

УДК 621.472

СТРОГОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАЛИЧИЯ МАССЫ У ФОТОНА

Настасенко В. А., к.т.н., доцент, профессор кафедры судовых энергетических установок и общинженерной подготовки Херсонской государственной морской академии, E-mail: Nastasenko2004@front.ru

Впервые найдены строгие физические закономерности, доказывающие связь между отклонением луча света при прохождении у массивных тел, с силой тяготения, вытекающей из закона Всемирного тяготения, что является строгим подтверждением наличия массы у лучей света и составляющих их фотонов. Полученные на базе найденных закономерностей расчетные данные совпадают с результатами экспериментальных исследований, проведенных ранее другими учеными, что подтверждает их достоверность. Новые расчетные зависимости и полученные по ним результаты значительно уточняют использованные ранее методики и полученные по ним результаты, что существенно расширяет представления о строении лучей света и материального мира в целом.

Ключевые слова: закон Всемирного тяготения, движение луча света и его масса.

Введение. Связь проблемы с основными научными направлениями Работа относится к области квантовой физики, физики света и гравитационного взаимодействия, в частности – к условиям прохождения лучей света и составляющих их фотонов вблизи Солнца и других массивных объектов, а также к основам мироздания и Вселенной в целом.

Исследование физических основ строения и формирования лучей света, связанных с корпускулярными (вещественными) свойствами фотона и его волновой структурой, является важной и актуальной задачей, поскольку относится к глобальным проблемами естествознания, решение которых имеет большой теоретический и практический интерес для познания основ материального мира. Они способствуют развитию физики и других естественных наук, в условиях постоянной потребности расширения знаний о материальном мире, о Вселенной в целом и о составляющих их вещественных и волновых структур.

Анализ состояния проблемы и постановка задачи. Из школьного курса физики известно, что свет создан фотонами, которые одновременно являются волнами и частицами, (корпускулами) имеющими нулевую массу. Корпускулярные свойства фотонов, как частиц, были строго доказаны в экспериментах профессора Лебедева по определению давления света и объяснены Эйнштейном в работах по изучению фотоэффекта [1].

Кроме этого, изменение направления хода луча света при гравитационном воздействии на него массивного объекта было обосновано Эйнштейном в 1917 году и экспериментально подтверждено в 1919 году при полном затмении Солнца, скрывшем его корону [2], что сделало видимым яркие звезды. Было рассчитано время закрытия звезды диском Солнца, однако визуально оно произошло несколько позже. По известным положениям звезды Z_{α} , Земли Z_{β} и скорости движения ее по солнечной орбите, был определен реальный угол поворота луча света в $1,64^{\circ}$ (рис. 1), который по расчетам Эйнштейна должен составлять величину $1,7^{\circ}$, что показало его высокую точность совпадения, поскольку ошибка не превышала $+3,7\%$.

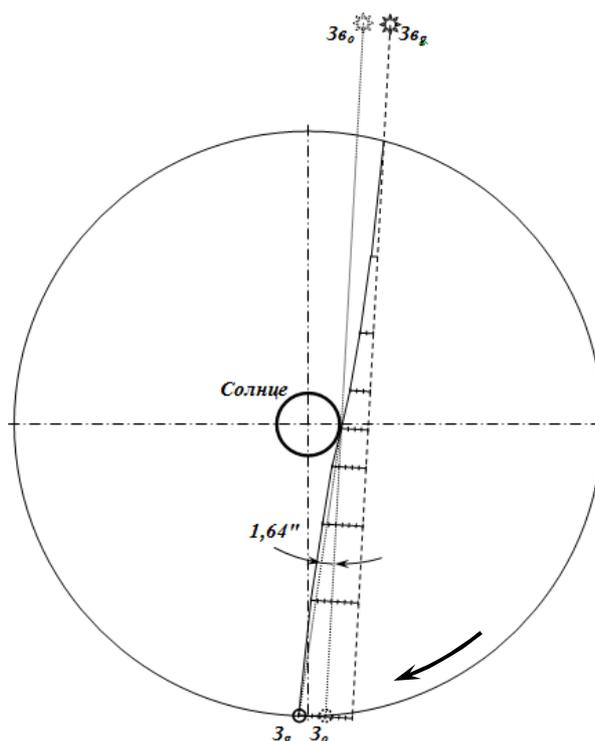


Рисунок 1 – Схема отклонения луча света при движении его к Земле мимо диска Солнца в рамках исходных расчетных положений звезды $Z_{в0}$ и Земли Z_0 и реальных $Z_{вг}$ и $Z_{г}$.

Эйнштейн объяснил данное явление искривлением пространства вблизи массивных объектов, что было необходимо ему для доказательства создаваемой им общей теории относительности.

Однако возможность такого искривления позволяет предположить наличие массы у лучей света и составляющих его фотонов. Решение данной задачи является **главной целью** выполняемой **работы**. Ее научную новизну составляет обоснование возможной массы фотона на базе строгих физических законов, в частности – Всемирного тяготения (1) [1]:

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2} (H), \tag{1}$$

где m_1, m_2 – массы двух точечных объектов, (кг), размещенных на расстоянии r (м) между собой; G – гравитационная постоянная [3], периодичность (||) значения которой обоснована в работе [4]:

$$G = 6,6739 \cdot 10^{-11} \left(\frac{M^3}{K^2 \cdot c^2} \right). \tag{2}$$

Достоверность данного закона подтверждена многочисленными исследованиями, что позволяет использовать его для строгого обоснования возможной массы фотона.

Исходные положения для достижения поставленной цели. Основой 1-го исходного положения принята физическая модель, в которой лучи света рождаются из шестигранной квантовой точки, [5], плотность энергии которой сводит ее к частице (корпускуле), а затем на пути в $\frac{1}{2}$ длины волны она развивается плоскими шестигранными дисками с менее плотными сгустками энергии в конус, до амплитуды волн, после чего на $\frac{1}{2}$ длины волны – коллапсирует в начальный сгусток (рис. 2). Так, поочередно свет проявляется как частица и как волна.

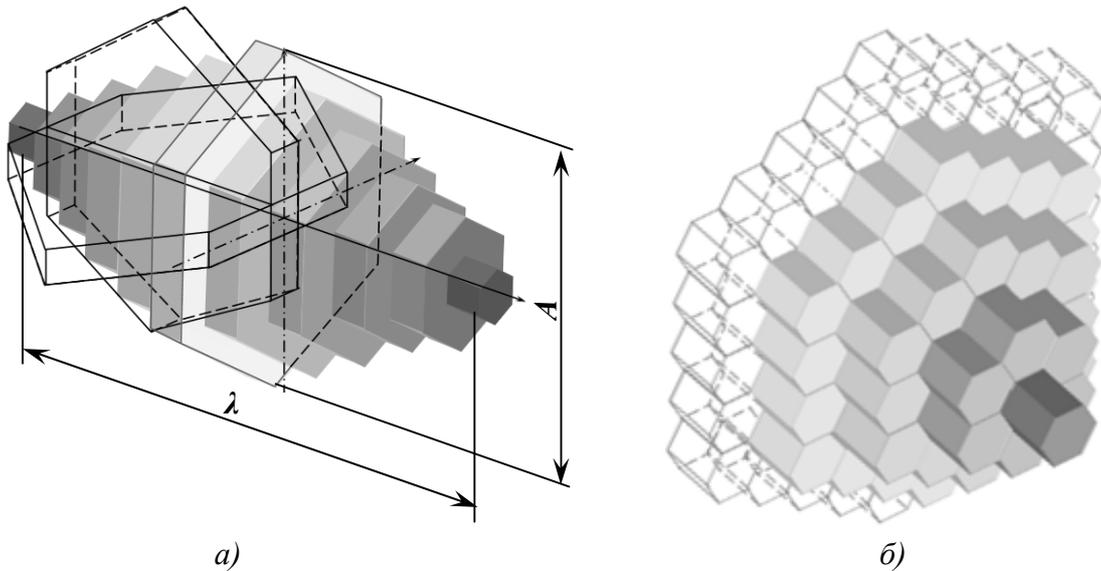


Рисунок 2 – Упрощенная схема формирования луча света как частицы и волны длиной λ и амплитудой A энергетическими дисками шестигранной формы (а), созданных квантовыми точками (б) и возможности разворота среднего шестигранного энергетического диска в 3-х взаимно перпендикулярных направлениях

Предлагаемые схемы – упрощенные, возможно, что движение дисков вперед – винтовое. Использование шестигранной формы у квантовых точек обусловлено тем, что в отличие от круглой формы, они обеспечивают плотную упаковку системы. [5]. Плоские шестигранные энергетические диски в поперечном направлении к ходу луча света и перпендикулярная ориентация к ним дисков магнитного поля со сдвигом на $\frac{1}{2}$ длины волны (поскольку это поле не может опередить скорость света), а также возможность поляризации энергетических дисков с разворотом их в продольном направлении, могут служить косвенным подтверждением достоверности предлагаемой модели формирования луча света.

В рамках разности длин волн видимого света от красного (780 нм) до фиолетового (380 нм) диапазона, квантовые точки-корпускулы из сгустков энергии разной плотности **1** будут располагаться с относительным сдвигом шага на оси хода луча и составят непрерывную цепочку, а конусы сольются во внутреннюю **2** и внешнюю **3** трубки с толщиной стенок в виде разности амплитуд (рис. 3), что обеспечивает вещественно-волновой дуализм свойств света.

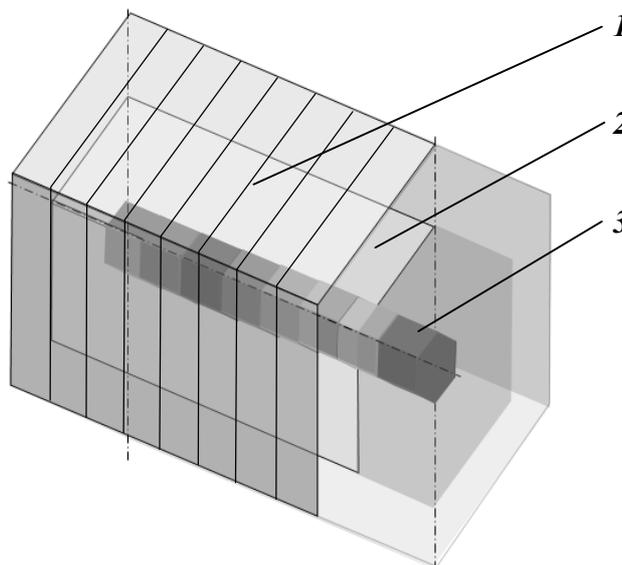


Рисунок 3 – Упрощенная структурная схема расположения вещественных и волновых оболочек лучей света с разной длиной и амплитудой волн цветового спектра

Гравитационное взаимодействие луча света, в условиях действия закона Всемирного тяготения (1), проявляется, как для цепочки энергетических сгустков квантовых точек, так и для самих дисков, поскольку величина их массы сохраняется постоянной и распределяется по всему диску с уменьшением плотности.

2-м исходным положением было принято квантовое строение материального мира в линейных Планковских величинах длины l_p (3) и времени t_p (4), как минимально возможных внешних параметров объектов Вселенной [5], а также величина Планковской массы m_p (5):

$$l_p = \sqrt{\frac{hG}{c^3}} = \sqrt{\frac{6,626069 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с}) \cdot 6,6739 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{М}^3}{\text{кг}^2 \cdot \text{с}^2} \right)}{\left(0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}} \right) \right)^3}} = 4,051249432 \cdot 10^{-35} (\text{м}), \quad (3)$$

$$t_p = \sqrt{\frac{hG}{c^5}} = \sqrt{\frac{6,626069 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с}) \cdot 6,6739 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{М}^3}{\text{кг}^2 \cdot \text{с}^2} \right)}{\left(0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}} \right) \right)^5}} = 13,5135 \cdot 10^{-44} (\text{с}), \quad (4)$$

$$m_p = \sqrt{\frac{hc}{G}} = \sqrt{\frac{6,626069 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с}) \cdot 0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}} \right)}{6,6739 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{М}^3}{\text{кг}^2 \cdot \text{с}^2} \right)}} = 5,45564754 \cdot 10^{-8} (\text{кг}), \quad (5)$$

где h – постоянная Планка [4, 6]:

$$h = 6,626069 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с}), \quad (6)$$

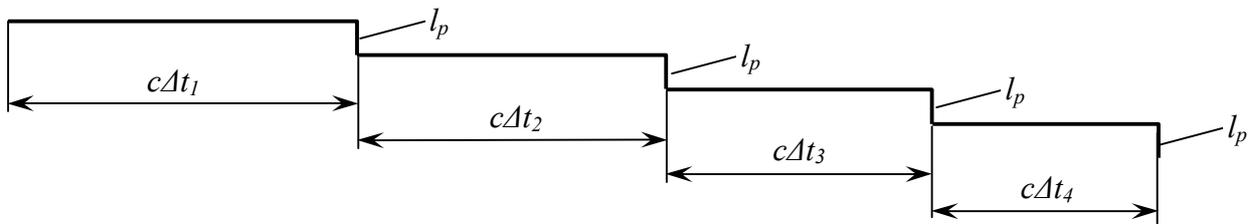
c – скорость света в вакууме [4, 6]:

$$c = 0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}} \right). \quad (7)$$

Поскольку реальность Планковских величин (3) – (5) обоснована в работах [7, 8] их связью с Планковскими слоями, составляющими все пространство Вселенной, поэтому их применение корректно в научных исследованиях. Таким образом, квантовая точка исходного энергетического сгустка имеет размеры l_p (3), а время прохождения ею такого же расстояния со скоростью c света в вакууме – составляет величину t_p (4).

Разработка физико-математической модели процесса прохождения луча света у лиска Солнца. В рамках разрабатываемой модели движения луча света, для доказательства ее достоверности необходимо получить конечный поворот луча света на угол $1,64^\circ$, который был измерен экспериментально в 1919 году при затмении Солнца.

Изменение прямолинейного направления движения луча света со скоростью c от гравитационного воздействия на луч массивного объекта (Солнца) происходит по нормали к исходному направлению движения луча скачками на квантовую величину l_p , (рис. 4) после нарастания гравитационного воздействия с величиной ускорения свободного падения на Солнце до критической величины g_{Ci} в течение времени Δt_i .


 Рисунок 4 – Схема отклонения луча света квантовыми скачками в интервале $i = 1 \dots 4$

По упрощенной схеме движение корпускулы света рассматривалось, как движение точечного объекта, пущенного со скоростью света c по касательной к диску Солнца, имеющего среднюю массу $m_C = 1,989 \cdot 10^{30}$ кг и средний радиус $r_C = 0,6955 \cdot 10^9$ м [9]. Поскольку данное изменение движения связано с гравитационной массой луча света, как частицы-корпускулы, тогда можно считать, что со стороны Солнца на каждую из этих частиц будет действовать ускорение свободного падения g_{Ci} , величина которого определяется из закона всемирного тяготения (1) [1] по уравнению (8):

$$g_{Ci} = \frac{Gm_C}{r_i^2} \left(\frac{m}{c^2} \right). \quad (8)$$

где r_i – текущий радиус от центра Солнца к точке мгновенного положения пролетающей мимо частицы (корпускулы) света.

Величина текущего радиуса r_i выбрана из условий реального изменения положения корпускулы света при подлете к Солнцу и отлете от него со скоростью света c под действием силы его тяготения в пределах интервала времени $T = \pm 499$ с, за которое свет проходит диаметр средней круговой орбиты вращения Земли вокруг Солнца:

$$r_i = \sqrt{r_C^2 + [(T + \Delta T_i)c]^2} \quad (м), \quad (9)$$

где ΔT_i – величина дискретного изменения времени подлета корпускулы к Солнцу и отлета от него в интервале i от 0 до ± 499 секунд.

Подставив значения (9) в уравнение (8), окончательно получим уравнение (10) для расчета текущих значений величин ускорения свободного падения g_{Ci} корпускул на Солнце:

$$g_{Ci} = \frac{Gm_C}{r_C^2 + [(T_{-499} + \Delta T_i)c]^2} \left(\frac{m}{c^2} \right). \quad (10)$$

Для исходного положения корпускулы света (за время $T_{-499} = -499$ секунд до ее подлета к Солнцу), ускорение ее свободного падения на Солнце составит величину g_{C-499} (11), которая вытекает из уравнения (10):

$$g_{C-499} = \frac{Gm_C}{r_C^2 + (T_{-499} \cdot c)^2} = \frac{6,6739 \cdot 10^{-11} \left(\frac{м^3}{кг \cdot с^2} \right) \cdot 1,989 \cdot 10^{30} (кг)}{[0,6955 \cdot 10^9 (м)]^2 + [-499(с) \cdot 0,2998 \cdot 10^9 \left(\frac{м}{с} \right)]^2} = 0,5931 \cdot 10^{-2} \left(\frac{м}{с^2} \right). \quad (11)$$

Численная величина дискретного изменения времени Δt_i определяется из условия перпендикулярного сдвига корпускулы света к исходному направлению ее полета на квант длины l_p , составляющий Планковскую величину (3). Для расчета дискретного времени Δt_{-499} , за которое корпускула пройдет путь l_p (3) при ускорении g_{C-499} (11), используем общую зависимость:

$$l_p = v_0 \Delta t_{-499} + g_{C-499} (\Delta t_{-499})^2 (м),$$

где v_0 – начальная скорость движения корпускулы в направлении по нормали к вектору исходной скорости движения луча света.

Поскольку рассмотренный выше квантовый характер поперечного сдвига корпускулы света позволяет принять $v_0 = 0$ м/с, тогда получим начальное время Δt_{-499} (12):

$$\Delta t_{-499} = \sqrt{\frac{l_p}{g_{C-499}}} = \sqrt{\frac{4,051 \cdot 10^{-35} (м)}{0,5931 \cdot 10^{-2} \left(\frac{м}{с^2}\right)}} = 0,8265 \cdot 10^{-16} (с), \quad (12)$$

Зная это время (12) и скорость света c (7), можно определить дискретную величину продольного пролета ΔL_{-499} корпускулы до ее сдвига на квант l_p :

$$\Delta L_{-499} = c \Delta t_{-499} = 0,2998 \cdot 10^9 \left(\frac{м}{с}\right) \times 0,8265 \cdot 10^{-16} (с) = 2,478 \cdot 10^{-8} (м). \quad (13)$$

Тогда отношение поперечного сдвига на квант l_p к дискретной величине продольного пролета ΔL_{-499} , даст дискретный единичный угол разворота $\Delta \varphi_{-499}$:

$$\Delta \varphi_{-499} = \frac{l_p}{\Delta L_{-499}} = \frac{4,051 \cdot 10^{-35}}{2,478 \cdot 10^{-8}} = 0,1635 \cdot 10^{-26} (рад). \quad (14)$$

Следует учесть, что пролет корпускулы света на такое малое расстояние (13) за время Δt_{-499} (12) в интервале времени i от 0 до ± 499 с, ведет к потребности очень большого количества вычислений, оцениваемого величиной N (15), что нецелесообразно:

$$N_i = \frac{2 \times 499}{\Delta t_{-499}} = \frac{2 \times 499(с)}{0,8265 \cdot 10^{-16} (с)} = 1,208 \cdot 10^{19}. \quad (15)$$

Поэтому в дальнейших расчетах учитывали, что точность конечного результата угла $\sum \Delta \varphi_i = 1,64 \pm 2\%$ является высокой для подтверждения достоверности основных положений модели в выполняемой работе, что позволяет сократить количество расчетов.

С этой целью окончательные значения расчетных величин (11)...(14) при дискретном поперечном смещении луча на квант длины $l_p = 4,051 \cdot 10^{-35}$ м на общем интервале времени T подлета луча к Солнцу от -499 с до 0 с и отлета до 499 с были выполнены:

- 1) с шагом $\Delta T = 100$ с в интервале T от -499 с до -100 с подлета луча,
- 2) с шагом $\Delta T = 10$ с в интервале T от -100 с до -10 с подлета луча,
- 3) с шагом $\Delta T = 1$ с в интервале T от -10 с до -1 с подлета луча,
- 4) с шагом $\Delta T = 0,1$ с в интервале T от -1 с до 0 с подлета луча.

В рамках квадратичности зависимости (10) текущее изменение ускорения свободного падения на солнце при подлете и отлете луча света будет зеркально симметричным, поэтому достаточно ограничиться расчетами в интервале T от -499 с до 0 с и удвоить результат.

Количество ΔN_i углов поворота луча света в каждом из выбранных интервалов получали делением времени ΔT_i интервала на время Δt_i сдвига луча света в этом интервале:

$$\Delta N_i = \frac{\Delta T}{\Delta t_{icp}} \quad (16)$$

Общий угол разворота луча света на интервале составляет величину (17):

$$\sum \Delta \varphi_i = \Delta \varphi_i \Delta N_i (рад). \quad (17)$$

Например, для конечного времени интервала $T = -400$ с ускорение свободного падения на Солнце g_{C-400} увеличилось до величины (18), а время поперечного сдвига уменьшилось до величины (19):

$$g_{C-400} = \frac{Gm_c}{r_c^2 + (T_{-400} \cdot c)^2} = \frac{6,|6739| \left(\frac{M^3}{\kappa z \cdot c^2} \right) \cdot 1,989 \cdot 10^{30} (\kappa z)}{\left[0,6955 \cdot 10^9 (M) \right]^2 + \left[-400(c) \cdot 0,2998 \cdot 10^9 \left(\frac{M}{c} \right) \right]^2} = 0,9230 \cdot 10^{-2} \left(\frac{M}{c^2} \right). \quad (18)$$

$$\Delta t_{-400} = \sqrt{\frac{l_p}{g_{C-400}}} = \sqrt{\frac{4,051 \cdot 10^{-35} (M)}{0,9230 \cdot 10^{-2} \left(\frac{M}{c^2} \right)}} = 0,6625 \cdot 10^{-16} (c), \quad (19)$$

Дискретная величина продольного пролета Δl_{-400} луча света до его сдвига на квант l_p составило величину (20), а единичный угол разворота $\Delta \varphi_{-400}$ – составил величину (21):

$$\Delta l_{-400} = c \Delta t_{-400} = 0,2998 \cdot 10^9 \left(\frac{M}{c} \right) \times 0,6625 \cdot 10^{-16} (c) = 198,6 \cdot 10^{-10} (M). \quad (20)$$

$$\Delta \varphi_{-400} = \frac{l_p}{\Delta l_{-400}} = \frac{4,051 \cdot 10^{-35}}{1,986 \cdot 10^{-8}} = 0,2040 \cdot 10^{-26} (rad). \quad (21)$$

Количество углов поворота луча света на интервале $-499 \dots -400$ с составило величину (22), а общий угол разворота луча света – составил величину (23):

$$\Delta N_{-499-400} = \frac{\Delta T}{\Delta t_{icp}} = \frac{99}{0,6625 \cdot 10^{-16}} = 149,4 \cdot 10^{16}. \quad (22)$$

$$\Sigma \Delta \varphi_i = \Delta \varphi_i \Delta N_i = 0,2040 \cdot 10^{-26} \times 149,4 \cdot 10^{16} = 0,3048 \cdot 10^{-8} (rad). \quad (23)$$

Конечной величиной расчетных значений ускорения свободного падения на Солнце была взята максимальная величина g_{C0} , полученная на грани касания летящей корпункулы с солнечным диском, когда время ее подлета T_0 достигнет 0 секунд, а численная величина ускорения составит значение, вытекающее из уравнения (24):

$$g_{ic0} = \frac{Gm_c}{r_c^2 + (T_0 \cdot c)^2} = \frac{6,|6739| \cdot 10^{-11} \left(\frac{M^3}{\kappa z \cdot c^2} \right) \cdot 1,989 \cdot 10^{30} (\kappa z)}{\left[0,6955 \cdot 10^9 (M) \right]^2 + \left[0(c) \cdot 0,29979 \cdot 10^9 \left(\frac{M}{c} \right) \right]^2} = 0,2744 \cdot 10^3 \left(\frac{M}{c^2} \right). \quad (24)$$

При этом конечное время поперечного сдвига луча уменьшилось до величины Δt_0 (25):

$$\Delta t_0 = \sqrt{\frac{l_p}{g_{C0}}} = \sqrt{\frac{4,051 \cdot 10^{-35} (M)}{0,2744 \cdot 10^3 \left(\frac{M}{c^2} \right)}} = 0,3842 \cdot 10^{-18} (c), \quad (25)$$

Продольный пролет луча составил величину Δl_0 (26), а единичный угол разворота величину $\Delta \varphi_0$ (27):

$$\Delta l_0 = c \Delta t_0 = 0,2998 \cdot 10^9 \left(\frac{M}{c} \right) \times 0,3842 \cdot 10^{-18} (c) = 1,152 \cdot 10^{-10} (M). \quad (26)$$

$$\Delta\varphi_0 = \frac{l_p}{\Delta l_0} = \frac{4,051 \cdot 10^{-35}}{1,152 \cdot 10^{-10}} = 35,17 \cdot 10^{-26} (\text{рад}). \quad (27)$$

Количество N_i углов поворота луча света в этом интервале составило величину (28) а общий угол поворота $\Delta\varphi_i$ луча света в этом интервале составил величину (29):

$$N_{0,1-0} = \frac{\Delta T}{\Delta t_i} = \frac{0,1}{0,3842 \cdot 10^{-18}} = 26,03 \cdot 10^{16}. \quad (28)$$

$$\Sigma\Delta\varphi_0 = \Delta\varphi_0 \Delta N_{0,1-0} = 35,17 \cdot 10^{-26} \times 26,03 \cdot 10^{16} = 9,154 \cdot 10^{-8} (\text{рад}). \quad (29)$$

Сумма углов поворота луча света на всех интервалах получена при их общем сложении:

$$\Sigma\Delta\varphi = \Sigma\Delta\varphi_i + \dots + \Sigma\Delta\varphi_0 = 0,3048 \cdot 10^{-8} + 9,154 \cdot 10^{-8} = 404,22 \cdot 10^{-8} (\text{рад}). \quad (30)$$

Результаты расчетов всех показателей сведены в табл. 1.

Углы поворота луча света на участках подлета и удаления от Солнца равны между собой, поэтому значение (30) необходимо удвоить. Таким образом, общий угол поворота в угловых секундах составит величину:

$$\Delta\varphi = \frac{2 \cdot \Sigma\Delta\varphi \cdot 60 \cdot 60 \cdot 180}{\pi} = \frac{2 \cdot 404,23 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 180}{3,1416} = 1,668''. \quad (31)$$

Проведенные расчеты показали, что общий угол поворота луча света $\Delta\varphi = 1,668''$ отличается от экспериментального значения $\Delta\varphi_э = 1,64''$ на +1,71% (32), что подтверждает достоверность разработанной модели.

Графическое представление движения луча света у диска Солнца показано на рис. 5, в рамках принятого масштаба координатных осей Солнечный диск сводится к эллипсу.

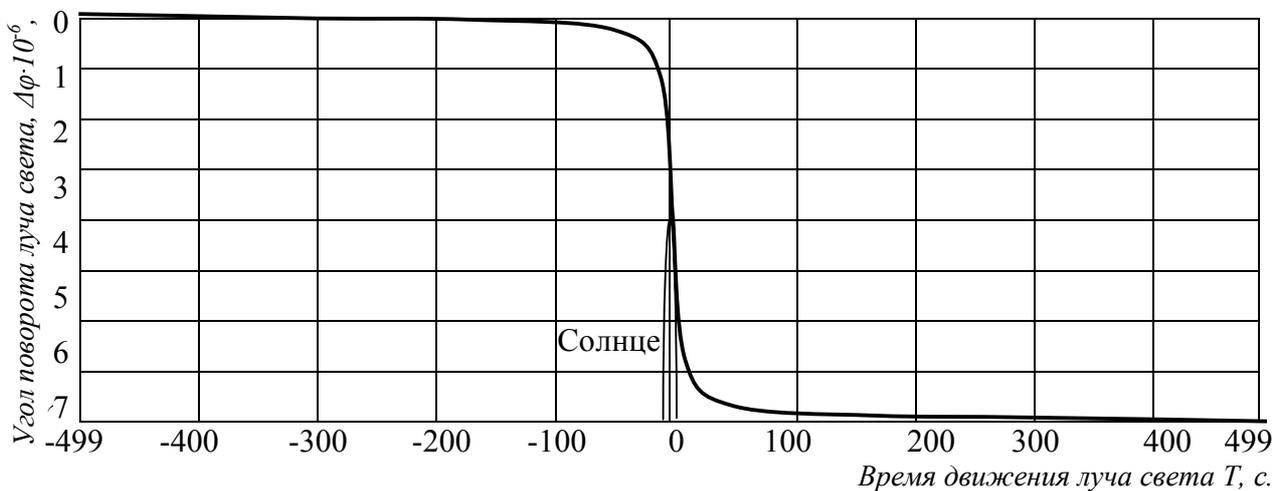


Рисунок 5 – Изменение угла поворота луча света при движении его мимо диска Солнца

Таблица 1 – Результаты расчета угла поворота луча света при движении его у Солнца

№	T	g_{α}	$\Delta t_i \cdot 10^{-18}$	$\Delta l_i \cdot 10^{-10}$	$\Delta \varphi_i \cdot 10^{-26}$	$N_i \cdot 10^{16}$	$\Delta \varphi_i N_i \cdot 10^{-8}$	$\Sigma \Delta \varphi_i N_i \cdot 10^{-8}$
1	499	0,005931	82,65	–	–	–	–	–
2	400	0,009230	66,25	198,62	0,2040	149,4	0,3048	0,3048
3	300	0,01641	49,69	148,96	0,2720	201,26	0,5473	0,8522
4	200	0,03692	33,13	99,31	0,4079	301,87	1,2314	2,0836
5	100	0,1476	16,57	49,67	0,8157	603,62	4,9236	7,0072
6	90	0,1822	14,91	44,70	0,9062	67,08	0,6078	7,6150
7	80	0,2306	13,26	39,74	1,0194	75,44	0,7651	8,3841
8	70	0,3011	11,60	34,78	1,1649	86,21	1,0042	9,3883
9	60	0,4096	9,945	29,81	1,3588	100,56	1,3664	10,7548
10	50	0,5895	8,290	24,85	1,6300	120,63	1,9662	12,7210
11	40	0,9200	6,636	19,89	2,0363	150,69	3,0686	15,7896
12	30	1,631	4,983	14,94	2,7116	200,66	5,4411	21,2307
13	20	3,643	3,335	9,997	4,0523	299,88	12,1522	33,3829
14	10	14,01	1,700	5,097	7,9479	588,17	46,7470	80,1299
15	9	17,10	1,539	4,615	8,7786	64,96	5,7029	85,8328
16	8	21,29	1,380	4,136	9,7952	72,49	7,1002	92,9331
17	7	27,16	1,221	3,661	11,0639	81,88	9,0587	101,9918
18	6	35,69	1,065	3,194	12,6833	93,86	11,9045	113,8963
19	5	48,61	0,9129	2,737	14,8023	109,54	16,2146	130,1108
20	4	69,07	0,7658	2,296	17,6447	103,06	23,0396	153,1504
21	3	102,69	0,6281	1,883	21,5144	159,21	34,2535	187,4039
22	2	157,42	0,5073	1,521	26,6374	197,12	52,5086	239,9126
23	1	231,42	0,4184	1,254	32,2970	239,01	77,1922	317,1048
24	0,9	238,52	0,4121	1,236	32,7888	24,265	7,9561	325,0609
25	0,8	245,26	0,4064	1,218	33,2484	24,605	8,1807	333,2416
26	0,7	251,52	0,4013	1,203	33,6704	24,917	8,3897	341,6313
27	0,6	257,22	0,3969	1,190	34,0494	25,198	8,4796	350,1109
28	0,5	262,24	0,3930	1,178	34,3804	25,442	8,7472	358,9581
29	0,4	266,50	0,3899	1,169	34,6584	25,648	8,8892	367,8474
30	0,3	269,91	0,3874	1,161	34,8794	25,812	9,0030	376,8504
31	0,2	272,40	0,3857	1,156	35,0399	25,930	9,0860	385,9364
32	0,1	273,91	0,3846	1,153	35,1372	26,003	9,1366	395,0729
33	0	274,42	0,3842	1,152	35,1698	26,027	9,1535	404,2264

$$\delta \Delta \varphi = \frac{\Sigma \Delta \varphi - \Delta \varphi_0}{\Delta \varphi_0} 100\% = \frac{1,668'' - 1,64''}{1,64''} 100\% = 1,71\% \quad (32)$$

Полученные результаты расчетов уточняют результаты поворота луча света на угол 1,7'', полученный Эйнштейном.

Таким образом, получение реального поворота луча света на базе закона Всемирного тяготения (1), в основу которого положено взаимодействие масс, и его поперечных сдвигов, по мере развития силы тяготения Солнца на величину линейной Планковской длины (3), которые совпадают с экспериментальными измерениями, что позволяет строго утверждать о наличии массы у луча света и составляющих его фотонов. Также можно строго утверждать об изменении сил гравитационного взаимодействия и кривизны гравитационного поля, волновые параметры которого найдены в работе [10], а не об изменении кривизны пространства, поскольку лишь с гравитационным полем могут взаимодействовать объекты, имеющие массу.

По аналогии с опытами Галилея, доказавшего одинаковые условия свободного падения деревянного и чугунного шаров с Пизанской башни [1], падение на Солнце частиц-корпускул разной энергии и массы, в рамках длин их волн, также будет одинаковым, поэтому расслоения лучей света при полете вблизи массивных объектов не происходит.

Выводы.

1. Найденные физические зависимости, законы и закономерности движения луча света у Солнца и других массивных тел – строго вытекают из известных достоверных физических законов и закономерностей и не противоречат другим законам природы.

2. Совпадение экспериментальных данных угла отклонения луча света, проходящего у Солнца, с найденным расчетным путем на базе закона Всемирного тяготения, связанного с массой взаимодействующих объектов, строго доказывает наличие массы, содержащейся в вещественной части (корпускулах) лучей света и составляющих их фотонов.

3. Строгая связь между углом отклонения луча света при его прохождении у массивных тел и его массой в рамках закона Всемирного тяготения и Планковских величин длины и времени найдена впервые, что вносит коренные изменения в представления не только о наличии массы фотонов, но и строения мироздания, а в конечном итоге – в общий уровень познания материального мира и Вселенной, поэтому отвечает всем признакам научного открытия [11].

4. В рамках закона Всемирного тяготения строго подтверждено лишь изменение силы гравитационного взаимодействия, или кривизны гравитационного поля, что не дает строгих оснований для утверждения об изменении кривизны пространства.

5. Найденные расчетные зависимости и полученные по ним результаты поворота луча света уточняют использованные ранее методики и найденные по ним численные величины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физический энциклопедический словарь / Под общ. ред. А. М. Прохорова [Д. М. Алексеев, А. М. Бонч-Бруевич, А. С. Воронов-Романов и др.]. – М. : Сов. Энциклопедия, 1983. – 928 с.

2. Гернек Ф. Альберт Эйнштейн / Ф. Гернек. – М. : Мир, 1984. – 128 с.

3. Phys.Web.Ru >> Постоянные : Беспрецедентное измерение гравитационной постоянной (по материалам бюллетеня The American Institute of Physics. Bulletin of Physics News. Number 482. May 3, 2000).

4. Настасенко В. А. О возможной периодичности числовых значений фундаментальных физических констант и их уточнении / В. А. Настасенко // Науковий вісник ХДМА : науковий журнал. – Херсон : ХДМА, 2014. – № 2 (11). – С.166–139.

5. Настасенко В. О. Обґрунтування параметрів мінімального кванта простору Всесвіту / В. О. Настасенко // Науковий вісник ХДМА : науковий журнал. – Херсон : ХДМА, 2012. – № 1 (6). – С. 285–297.

6. CODATA Internationally recommended values of the Fundamental Physical Constants

7. Настасенко В. А. Эталон массы в элементах квантовой физики / В. А. Настасенко // Машиностроение и техносфера на рубеже XXI века : сб. трудов VII Междунар. науч.-техн. конф. в г. Севастополе. – Донецк : ДонГТУ, 2000. – Т. 1. – С. 95–100.

8. Настасенко В. О. Аналіз гранично можливих шаруватих структур / В. О. Настасенко // Фізика і хімія твердого тіла. – Івано-Франківськ : Прикарп. нац. ун-т, 2006. – Т. 7, № 4. – С. 793–797.

9. Силк Дж. Семья Солнца / Под ред. И. Д. Новикова ; пер. с англ. – М. : Мир, 1982. – 391 с.

10. Настасенко В. А. Новые основы для строгого определения волновых параметров гравитационного поля и объединение гравитационного и электромагнитного полей / В. А. Настасенко // Науковий вісник ХДМА : науковий журнал. – Херсон : ХДМА, 2014. – № 1 (10). – С.213–222

11. Україна. Закони. Цивільний кодекс України. – К. : Школа, 2003. – С. 142.

REFERENCES

1. Alekseev D. M., Bonch-Bruevich A. M., Voronov-Romanov A. S. et al. (1983). *Fizicheskijj ehnciklopedicheskijj slovarj M. : Sov. Ehnciklopediya.*
2. Gernek F. (1984). *Aljbert Ehyjnshteyjn. M. : Mir, 1984.*
3. Phys.Web.Ru >> Postoyannihe : Besprecedentnoe izmerenie gravitacionnoj postoyannoj (po materialam byulletenya The American Institute of Physics. Bulletin of Physic News. Number 482. May 3, 2000).
4. Nastasenko V. A. (2014). O vozmozhnoj periodichnosti chislovihkh znachenijj fundamentalnihkh fizicheskikh konstant i ikh utochnenii. *Naukovijj visnik KhDMA : naukovijj zhurnal, 2 (11), Kherson : KhDMA, 166–139.*
5. Nastasenko V. O. (2012). Obruntuvannya parametriv minimaljnogo kvanta prostoru Vsesvitu. *Naukovijj visnik KhDMA : naukovijj zhurnal, 1(6). Kherson : KhDMA, 285–297.*
6. CODATA Internationally recommended values of the Fundamental Physical Constants
7. Nastasenko V. A. (2000). Ehtalon massih v ehlementakh kvantovojj fiziki. *Mashinostroenie i tekhnosfera na rubezhe XXI veka : sb. trudov VII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. v g. Sevastopole.Doneck : DonGTU, 2000. T. 1. 95–100.*
8. Nastasenko V. O. (2006). Analiz granichno mozhlivikh sharuvatikh struktur. *Fizika i khimiya tverdogo tila, T. 7, 4. Ivano-Frankivsk : Prikarp. nac. un-t, 793–797.*
9. Novikov I. D. (Ed.) (1982). *Silk Dzh. Semjya Solnca. M. : Mir.*
10. Nastasenko V. A. (2014). Novihe osnovih dlya strogogo opredeleniya volnovihkh parametrov gravitacionnogo polya i objhedinenie gravitacionnogo i ehlektromagnitnogo polejy *Naukovijj visnik KhDMA : naukovijj zhurnal, 1 (10). Kherson : KhDMA, 213–222*
11. Ukraïna. Zakoni (2003). Civiljniyj kodeks Ukraini. K. : Shkola.

Настасенко В. О. СТРОГЕ ОБІРУНТУВАННЯ НАЯВНОСТІ МАСИ У ФОТОНА

Уперше знайдені строгі фізичні закономірності, що доводять зв'язок між відхиленням променя світла при проходженні у масивних тіл, з силою тяжіння, яка витікає із закону Всесвітнього тяжіння, що є строгим підтвердженням наявності маси у променів світла та фотонів, що його складають. Отримані на базі знайдених закономірностей розрахункові дані співпадають із результатами експериментальних досліджень, проведених раніше іншими ученими, що підтверджує їх достовірність. Нові розрахункові залежності й отримані по ним результати значно уточнюють використані раніше методики і отримані по ним результати, що істотно розширює уявлення про будову променів світла і матеріального світу в цілому.

Ключові слова: закон Всесвітнього тяжіння, рух променя світла і його маса.

Nastasenko V. A. STRICT GROUND OF PRESENCE OF MASS AT PHOTON

Strict physical conformities to the law, proving connection between the rejection of ray of light at passing at massive bodies, are first found, with force a gravitation, effluent from the law of the World gravitation, that is strict confirmation of presence of mass at the rays of light and constituents of their photons. The on the base of the found conformities to the law calculation findings coincide with the results of experimental researches, conducted before other scientists, that confirms their authenticity. New calculation dependences and got to on by him results considerably specify the methods utilized before and got to on by him results, that substantially extends picture of structure of rays of light and financial world on the whole.

Keywords: law of the World gravitation, motion of ray of light and his mass.

© Настасенко В. О.

Статтю прийнято
до редакції 10.05.16