Андрей Дикий, mr_pig@mail.ru



Фото: Андрей Турцевич

ГОЛОГРАФИЯ
В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Мы продолжаем освещать тему голографии, начатую в ноябрьском номере за прошлый год, и предлагаем вам материал о создании объемных изображений подручными средствами.

Мое увлечение голографией началось с того, что как-то случайно я наткнулся на интересную статью на эту тему. Чтобы как-то расширить свои знания о голограммах, я приобрел на книжном рынке «Оптику» Г. С. Ландсберга и пару тонких книг о голографии, датированных началом семидесятых. Нашел также в Интернете несколько тематических сайтов. Среди них, бесспорно, лучшим для новичка является ресурс *holography.ru*.

Естественно, хотелось не только получить теоретические сведения, но и что-то сделать своими руками. Поэтому встал вопрос, где достать необходимые для голографии вещи – лазер и голографические пластинки. Учитывая дороговизну гелий-неоновых (He-Ne) лазеров, речь о них даже не шла. Все тот же Интернет помог выяснить, что зарубежные аматоры голографии уже несколько лет пишут отражающие голограммы по схеме Ю. Н. Денисюка (см. dFOTO, № 11, 2005 «Голография – объемность без обмана») с помощью лазерных диодов.



Компьютерный корпус с блоком питания и электрической схемой для шести лазерных диодов с возможностью регулировки тока на каждом из них с помощью переменных резисторов



Микроамперметр и фотодиод ФД-24К, используемые для расчета нужной продолжительности экспозиции



Крепление пластинки

Первые голограммы

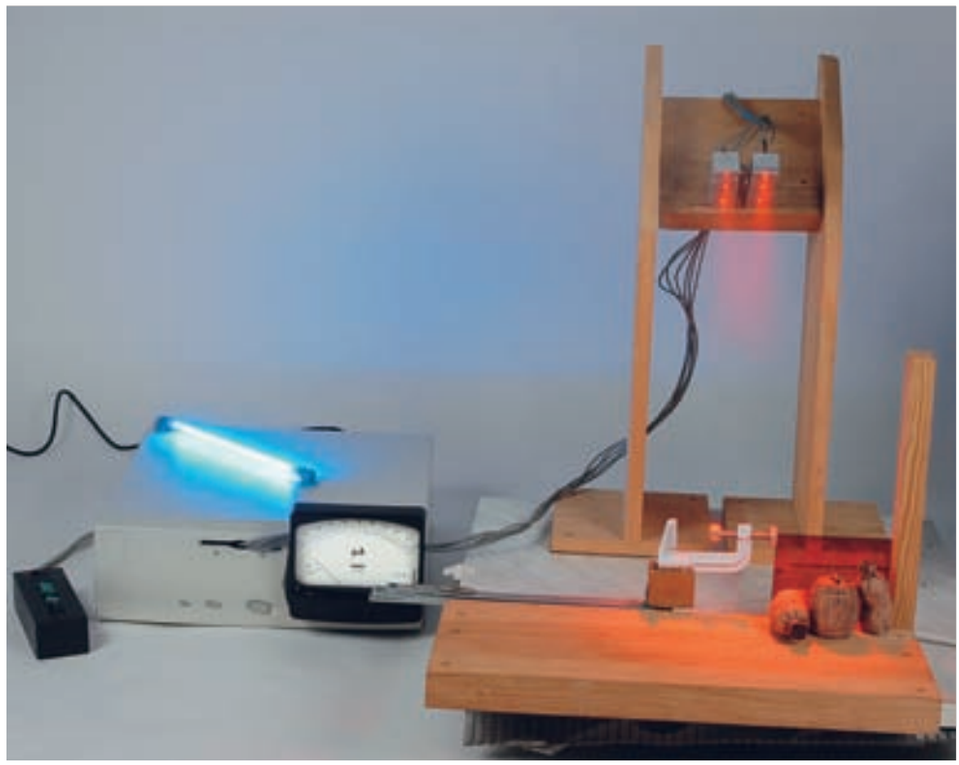
Из доступных в продаже диодов я выбрал Mitsubishi ML-1016R 30mW 660nm, подробные технические характеристики которых узнал опять-таки во Всемирной Сети. Схему питания собрал по книге о лазерных спецэффектах на базе компьютерного блока питания, дополнительно заложив в нее возможность регулировки тока через излучатель. Для температурной стабилизации диода использовал радиатор с чипа видеокарты, просверлив его посредине.

За голографическими пластинками пришлось ехать в Переславль-Залесский на завод «Микрон», причем предварительно за две недели я договаривался об этом по электронной почте. Там же купил и проявитель, в сухом виде, расфасованный в пакеты.

Установку решил делать максимально простой, из расчета: меньше деталей – меньше вибраций, которые существенно влияют на результат. Основа – деревянная плита 60×80×5 см – была снята с кухонной тумбы. На рынке купил держатель линзы, который использовал для крепления радиатора с диодом. Для крепежа пластинки собрал универсальный держатель – здесь подошла подвижная металлическая рейка, снятая с компьютерного стола (передвижная доска для клавиатуры).

Из технической документации выяснил, что окошко лазерного диода является расширителем и выдает расходящийся пучок, 70% мощности которого приблизительно равномерно распределено в эллиптическом конусе 10×25°. В своей установке я расположил излучатель так, чтобы ось конуса падала на середину пластинки под углом 56°.

Первый опыт прошел неудачно. После экспозиций в 5 мин, затем 3 мин и окончательно 12 мин и последующей обработки все пластинки получились равномерно темно-красными.

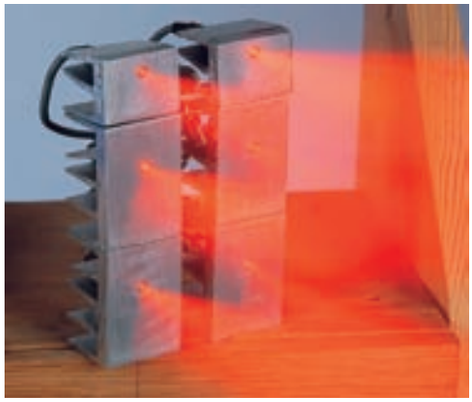


Общий вид установки с шестью лазерными диодами







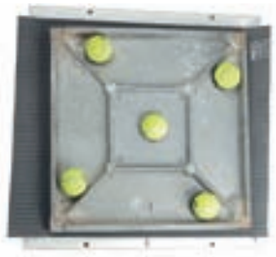


Шесть радиаторов с диодами соединены между собой таким образом, чтобы эмулировать поверхность шара

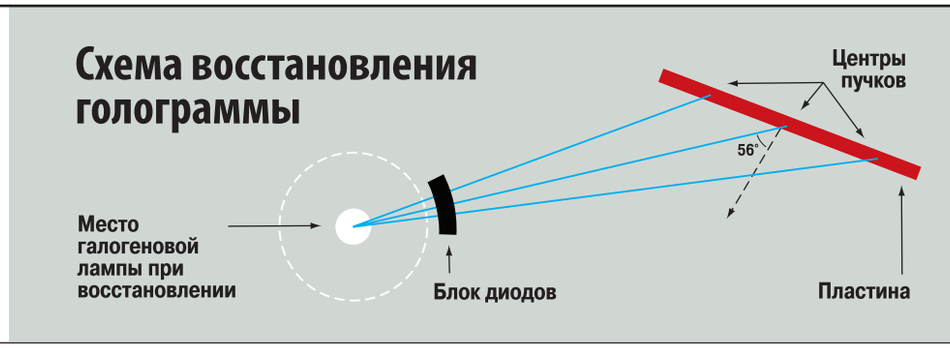
Второй раз я подготовился более тщательно. Дополнительно были приобретены градусник для воды, фотодиод ФД-24К и стрелочный микроамперметр старого образца, с большим экраном, которые использовались для расчета нужной продолжительности экспозиции. В качестве подсветки служила газоразрядная лампа синего света из компьютерного корпуса.

Расчетное время экспонирования составило около 10 с. Нужно также учитывать, что диод желательно предварительно прогреть в течение 30 с. Химическая обработка экспонированной пластинки проводилась в соответствии с рекомендациями С. П. Воробьева. Результат – неплохие голограммы 9×12 см.

После удачной съемки решил поэкспериментировать с двумя лазерами. Расположил их по окружности, направив каждый по продолжению ее радиусов, с условием равномерной интенсивности освещения всей пластинки. Учитывая, что лазерные источники некогерентны, на пластинке будут записаны две голограммы. Восстановить их можно, разместив источник белого света в центре окружности, причем восстановленная картинка будет целостной. Экспозиция опять-таки 10 с, а результат – голограмма большего размера, 13×18 см.



Виброзащита и основа установки в виде алюминиевой плиты размером 60×60 см с пятью амортизационными точками





дет установить галогеновую лампу в центре этого мнимого шара. Центр среднего пучка направлен под углом Брюстера к плоскости фотопластины.

Благодаря такой компоновке можно получать голограммы размером вплоть до 28×40 см. Во время съемки открывается только одна из шести частей пластины (9×12 см), которая экспонируется в данный момент соответствующим диодом, другие части пластины перекрываются, например, картоном с двух сторон. Для ускорения процесса можно экспонировать одновременно две удаленные друг от друга части (скажем, первую и шестую или вторую и пятую). На момент готовности установки у меня остались только пластины 9×12 см (остальные испортились без холодильника). Таким образом, голограмму я записывал одним, пятым, диодом. Время экспозиции – 8 с.

Дальше попробовал зажать торец в торец две пластины 9×12 см (в итоге – 12×18 см) и писать одновременно пятым и шестым диодами без перекрытия пластин. Вышли неплохие голограммы двух частей одного объекта, однако с темным участком посредине, полученным вследствие неравномерного распределения мощности на плоскости пластинки.

Для увеличения длины когерентности излучения пытался охлаждать диод элементом Пельтье, но столкнулся с дополнительными трудностями, в результате чего получил только ухудшение качества голограмм. Было бы неплохо попробовать сменить блок питания, но испытания пока прекратились в связи с отсутствием пластин.

В заключение можно отметить, что достоинства подобной схемы записи голографических изображений – это прежде всего малое время экспозиции и большие возможности модернизации. Более того, уже сейчас производятся синие и зеленые лазерные диоды, дающие потенциальную возможность создания дешевых цветных голограмм. Среди недостатков следует отметить невозможность регулировки отношения опорного и объектного пучков, а также слабую виброустойчивость.

Модернизация установки

Поскольку результат записи голограммы двумя лазерными диодами оказался относительно успешным, я решил модернизировать установку.

Прежде всего усилил ее виброзащиту. Для этого взял тяжелую алюминиевую плиту размером 60×60 см, просверлил в ней отверстия и связал болтами через резиновую прокладку с деревянной плитой. В автомагазине купил резиновые кольца с металлическим каркасом, 5 штук, и прикрепил их к нижней стороне алюминиевой плиты. К каждому кольцу приклеил по теннисному мячику.

Усовершенствовал крепление пластинки, теперь оно имеет два зажима – грубый и точный. На торце прижимного болта установил подшипник с резинкой для лучшей фиксации.

Далее была собрана электрическая схема для шести лазерных диодов с возможностью регулировки тока на каждом из них с помощью переменных резисторов. Ток выставил на 30% ниже номинального – при этом падает световая мощность диода и возрастает время экспозиции, но увеличивается длина когерентности излучения, что ведет к улучшению качества получаемого на голограмме изображения.

Шесть радиаторов с диодами соединил между собой таким образом, чтобы эмулировать поверхность шара. В дальнейшем для наиболее качественного восстановления изображения нужно бу-





Голографический портрет этой собаки сделан на более совершенной установке и демонстрирует потенциальные возможности голографии как таковой

СПРАВКА

ЛАЗЕРНЫЙ ДИОД (ИЛИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ЛАЗЕР) – лазер, активной средой которого, в отличие от лазеров других типов, является полупроводниковый кристалл. Представляет собой полупроводниковый диод типа p-n, выполненный из активного материала, способного излучать световые кванты – фотоны. Под действием приложенного напряжения в полупроводнике происходит возбуждение носителей, в силу чего возникает излучение световой энергии и образуется поток фотонов. Этот поток, многократно отражаясь от зеркал, составляющих резонансную систему, усиливается, что приводит к появлению лазерного луча с остронаправленной диаграммой излучения.