

Некоторые космологи пытались обойти эту «тепловую смерть», выдвинув теорию пульсирующей Вселенной. В такой Вселенной энтропия постепенно возрастала бы по мере ее расширения и в конечном счете сжатия. Но, после того как произойдет Большое сжатие, непонятно, что станет с энтропией во Вселенной. Некоторые поддерживают мысль о том, что Вселенная, возможно, могла бы просто-напросто в точности повторить самое себя в течение следующего цикла. Более реалистичной выглядит возможность того, что энтропия перенесется в следующий цикл, а это означает, что срок жизни Вселенной будет постепенно увеличиваться с каждым новым циклом. Но вне зависимости от того, как мы будем рассматривать этот вопрос, результатом развития пульсирующей Вселенной, так же как открытой и закрытой Вселенной, станет уничтожение всякой разумной жизни.

УДК 535.2

Учащ. И. В. Таланков

Науч. рук. О. В. Рыжков, учитель физики и астрономии  
(ГУО «УПК детский сад – средняя школа №12 г. Могилева»)

## **СПЕКТРОСКОПИЯ ИСКУССТВЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

Применение спектрального анализа в астрономии является весьма информативным методом для изучения химического состава небесных тел, их цветовой температуры, определения скорости удаления галактик, открытия экзопланет и т. п. [3, с. 195]. Современное лабораторное оборудование для спектроскопии недоступно для использования учащимися, поскольку имеет очень сложное устройство и систему эксплуатации.

Для считывания и записывания цифровой информации на отражающие поверхности CD и DVD дисков наносят большое количество концентрических углублений, называемых «бороздками» или «дорожками» [1, с. 513]. Можно утверждать, что отражающие поверхности дисков схожи по своему строению с дифракционной решеткой и должны проявлять те волновые свойства, которые способна интерпретировать сама решетка – дифракция света.

Главной физической характеристикой оптических свойств дифракционной решетки является ее период – число прозрачных и непрозрачных штрихов, приходящихся на единицу длины прибора [2, с. 95]. Как следует из формулы для условия наблюдения максимумов

при дифракции света  $d \cdot \sin \varphi = m \cdot \lambda$  [2, с. 96], чем меньше период дифракционной решетки, тем больше угол дифракции:  $\sin \varphi = \frac{m \cdot \lambda}{d}$ .

«Дорожки» CD и DVD дисков имеют разную ширину, а значит, разный период дифракционной решетки. Убедимся в этом путем проведения эксперимента. Для исследования мне понадобилось следующее оборудование: лазерная указка с узким пучком света красного цвета длиной волны  $\lambda = 650$  нм, CD-RW, DVD-R и DVD-RW диски, штатив, макет полукруга, разбитый на сектора с угловым шагом  $1^\circ$ , транспортир. Зная длину световой волны, порядок дифракционного максимума и угол дифракции, рассчитаем значения периодов дифракционных решеток для трех видов компакт-дисков. Используем формулу  $d = \frac{m \cdot \lambda}{\sin \varphi}$  [2, с. 97]. Данные эксперимента занесем в таблицу.

**Таблица 1 – Периоды дифракционных решеток компакт-дисков**

№ П/П	Диск	угол падения $\alpha$ , гр.	угол дифракции $\varphi$ , гр.	длина световой волны $\lambda$ , нм	порядок (номер) дифракционного максимума, m	период дифракционной решетки, d, мкм
1	CD-RW	0	13	650	1	2,889
2	DVD-R	0	22	650	1	1,735
3	DVD-RW	0	23	650	1	1,664

Чтобы можно было пользоваться дифракционной решеткой по назначению, необходимо сделать спектроскоп. Для этого мне понадобилось следующее оборудование: пластмассовая трубка диаметром 5 см, часть ламинатной доски прямоугольной формы размером 22 см на 15 см, плотный белый картон, канцелярский нож, ножовка по металлу, изоленга черного цвета, шаровый кран, пластмассовая насадка в форме усеченного конуса с полыми основаниями, шурупы длиной 1,5 см, 3 см и 4 см, металлический брусок прямоугольной формы с отверстиями и винтовыми зажимами, два круглых диска из плотного картона с горизонтальной и вертикальной щелями шириной 1 мм, пластмассовый диск с отверстием посередине диаметром 4 мм.

Для исследования спектров излучения оптического диапазона светодиодной и люминесцентной ламп я использовал поочередно две дифракционные решетки, сделанные из разных дисков. Кроме того, я применяли все три круглые задвижки для объектива спектроскопа: с горизонтальной и вертикальной щелью, с круглым отверстием. Спектр светодиодной лампы получился насыщенным, в нем присутствовали все цвета видимого спектра. Это означает, что

излучение светодиодной лампы максимально приближено к натуральному (солнечному), а значит, приятно воспринимается человеческим глазом.

Спектральная картина люминесцентной лампы несколько иная: прерывистый набор ярких цветных хорошо различимы линий, порядок следования которых соответствует порядку следования цветов в радуге: от фиолетового до красного. Это означает, что свет люминесцентной лампы не самый благоприятный для человеческого глаза, однако его можно использовать как эталон для калибровки пиковых значений цветных линий с последующей интерпретацией спектральных картин видимого излучения любых источников и определения по этим картинам значений длин волн характерных спектральных цветов (например, красного, зеленого или синего).

Для работы в компьютерной программе «spectralworkbench» я использовал web-камеру и спектроскоп. Камера объективом вплотную прислонялась к окуляру прибора, и в режиме «онлайн» на экране компьютера отображался спектр видимого излучения источника света.

Для исследования первым я стал регистрировать спектр люминесцентной лампы. Произвел «захват» спектра и откалибровали его. Получился своего рода эталонный спектр видимого излучения. Значения полученных при калибровке длин волн, соответствующих пикам излучения цветных полос, а также интенсивность цветных полос приведены в таблице:

**Таблица 2 – Люминесцентная лампа. Длины волн и их интенсивности**

Лампа	Синий цвет $\lambda$ , нм	Зеленый цвет $\lambda$ , нм	Желтый цвет $\lambda$ , нм	Красный цвет $\lambda$ , нм	Синий цвет (пик) Интенсивность $I$ , %	Зеленый цвет (пик) Интенсивность $I$ , %	Желтый цвет (пик) интенсивность $I$ , %	Красный цвет (пик) интенсивность $I$ , %
люминесцентная	440	548	620	675	52	84	50	72

Далее был исследован спектр излучения светодиодной лампы. За эталонный был принят спектр люминесцентной лампы.

**Таблица 3 – Светодиодная лампа. Длины волн и их интенсивности**

Лампа	Синий цвет $\lambda$ , нм	Зеленый цвет $\lambda$ , нм	Желтый цвет $\lambda$ , нм	Красный цвет (пик) $\lambda$ , нм	Синий цвет (пик) интенсивность $I$ , %	Зеленый цвет (пик) интенсивность $I$ , %	Желтый цвет (пик) интенсивность $I$ , %	Красный цвет (пик) интенсивность $I$ , %
Светодиодная	430	510	580	638	24	18	40	58

Наблюдения Солнца и Луны спектра проходили 04.02.2020 в г. Могилев в 16 ч 02 мин и в 20 ч 41 мин по местному времени соответственно.

Значения длин волн в спектрах видимого излучения Солнца и Луны, а также процентное распределение интенсивности цветов их спектров приведены в таблице:

**Таблица 4 – Солнце и Луна. Длины волн и их интенсивности**

Небесное тело	Синий цвет $\lambda$ , нм	Зеленый цвет $\lambda$ , нм	Желтый цвет $\lambda$ , нм	Красный цвет $\lambda$ , нм	Синий цвет (пик) интенсивность I, %	Зеленый цвет (пик) интенсивность I, %	Желтый цвет (пик) интенсивность I, %	Красный цвет (пик) интенсивность I, %
Солнце	425	490	572	650	20	24	65	73
Луна	415	480	561	632	31	20	53	39

Таким образом, эмпирическим путем было установлено, что дифракционные решетки с лучшими оптическими свойствами получаются из DVD-R и DVD-RW дисков. У таких решеток меньше значение периода, а значит, больше угол дифракции. Полученные при помощи таких решеток спектры имеют более широкие цветные полосы, сами цвета лучше различимы, имеют более четкие границы.

Для проведения наблюдений спектров видимого излучения с помощью самодельных дифракционных решеток из подручных средств мною был изготовлен спектроскоп. Исследованы спектры излучения видимого диапазона светодиодной, люминесцентной ламп, а также Солнца и Луны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенович, Л.А. Физика в средней школе : Теория. Задания. Тесты : учеб. Пособие для учреждений образования, осуществляющих обучение и воспитание на II-III ступенях общ. сред. образования / Л.А. Аксенович, В.И. Зенькович, К.С. Фарино ; под ред. К.С. Фарино. – Минск : Аверсэв, 2010. – 1102 с. : ил. – (Школьникам, абитуриентам, учащимся).

2. Жилко, В.В. Физика : учеб. Пособие для 11-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / В.В. Жилко, Л.Г. Маркович. – 2-е изд., пересмотр. И доп. – Минск : Народная асвета, 2014. – 287 с. : ил.

3. Кононович Эдвард Владимирович, Мороз Василий Иванович. Общий курс астрономии: Учебное пособие / Под ред. В.В. Иванова. Изд. 2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004. – 544 с. (Классический университетский учебник.)