

ГРАВИТАЦИОННЫЕ ЛИНЗЫ - СОБИРАЮЩИЕ ИЛИ РАССЕЙВАЮЩИЕ?

Ильченко И.В.¹, Ильченко Л.И.²

¹Ильченко Иван Владиславович – независимый исследователь, г. Москва;

²Ильченко Леонид Иванович – кандидат технических наук, доцент, независимый исследователь, г. Владивосток

Аннотация: анализируя ход световых лучей в гравитационной линзе как в среде, отличающейся по оптической плотности от окружающей, делается вывод, что по законам геометрической оптики необходимо учитывать двойное преломление лучей: преломление не только на входе в гравитационную линзу, но и на выходе из нее. Исходя из факта гравитационного красного смещения, обусловленного изменением длин электромагнитных волн за счет увеличения их скорости, показана возможность увеличения в гравитационных полях фазовой (эффективной) скорости света по сравнению с вакуумом. Принимая фазовую скорость света в гравитационных полях большей, чем в вакууме, гравитационные линзы предложено рассматривать как рассеивающие, что показано на примере "двойного" квазара Twin QSO (Q0957+561) и YGKOW G1. Были найдены объяснения ряда парадоксов, необъяснимых с позиции традиционных представлений о собирающих гравитационных линзах. Приведено построение колец Эйнштейна-Хвалсона для рассеивающей линзы галактики YGKOW G1. Кольца, как результат полного внутреннего отражения света, наблюдаются только в том случае, если находятся не на одной прямой, а под углом 90 градусов к плоскости источника и линзирующей галактики.

Обосновано для черных дыр как гравитационной линзы дополнительное свойство не поглощать за счет притяжения, а преломляясь, многократно отражаясь и рассеивая любое электромагнитное (световое) излучение создавать ореол света.

Ключевые слова: гравитационное линзирование, фазовая (эффективная) скорость света, двойной квазар, гравитационное красное смещение, углы преломления в гравитационном поле, полное внутреннее отражение, черная дыра.

ARE GRAVITATIONAL LENSES COLLECTING OR SCATTERING?

Ichenko I.V.¹, Ichenko L.I.²

¹Ichenko Ivan Vladislavovich - independent researcher, Moscow;

²Ichenko Leonid Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Independent Researcher, Vladivostok

Abstract: analyzing the course of light rays in the gravitational lens as in a medium that differs in optical density from the surrounding medium, it is concluded that according to the laws of geometrical optics it is necessary to consider the double refraction of rays: refraction not only at the entrance to the gravitational lens, but also at the exit from it. Based on the fact of gravitational redshift caused by the change of electromagnetic wave lengths due to the increase of their velocity, it is shown, that the phase (effective) velocity of light in gravitational fields may increase compared to vacuum. Accepting the phase velocity of light in the gravitational fields higher than in the vacuum, it is proposed to consider the gravitational lenses as scattering lenses, which is shown on the example of the "double" quasar Twin QSO (Q0957+561) and YGKOW G1. Explanations were found for a number of paradoxes, unexplainable from the position of the traditional notions of the collecting gravitational lenses. The construction of the Einstein-Hvalson rings for the scattering lens of the galaxy YGKOW G1 is presented. The rings, as a result of total internal reflection of light, are observed only if they are not on the same straight line, but at an angle of 90 degrees to the plane of the source and the lensing galaxy.

For black holes as a gravitational lens an additional property not to absorb due to attraction, but by refraction, repeatedly reflecting and scattering any electromagnetic (light) radiation to create a halo of light is substantiated.

Keywords: gravitational lensing, phase (effective) speed of light, double quasar, gravitational redshift, refraction angles in the gravitational field, total internal reflection, black hole.

УДК 535.015

ВВЕДЕНИЕ

Гравитационное линзирование – бурно развивающаяся в последние годы область астрофизики, основанная на физических закономерностях преломления луча света в поле тяготения вблизи звезд и галактик в среде, оптическая плотность которой отличается от окружающей плотности межзвездной среды.

Первая гравитационная линза была обнаружена в 1979 году в созвездии Большой Медведицы в виде "двойного квазара" QSO 0957+561A/B. (D. Walsh, R. F. Carswell, R. J. Weymann) (1979) [1], когда выяснилось, что оба квазара изменяют свой блеск в унисон, астрономы предположили, что в действительности это два изображения одного квазара, обязанные эффекту гравитационной линзы. Вскоре нашли и объект, которому были приписаны свойства линзы - далекую галактику ($z=0.36$), лежащую между

Землей и квазаром. Анализ спектров фотографии показал, что их двойное изображение в действительности – космический мираж и существует только одна звезда. Это была сенсация! До этого подобных космических миражей не наблюдалось, начались усиленные поиски других гравитационных линз (ГЛ). Одновременно появляется большое количество публикаций посвященных этой теме.

Немецкий астроном И.Г. фон Зольдерн, представляя луч света как поток частиц (фотонов), которые подчиняются закону всемирного тяготения, впервые в 1801 году предложил формулу для определения угла смещения луча света Θ_g в гравитационном поле Солнца. Учитывая гравитационный потенциал, по расчету угол, на который отклонится луч фотонов частиц от далекого источника, пройдя вблизи поверхности Солнца, составит 0,83 угловой секунды [2, с.10], [3, с.13].

$$\Theta_g = 2GM/c^2R \quad (1)$$

В то же время, в соответствии с геометрическими построениями теории относительности (ОТО) А.Эйнштейна, свет отклоняется не столько потому, что фотоны-частицы по Ньютону притягиваются, сколько просто потому, что вблизи массивного предмета следуют “кривизне пространства”. Впоследствии А.Эйнштейн решил, что нужно учитывать не только пространственную, но и временную компоненту кривизны четырехмерного пространства-времени, что удвоило расчетный угол отклонения, оставив вид расчетной формулы (1) прежним:

$$\Theta_g = 4GM/c^2R \quad (2).$$

Таковы сложившиеся представления основ *стандартной теории линзирования*, подкрепленные обширными математическими построениями. В гравитационных полях в соответствии с ОТО наряду с пространством меняется и время, за которое свет дойдет до нас, поэтому меняется и *скорость света c'* , проходящего в *поле тяготения* гравитационной линзы. Но скорость света по законам геометрической оптики взаимосвязана с показателем и углом преломления, что устанавливает равноправность рассмотрения гравитационного линзирования с двух различных позиций: с позиции воздействия гравитации на поток фотонов как корпускул и с позиции прохождения электромагнитного излучения по законам геометрической оптики в гравитационном поле, как особой прозрачной среде. Во всей известной нам литературе преобладает первый подход, практически пренебрегая вторым.

Цель настоящей работы заключалась в следующем: основываясь на наблюдаемых фактах, провести сравнение и согласование основ *стандартной теории гравитационного линзирования* с законами геометрической оптики. При этом нами были получены неожиданные результаты.

1. Двукратное лучепреломление при линзировании.

Сопоставление традиционного метода расчета *угла отклонения* луча света в гравитационных полях, применяемого во всех известных работах начиная от И.Г. фон Зольдера, с подобными построениями по классическим законам геометрической оптики (Виллеброрд Снеллиус, 1621 г.) выявляется ряд явных несоответствий.

Во-первых, во всех известных нам работах по линзированию [1-7] при анализе наблюдений рассматривается *однократное отклонение* луча света при вхождении в гравитационное поле: луч света *отклоняется* в гравитационном поле на величину угла Θ_g (рис.1а). Правда, при этом отмечается, что действительный наблюдаемый угол $\angle SOS_1$ между источником S и его миражом S_1 будет определяться не только углом отклонения Θ_g , но и соотношением расстояний D_{LS} и D_L [2].

С другой стороны, как следует из теории и практики закона геометрической оптики, луч света на границе раздела двух любых сред с различной оптической плотностью испытывает *двукратное преломление*: при падении и при выходе (рис.1б) [8].

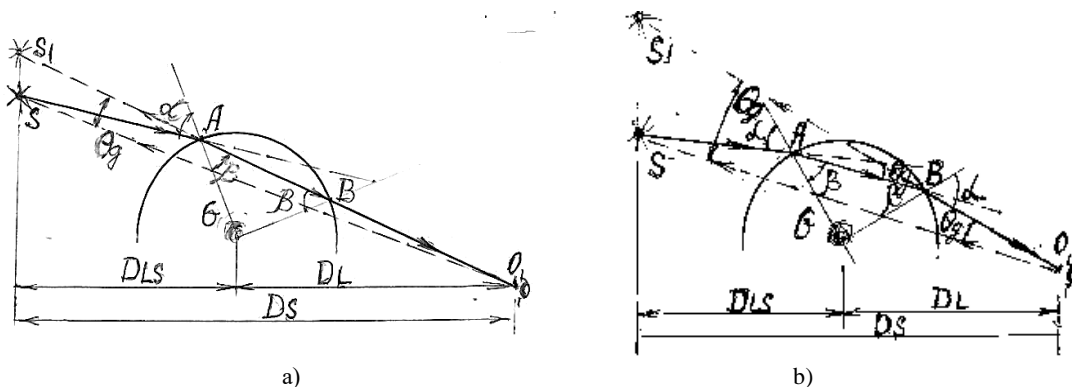


Рис.1. а) традиционная расчетная схема однократного отклонения луча при гравитационном линзировании [1-7], б) двойное лучепреломление в гравитационном поле по законам геометрической оптики.

Здесь: α – угол падения, β – угол преломления луча, Θ_g – наблюдаемый угол смещения луча в линзе между действительным источником S и отображаемым S₁.

Сравнивая рис.1a) и рис.1b) видно, что при однократном и двукратном преломлении углы между действительным S и отображаемым S₁ источниками значительно различаются по величине. (Не в этом ли проявилась гениальность идеи двойного коэффициента в формуле (2) угла отклонения лучей А.Эйнштейна?) В гравитационном поле Солнца лучи звезд с прицельным параметром несколько большим радиусу Солнца $p \geq R_s$ также будут испытывать двойное лучепреломление. Очевидно, это необходимо учитывать для находящегося на Земле наблюдателя, например, экспедиций типа Эддингтона, но ссылок на это нами не найдено. Выяснить, на основе каких аргументов для гравитационного линзирования получил распространение метод построения *однократного преломления луча* только на входе (рис.1a), нам не удалось. Кроме того, общепринятое мнение о скорости света при построении лучепреломления в гравитационной линзе может быть подвергнуто сомнению.

2. Траектории луча света в гравитационном поле. Традиционное обоснование.

Во всех современных исследованиях, начиная с фон Зольдера, для расчета преломления луча света основываются на том, что «в ньютоновской физике траектория движения любого тела в гравитационном поле вокруг большой массы совершенно не зависит от массы этого (пробного) тела. Если эту массу уменьшить вдвое, траектория останется прежней. А что произойдет, если его масса будет постепенно уменьшаться, пока она, наконец, полностью исчезнет?» [3]. Авторы считают, как следует из последующих аргументов, что ничто не изменится. Приводятся соответствующие построения, при этом для тел с мерой инерции равной нулю (нулевой массой) применяются законы классической механики, справедливые только в инерциальных системах отсчета для тел с ненулевой мерой инерции.

Рассмотрим традиционный пример расчета траектории света (фотонов) в поле гравитирующей массы M на рис. 2 (из работы Блюх П.В., Минаков А.А.) [4, стр.11].

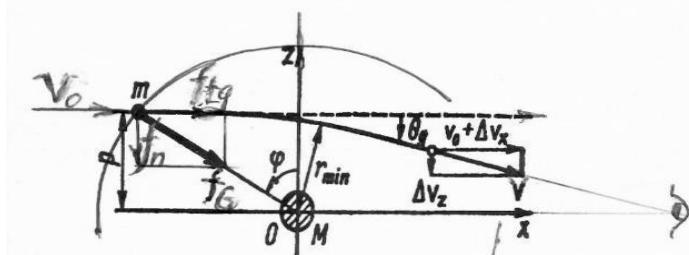


Рис.2 Расчетная схема траектории фотона в гравитационном поле [4]

Под воздействием силы тяготения f_g световой луч (фотоны луча) с начальной скоростью v_0 по закону ньютоновской механики в конце траектории отклонится на угол Θ_g , определяемый через отношение приращения «компонента скорости луча $\Delta v_z/v_x$ (угол Θ_g считается положительным, если луч *искривляется* в сторону притягивающего тела, т.е.

при $\Delta v_z < 0$):

$$\operatorname{tg} \Theta_g = -\Delta v_z / (v_0 + \Delta v_x) \quad (3),$$

где v_0 – начальное значение скорости луча, $v_0 = c$.

В соответствии с уравнением (3) луч света *отклонится* на угол Θ_g потому, что его первоначальная скорость ($v_0 = c$) *увеличится* на Δv . Т.е. скорость света должна стать больше первоначальной на величину $+\Delta v_x$ (!). При этом, учитывая малость величины Δv_x из (3) угол отклонения однозначно определится увеличением скорости:

$$\Theta_g \sim -\Delta v_z / c \quad (3a)$$

Аналогично, в работе [5] для определения скорости в гравитационном поле в соответствии с ньютоновским законом движения квант луча света (фотон) идентифицируют с «*пробным*» **физическим телом**. При этом *лучу света «приписывается траектория гиперболы», с измененной скоростью света*.

Действительно, в астродинамике гиперболическая траектория как *траектория удаления*, предопределяет *увеличение первоначальной скорости* $v_0 = c$ вблизи гравитирующей массы до максимальной в перигее v_n в соответствии с уравнением:

$$v = \sqrt{\mu \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)} \quad (4),$$

где μ — гравитационный параметр, $\mu = G \cdot m$; r — расстояние от центрального тела до обращающегося, «пробного»; a — большая полуось орбиты (в данном случае отрицательна).

Построение соответствующих скоростей по уравнению (4) представлено на рис.3.

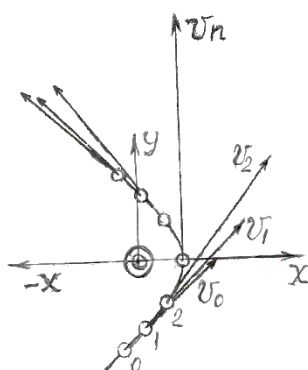


Рис.3. Гиперболическая траектория с векторами скоростей в разных ее точках.

В противоречии с этим, «эффективную скорость света в гравитационном поле находят, преобразуя метрику Минковского СТО, выраженную формулой его линейного элемента» [2]. В результате таких преобразований фазовая скорость света в гравитационном поле определяется через ньютоновский гравитационный потенциал $\Phi = GM/r$ фактически не из физических закономерностей, а постулируемых математических построений:

$$c_g = dx/dt = c(1 + 2\Phi/c^2) \quad (4a)$$

На основе этой формулы делается вывод (не подкрепленный наблюдениями и экспериментами): «так как гравитационный потенциал $\Phi = GM/r$ всегда отрицательный, то кажущаяся (фазовая) скорость света, проходящего в поле тяготения линзы, будет зависеть от гравитационного потенциала линзы и будет всегда **меньше скорости света в вакууме**, что не нарушает никаких законов — скорость света действительно может меняться, если свет идет сквозь какое-то вещество» [3]. Такое утверждение повторяется во многих учебниках: «...**фазовая скорость света уменьшается под влиянием гравитационного поля**» [9, стр. 413].

В этих примерах луч света рассматривается по Ньютону как состоящий из фотонов, физических частиц, игнорируя его волновые, электромагнитные свойства. Этому соответствует и применяемая терминология: «отклонение, угол смещения луча», вместо традиционного для законов распространения света — «преломление, отражение, рефракция лучей». «Кажущаяся скорость света, проходящего в поле тяготения линзы..... **будет всегда меньше скорости света в вакууме, что не нарушает никаких законов...**» [3]. Действительно не нарушает, но в других источниках, рассматривая СТО, предлагается и другая точка зрения, которая противоречит вышеприведенной: «...на фазовые скорости, не связанные с передачей сигнала, никаких ограничений нет, и они могут быть любыми; они могут и превышать “ c ” [10, стр. 274]. И та, и другая точки зрения основываются не на опыте, не на экспериментальных фактах, но на умозрительных заключениях, почему обе и существуют.

Отмеченные примеры свидетельствуют о том, что при G-линзировании вопрос скорости света в гравитационном поле остается основным, определяющим ход лучей, указывая на необходимость его уточнения. Непосредственно, экспериментально определить скорость света в гравитационном поле, поставить *прямые* эксперименты — пока в настоящее время затруднительно. Но есть *непрямые*, опосредованные результаты опытов, предсказанные А.Эйнштейном при разработке общей теории относительности (1911 г.) и действительно фиксируемые при астрономических наблюдениях — это *гравитационное красное смещение*.

Относительная величина красного смещения Z_G , обусловленная любой из трех возможных причин, в том числе гравитационной, находится как:

$$Z_G = \Delta\lambda/\lambda_0 = (\lambda - \lambda_0)/\lambda_0 \quad (5),$$

где λ — регистрируемая приемником длина волны, определяемая фазовой скоростью $(c \pm V)$, $\lambda = \lambda_0 (c + V)/c$, V — скорость движения источника (приёмника) или среды.

При гравитационном красном смещении скорость движения светонесущей среды V принимается равной первой космической скорости IV ($V = IV$) как объективной реальности, определяющей *гравитационный потенциал поля* $IV^2 = -\Phi = GM/R$ или степень «кривизны пространства» [11].

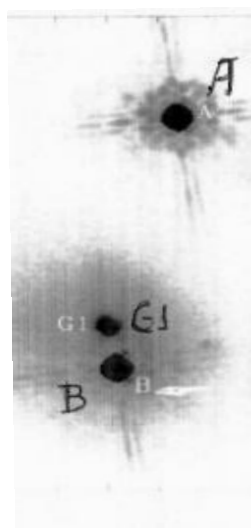
У всех известных гравитационных линз наблюдаются миражи источников со значительным красным смещением не только собственным, но и приобретенным в результате линзирования, гравитационные линзы с синим смещением неизвестны. В соответствии с формулой 2 (5) из этого следует, что **в гравитационных линзах**, где наблюдается гравитационное красное смещение, фазовая скорость ($c+IV$) электромагнитного излучения (света) **больше, чем в окружающем вакууме**.

По законам геометрической оптики фазовая скорость света однозначно связана с показателем преломления среды и углом преломления на границе сред, что, очевидно, справедливо и для границы сред «вакуум-гравитационное поле». Показатель преломления n в таких случаях в G-линзах *меньше единицы*, а оптическая плотность вакуума выше плотности в гравитационных полях и *угол преломления β больше угла падения α* . Что такое возможно и показатель преломления может быть не только *меньше единицы*, но и *отрицательным* – не нарушает никакие законы, и показано еще в работах В.Г. Веселаго [12]. Естественно, в Природе существует только один вид гравитационных линз из двух возможных. Условно обозначим первый – положительной, собирающей линзой со скоростью света меньше, чем в вакууме, с оптической плотностью больше единицы, и второй, с фазовой скоростью больше, чем в вакууме и оптической плотностью меньше единицы – рассеивающей. Что в действительности используется в Природе – предстоит еще выяснить.

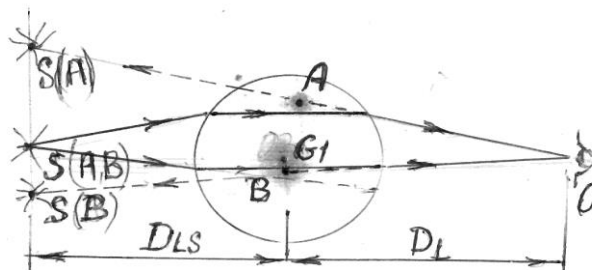
3. Гравитационное линзирование с учетом законов геометрической оптики

3.1. Изображение двойного квазара в собирающей G-линзе.

Попытаемся воспроизвести ход лучей от известного квазара QSO 0957+561(A/B) через линзирующую галактику YGKOWG1 с учетом рассмотренных положений и соблюдая законы геометрической оптики. Линзирующая эллиптическая галактика G1 типа CD лежит почти на одной линии с изображением квазара B (в 1 угловую секунду) [13,14].



a)



b)

Рис.4 a) снимок телескопом Хаббл галактики YGKOW G1 [14], b) преломление лучей квазара в линзирующем поле тяготения с оптической плотностью больше, чем в вакууме.

Форма галактики может варьировать от почти сферической до очень сплюснутого эллипсоида, однако, в общем случае наибольший эффект линзирования будет наблюдаться в том случае, если большая полуось сплюснутого эллипсоида галактики совпадает с лучом зрения наблюдатель – источник излучения. Ход лучей от квазара к наблюдателю через

линзирующую галактику будем воспроизводить в плоскости ортогональной плоскости *реального изображения*, полученному с помощью телескопа «Хаббл» (рис.4а) [15]. Благодаря этому зафиксированное телескопом расположение миражей A и B в сечении галактики G1 определяет на схеме положение точек O и S(A,B) в близком к реальному масштабе. Это немаловажно, т.к. за время более 30 лет наблюдений установлены факты, которые для их объяснения вызывают определенные затруднения.

Рассмотрим построение хода лучей в галактике с собирающим типом линз, т.е. традиционно единственно известном и применяемом (рис.4б). Построение затруднений не вызывает. Выбрав произвольно точку наблюдения «O», из нее построим два луча до миражей A и B. Приняв, что оптическая плотность поля линзы выше плотности окружающей среды (вакуума), по законам геометрической оптики лучи претерпевают два отклонения «к центру» на границах входа и выхода гравитационного поля и

пересечение двух лучей определит местонахождение источника (квазара). Однако, при анализе полученного построения возникает ряд вопросов.

Во-первых, свет, формирующий изображение квазара $S(B)$, достигает нас примерно на **14 месяцев** (1,1 года) позже, чем свет, формирующий второй «портрет» – $S(A)$ [13]. Из рис.3б) видно, что нет принципиальных отличий для световых лучей $S(A,B)$ - A - O и $S(A,B)$ - B - O , приводящих к разнице в 14 месяцев. Лучи по обоим путям испытывают двойное лучепреломление и на схеме они примерно равны. На вопрос о временной задержке схема не дает ответ.

Во-вторых, в то время как квазар находится на расстоянии 8,7 млрд св.л., а линзирующая галактика на расстоянии 3,7 млрд св.л. от наблюдателя очевидно, что на схеме расстояние D_L должно быть примерно вдвое больше расстояния D_L . Однако, из построения видно, что эти расстояния примерно равны. Кроме того, расстояние между двумя изображениями A и B в 6 угловых секунд, на что первоначально было обращено внимание, представляется слишком велико, чтобы объяснить его гравитационным эффектом одной галактики YGKOW G1. Попытки Young et al. [15] объяснить наблюдаемое расстояние между изображениями тем, что галактика G1 является частью скопления галактик, которое увеличивает гравитационное отклонение, не дает ответа на прямой вопрос [14].

В-третьих, наблюдаются некоторые спектральные различия между квазаром A и квазаром B , которые объясняются различным составом и плотностью межгалактической среды на путях прохождения света [16-17]. Как при этом межзвездная пыль может изменить спектр или величину красного смещения только для миража квазара B , не оказывая влияния на изображение вида A – неизвестно.

В-четвертых, «В ходе наблюдений линзированного квазара Q0957+561 на БТА было впервые обнаружено, что вектор поляризации по-разному ориентирован в двух изображениях источника, а угол поляризации меняется с длиной волны» [16].

3.2 Изображение двойного квазара в рассеивающей G-линзе

«Рассеивающее» линзирование квазара при условии, что фазовая скорость света в гравитационном поле галактики выше, чем в вакууме, представлено на рис.4. Первоначально отметим, что как теоретически, так и практически два миража источника (квазара) расположенные по разные стороны от центра линзирующей «рассеивающей» галактики, в отличие от рассмотренной ранее «собирающей», получены быть не могут (рис.4б). Это обусловлено тем, что после второго преломления на границе сред, лучи всегда будут расходиться.

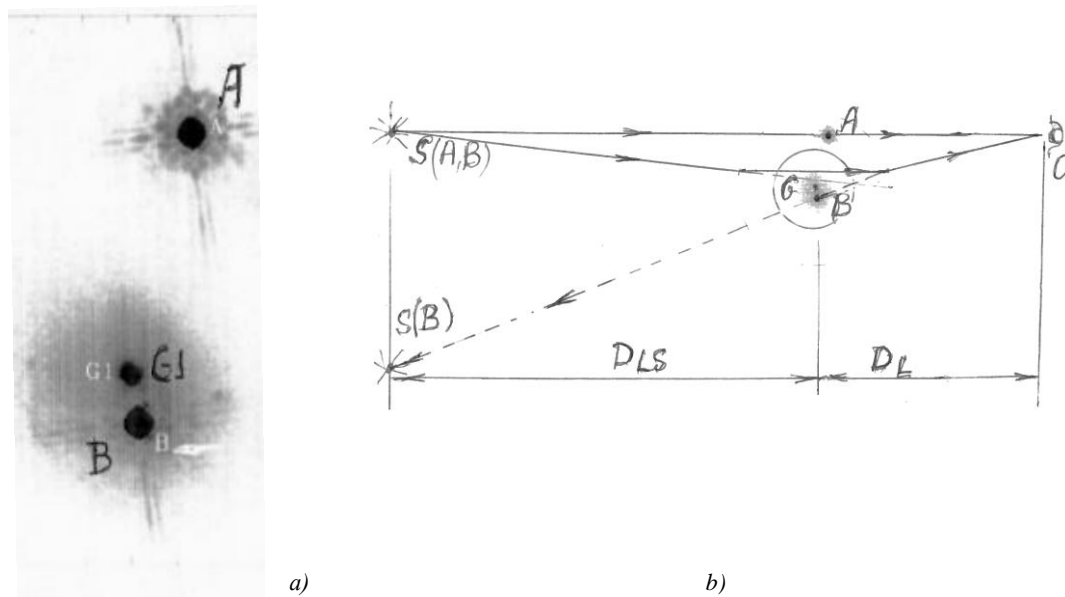


Рис.5. а) снимок телескопом Хаббл галактики YGKOW G1 [14],

б) преломление лучей квазара в линзирующем поле тяготения с оптической плотностью меньше, чем в вакууме.

Два изображения по разные стороны от центра линзирующей галактики, как видно из рис.5 б), могут быть получены только в том случае, если одно из них (в данном случае это A) – **действительное**. В этом случае один луч от источника квазара $S(A,B)$ непосредственно проходит к наблюдателю O , минуя линзу G . Вторым луч после двойного преломления также регистрируется наблюдателем. Такое построение в большей степени дает ответы на предыдущие вопросы, но из-за необычности, требует перепроверки, например, уточнения и сравнения величины красного смещения у видов A и B [17]. По теории, красное смещение у B должно быть больше, чем у A на величину, обусловленную гравитационным полем галактики G [11].

4. Кольца Эйнштейна-Хвольсона

Предсказанный в 1924 году О.Д.Хвольсоном и «вычисленный» А.Эйнштейном в 1936г. источник света в линзирующем объекте в виде полного «кольца Эйнштейна», впервые был открыт в 1998 году с помощью телескопа Хаббл, получив название B1938+666. В конце 2014 года ALMA были сделаны снимки далекой галактики SDP.81 в виде почти идеального гравитационного кольца Эйнштейна, которая линзируется массивной галактикой переднего плана, находящейся на расстоянии около четырех миллиардов световых лет [18] (рис.6 а).

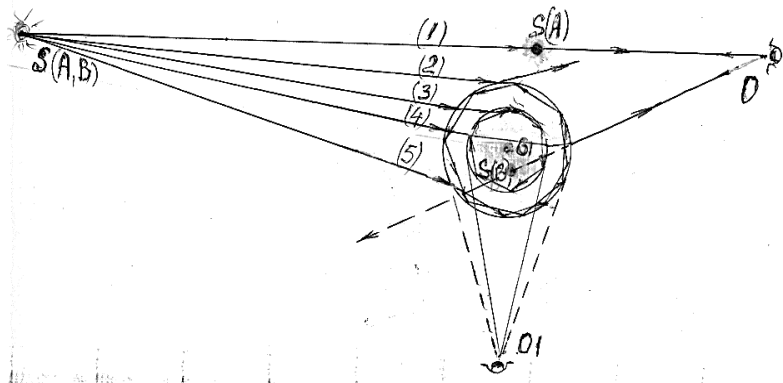
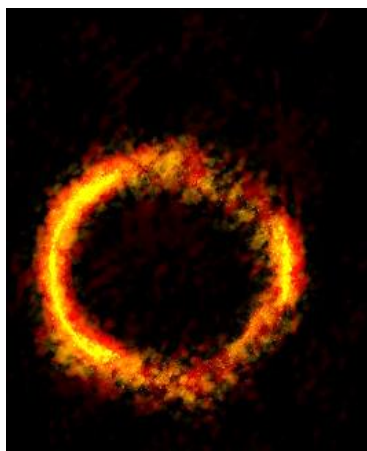


Рис.6 а) кольцо-линза SDP.[18]; б) траектория лучей при построении колец Эйнштейна.

Относительно колец Эйнштейна во всех источниках категорически утверждается, что кольцо будет наблюдаться только в том случае, если наблюдатель, линзирующий объект и источник света расположены на одной прямой линии. Однако, построить такое кольцо по правилам геометрической оптики для **собирающей G-линзы**, следуя утверждению однолинейности расположения объектов, *не представляется возможным*. Тем более реально наблюдаемые двойные кольца Эйнштейна воспроизвести на основе существующей парадигмы ГЛ по законам геометрической оптики так же **невозможно**.

Решение находится, обратившись к модели **рассеивающей линзы**. В этом случае линзирующие галактики, как правило эллиптического типа, по общности законов распространения света можно сравнить с пузырьками воздуха в воде. В том и другом случае лучи света падают на сферическую границу раздела сред (в общем случае – искривленную поверхность) из оптически более плотной в менее плотную среду.

Рассмотрим подробнее образования колец Эйнштейна на примере галактики G1(рис.6б). Лучи от источника S (кварзара) (1),(2),(3),(4),(5) падают на сферическую поверхность гравитационного поля линзирующей галактики под различными углами от 0 до 90°. Большой гравитационный потенциал галактики, изменяющийся по закону Кеплера, разобьем на две части, разделив условно двумя сферами, которые на плане представлены двумя кольцами. Те лучи (4), которые падают в центральную область линзирующей галактики, выходя, преломляются и дают миражи QSO 0957+561(A,B), что нами рассматривалось ранее (рис.5б). Лучи (2), падая по периметру под углом более 85°, полностью отражаются, рассеиваясь в пространстве и не попадают наблюдателю в точку O, который находится в одной плоскости с источником и линзой.

Формирование колец Эйнштейна обусловлено лучами (3), (5), которые падают на сферическую поверхность эллиптической галактики под углом 75-85 градусов. Лучи (5), преломляясь после наружной границы в гравитационном поле, вновь падают уже с внутренней стороны на границу, отражаются на границе раздела сред под углом близким к 90 и оказываются в световой ловушке: многократно зеркально отражаясь и высвечивая наружное кольцо периметра линзы-галактики подобно «лунной» дорожке. Пузырьки воздуха, подобно этому блестят при освещении – падающий солнечный свет по закону полного

внутреннего отражения полностью отражается, не проходя внутрь пузырьков [19, стр.229]. Лучи (3) с меньшим углом падения, по мере прохождения к центру, преломляясь все более за счет увеличения гравитации линзы, проникают ближе к центру до тех пор, пока также не окажутся в световой ловушке, образуя второе внутреннее кольцо. Падающий, отраженный и преломленный лучи лежат в одной плоскости, образуя кольца, которые можно наблюдать только под углом 90^0 к этой плоскости, но не вдоль этой линии. Наблюдатель колец в точка O_I на рис.6 б) находится перпендикулярно плоскости чертежа.

Приведенные построения открывают возможность уточнить некоторые свойства черных дыр в космосе. Считается, что черная дыра все поглощает и ничего не выпускает: «ни свет, ни частицы не могут проникнуть через горизонт событий из области внутри, в то время как падающие снаружи на черную дыру вещество и излучение свободно проникают внутрь».

Основой для таких представлений служит гипотеза об уменьшении фазовой скорости света в гравитационных полях.

Вместе с тем, допуская, что скорость света в гравитационных полях может быть выше, чем в вакууме, черная дыра с мощным гравитационным полем приобретает другие качества. В этом случае лучи и электромагнитное излучение за счет рассеивания и преломления (рефракции) не смогут проникнуть в центральную часть извне, образуя кольца Эйнштейна, почему и наблюдается центральная часть черных дыр в ореоле света.

ВЫВОДЫ

1. Рассматривая гравитационное линзирование с позиции законов геометрической оптики отмечено, что преломление лучей необходимо учитывать дважды, как на входе, так и на выходе линзы. Двойное преломление вполне соответствует предложенному А.Эйнштейном двойному углу отклонения лучей.

2. Изучая вопрос скорости света в гравитационных полях, предпринята попытка обосновать возможность увеличения фазовой скорости света в гравитационных линзах и, соответственно, уменьшение их оптической плотности. Наряду с традиционной линзой, условно названной собирающей, предложен противоположный вид –рассеивающих гравитационных линз. 3. При воспроизведении хода лучей двойного квазара QSO 0957+561(A,B) через линзирующую галактику YGKOWG1 показано, что модель с рассеивающей (отрицательной) линзой лучше описывает результаты ряда наблюдений, чем с традиционной принятой собирающей (положительной) линзой.

3. Показано, что два миража источника (квазара) расположенные по разные стороны от центра линзирующей рассеивающей галактики, получены быть не могут (в отличие от собирающей).

4. Построение колец Эйнштейна оказалось возможным только с помощью рассеивающей линзы. Предложен механизм их образования. Наблюдать кольца при этом возможно только под прямым углом к прямой линии «источник–линза– наблюдатель».

5. Предложено учитывать новое свойство черных дыр, как гравитационной линзы, которая НЕ поглощает свет (электромагнитное излучение) притяжением, но, наоборот, преломляя, многократного отражает на границе наружной поверхности, создавая ореол света.

Список литературы /References

1. D. Walsh, R.F. Carswell, R.J. Weymann. / 0957 + 561 A, B: twin quasistellar objects or gravitational lens? // Nature. — 1979-05. — Vol. 279, iss. 5712. — P. 381–384. — ISSN 1476-4687. — Doi: 10.1038/279381.
2. Bartelmann M., Maturi M. Weak gravitational lensing. /Universitat Heidelberg, Zentrum fu'r Astronomie, Institut fu'r Theoretische Astrophysik. Invited and refereed contribution to Scholarpedia/ arXiv:1612.06535v1 [astro-ph.CO] 20 Dec.2016. 372ann.
3. Бартельманн М. Вселенная не в фокусе. Stars and Space. Physik Journal, /журнал Немецкого физического общества/ <https://nplus1.ru/material/2017/03//13/weakgravlensing?sclid=l2u42w9r9t>
4. Блюх П.В., Минаков А.А. Гравитационные линзы – Киев, «Наукова Думка». 1989 г. -240с.
5. Захаров А.Ф., Сажин М.В, УФН, 1998, т. 168, №10, 1041–1082 DOI: <https://doi.org/10.3367/UFN.0168.199810a.1041>
6. Захаров А.Ф. Гравитационные линзы и микролинзы – М.: «Янус-К» 1997г. -387 с.
7. Schneider P., Ehlers J., Falco E.E. Gravitational Lenses. — Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Press, 1992. 560 P. — ISBN 3-540-97070-3.
8. Борн М., Вольф Э. Основы оптики - М.: «Наука» 1973г. 720 с.
9. Путилов К.А., Фабрикант В.А. Курс физики Том III. Оптика, атомная физика, ядерная физика. Москва, 1963 г. - 634 с. (стр. 413).
10. Угаров В.А. Специальная теория относительности. М. «Наука» 1977 —384с. (стр. 274)
11. Ильченко И.В., Ильченко Д.В. и др. Красное смещение и темная материя. Часть 1. Новые факты. ПСНО №8 (177) 2022г.
12. Веселаго В.Г. "Электродинамика веществ с одновременно отрицательными значениями ϵ и μ ". УФН 92 517 (1967); ФТТ 8 3571 (1966). ЖЭТФ 52 1025 (1966).

13. *Kundich T. (Caltech), Turner E.L. (Princeton Observatory University.), Colley W.N. (Princeton Observatory University.), Gott J.R., (Princeton Observatory University.), Rhodes J.E. (Princeton Observatory University.) et al.* *Astrophys. J.* 482 (1997) 75 • Electronic printing: astro-ph / 9610162 • DOI: 10.1086/304147.
14. *Брызгалов О.* Галактика NGC3079 и «двойной» квазар Q0957+561. olegbr.astroclub.kiev.ua
15. *Young P., Gunn J.E., Oke J.B., Westphal J.A. & Kristian J.* (1980). «Двойной квазар Q0957 + 561 А, В - изображение гравитационной линзы, образованное галактикой на $Z = 0,39$ ». *Астрофизический журнал.* 241: 507–520.
16. *Popovic L.C., Afanasiev V.L., Shablovinskaya E.S., Ardilanov V.I., Savic D.* Spectroscopy and polarimetry of the gravitationally lensed quasar Q0957+561/, 2021, *A&A*, 647, A98. doi.org/10.1051/0004-6361/202039914
17. *Муханов В.Ф.* Двойной квазар QSO 0957 + 561 А, В - гравитационная линза? / УФН, Том 133, вып. 4. Апрель 1981.
18. *Yoichi Tamura, Masamune Oguri, Daisuke Iono, Bunyo Hatsukade, Yuichi Matsuda, Masao Hayashi.* High resolution ALMA observations of SDP.81. I. Innermost mass profile of a lensing elliptical galaxy explored by 30-ms images/ arXiv: 1503.07605 [astro-ph. GA]. ALMA at Full Stretch Yields Spectacular Images, ESO Announcement.
19. *Ландсберг Г.С.* Элементарный учебник физики. Т.3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. - М.: Наука, 1985. - 656 с.