**Исследование дрейфа параметров лазерных указок акустооптическим методом**

***Притуленко И.Г., Юхневич Т.В.***

*Студент, аспирант*

*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова,*

*Физический Факультет, Москва, Россия*

[*pritylenco@mail.ru*](mailto:pritylenco@mail.ru)

В настоящее время «лазерные указки» широко применяются не только в повседневной жизни, но и в научных исследованиях благодаря их дешевизне, доступности, небольшим размерам и простоте конструкции. Например, при проведении лабораторных исследований лазерные указки часто используются в качестве настроечного элемента для юстировки основного источника излучения. Также за счет своей компактности лазерные указки применяются в экспериментальных прототипах моделей приборов и в самих приборах, например, при калибровках.

Обычно считается, что излучение лазерной указки является монохроматичным и характеризуется постоянной интенсивностью. Известно, что в лазерных указках активный излучающий элемент чаще всего представляет собой полупроводниковый светодиод [1]. Можно предположить, что длительное время работы лазерной указки и продолжительное воздействие постоянного напряжения, приложенного к лазерной указке, вызывает нагрев активного элемента, что в свою очередь сказывается на длине волны и интенсивности излучения данного устройства. Также на основных параметрах излучения должна сказаться деградация источника питания указки, что проявляется в изменении амплитуды приложенного напряжения.

Наше зрение может качественно отследить изменение интенсивности излучения: мы замечаем ослабление яркости пятна, когда батарейки «садятся». В то же самое время человеческий глаз принципиально не способен отследить изменение длины волны излучения на несколько десятков ангстрем. Аналогично, глазом трудно заметить ослабление интенсивности света на десятки процентов, если только интенсивность этого излучения мала. Однако, подобные изменения в характеристиках излучения легко регистрируются современной оптоэлектронной аппаратурой. К такой аппаратуре относятся, например, акустооптические устройства, позволяющие контролировать амплитуду, фазу, частоту, поляризацию и другие характеристики оптического излучения [2]. С помощью современных перестраиваемых акустооптических фильтров легко и оперативно отслеживается изменение волны и интенсивности излучения источника света. Благодаря тому, что в акустооптическом приборе дифракция электромагнитного на решетке, созданной ультразвуком, происходит только при выполнении условий Брэгговкого синхронизма, то при неизменном угле падения излучения на акустооптический кристалл изменение длины волны света приведет к необходимости изменения частоты ультразвукового сигнала, прикладываемого к пьезопреобразователю кристалла. Изменение интенсивности падающего на акустооптический фильтр излучения приводит к изменению интенсивности дифрагированного света.

В данной работе для исследования были выбраны две лазерные указки с номинальной длиной волны, указанной в паспорте устройства, равной 405 нм (фиолетовый цвет) и 650 нм (красный цвет). Исследование проводилось при помощи акустооптического фильтра на основе кристалла парателлурита [3]. При экспериментах изучение лазерных указок направлялось на вход акустооптического фильтра, ортогонально его входной оптической грани. Интенсивность дифрагированного излучения регистрировалась фотоприемником. Частота электрического сигнала, подаваемого на вход фильтра, выбиралась по максимуму интенсивности дифрагированного излучения. При известной кривой перестройки фильтра по оптическим частотам можно было непосредственно определить длину волны регистрируемого излучения. Изменение интенсивности входного оптического сигнала контролировалось при измерении напряжения сигнала фотоприемника. Измерения проводились как с автономными источниками питания лазерной указки (батарейки типа ААА «Camelion»), так и с источником постоянного напряжения.

В ходе проведенного эксперимента были получены следующие зависимости интенсивности излучения устройства, от величины приложенного управляющего напряжения. Кроме того при этом измерялась длина волны дифрагированного излучения. Данные измерения проводились непосредственнно после включения источника питания, а также спустя определенные промежутки времени в пределах одного часа. Результаты проведенных исследований показали, что работа лазерной указки, излучающей в красном диапазоне спектра электромагнитных волн, была в значительной степени стабильной. Дрейф её длины волны и интенсивности дифрагированного света при изменении напряжения от 2.0 В до 6.0 В оказался незначительным 20 ± 2 А. Дрейф длины волны фиолетовой указки, наоборот, оказался весьма значительным и составил 200 ± 13 А при изменении напряжения от 2.2 В до 3.0 В. При этом изменение интенсивности излучения устройства составило 40%. Измерения, проводившиеся при постоянном напряжения питания в течении 60 минут показали, что фиолетовая лазерная указка спустя 15 минут непрерывной работы выходит на стабильный уровень интенсивности излучения, а красная через 5 минут. Изменение длины волны при этом оказалось равным 400 ±7 нм для красной указки 660 ± 9 нм и для фиолетовой. Измерение с автономным источником питания показало, что основной причиной дрейфа параметров лазерной указки явилось разряжение батареек.

Таким образом, проведенные измерения доказали, что спектральные и амплитудные характеристики лазерных указок в первую очередь определяются автономными элементами питания. При стабильном напряжении питания заметные изменения длины волны излучения и его интенсивности происходят лишь в первые минуты работы приборов.

Данные исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта «мол\_а 14-02-31184»

**Литература**

1. М. Пилкун «Инжекционные лазеры» // УФН, том 98, вып. 2, стр. 295-350, 1969.
2. В.И. Балакший, В.Н. Парыгин, Л.Е. Чирков «Физические основы акустооптики», М: Радио и связь? 1985.
3. N. Gupta and V. B. Voloshinov, “Development and characterization of two-transducer imaging tunable acousto-optic filters with extended tuning range”// Applied Optics, vol. 46, p. 1081-1088, 2007.