

УДК 530.145

## ПОИСКИ МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСЕЛЕННОЙ

В.Д. Кучин, В.В. Каплун

Киевский национальный университет технологий и дизайна

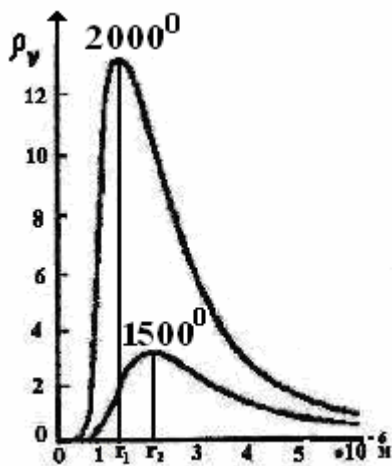
*Поиски максимально возможной температуры во Вселенной, основанные на законах излучения абсолютно чёрного тела, не дали ожидаемых результатов. По-видимому, во Вселенной действуют иные законы Природы, нежели на Земле.*

**Ключевые слова:** абсолютно черное тело, фотон, законы излучения.

Закон излучения абсолютно чёрного тела (АЧТ), открытый Максом Планком, является единственно надёжным способом определения температуры тел, нагретых до температуры свыше 2000°C. Пользуясь им, сделаем попытку определить возможную максимальную температуру, могущую иметь место во Вселенной. Согласно закону Планка, плотность светового излучения Вселенной связана с параметрами фотонов, формирующих его, зависимостью (рис.1) [1, 2]

$$\rho_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \cdot \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}.$$

Кривые распределения  
энергии в спектре абсолютно  
чёрного тела



Спектр излучения Вселенной

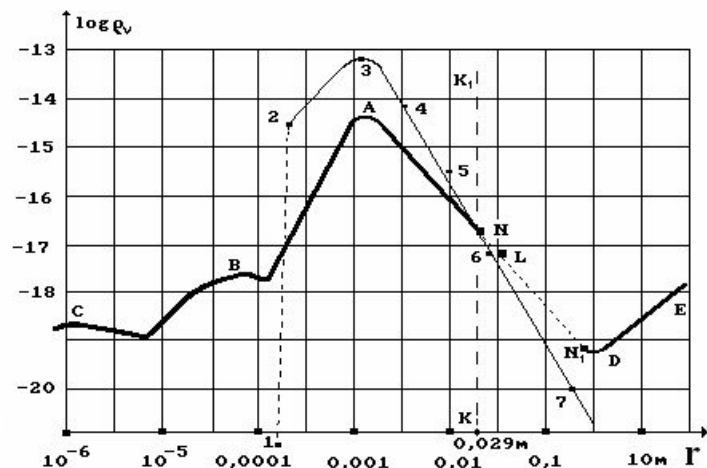


Рис. 1. Экспериментальные зависимости излучения АЧТ и Вселенной

К сожалению, количественные расчёты по определению температуры  $T$  по приведенной формуле чрезвычайно сложны и не всегда дают вразумительные результаты [1, 3]. Для практических расчётов более подходит ф-ла закона Вина (3-н

распределения энергии в спектре испускания АЧТ), согласно которому радиус  $r$  фотона электромагнитного излучения внутри АЧТ определяется температурой  $T$  тела, и равен  $r = C'/T$ , где  $C'$  – постоянная Вина. Это означает, что с уменьшением максимума температуры внутри АЧТ радиус фотонов, совокупность которых формируют эту температуру, увеличивается.

### **Постановка задачи**

Покажем, что формула закона Вина идеально описывает не только излучение АЧТ, как замкнутой системы, но и Вселенной – абсолютно незамкнутой системы. Из рис. 1 видно, что максимум излучения Вселенной зафиксирован экспериментально при температуре  $T = 2,726 \text{ K}$  и имеет длину волны  $\lambda_{2,726} = 1,063 \text{ мм.}$ . Формула Вина даёт такой же результат

$$\lambda_{2,726} = r_{2,726} = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{2,726} = 1,063 \text{ мм.}$$

Идеальное совпадение расчётного и опытного значений радиуса  $r$  фотонов является убедительным доказательством того, что закон Вина справедлив не только для замкнутых систем, таких, как АЧТ, но и для абсолютно незамкнутых, таких, как Вселенная.

Но оказывается, что данные, полученные по формуле Вина для количественной характеристики излучения АЧТ в масштабе Вселенной, расходится с действительностью, причём, чем выше температура АЧТ, тем выше более серьёзные эти расхождения [3, 4]. Например, максимум температуры  $2000^\circ\text{C}$  (рис. 1) формирует совокупность фотонов с радиусами

$$r_{2000} = \frac{C'}{T_1} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 + 2000} = 1,274877 \cdot 10^{-6} \text{ м.}$$

Полученный результат соответствует фотонам инфракрасного диапазона. Однако широко известно, что согласно результатам многочисленных экспериментов температуру в  $2000^\circ\text{C}$  формируют фотоны видимого светового диапазона. Такие расхождения результатов теоретических и опытных данных в современной науке недопустимы.

Второй пример. Солнечный зимний день с температурой  $-30^\circ\text{C}$  формирует иллюзию максимального количества световых фотонов, и, казалось бы можно уверенно констатировать, что находимся в сфере действия фотонов со средней длиной волны (точнее: теперь со средним радиусом) светового фотона  $\lambda = r = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}$  (табл. 1).

Таблица 1

Параметры фотонных излучений

№	Область спектра	Частота, Гц	Длина волны, м	Масса, кг	Энергия, эВ
1.	Низкочастотные	$10^1 \dots 10^4$	$3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^{-1}$	$0,7 \cdot 10^{-48} \dots 0,7 \cdot 10^{-46}$	$4 \cdot 10^{-13} \dots 4 \cdot 10^{-11}$
2.	Радио	$10^4 \dots 10^9$	$3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^{-1}$	$0,7 \cdot 10^{-46} \dots 0,7 \cdot 10^{-41}$	$4 \cdot 10^{-11} \dots 4 \cdot 10^{-6}$
3.	Реликт (макс.)	$3 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-39}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
4.	Инфракрасные	$10^{12} \dots 3,9 \cdot 10^{14}$	$3 \cdot 10^{-4} \dots 7,7 \cdot 10^{-7}$	$0,7 \cdot 10^{-38} \dots 0,3 \cdot 10^{-35}$	$4 \cdot 10^{-1} \dots 1,60$
5.	Видимый свет	$3,9 \cdot 10^{14} \dots 7,9 \cdot 10^{14}$	$7,7 \cdot 10^{-7} \dots 3,8 \cdot 10^{-7}$	$0,3 \cdot 10^{-35} \dots 0,6 \cdot 10^{-35}$	$1,60 \dots 3,27$
6.	Ультрафиолет	$7,9 \cdot 10^{14} \dots 1 \cdot 10^{17}$	$3,8 \cdot 10^{-7} \dots 3 \cdot 10^{-9}$	$0,6 \cdot 10^{-35} \dots 0,7 \cdot 10^{-33}$	$3,27 \dots 4 \cdot 10^2$
7.	R-излучение	$10^{17} \dots 10^{20}$	$3 \cdot 10^{-9} \dots 3 \cdot 10^{-12}$	$0,7 \cdot 10^{-33} \dots 0,7 \cdot 10^{-30}$	$4 \cdot 10^2 \dots 4 \cdot 10^5$
8.	γ-излучение	$10^{20} \dots 10^{24}$	$3 \cdot 10^{-12} \dots 3 \cdot 10^{-18}$	$0,7 \cdot 10^{-30} \dots 0,7 \cdot 10^{-24}$	$4 \cdot 10^5 \dots 10^{11}$

Но согласно закону Вина это должны быть фотоны, максимальная совокупность которых имеет радиусы (длины волн), равные (табл. 1)

$$r_{-30} = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 - 30} = 1,1918 \cdot 10^{-5} \text{ м.} \quad (1)$$

Ошибка на два порядка в значениях расчётных и опытных данных в настоящей науке тем более не должна иметь места.

И ещё пример. Температуру 20°C формирует совокупность фотонов с радиусами, равными

$$r_{+20} = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-30}}{273,16 + 20} = 9,885 \cdot 10^{-6} \text{ м.} \quad (2)$$

Полученный результат соответствует фотонам инфракрасного (невидимого) диапазона, близкого к световому диапазону (табл. 1).

Найдём радиусы фотонов, совокупность которых формирует второй максимум температуры 1500°C в полости АЧТ (рис. 1), как

$$r_{1500} = \frac{C'}{T_1} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{273,16 + 1500} = 1,63437 \cdot 10^{-6} \text{ м.}$$

Как видно из (1) и (2), с уменьшением температуры радиусы фотонов, совокупность которых формирует температуру АЧТ, увеличиваются. Это значит, что температуру вблизи абсолютного нуля формируют фотоны, имеющие самые большие радиусы

**Методы и результаты исследований**

Проведенный анализ температурных полей позволяет сделать следующий вывод. Согласно закону Вина радиусы фотонов (длины волн), совокупность которых

формирует температуру АЧТ, обратно пропорциональны величине температуры: чем больше температура, тем меньше радиусы фотонов, совокупность которых формирует её. Поэтому существование минимальной температуры, близкой к абсолютному нулю, обусловлено предельной, максимально возможной величиной радиусов фотонов, совокупность которых формирует эту температуру. Для формирования температуры меньше абсолютного нуля в Природе фотонов нет.

Но значительно *большой* интерес для науки и практики представляет значение максимально возможной температуры в Природе. Современная наука не имеет точного ответа на этот вопрос, поэтому попытка найти его – дело не простое. Известно, что спектр излучения Солнца в инфракрасной и видимой областях спектра близок к спектру излучения АЧТ с температурой  $T = 6000 \text{ К}$ , т.е. её формируют световые фотоны, радиус (длина волны) их равен  $r = 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ . Расчётное значение радиуса фотонов, формирующих температуру на поверхности Солнца, равно

$$r = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{6000} = 4,83 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

Полученный результат относится к фотонам середины светового диапазона (зелёные фотоны) и соответствует температуре  $T = C'/r = 2,898 \cdot 10^{-3} / 3,8 \cdot 10^{-7} = 7626 \text{ К}$ . Но если закон Вина работает в реликтовом, инфракрасном и световом диапазонах спектра Солнца, то он должен работать и в ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма диапазонах. Известно, что ультрафиолетовое излучение Солнца с длиной волны  $(1-3,8) \cdot 10^{-7} \text{ м}$  составляет ~9%. Согласно закону Вина  $T = 2,898 \cdot 10^{-3} / 1 \cdot 10^{-7} = 28980 \text{ К}$ . Почти половина оставшейся части спектра Солнца – световое излучение с длинами волн  $(3,8-7,7) \cdot 10^{-7} \text{ м}$  и инфракрасное излучение, состоящее из фотонов с длинами волн  $(7,7-50) \cdot 10^{-7} \text{ м}$ . Но принято считать, что в недрах Солнца сжатая плазма имеет температуру свыше  $10^7 \text{ К}$ . Вполне естественно, что такую температуру не могут формировать фотоны солнечного света. Её, очевидно, можно получить при термоядерных реакциях. Закон Вина позволяет определить радиусы (длины волн) фотонов, совокупность которых формируют такую температуру, равной  $r = 2,898 \cdot 10^{-3} / 10^7 = 2,898 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ . Это фотоны средней зоны рентгеновского диапазона (табл. 1). Но при рентгеноскопии никакого тепла не ощущается. Даже фотоны начала рентгеновского диапазона, имеющие радиусы  $r = 10^{-9} \text{ м}$ , в соответствии с законом Вина, будут формировать температуру  $T = 2,898 \cdot 10^{-3} / 10^{-9} = 2,898 \cdot 10^6 \text{ К}$ . Но в рентгенкабинетах температура

более миллиона градусов не ощущается. Это значит, что рентгеновские фотоны не являются тепловыми фотонами. Их совокупность не формирует температуру в давно установившемся нашем понимании. В результате, мы до сих пор не знаем границу на шкале фотонных излучений, где заканчиваются фотоны, формирующие тепло и температуру и начинаются фотоны, совокупность которых не генерирует тепло и температуру в привычном для нас понимании. Известно только то, что температуру на поверхности Солнца формируют процессы синтеза атомов, при которых излучаются фотоны в основном светового диапазона. Это даёт основание использовать самые энергоёмкие световые фотоны, которые, как хорошо известно, излучаются электронами атомов при синтезе атомов и молекул. Анализ энергетического баланса ядерных реакторов атомных электростанций (АЭС) показал, что температуру, которая нагревает теплоноситель АЭС, формирует совокупность фотонов, которые излучаются электронами при синтезе новых атомов нептуния, плутония, америция и кюрия, но не при синтезе ядер этих химических элементов [4, 5].

Изложенное выше ставит перед учёными задачу: разобраться с понятиями тепло и температура. Закон излучения абсолютно черного тела и закон Вина дают чёткие ответы на процесс формирования температуры. Спектр излучения Вселенной (рис. 1) с одной стороны ограничен фотонами, формирующими температуру от абсолютного нуля, а с другой стороны фотонами ультрафиолетового диапазона. Следовательно, существует граница фотонов, формирующих такую температуру среды, которая отождествляется с теплом. Все фотоны, имеющие радиусы вращения (длины волн) меньшие, чем на этой границе, не формируют тепло в принятом нами понимании. Найдём эту границу. Пока известно только, что самый энергоёмкий световой фотон способен сформировать температуру  $7626\text{ K}$ . Из спектроскопии известно, что электроны взаимодействуют с протонами ядер атомов линейно и энергии их связи примерно равны. С учетом этого возьмём значение энергии ионизации атома водорода, равное  $E_i = 13,60\text{ эВ}$ . Радиусы фотонов, имеющих такую энергию, равны

$$r = \frac{hc}{E} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,898 \cdot 10^8}{13,60 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 9,120 \cdot 10^{-8}\text{ м}.$$

Полученное значение соответствует фотонам невидимого ультрафиолетового диапазона, которые формируют температуру  $T = 2,898 \cdot 10^{-3} / 0,912 \cdot 10^{-7} = 31780\text{ K}$ . Эта величина температуры больше той, что формируют самые энергоёмкие световые фотоны, и поэтому есть основания полагать, что она может быть в Природе. Другими

словами, граница между фотонами, которые формируют привычную для нас температуру, находится между ультрафиолетовым и рентгеновским диапазонами излучения. Но найти точные параметры фотонов, которые определяют эту границу, достаточно сложно. Действительно, при последовательном удалении электронов из атомов энергии связи остающихся электронов с протонами ядер оказываются пропорциональны энергии ионизации атома водорода умноженной на квадрат количества электронов, удалённых из атома. Обусловлено это тем, что освободившийся протон ядра начинает взаимодействовать с соседним электроном и таким образом увеличивает его энергию связи с ядром, которая оказывается равной энергии фотонов излученных при этом. Но с каким количеством протонов может взаимодействовать один электрон, уменьшая свою массу и не теряя устойчивость? Известно, что наиболее энергоёмкие фотоны излучаются электронами водородоподобных атомов. Это такие атомы, у которых имеется один электрон на все протоны ядра. Электрон атома гелия, например, имеет энергию ионизации, равную 54,41 эВ. Фотоны с такой энергией находятся в ультрафиолетовом диапазоне. Они имеют радиус

$$r = \frac{hC}{E} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,898 \cdot 10^8}{54,41 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,280 \cdot 10^{-8} \text{ м.}$$

Эти фотоны относятся к середине ультрафиолетового диапазона (табл.1). Совокупность их формирует температуру  $T = 2,898 \cdot 10^{-3} / 2,2 \cdot 10^{-8} = 127\ 200 \text{ К}$ . Физический смысл этой температуры означает, что она соответствует началу формирования атома гелия  ${}^4_2\text{He}$ .

Итак, решение проблемы определения максимально возможной температуры Вселенной не известно. Есть ещё одно направление поиска. Если фотоны излучает электрон, то он не может излучить фотон с массой и энергией, большими собственных массы и энергии  $5,11 \cdot 10^5 \text{ эВ}$ . Радиус фотона с такой энергией равен

$$r = \frac{hC}{E} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,898 \cdot 10^8}{5,11 \cdot 10^5 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,427 \cdot 10^{-12} \text{ м.}$$

Это – рентгеновские фотоны, которые в соответствие с законом Вина формируют температуру  $T = 2,898 \cdot 10^{-3} / 2,427 \cdot 10^{-12} = 1,195 \cdot 10^9 \text{ К}$ . Вряд ли это в Природе возможно, так как выше было показано, что рентгеновские фотоны не формируют температуру, которая соответствует нашим представления о тепле. Из этого вывода следует, что максимально возможную температуру Вселенной, в сложившемся у нас понимании, надо искать в процессах синтеза атомов [4].

Возьмём в качестве примера химический элемент фермий  ${}_{100}\text{Fm}^{257}$ . Если атом фермия станет водородоподобным (с одним электроном), то этот электрон, устанавливая связь со всеми 100 протонами ядра, излучит фотон с энергией, равной произведению энергии ионизации атома водорода на квадрат порядкового номера химического элемента, т.е.  $E = 13,60 \cdot 100^2 = 136 \text{ кэВ}$ . Радиус такого фотона будет равен

$$r = \frac{hC}{E} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,898 \cdot 10^8}{13,60 \cdot 10^4 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 9,10 \cdot 10^{-10} \text{ м}.$$

Этот фотон относится к рентгеновскому диапазону (табл.1), который, как мы уже установили, не генерирует тепло в принятом у нас понимании. А что если электрон излучит фотон, масса которого будет равна его массе? Такое явление зафиксировано. При аннигиляции электрона с позитроном рождаются два фотона с энергией  $5,11 \cdot 10^5 \text{ эВ}$  у каждого, а радиус фотона будет

$$r = \frac{hC}{E} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,898 \cdot 10^8}{5,11 \cdot 10^5 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,346 \cdot 10^{-12} \text{ м}.$$

Этот фотон находится на границе между рентгеновским диапазоном и  $\gamma$ -диапазоном (табл.1). Вполне естественно, что описанное событие не может произойти, так как существует предел уменьшения массы электрона, после которого он должен терять устойчивость и растворится в эфире. Существует возможность найти эту величину экспериментально. Она следует из максимально возможного номера атома химического элемента, способного превратиться в водородоподобный атом [5].

Астрофизики считают, что звёзды спектрального класса W имеют температуру порядка  $80\,000 \text{ К}$ . В соответствии с законом Вина, её формирует совокупность фотонов с радиусами

$$r = \frac{C'}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{80000} = 3,622 \cdot 10^{-8} \text{ м}.$$

Эта величина соответствует фотонам, находящимся в середине ультрафиолетового диапазона (табл.1). Они – главные кандидаты на формирование максимальной температуры, формирующей тепло в нашем понимании.

### **Выводы**

Изложенный подход показывает, что максимальную температуру формирует совокупность фотонов ультрафиолетового диапазона, но точный радиус фотонов, совокупность которых формирует максимальную температуру, генерирующую тепло в установившемся у нас понимании, ещё не найден. Серьёзные расхождения в значениях расчетных и опытных данных, отчасти, объясняются ограниченностью применения 3-на

Вина: он является следствием закона излучения Планка для случая  $h\nu \gg kT$ , т.е. он справедлив для коротковолновой части спектра теплового излучения и для достаточно низких температур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шпольский Э.В. Атомная Физика. Том 1. / Э.В. Шпольский. – М. – 1963. – 575 с.
2. Канарёв Ф.М. Начала физхимии микромира, том 1. / Ф.М. Канарёв.– Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет. – 2009. – 686 с.
3. Кучин В.Д. Очередной шаг вглубь материи / В.Д. Кучин, И.В. Теодорович // Винахідник і раціоналізатор. – 2005. – № 10. – С. 29-34.
4. Франк-Каменецкий Д.А. Плазма – четвертое состояние вещества. 4-е издание. / Д.А. Франк-Каменецкий. – М.: Атомиздат. – 1975. – 157 с.
5. Рамнуэль П.Р. Небо в рентгеновских лучах. / П.Р. Рамнуэль. – М.: Наука – 1984. – 221 с..

***В.Д. Кучин, В.В. Каплун***

***Пошуки максимальної температури всесвіту.***

*Пошуки максимально можливої температури у Всесвіті, засновані на законах випромінювання абсолютно чорного тіла, не дали очікуваних результатів. Мабуть, у Всесвіті діють інші закони Природи, ніж на Землі.*

***Ключові слова:*** абсолютно чорне тіло, фотон, закони випромінювання.

***V.D. Kuchin, V.V. Kaplun***

***Search for the maximum temperature of the universe.***

*Finding the maximum possible temperature in the universe, based on the laws of emission absolute black body, did not give the expected results. Apparently there are other laws of nature, in the universe than ones on the Earth.*

***Keywords:*** absolutely black flesh; photon; emission laws.