

УДК 524.83; 524.82

## НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ФАКТЫ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В АСТРОФИЗИКЕ

А.И. Колесников<sup>1</sup>, В.М. Лютый<sup>2</sup>, И.В. Талызин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Тверской государственной университет,  
кафедра прикладной физики

<sup>2</sup>Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга

Показано, что астрофизика не располагает экспериментальными данными, однозначно подтверждающими СТО, ОТО и теорию расширяющейся Вселенной (теорию Большого Взрыва). Адрес полного текста статьи – [www.talyzin.narod.ru/FactInt.html](http://www.talyzin.narod.ru/FactInt.html).

Соотношение между экспериментальными (наблюдательными) фактами и их интерпретацией и построением теорий является одной из основных, если не самой основной, проблем науки. Со времен Гиппарха (II в. до н. э.) и до конца XVI в. считалось неоспоримым фактом, что звезды имеют видимый угловой диаметр: Тихо Браге считал, что звезды 1-й величины имеют диаметр 2 минуты, и только телескоп Галилея опроверг этот “факт”. Но таких примеров немного, а вот интерпретация научных фактов часто меняется со временем.

**Красное смещение.** В 1912 г. В.М. Слайфер начал снимать спектры галактик и к 1925 г. получил спектры 45 галактик. Оказалось, что линии в спектрах всех галактик, кроме самых ярких, сдвинуты в красную сторону спектра. Поскольку ни о Большом Взрыве, ни о расширении Вселенной тогда не думали, а эффект Доплера был хорошо известен, Слайфер сделал единственно возможный вывод – все галактики удаляются от нас. Максимальное измеренное Слайфером красное смещение соответствовало скорости удаления 1800 км/с.

В 1924 г. Эдвин Хаббл, работая на 100-дюймовом телескопе, начал составлять карту пространственного распределения галактик и в дальнейшем пришел к выводу о равномерности крупномасштабного распределения.

В 1929 г., анализируя данные Слайфера, Хаббл обнаружил, что скорость удаления тем больше, чем дальше от нас находится галактика (рис. 1). Коэффициент линейной регрессии – постоянная Хаббла – в настоящее время  $H_0 = 75$  км/с на 1 Мпк. Интерпретация доплер-эффектом вместе с выводом о крупномасштабной однородности однозначно приводит к выводу о расширении Вселенной.

**Другие интерпретации.** К сожалению, о том, что эффект Доплера – это интерпретация, причем не единственно возможная, космологи забывают и начинают утверждать, что “факт расширения Вселенной и другие положения космологии доказаны совершенно надежно” (И.Д. Новиков). Существуют, однако, и другие, нестандартные интерпретации красного смещения, с которыми, правда, большинство космологов не согласны. Но известно, что в науке мнение “большинства” не всегда оказывается правильным. Из других

интерпретаций красного смещения наибольшего внимания, на наш взгляд, заслуживают две теории:

- масштабно-инвариантная теория: со временем меняются массы элементарных частиц. Тогда красное смещение  $1 + z = \lambda_p/\lambda_1 = m_p/m_1$ . При этом длина волны фотона не меняется со временем, пока он движется в пространстве. У более "старшего" фотона длина волны больше только потому, что тогда масса частиц была меньше;
- термодинамическая теория Д. Уилсона: "усталость" света – старение фотонов. При этом постоянная Хаббла делится на термодинамическую и космологическую компоненты:  $H_{\text{term}}=74 \pm 19$  и  $H_{\text{cosm}}=0 \pm 10$  км/с на мегапарсек. В этом случае современное значение постоянной Хаббла полностью соответствует термодинамической компоненте, а космологическая отсутствует.

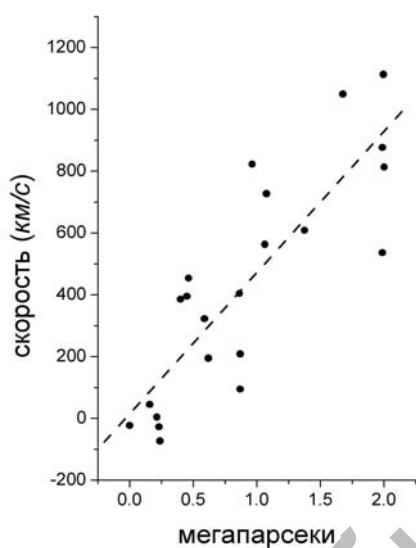


Рис. 1. Полученная Хабблом зависимость скорости удаления галактик от расстояния до них

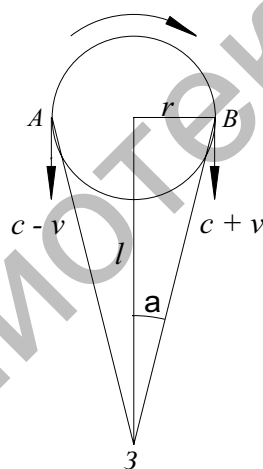


Рис. 2. Схема расчета расстояния  $l_{\text{max}}$ , на котором эффект раздвоения изображения звезды меньшей массы еще будет наблюдаться

**Большой Взрыв (БВ).** Если Вселенная расширяется и показатель расширения – постоянная Хаббла, имеющая размерность частоты, то естественно принять обратную величину  $1/H_0$  за возраст Вселенной. При средней плотности вещества, равной критической, возраст Вселенной  $2/3$  от этой величины. При современном значении  $H_0 = 75$  км/(с·Мпк) получается 10 млрд. лет. Экспериментальным (наблюдательным) доказательством теории Большого Взрыва считается обнаружение так называемого "реликтового" излучения – равномерного фона с температурой 3 К. Обнаружение такого фона – наблюдательный факт, но дальнейшее – уже интерпретация: если Вселенная действительно образовалась в результате БВ, то, согласно Г.А. Гамову, должен остаться равномерный 3-градусный фон.

За последние 20 лет появились наблюдательные свидетельства против гипотезы БВ. Прежде всего, с развитием ПЗС-фотометрии стало возможным массовое определение возрастов шаровых скоплений нашей Галактики. Оказалось, что шаровые скопления вдвое старше Вселенной! Тогда или неверна теория звездной эволюции, или теория БВ. Однако пока нет ни одного свидетельства против современной теории звездной эволюции.

В теории расширения Вселенной считается, что меняется масштабный фактор, т.е. 1 см сейчас и 1 см 10 млрд. лет назад – это не одно и то же! При вычислении же возраста Вселенной по формуле  $1/H_0$  молчаливо подразумевается, что секунда сейчас и 10 млрд. лет назад – одно и то же.

**Скорость света.** Скорость света в вакууме – константа и предельная скорость сигнала – основной постулат СТО. Первая попытка проверки этого постулата была сделана А.М. Бонч-Бруевичем – измерение разности хода луча от  $E$  и  $W$  краев диска Солнца. На базе 2 км разность должна составить 75 пс. Но в результате 1700 измерений получено значение  $1,5 \pm 5$  пс. Таким образом, якобы подтверждался постулат СТО в противовес баллистической теории (алгебраическое сложение скорости света и скорости источника). Однако при такой постановке эксперимента иного результата и не должно быть – источником сигнала являлся неподвижный модулятор!

**Баллистическая гипотеза Ритца.** Для объяснения отрицательного результата опыта Майкельсона в 1908 г. Ритцом была выдвинута баллистическая гипотеза. Де Ситтер считал, что гипотеза Ритца противоречит тому факту, что двойные звезды наблюдаются как отдельные светящиеся точки. При приближении звезды свет от нее имел бы большую скорость, чем при удалении, поэтому изображение должно было бы раздваиваться. Выполним несложные расчеты.

Предположим, что звезда небольшой массы вращается по круговой орбите радиуса  $r$  вокруг более массивной звезды массы  $M$  с периодом обращения  $T$ . Звездная система расположена на расстоянии  $l$  от Земли. Когда звезда находится в точке  $A$ , она излучает в направлении Земли свет со скоростью  $c - v$ , в точке же  $B$  свет идет к Земле со скоростью  $c + v$ . Наблюдатель на Земле увидит изображение раздвоившимся, если свет из точки  $A$ , испущенный в момент времени  $t = 0$ , придет на землю одновременно со светом, испущенным из точки  $B$  в момент времени  $t = T/2$  (рис. 3). Пренебрегая углом  $\alpha$  в силу его малости, получаем

$$\frac{l}{c - v} = \frac{l}{c + v} + T/2, \quad (1)$$

Поскольку звезда движется по круговой орбите, то  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ,  $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ .

Кроме того,  $r = l \operatorname{tg}(\alpha)$ . Подставив эти соотношения в (1) и решив полученное уравнение относительно  $l$ , получаем максимальное расстояние, на котором

эффект раздвоения звезды еще может наблюдаться в телескоп, имеющий разрешение  $\alpha$ :

$$l_{\max} = \frac{GM(2 + \pi \operatorname{tg}(\alpha))}{\pi C^2 \operatorname{tg}^2(\alpha)}. \quad (2)$$

Известно, что массы звезд могут составлять примерно от 0,01 до 100 масс Солнца. Разрешающая способность лучших современных наземных 8 – 10-метровых телескопов, построенных в самом конце XX в. и расположенных в местах с наилучшим астроклиматом – в горах Чили и Гавайских островов, составляет  $\alpha = 0,1''$ . Эту величину мы и будем использовать.

Расчеты по уравнению (2) показывают, что для того, чтобы наблюдать рассматриваемый эффект для звезды с массой, меньшей чем 10 солнечных, нужно, чтобы эта звезда располагалась ближе 4 световых лет от Земли, т.е. ближе Проксимы Центавра. Для звезды с массой 10 солнечных, расположенной на расстоянии 4,26 св. года от Земли и имеющей звезду-спутник на расстоянии 0,13 а.е., эффект может наблюдаться. Однако звезда с такой массой будет иметь светимость, примерно в 8000 раз большую солнечной, и ее относительная звездная величина составит примерно  $-9,5^m$ , в то время как яркость Сириуса составляет лишь  $-1,46^m$ . Расчет показывает, что более массивные звезды, расположенные на расстоянии, определяемом уравнением (2), будут на земном небе еще более яркими. Итак, не существует оптически-двойных звезд, для которых эффект раздвоения мог бы быть наблюдаем в самые современные наземные телескопы.

**Аномальное вращение перигелиев планет.** Совпадение аномального смещения перигелия Меркурия, составляющего  $43,11 \pm 0,45''$  за столетие с предсказываемым ОТО значением  $43,16''$ , принято считать классическим тестом теории относительности. Этот пример кочует из одного учебника физики в другой. Читателю настойчиво внушают, что только ОТО может объяснить данное явление. Между тем это далеко не так. Известно, что при любом отклонении уравнения для силы притяжения от строгого закона обратной пропорциональности квадрату расстояния орбита начинает поворачиваться. Аномальное вращение перигелиев планет было обнаружено Леверье, а затем Ньюкомом еще в XIX в., и такие ученые, как Холл, Зелингер, Клеро, и др. предлагали для объяснения этого явления изменить закон всемирного тяготения. Теории гравитации Лесажа, Бьеркнеса, Хикса также дают уравнения, немного отличающиеся от закона обратных квадратов. Аномальное вращение перигелия Меркурия также может быть связано со сплюснутостью Солнца [1], а также с неоднородностью распределения плотности внутри него.

Еще более малоизвестным является тот факт, что расчетные значения для аномального вращения, вычисленные на основе ОТО, плохо совпадают с экспериментальными значениями, полученными еще в XIX в. Ньюкомом для Венеры (эксперимент:  $8,4 \pm 4,8''$ ; ОТО:  $8,63''$ ) и Земли (эксперимент:  $5,0 \pm 1,2''$ ;

ОТО:  $3,84''$ ), и находятся в полном противоречии с экспериментальными данными для Марса (эксперимент:  $8,0 \pm 3,7''$ ; ОТО:  $1,35''$ ) [2]. Современное значение аномального вращения орбиты Марса, уточненное путем учета неравномерности вращения Земли [3], составляет  $1,1 \pm 0,3''$ . При этом значения аномального вращения для Венеры и Земли оставлены в точности такими же, какими они были у Ньюкома ( $3,4 \pm 4,8$  и  $5,0 \pm 1,2''$ ), так как неравномерность вращения Земли на них, видимо, не распространяется.

**Отклонение лучей вблизи диска Солнца.** Другим классическим тестом общей теории относительности принято считать опыт с отклонением положения звезд в момент полного солнечного затмения. Согласно классической механике [4], угол, на который отклонится тело, пролетающее вблизи Солнца, можно рассчитать по уравнению  $\alpha_{\text{Ньютона}} \approx 2GM/rc^2$ . Согласно ОТО [5], тот же угол составляет вдвое большую величину  $\alpha_{\text{ОТО}} \approx GM/rc^2$ . Подставив в эти уравнения радиус  $r$  и массу  $M$  Солнца, получим  $\alpha_{\text{Ньютона}} = 0,87''$  и  $\alpha_{\text{ОТО}} = 1,75''$ .

В таблице приведены экспериментальные значения  $\alpha$ , полученные различными исследователями [5]. Некоторую завышенность экспериментальных результатов над теоретическими Шмутцер [5] объясняет влиянием солнечной атмосферы (рефракцией).

В книге Отто Струве [6] в графическом виде приведены результаты наблюдаемых смещений по измерениям 1922 г., проведенным астрономами Ликской обсерватории (рис. 3).

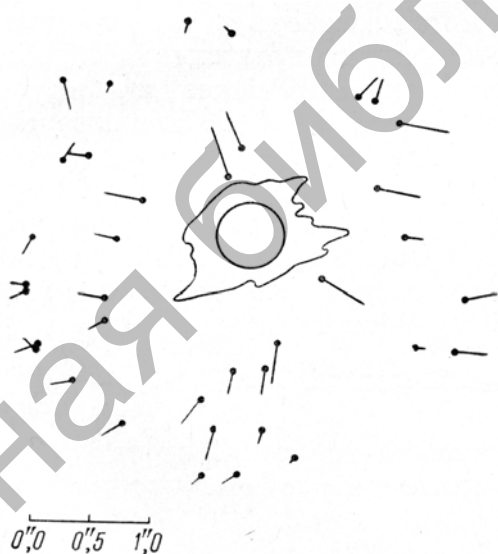


Рис. 3. Смещение положения звезд во время полного затмения Солнца в 1922 г.

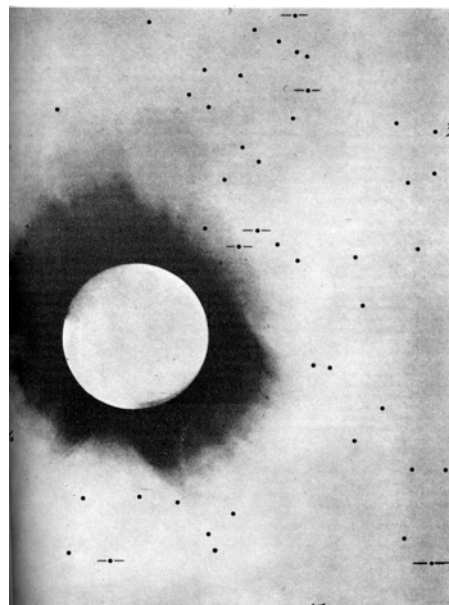


Рис. 4. Фотография солнечного затмения 1919 г., сделанная на ипподроме г. Собрала. Избранные звезды помечены горизонтальными черточками

Мы перевели эти данные в цифровую форму. Угловой диаметр Солнца нами был принят за  $32'$ . У луча света нет гравитационных причин отклоняться в направлении, перпендикулярном к направлению на центр Солнца, поэтому для расчетов мы принимали во внимание только проекцию смещения на направление от центра Солнца. Чтобы отнести найденное значение смещения  $\alpha$  к условиям края диска Солнца, оно умножалось на коэффициент  $r/r_c$ , где  $r$  – угловое расстояние от звезды до центра Солнца;  $r_c=32'/2$  – угловой размер радиуса Солнца. Результат вычислений:  **$\alpha = 0,63 \pm 0,57''$** .

Авторы	Год	Значение
Кромлейн и Дэвидсон	1919	$1,98 \pm 0,18''$
Эддингтон и Котингем	1919	$1,61 \pm 0,45''$
Кэмпбелл и Трюмплер	1922	$1,78 \pm 0,17''$
Фрейндлих, Клубер и Брунн	1929	$2,24 \pm 0,10''$
Михайлов	1936	$2,73 \pm 0,31''$
Ван Бисброк	1947	$2,01 \pm 0,27''$
Шмейдлер	1959	$2,17 \pm 0,34''$

В эксперименте, проведенном во время затмения 29 мая 1919 г., использовались четырех- и тринадцатидюймовые телескопы. Затмение наблюдалось на острове Принсипи (Африка) и на ипподроме г. Собрала (Бразилия) (рис. 4). Результат первой группы исследователей составил  $1,61 \pm 0,45''$ , результат второй –  $1,98 \pm 0,18''$ , причем для четырехдюймового телескопа он был равен  $1,98 \pm 0,14''$  [7]. Очевидно, что ошибка, связанная с разрешающей способностью инструментов, должна быть меньше, чем заявленная выше суммарная ошибка измерений. Остается только удивляться тому, как в походных условиях, при неважной погоде, при крайней ограниченности времени наблюдений, удалось добиться столь высокой разрешающей способности весьма скромных по сегодняшним меркам инструментов. Для сравнения (рис. 5): разрешающая способность башенного солнечного телескопа (БСТ) Крымской астрофизической обсерватории (КрАО), имеющего диаметр зеркала 120 см, после реконструкции, проведенной в 1970-х гг. под руководством акад. А.Б. Северного, достигла  $0,3 \dots 0,5''$ .

Для того чтобы читатели реально представляли, как выглядят изображения звезд, размытые абберациями и турбулентностью атмосферы, на рис. 6 приведена фотография участка неба с интересным объектом – квазаром 3С273. Полученная в отсутствии возмущающего действия солнечной короны, ночью, в хорошую погоду, она все же вряд ли позволяет надеяться, что при сравнении ее с фотографией того же участка неба, полученной двумя месяцами спустя, мы сможем ответить на вопрос, сместился ли центр изображения на  $1,75''$  или же только на  $0,87''$ .

На исторической фотографии солнечного затмения 1919 г. (рис. 4), взятой из [7], видны десятки звезд. Однако для измерения были выбраны только 6 из них (помечены на фотографии горизонтальными черточками). Критерий их отбора неизвестен.

Начиная с 1960-х гг. с помощью радиотелескопов проводились измерения отклонения квазаров 3C273 и 3C279 вблизи Солнца. Несмотря на то, что разрешение радиотелескопа составило  $0,0003''$ , из-за влияния короны Солнца  $\alpha$  не удалось измерить с точностью, лучшей, чем в видимом диапазоне [5].

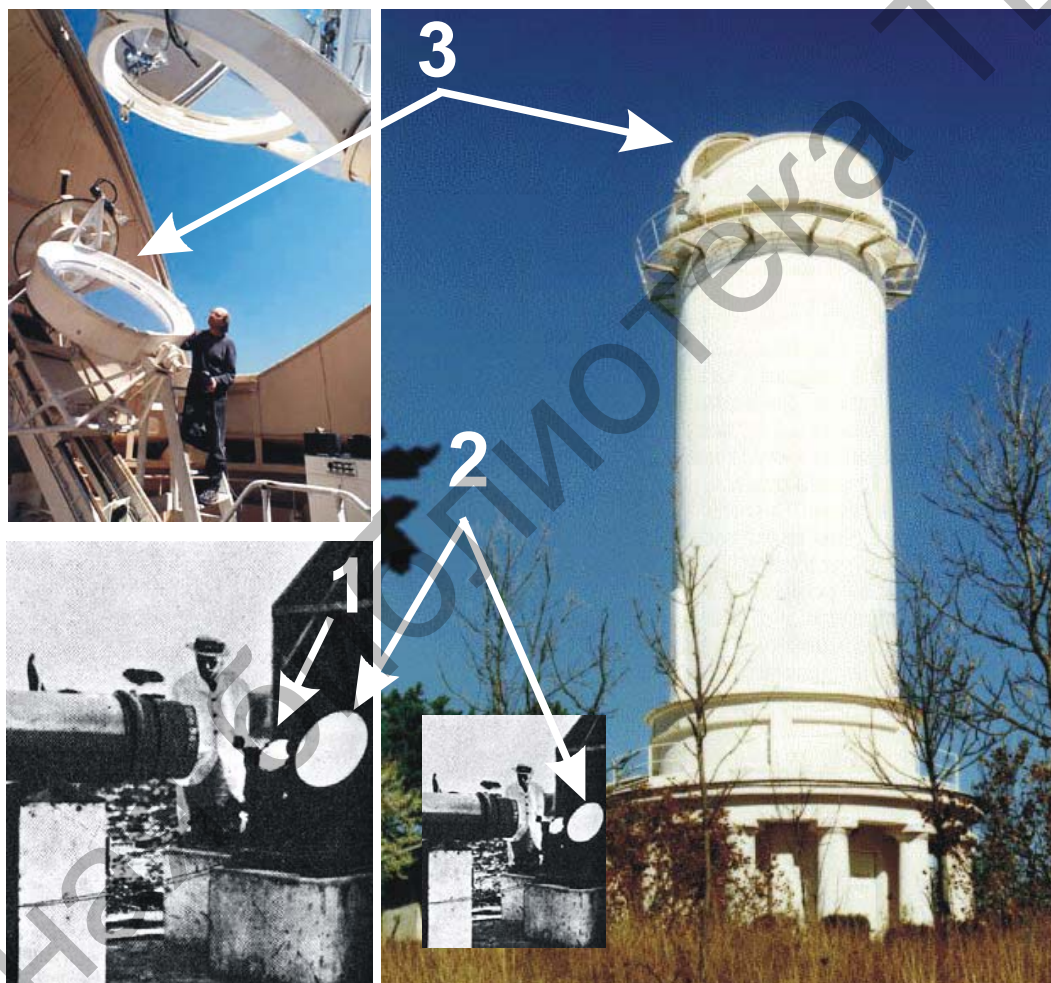


Рис. 5. Сравнительные размеры астрономических инструментов. 1 и 2 – 4" и 13" телескопы, использованные в экспедициях 1919 года. 3 – БСТ КраО, диаметр зеркала 120 см



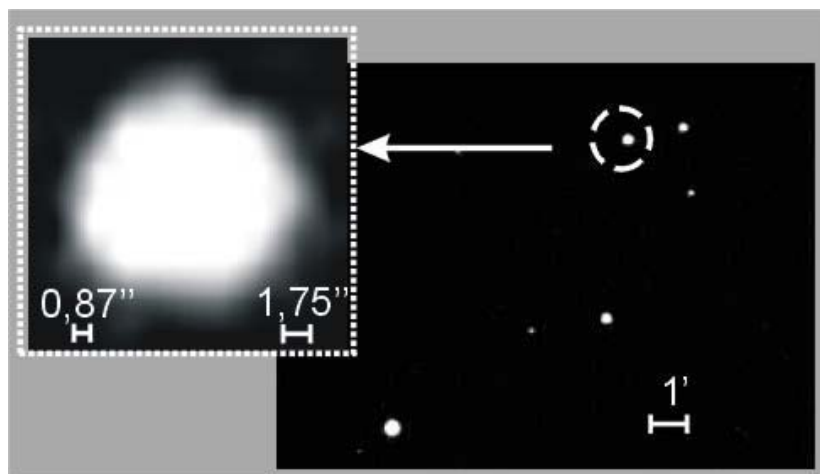


Рис. 6. Фотография квазара 3С273, сделанная одним из авторов данной статьи на 60-сантиметровом рефлекторе. Слева дано увеличенное изображение турбулентного диска объекта

Таким образом, описанные в литературе попытки объяснения наблюдаемых астрофизических явлений с точки зрения ОТО, СТО и теории Большого Взрыва не учитывают реальные инструментальные погрешности и не могут считаться корректными.

#### Список литературы

1. Dicke R.H., Goldenberg H.M. The oblateness of the Sun //Astr. J. Suppl. 1974. V. 27. P. 131–182.
2. Серга Э.В. Космический вакуум: введение в теорию. М.: Центр экономики и маркетинга, 2002.
3. БСЭ. 1954. Т. 24. С. 324–329.
4. Киттель Ч., Найт В., Рудерман М. Берклевский курс физики. Т. 1: Механика. М.: Наука, 1983.
5. Шмутцер Э. Теория относительности. Современное представление. М.: Мир, 1981.
6. Струве О., Линдс Б., Пилланс Э. Элементарная астрономия. М.: Наука, 1967.
7. Дариус Дж. Недоступное глазу. М.: Мир, 1986.