

## **ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ ЗАКОНОВ РАВНОВЕСНОГО ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

*В. В. Аксенов, И. Л. Дорошевич*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь, axenov@bsuir.by*

Abstract. In this work, students are encouraged to check the laws of the equilibrium of thermal radiation using powerful mathematical package "MathCAD". Provides a brief overview of the situation in physics by the end of 19-th century and the birth of quantum physics. Notes the huge contribution to M. Planck in these studies.

Классическая электромагнитная теория света, объясняющая широкий круг явлений с распространением света, получившая всеобщее признание в конце XIX – в начале XX веков, столкнулась с непреодолимыми трудностями в связи с вопросом об излучении света и, в частности, с вопросом о равновесном тепловом излучении. В 18737 г. Уиллоуби Смит наблюдал фотопроводимость селена, что положило начало в исследовании фотоэффекта. В 1888–1890 годах фотоэффект серьезно изучал русский физик А. Столетов. Он установил, что энергия вылетающего электрона всегда строго и странным образом связана с частотой падающего излучения и практически не зависит от интенсивности облучения, что находилось в противоречии с классической электродинамикой Максвелла. Лишь через 32 года после первых наблюдениях этого явления, в 1905 г. фотоэффект был объяснён А. Эйнштейном. М. Планк объяснил законы теплового излучения с помощью предположения, что свет излучается в виде некоторых порций – квантов. А. Эйнштейн идет дальше и полагает, что свет и существует только в виде квантованных порций. Равновесное тепловое излучение и фотоэффект были первыми квантовомеханическими исследованиями. С них и началась «революция» в физике.

Основной характеристикой, характеризующей равновесное тепловое излучение является плотность энергии  $u(\nu, T)$ , здесь  $\nu$  – частота подающего излучения, а  $T$  – абсолютная температура стенок полости в которой существует это излучение. Общий метод теоретического определения функции  $u(\nu, T)$  в рамках классической физики, был указан

Дж. В. Рэлеем в 1900 г. и через пять лет более подробно развит Дж. Х. Джинсом. Рассматривая равновесное излучение в замкнутой полости с идеально отражающими стенками как совокупность пространственных стоячих электромагнитных волн, и применив закон классической статистической физики о равном распределении средней энергии по степеням свободы равновесной системы, Дж. В. Рэлей и Дж. Х. Джинс получили для  $u(\nu, T)$  выражение, которое в области малых частот очень хорошо согласуется с экспериментальными данными, но в области больших частот эта формула явно неверна.

Получить формулу для плотности энергии равновесного излучения, совершенно точно описывающую весь спектр равновесного теплового излучения черного тела и переходящую в формулу Вина при больших частотах и в формулу Рэля – Джинса при малых, удалось Максиму Планку.

Для экспериментальной проверки законов теплового излучения требуется дорогостоящее оборудование. Но подобную проверку можно провести, используя современные математические программы, такие как Mathcad, Maple и др. Особенно полезными такие виртуальные работы могут быть для студентов дистанционной и заочной формы обучения. В данной лабораторной работе студентам предлагается на компьютере проверить закон смещения Вина и закон Стефана – Больцмана с использованием пакета Mathcad. Проверка проводится исходя из формулы М. Планка. Приведены подробные указания для использования пакета Mathcad для расчетов и построения графиков.