведена за пределы активной среды, то реализуется схема *лазерного микропроектора* и контраст практически не искажается.

Многoproходные У. я. могут повышать контраст изображения, если освещать объект его собственным изображением (УЯИ с обратной связью).

УЯИ могут использоваться для лазерной обработки объектов. Такие обрабатывающие устройства позволяют сформировать на поверхности, предназначенной для обработки, мощный лазерный пучок со сложной формой распределения световой интенсивности (мощности), определяемой конфигурацией маски на зеркале. В определённых случаях может производиться обработка и по изо-

бражению объекта ввиду повышения контраста и превышения порога разрушения в соответствующих местах поверхности объекта. Аналогичный эффект — микрометрическое копирование изображения — может быть достигнут при ускорении микронных частиц внутри резонатора в оптич. системе с УЯИ, позволяющей обрабатывать поверхность твёрдых тел посредством бомбардировки этими частицами.

УЯИ находят применение в разл. областях науки, техники и народного хозяйства. В микроэлектронике применяются специализир. установки для микрообработки тонких плёнок, скрайбирования, нанесения покрытий на подложки, отжига ионно-имплантированных слоёв, контроля и изготовления разл. деталей микроэлектроники и др. В последнее время значит. прогресс наметился в создании цветных (синий, зелёный, красный) УЯИ, что нашло применение в системах для воспроизведения вещательных телевизионных передач, а также любых изображений с цветных мониторов компьютеров на большие экраны.

Для мед. и биол. исследований и микрохирургич. операций, для целей геной инженерии системы с УЯИ используются при облучении участков тканей по форме патологии, что значительно уменьшает травматизм по сравнению с обычными методами лазерного лечения. Более того, УЯИ с обратной связью позволяют автоматически следить за произвольными движениями выделенного для лазерного воздействия отд. органа (его части) живого организма.

По мере развития лазерной физики и техники и появления новых У. я., работающих в широкой области спектра, могут быть построены перестраиваемые по спектру У. я., пригодные для использования в современных микро-спектроанализаторах.

Лит.: Захаров С. Д., Казарян М. А., Куратов Н. П., Ударный рагон частиц в поле лазерного излучения, «Письма в ЖЭТФ», 1994, т. 60, в. 5, с. 317; Vlasov D. V. [e. a.], An Optical Scheme of the Laser Reproduction TV Image — Technical Program of 15-th International Conference on Coherent and Nonlinear Opt., and 8-th Laser Optics Conference June 27—July 1, 1995, St.-Petersburg, Russia, v. III, p. 82.

М. А. Казарян.

УСКОРЕНИЕ — векторная величина, характеризующая изменение скорости точки v . В общем случае вектор $U = dv/dt = \dot{v}$; он направлен в сторону вогнутости траектории точки и лежит в соприкасающейся плоскости (если траектория — плоская кривая, то в плоскости этой кривой).

Проекция U на касательную и гл. нормаль к траектории наз. соответственно касательным (тангенциальным) w_t и нормальным (центростремительным) w_n У.; они определяются равенствами: $w_t = dv/dt = \dot{v}$ и $w_n = v^2/\rho$, где v — величина скорости, ρ — радиус кривизны траектории в соответствующей её точке. При этом $w = \sqrt{w_t^2 + w_n^2}$. Касательное U характеризует изменение скорости точки по её численной величине, а нормальное U — по направлению.

Лит. см. при ст. *Кинематика*.

С. М. Тапг.

УСКОРЕНИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ в космических условиях. Одной из ключевых в астрофизике является проблема механизмов ускорения и источников частиц, к-рые мы наблюдаем как *космические лучи* (КЛ).

Наблюдения предьявляют следующие требования к механизмам У. з. ч.: 1) спектр ускоренных частиц должен быть степенным в широком интервале энергий. Так, в интервале от 10^9 эВ до 10^{15} эВ наблюдаемый спектр КЛ описывается единым степенным законом:

$$N(\mathcal{E}) \sim \mathcal{E}^{-2,7}, \quad (1)$$

где $N(\mathcal{E})$ и \mathcal{E} — концентрация и энергия частиц; 2) механизмы У. з. ч. должны быть настолько эффективны, чтобы обеспечить ускорение частиц до макс. наблюдаемых энергий $\sim 10^{20}$ эВ; 3) мощность генерации КЛ W с энергиями $\mathcal{E} > 10^9$ эВ в Галактике должна поддерживаться на уровне $10^{40} \div 10^{41}$ эрг/с. Важно отметить, что указанная величина W не зависит от модельных представлений, поскольку может быть выражена только через наблюдаемые величины.