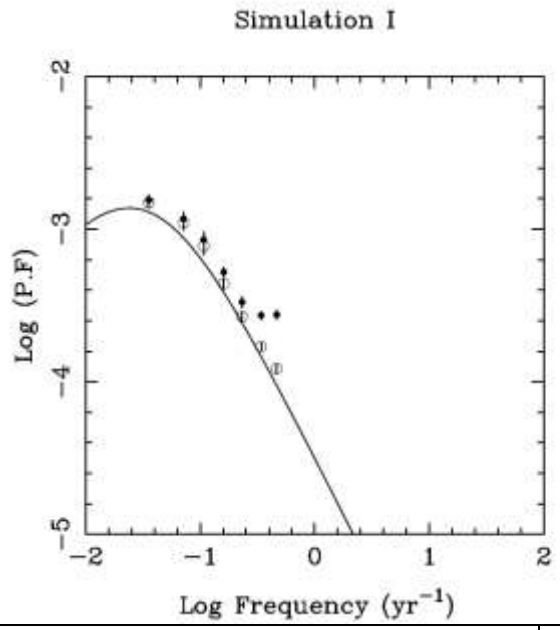
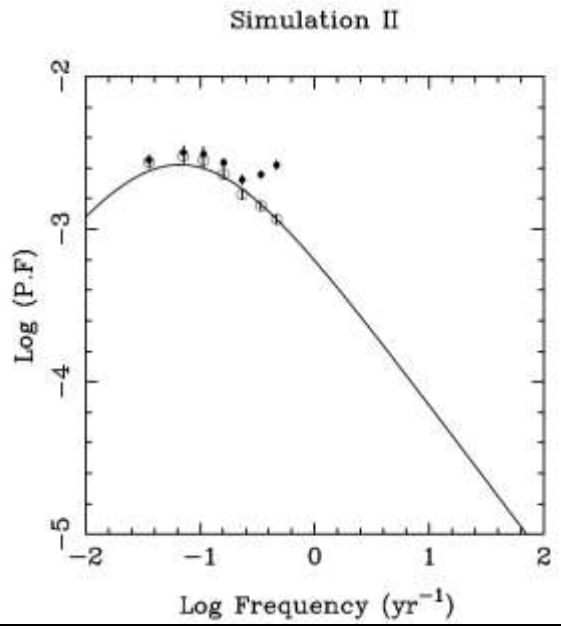
On time dilation in quasar light curves	По поводу растяжения времени в световых кривых квазаров
M. R. S. Hawkins[1] E-mail: mrsh@roe.ac.uk	M. Р. С. Хоукинс[1] E-mail: mrsh@roe.ac.uk
arXiv:1004.1824v1 [astro-ph.CO] 11 Apr 2010 <A href="http://arxiv.org/pdf/1004.1824v1.pdf">http://arxiv.org/pdf/1004.1824v1.pdf</A>	arXiv:1004.1824v1 [astro-ph.CO] 11 Apr 2010 <A href="http://arxiv.org/pdf/1004.1824v1.pdf">http://arxiv.org/pdf/1004.1824v1.pdf</A>
	Перевод – Чепик А.М. , 05.09.2010-17.10.2010
	Предисловие переводчика
	Как показал Автор статьи Майкл Хоукинс, периоды далёких квазаров не обладают свойством растяжения времени, следовательно, расширение пространства Вселенной отсутствует. Тем не менее, Автор пытается объяснить полученные им факты в теории расширяющейся Вселенной, предполагая две гипотезы: - увеличение скорости роста центральных массивных тел квазаров пропорционально расстоянию до них, причем ровно таким, чтобы компенсировать космологическое растяжение времени, - микролинзирование, при котором растяжение времени не будет ожидаться. Может быть, поэтому статья была напечатана спустя 12 лет после её написания. Но сам Автор замечает, что первая гипотеза противоречит другим наблюдаемым свойствам галактик, а вторая гипотеза невозможна из-за отсутствия требуемой для этого плотности межгалактической материи. При этом Автор фактически не рассматривает Статическую Вселенную, ссылаясь на имеющиеся доказательства Голдхабера и Фоли. Однако эти авторы априори исходили из расширения Вселенной, и не могли в принципе прийти к выводу о её статичности. И всё же мы живём в обычном Евклидовом пространстве, а свет от далеких источников "стареет" на пути к нам, при этом немного замедляется в зависимости от своей частоты. Растяжение наблюдаемых световых кривых SN Ia является следствием разной скорости световых волн для разных частот (этого не учёл Голдхабер), а отсутствие растяжения периодов квазаров объясняется тем, что сумма световых кривых для разных частот с одинаковым периодом имеет тот же период, на каком бы рас-

	стоянии от нас квазар ни находился.
	Наблюдаемая зависимость того, что в большинстве доступных примеров квазары с бóльшими красными смещениями имели тенденцию иметь бóльшую светимость, вполне естественна, так как Автор выбирал квазары с ограничением на звездную их величину, а объекты с большей яркостью имеют преимущество в наблюдении на бóльших расстояниях, и поэтому - в попадании в выборку. Наблюдаемая антикорреляция между светимостью и амплитудой, в том смысле, что для выборки световых кривых квазаров квазары с большей светимостью, как замечено, изменяются в меньшем диапазоне светимости, чем квазары с меньшей светимостью, объясняется тем, что если Земля находится ближе к оси светового конуса излучения квазара, то наблюдаемая плотность энергии квазара будет выше и диапазон изменения светимости будет меньше, чем если Земля будет находиться в среднем дальше от этой оси, при этом наблюдаемая плотность энергии квазара будет меньше и диапазон изменения светимости имеет возможность быть больше.
--- === ---	--- === ---
Mon. Not. R. Astron. Soc. 000, 1-?? (2002) Printed 13 April 2010 (MN LaTEX style file v2.2)	Ежемесячный отчет Астрономического Общества. 000, 1-?? (2002) Напечатано 13 апреля 2010 (MN LaTEX файл стиля v2.2),
On time dilation in quasar light curves	**По поводу растяжения времени в световых кривых квазаров**
M. R. S. Hawkins[1] E-mail: mrsh@roe.ac.uk	М. Р. С. Хоукинс[1] E-mail: mrsh@roe.ac.uk
[1]*Institute for Astronomy (IfA), University of Edinburgh, Royal Observatory, Blackford Hill, Edinburgh EH9 3HJ, UK*	[1]*Институт Астрономии (IfA) университет Эдинбурга, Королевская Обсерватория, Блэкфорд-Хилл,, Эдинбург EH9 3HJ, Великобритания*
Accepted 1988 December 15. Received 1988 December 14; in original form 1988 October 11	Принято 15 декабря1988. Получено 14 декабря 1988; оригинал - от 11 октября 1988
arXiv:1004.1824v1 [astro-ph.CO] 11 Apr 2010	arXiv:1004.1824v1 [astro-ph.CO] 11 Apr 2010
ABSTRACT	**РЕЗЮМЕ**
In this paper we set out to measure time dilation in quasar light curves. In order to detect the effects of time dilation, sets of light curves from two monitoring programmes are used to construct Fourier power spectra covering times scales from 50 days to 28 years. Data from high and	В этой статье мы намереваемся измерять растяжение времени в световых кривых квазаров. Чтобы обнаружить эффекты растяжения времени, используются наборы световых кривых из двух мониторинговых программ, чтобы построить энергетические спектры Фурье, перекрывающие шкалы времен от 50 дней до 28 лет.

low redshift samples are compared to look for the changes expected from time dilation. The main result of the paper is that quasar light curves do not show the effects of time dilation. Several explanations are discussed, including the possibility that time dilation effects are exactly offset by an increase in timescale of variation associated with black hole growth, or that the variations are caused by microlensing in which case time dilation would not be expected.	Данные из выборок спектров для больших и малых красных смещений сравнены с целью нахождения ожидаемых изменений, вызванных растяжением времени. Главный результат статьи - световые кривые квазаров не показывают эффекты растяжения времени. Рассмотрены несколько объяснений, включая возможность того, что эффекты растяжения времени точно компенсированы увеличением масштаба (темпа) времени вариаций, связанных с ростом черной дыры, или что вариации вызваны таким микролинзированием, в котором растяжение времени не ожидалось бы.
Key words: quasars: general - cosmology: observations.	Ключевые слова: квазары: общее - космология: наблюдения
1 INTRODUCTION	**1 ВВЕДЕНИЕ**
Time dilation (the stretching of time by a factor of $(1 + z)$) is a fundamental property of an expanding universe. Given the success of the currently accepted cosmological model, which certainly implies expansion, it is perhaps surprising that more attention has not been paid to making direct measures of time dilation. This must surely be due in part to the fact that measures of time dilation can tell little or nothing about cosmological parameters within the framework of a Big Bang universe, but only whether or not the Universe is expanding. Also, it turns out to be surprisingly hard to formulate a conclusive test for time dilation. What is needed is an event or fluctuation of known rest frame duration which can be observed at sufficiently high redshift with an accuracy which enables the predicted stretching by a factor of $(1 + z)$ to be observed.	Растяжение времени (растягивание времени в $1+z$ раз) является фундаментальным свойством расширяющейся вселенной. Учитывая успех признанной в настоящее время космологической модели, которая, конечно, подразумевает растяжение, то может показаться удивительным, что не было обращено большее внимание прямому измерению растяжения времени. Несомненно, это произошло частично благодаря тому факту, что измерения растяжения времени мало что могут сказать или ничего не сказать о космологических параметрах в рамках модели Большого взрыва Вселенной, только расширяется Вселенная или нет. Кроме того, оказывается, удивительно сложно сформулировать решающий тест для растяжения времени. Необходимо событие или колебание с известной продолжительностью в покоящейся системе отсчёта, которое может наблюдаться при достаточно большом красном смещении с точностью, которая позволяет наблюдать предсказанное растяжение с коэффициентом $(1 + z)$.
The study of gamma-ray bursts has generated considerable interest in time dilation. The uncertainty in the intrinsic timescales of the bursts has made it difficult to measure time dilation directly, so earlier papers (for example (Deng &Schaefer 1998)) concentrated on demonstrating consistency when time dilation was allowed for. When redshifts of individual bursts became	Исследование вспышек гамма-лучей породило значительный интерес к растяжению времени. Неопределённость в собственном масштабе времени вспышек сделало затруднительным измерение растяжения времени непосредственно, поэтому более ранние статьи (например, Денг и Шафер (Deng &Schaefer 1998)) сконцентрировались на демонстрации совместимости результатов, когда растяжение времени было

available more definitive tests were possible (Chang 2001), but correcting the raw data for selection effects involving an inverse correlation between luminosity and timescale has made the results hard to interpret with confidence. Rather than seeing gamma-ray bursts as providing a convincing test of time dilation, it is probably safer to say that if time dilation is a property of the Universe, then observations of gamma-ray bursts are consistent with this.	учтено. Когда красные смещения отдельных вспышек стали доступными, стали возможны более категоричные тесты (Чанг(Chang 2001)), но исправление исходных данных для селективных эффектов, вовлекающих обратную корреляцию между светимостью и шкалой времени, сделало результаты трудно-интерпретируемыми с достаточной значимостью. Вместо того, чтобы видеть вспышки гамма-лучей, как обеспечение убедительного теста растяжения времени, вероятно, более безопасно сказать что, если растяжение времени - свойство Вселенной, то наблюдения за вспышками гамма-лучей совместимы с этим растяжением.
The light curves of distant supernovae provide a much more promising test for time dilation. Early work by (Goldhaber et al. 2001) which involved measuring the light curve widths of a sample of distant supernovae covering a wide range of redshifts, provided convincing evidence for the presence of cosmological time dilation. More recently, (Foley et al. 2005) have examined in detail the spectral evolution of a high red shift supernova, and shown that it is not consistent with no time dilation at a very high confidence level.	Световые кривые отдалённых Сверхновых обеспечивают намного более многообещающий тест на растяжение времени. Ранняя работа Голдхабера (Goldhaber) и др., 2001 г., в которую включены примеры измерения ширины световых кривых отдаленных Сверхновых, покрывающие широкий диапазон красных смещений, привела убедительное доказательство наличия космологического растяжения времени. Несколько позже, (Фоли (Foley) и др., 2005 г.) подробно исследовали спектральное развитие Сверхновых с большим красным смещением, и показали, что оно не совместимо с отсутствием растяжения времени при очень высоком уровне значимости.
In this paper we address the question of whether time dilation is seen in quasar light curves. We use the light curves of over 800 quasars monitored on timescales from 50 days to 28 years to construct Fourier power spectra for high and low redshift samples, and compare their Spectral Energy Distributions (SEDs) to look for the effects of time dilation.	В этой статье мы обращаемся к вопросу, имеется ли растяжение времени в световых кривых квазаров. Мы используем световые кривые более чем 800 квазаров, прослеженных по шкале времени от 50 дней до 28 лет, чтобы построить энергетические спектры Фурье для выборок с большими и малыми красными смещениями и сравнить их *спектральное распределение энергии* (СРЭ) в поисках эффектов растяжения времени.
2 OBSERVATIONS	**2 НАБЛЮДЕНИЯ**
The observations upon which this paper is based come from two main sources. The first group are part of a long term monitoring programme undertaken by the UK Schmidt Telescope at Siding Springs Observatory in Australia from 1975 till 2002. The survey area comprises the central 20 square degrees of of the ESO /SRC Field	Наблюдения, на которых основана эта статья, получены из двух главных источников. Первая группа - часть долгосрочной программы мониторинга, проводящегося на Британском телескопе Шмидта в Обсерватории Сайдинг Спринг в Австралии с 1975 до 2002 гг. Область обзора включает центральные 20 квадратных градусов ESO/SRC Области 287 с центром в 21h 28m, -45^0

287, centred on 21h 28m, -45^0 (1950). Some 300 plates were taken of this field in several passbands and over time intervals varying from an hour to 28 years. Part of the monitoring programme involved taking a sequence of plates in the B_J (IIIa-J /GG395) passband every year from 1975 to 2002, with the exception of 1976, and in most years at least 4 plates were obtained. In order to monitor time variability on shorter timescales, a second sequence of 24 plates was taken from 1983 to 1985, covering the 2 year period as uniformly as possible.	(1950). Приблизительно 300 пластин были сделаны с этой области в нескольких полосах пропускания, в течение интервалов времени от часа до 28 лет. Часть программы мониторинга включала получение последовательности пластин в полосе пропускания B_J (IIIa-J/GG395) ежегодно с 1975 г. до 2002 г., за исключением 1976 г, и в большинстве лет было получено по меньшей мере по 4 пластины,. Чтобы контролировать изменчивость времени на более коротких временных масштабах, была сделана другая серия из 24 пластин с 1983 по 1985 гг., покрывающая 2-летний период настолько равномерно, насколько возможно.
2 *M. R. S. Hawkins*	2 *М. Р. С. Хоукинс*
 	
Simulation I, II	**Моделирование I, II**
Figure 1. SEDs of sets of simulated light curves. The solid lines show the spectrum of variations used to construct the two different samples of light curves. Filled circles show the SEDs obtained by sampling as for the real data, and the open circles show the result of applying the sampling correction as described in the text.	**Рис. 1.** СРЭ множества моделируемых световых кривых. Сплошные линии показывают спектр вариаций (*периодически изменяющихся излучений квазаров –Перев.*), используемых для построения двух различных выборок световых кривых. Заполненные круги показывают СРЭ, полученные из выборок реальных данных, и пустые круги показывают результат при применении исправления осуществления выборки, как описано в тексте.
The plates fom the monitoring progamme were measured by the SuperCOSMOS measuring machine at the Royal Observatory, Edinburgh to give catalogues of flux, position and image quality parame-	Пластины, полученные по программе мониторинга, были измерены измерительной машиной "СуперКосмос" в Эдинбургской Королевской Обсерватории, чтобы создать каталоги параметров потока, положения и качества изображения.

ters. The raw magnitudes were calibrated with deep *CCD* sequences, and the results paired up to give a catalogue of some 200,000 objects to a completeness limit of B_J = 21.5, with magnitudes for the epoch corresponding to each plate. The plates were reduced to the same zero-point using local photometric transformations to minimise errors due to field effects across the plates, and light curves were constructed for every object in the catalogue from the mean magnitude for each year. The overall root mean square (rms) variation on the light curves due to photometric errors was estimated by measuring the rms variation of the light curves of samples of stars of similar color and magnitude distribution to the quasars. The result, on the assumption that the stars were non-variable, was an rms of ±0.05 mag.	Необработанные величины были калиброваны с последовательностями глубоких ПЗР, и соединенные результаты дали каталог приблизительно 200 000 объектов к пределу заполнения B_J = 21.5, с звездными величинами для эпохи, соответствующей каждой пластине. Пластины были приведены к тому же самому нулевому отсчёту, используя локальные фотометрические преобразования, чтобы минимизировать ошибки, возникающие вследствие эффектов полей на пластине, и световые кривые были построены для каждого объекта в каталоге от средней величины в течение каждого года. Общее среднеквадратичное отклонение для световой кривой, возникающее из-за фотометрических ошибок, было оценено с помощью измерения среднеквадратичного отклонения распределения выборок световых кривых звезд с подобным квазарам цветом и звездной величиной. Результатом, при допущении, что звезды не были переменными, было среднеквадратичное значение ±0.05 mag.
Throughout the period in which Field 287 was being observed, intensive efforts were made to detect the quasars in the field. Given the nature of the survey material, quasars were most readily found from their variability. However, every other available technique was used to supplement this method, including ultra-violet excess, objective prism spectra, radio and X-ray surveys and two colour selection for high red shift objects. In the event most of the candidates which were identified as quasars after spectroscopic follow up were found by more than one technique, giving a good idea of the completeness of the final quasar catalogue.	В течение всего периода наблюдения Области 287 прилагались интенсивные усилия для обнаружения квазаров в этой области. Учитывая природу материала поиска, квазары было лучше всего искать по их переменности. Однако, и любая доступная техника использовалась для поддержки этого метода, включая избыточный ультрафиолет, спектры с объективной призмой, обзоры радио- и рентгеновского излучений, и две цветных селекции для объектов с большим красным смещением. В случае большинства кандидатов, которые были идентифицированы после спектрального метода как квазары, получилось, что они были найдены больше чем одним методом, давая хорошую идею полноты заключительного каталога квазаров.
The total number of quasars so far confirmed with red shifts now stands at over 1200 in the 20 square degrees of the survey area. Of these, 810 have no gaps in their light curves and make up a complete sample with well defined magnitude and position limits. This sample was used for the light curve analysis.	Общее количество квазаров с уже подтвержденным красным смещением теперь превышает 1200 в 20 квадратных градусах области обзора. Из них 810 не имеют никаких промежутков в их световых кривых и составляют полный образец с хорошо определенной звёздной величиной и пределами положения. Эта выборка использовалась для анализа световых кривых.
The second group of observations come from the monitoring programme of the	Вторая группа наблюдений происходит из программы мониторинга проекта MACHO (Алькок

MACHO project (Alcock et al. 1997). In this survey, which was primarily designed to detect microlensing events in the Magellanic Clouds and measure their light curves, an area containing several million stars was observed on average every few days over a period of about eight years. In addition, there has been a determined effort to detect any quasars lying in the survey area ((Geha et al. 2003), (Dobrzycki et al. 2005) and references therein). Short timescale light curves for the 74 quasars with adequate photometry were constructed by binning the observations at 50 day intervals, giving a total of 49 epochs for each quasar. Of these, 68 lay within the luminosity bounds of the survey and were used in the light curve analysis.	(Alcock) и др. 1997). В этом обзоре, который был сначала разработан, чтобы обнаружить микролинзированные события в Магеллановых Облаках и измерить их световые кривые, область, содержащая несколько миллионов звезд, наблюдалась в среднем каждые несколько дней в течение приблизительно восьми лет. Кроме того, было приложено определённое усилие для обнаружения любых квазаров, лежащих в области обзора ((Джеха (Geha) и др. 2003), (Добржыцки (Dobrzycki) и др. 2005) и ссылки там). Короткие по масштабу времени световые кривые для этих 74 квазаров с адекватной фотометрией были построены с помощью повторений наблюдений с 50-дневными интервалами, давая в сумме 49 эпох для каждого квазара. Из них 68 лежат в пределах границ светимости обзора и использовались в анализе световых кривых.
3 LIGHT CURVE ANALYSIS	**3 Анализ Световых кривых**
3.1 Fourier power spectra	**3.1 Энергетические спектры Фурье**
The main purpose of this paper is to compare timescales of variation in low and high red shift samples of quasars. Fourier power spectrum analysis will be used to quantify the variation on different timescales, and to look for changes with redshift.	Главная цель этой статьи состоит в том, чтобы сравнить шкалы времени вариаций в выборках квазаров с малым и большим красным смещением. Будет использован спектральный Фурье-анализ энергии, чтобы количественно оценить вариации по различным шкалам времени, и искать связь вариаций с красным смещением.
On time dilation in quasar light curves 3	*По поводу растяжения времени в световых кривых квазаров* 3
Observer Frame	**Система отсчёта Наблюдателя**

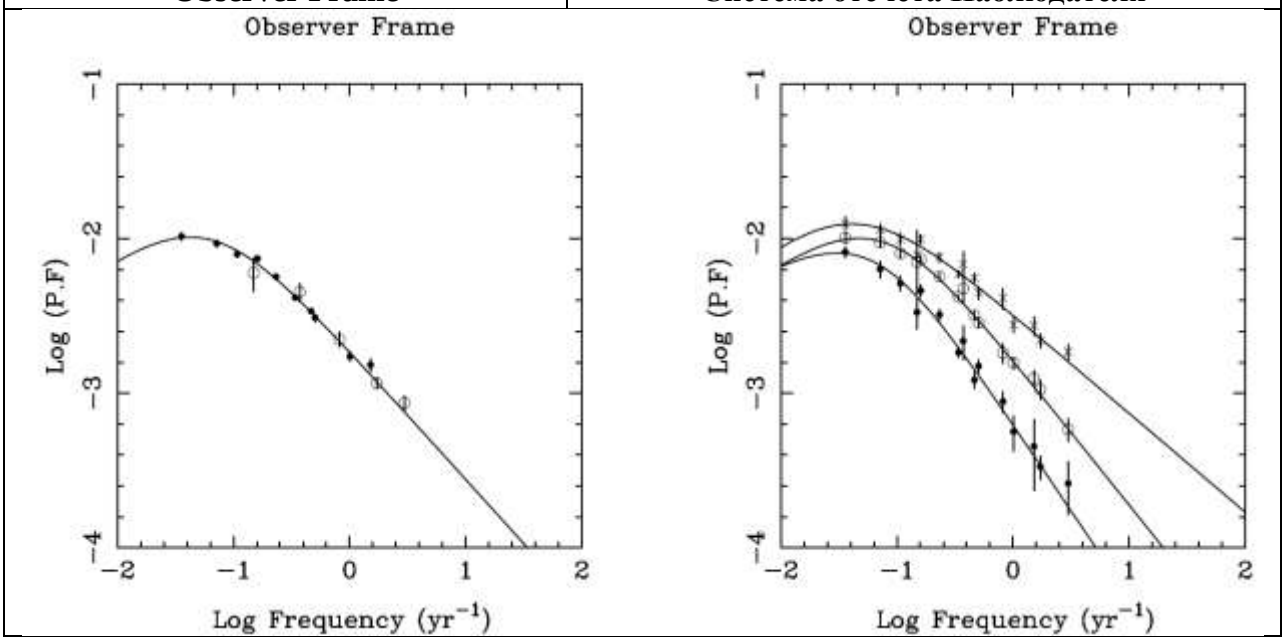


Figure 2. The left hand panel shows SEDs of light curves in the observer frame for quasars from the Field 287 survey (filled circles) and from the MACHO project (open circles). The solid line is the best fit of the curve in Eq. 2. The right hand panel shows the same data divided into three magnitude ranges as defined in Table 1. In this case filled circles, open circles and stars represent high, medium and low luminosity bins respectively. Solid lines are fits to the data as for the left hand panel.	**Рис. 2.** Левая панель показывает СРЭ световых кривых в системе отсчёта наблюдателя для квазаров из обзора Области 287 (заполненные круги) и из проекта MACHO (пустые круги). Твёрдая линия – лучше всего удовлетворяет кривой, описанной в Ур. 2. Правая панель показывает те же самые данные, разделённые на три диапазона звёздных величин, как определено в Таблице 1. В этом случае заполненные круги, пустые круги и звездочки представляют большие, средние и малые диапазоны светимости соответственно. Твёрдые линии - лучше всего удовлетворяют данным, как в левой панели.
We define the Fourier power spectrum *P(s)* as:	Мы определяем энергетический спектр Фурье, *P(s)* как:
$$P(s_i) = \frac{\tau}{N}\left(\sum_{j=1,N} m(t_j) cos\frac{2\pi ij}{N}\right)^2 + \frac{\tau}{N}\left(\sum_{j=1,N} m(t_j) sin\frac{2\pi ij}{N}\right)^2 \quad (1)$$	
where i runs over the *N* equally spaced epochs of observation separated by time *T*, and $m(t_j)$ is the magnitude at epoch t_j. In the case of a sample of light curves, the integration for each frequency continues over all sample members.	где *i* пробегает *N* одинаковых промежутков эпох наблюдения, отделенного временем *T,* и $m(t_j)$ является звёздной величиной в эпохе t_j. В случае выборки световых кривых интегрирование для каждой частоты продолжается по всем членам выборки.
Since quasars typically vary on timescales of as little as a few months, the power spectra of the light curves with several observations averaged to give measures for yearly epochs must be corrected for the actual sampling pattern. This was done by constructing simulated light curves with fully sampled epochs of observation, and with sampling identical to the the times of the actual observations, with a resolution of 0.1 years. The simulations were carried out along the lines advocated by (Timmer & Konig 1995). Fourier power spectra were then calculated for sets of 1000 simulated light curves with full and actual sampling, and the correction obtained as the difference between the two. This correction was then applied to the power spectrum of each	Так как, типично, квазары изменяются по масштабу времени минимум несколько месяцев, спектры энергии световых кривых с несколькими усредненными наблюдениями, чтобы представит измерения для ежегодных эпох, должны быть исправлены для фактического образца выборки. Это было сделано с помощью построения моделируемых световых кривых с полностью выбранными эпохами наблюдения, и с осуществлением выборки, идентичной по времени выборке фактических наблюдений, с разрешением 0.1 года. Моделирования были выполнены в соответствии с направлением, отстаиваемым Тиммером и Конигом (Timmer & Konig 1995). Энергетические спектры Фурье были тогда вычислены для множества из 1000 смоделированных световых кривых с полным и фактическим осуществлением выборок, и ис-

of the observed light curves. The effect of the sampling correction is illustrated in Fig.1, which shows SEDs for simulated light curves with widely different modes of variation. (For the purposes of this paper, we define the SED as a plot of the product of Fourier power and frequency versus frequency.) The solid line shows the spectrum of variations on which the simulations were based. Also shown are the SEDs of the simulated light curves sampled as for the actual data, and the effect of applying the sampling correction.	правлением, полученным как разность между этими двумя. Это исправление было тогда применено к спектру энергии каждой из наблюдаемых световых кривых. Эффект исправления выборки иллюстрирован на Рис.1, который показывает СРЭ для моделируемых световых кривых с широко разнесенными модами вариации. (В целях этой статьи мы определяем СРЭ как график произведения Фурье-энергии и частоты в зависимости от частоты.). Твёрдая линия показывает спектр вариаций, на которых базировалось моделирование. Также показаны СРЭ моделируемых световых кривых, выбранных как для фактических данных, так и для эффекта применения исправления выборки.
A second correction was also necessary to allow for the effects of Poisson noise in the observed light curves as discussed by (Hawkins 2007). The Poisson noise level was measured by calculating the Fourier power spectra for large samples of stars, assumed to be non-variable. This correction, which was quite small, was subtracted from the integrated power spectra of the samples of light curves. Fourier power spectra of the three sets of light curves defined in Section 2 were calculated as described above, and are plotted as SEDs in the left hand panel of Fig. 2. It will be seen that all three SEDs are in good agreement in the areas of overlap, giving confidence that there were no residual systematic effects in the data.	Второе исправление было также необходимо, чтобы учесть эффекты шума Пуассона в наблюдаемых световых кривых, как обсуждено Хоукинсом (Hawkins 2007). Уровень шума Пуассона был измерен при вычислении энергетических спектров Фурье для больших выборок звезд, в предположении их непеременности. Это исправление, которое было достаточно малым, было вычтено из интегрированных выборок энергетических спектров световых кривых. Энергетические спектры Фурье трех наборов световых кривых, определенных в Разделе 2, были вычислены способом, описанным выше, и помещены на график, как СРЭ в левой панели Рис. 2. Будет замечено, что все три СРЭ находятся в хорошем согласии в областях наложения, вселяя уверенность, что не было никаких остаточных систематических эффектов в данных.
In order to obtain a measure of timescale and other parameters, the SEDs were fitted by the function:	Чтобы получить меру масштаба времени и других параметров, СРЭ были подогнаны функцией:
$P(f) = \frac{C}{\left(\frac{f}{f_c}\right)^a + \left(\frac{f}{f_c}\right)^{-b}}$ (2)	$P(f) = \frac{C}{\left(\frac{f}{f_c}\right)^a + \left(\frac{f}{f_c}\right)^{-b}}$ (2)
This function has the form of a power law rise from short timescales, turning over at a characteristic timescale $\tau = f_c^{-1}$. The maximum power density occurs at timescale t_{max} given by:	У этой функции есть форма степенного закона, увеличивающегося при коротком масштабе времени, и переворачивающейся при характеристическом времени $\tau = f_c^{-1}$. Максимальная плотность энергии происходит при времени t_{max} :
$t_{max} = \tau \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{a-b}}$ (3)	$t_{max} = \tau \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{a-b}}$ (3)

4 *M. R. S. Hawkins*	4 *М. Р. С. Хоукинс*

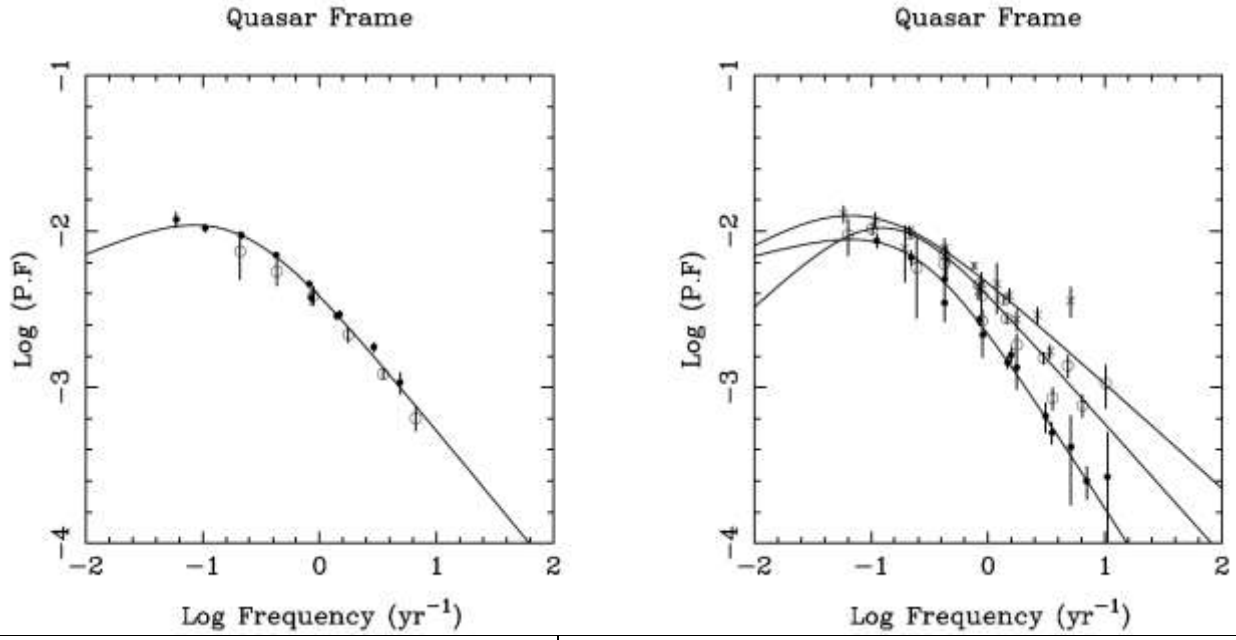



Figure 3. Same as for Fig. 2 but with a correction for time dilation applied to the SEDs.	**Рис. 3**. То же самое, что на Рис. 2, но с исправлением для растяжения времени, относящимся к СРЭ.
The function *P(f)* was fitted iteratively to the data in the left hand panel of Fig. 2, and the best fit is shown as a solid line. Best fit values for the parameters t_{max} and T are given in Table 1 together with the sample size, the asymptotic value of the slope or power law index towards short timescales (-*a*), and the X^2 value of the fit. With 14 degrees of freedom, the fit is clearly satisfactory.	Функция *P(f)* была итерационно приспособлена к данным в левой панели Рис. 2, и лучшая подгонка показана в виде твёрдой линии. Лучшие приспособленные значения для параметров t_{max} и T приведены в Таблице 1 вместе с размером выборки, асимптотическим значением падения или показателем степенного закона к короткому масштабу времени (-*a*) и значением X^2 подгонки. С 14 степенями свободы подгонка является ясно удовлетворительной.
The errors on the model paramaters were estimated by repetitively selecting half the sample at random, and carrying out the fitting procedure. The errors were then calculated from the measured dispersion in the parameter values and are shown in Table 1.	Ошибки в параметрах модели были установлены, повторно выбирая половину выборки наугад, и выполняя процедуру настройки. Ошибки были вычислены из измеренной дисперсии в значениях параметра, и показаны в Таблице 1.
Preliminary examination of the left hand panel of Fig. 2 suggests that the data follow a power law rise from high frequency (short timescale) variation which breaks at a timescale of about 5 years to reach a maximum power density at around 25 years. The position of this maximum is however not well defined due to lack of long timescale measurements.	Предварительный анализ левой панели на Рис. 2 предполагает, что данные соответствовали степенному закону, повышались от высокочастотной части спектра (короткая шкала времени) вариации, которая прекращается приблизительно через 5 лет, чтобы достигнуть максимальной плотности энергии в пределах 25 лет. Положение этого максимума, однако, недостаточно хорошо определено из-за нехватки долговременных измерений.

3.2 Magnitude effects	3.2 Эффекты звёздной величины
The idea that there is a correlation between the way quasars vary and their absolute magnitude or luminosity has a long history. In particular, several authors (Hook et al. 1994; Cristiani et al. 1996; Hawkins 2000) have claimed to find an anti-correlation between luminosity and amplitude, in the sense that for a sample of quasar light curves, more luminous quasars are seen to vary over a smaller range of brightness than less luminous ones. One of the problems with this conclusion is that the observed amplitude is clearly a function of the length of the run of observations, and so can be confused with timescale of variability.	Идея о существовании корреляции между способом изменения квазаров и их абсолютной величиной или светимостью, имеет длинную историю. В частности несколько авторов (Хук и др. 1994; Кристиани и др. 1996; Хоукинс 2000), утверждали, что нашли антикорреляцию между светимостью и амплитудой, в том смысле, что для выборки световых кривых квазаров квазары с большей светимостью, как замечено, изменяются в меньшем диапазоне светимости, чем квазары с меньшей светимостью. Одна из проблем с этим заключением - то, что наблюдаемая амплитуда точно является функцией длительности наблюдений, и поэтому может не соответствовать масштабу времени вариации.
Fourier analysis provides a way round this by giving measures of variability on different timescales. In the right hand panel of Fig. 2 the data in the left hand panel is divided into three luminosity ranges and the SEDs fitted with the function *P(f)* in Eq. 2 as for the left hand panel.	Фурье-анализ снабжает нас другим способом, давая меры измерения вариаций в различных масштабах времени. Справа на рисунке Рис. 2 данные из левой части разделены на три диапазона светимости и СРЭ, подогнанных функцией *P(f)* в Ур. 2, как и для левой части рисунка.
The three curves in the right hand panel of Fig. 2 show broadly the same features as the curve in the left hand panel, but it is clear that the anti-correlation between luminosity and amplitude is confirmed. The maximum power density of the lowest luminosity quasars is greater than the highest by a factor of 1.5. In this case it appears that the time span of the data is sufficient to resolve the degeneracy between timescale and amplitude.	Три кривые в правой части Рис. 2 показывают широко те же самые особенности, как и кривая справа, но ясно, что антикорреляция между светимостью и амплитудой подтверждается. Максимальная плотность энергии квазаров с самой низкой светимостью больше, чем с самой высокой светимостью в 1.5 раза. В этом случае проявляется, что отрезок данных времени достаточен для решения проблемы избирательности между масштабом времени и амплитудой.
A striking feature of the three SEDs is the difference in the power law indices at high frequencies. It appears that there is a very marked decrease in the amount of short timescale variation as quasars become more luminous. The analysis of this intriguing result is beyond the scope of the present paper, but we note it here because of its possible effect on the measurement of time dilation, and will discuss it further in Section 4.	Поразительная особенность трех СРЭ - разность в показателях степенного закона при высоких частотах. Кажется, что есть сильное зарегистрированное уменьшение величины вариации короткого масштаба времени по мере роста светимости квазаров. Анализ этого интригующего результата находится вне области данной работы, но мы отмечаем его здесь из-за его возможного влияния на измерение растяжения времени, и обсудим это далее в Разделе 4.
Of great interest is the timescale at which the three SEDs reach their maximum power density. Unfortunately, lack of longer	Большой интерес представляет время, в которое три СРЭ достигают своей максимальной плотности энергии. К сожалению, нехватка бо-

timescale data makes the exact positions uncertain, and it would be premature to identify any trend of this parameter with luminosity. In fact, all three measures of t_{max} in Table 1 are consistent within the errors with having the same value.

лее длинных данных о времени делает точные положения сомнительными, и было бы преждевременно идентифицировать любую тенденцию этого параметра со светимостью. Фактически, все три величины t_{max} в Таблице 1 совместимы в пределах ошибок с наличием одинакового значения.

Table 1. Timescale parameters for magnitude and redshift limited samples of quasar light curves in the observer and quasar frames.

Таблица 1. Параметры масштаба времени для звездной величины и красного смещения ограниченных выборок световых кривых квазаров в системах отсчёта квазара и наблюдателя.

sample выборка	mean среднее	size объём	τ (years) (годы)	t_{max} (years) (годы)	index степень	t_{ref} (years) (годы)	χ^2
observer frame система отсчёта наблюдателя							
all quasars все квазары		878	17.0 ±1.6	23.2 ±0.9	-0.83 ±0.02	2.4	14.8
$-23.5 < M_B$	$< M_B >= -22.64$	217	23.2 ±1.6	23.5 ±2.1	-0.64 ±0.02	1.3	11.1
$-25.5 < M_B < -23.5$	$< M_B >= -24.55$	484	13.3 ±0.9	20.6 ±1.1	-0.94 ±0.02	2.5	6.1
$M_B < -25.5$	$< M_B >= -26.09$	177	15.6 ±1.4	31.4 ±6.2	-1.12 ±0.05	5.0	12.9
$z < 1.0$	$< z >= 0.765$	171	16.3 ±1.9	27.7 ±5.0	-0.81 ±0.05	2.2	9.6
$z > 1.0$	$< z >= 1.711$	469	14.2 ±1.0	20.3 ±1.0	-0.88 ±0.02	2.2	7.3
quasar frame система отсчёта квазара							
all quasars все квазары		878	5.2 ±0.4	11.5 ±0.6	-0.91 ±0.03	0.9	16.5
$-23.5 < M_B$	$< M_B >= -22.64$	217	10.7 ±4.2	14.3 ±7.6	-0.67 ±0.05	0.7	30.6
$-25.5 < M_B < -23.5$	$< M_B >= -24.55$	484	7.0 ±0.4	7.8 ±0.8	-0.84 ±0.02	1.0	37.4
$M_B < -25.5$	$< M_B >= -26.09$	177	4.1 ±0.3	14.4 ±3.4	-1.17 ±0.04	1.5	5.1
$z < 1.0$	$< z >= 0.765$	171	7.4 ±0.6	15.2 ±2.9	-0.87 ±0.05	1.2	14.9
$z > 1.0$	$< z >= 1.711$	469	6.8 ±0.6	7.4 ±0.4	-0.82 ±0.03	0.8	5.2

4 TIME DILATION

4 РАСТЯЖЕНИЕ ВРЕМЕНИ

4.1 The quasar frame

4.1 Система отсчёта квазара

The SEDs in Fig. 2 represent timescales in the observer's reference frame, and describe variations as measured from Earth. If it is assumed that these variations in flux are intrinsic to the quasars, then the timescales will be subject to the effects of time dilation. If we wish to recover the timescales as they would be seen in the rest frame of the quasar, it is necessary to change the unit of time for each individual light curve for a quasar of redshift z by a factor $(1+z)^{-1}$, and hence the frequency

СРЭ на Рис. 2 представляют масштабы времени в системе отсчёта наблюдателя, и описывают вариации, измеренные с Земли. Если предположить, что эти вариации потока свойственны квазарам, то масштаб времени подвергнется эффектам растяжения. Если бы мы желаем восстановить те масштабы времени, какими они наблюдались бы в покоящейся системе отсчёта квазара, необходимо изменить единицу времени для каждой индивидуальной световой кривой для квазара с красным смещением z с помощью множителя $(1+z)^{-1}$, и, следовательно, частотную

scale by a factor (1+z). This leads to a modification of Eq. 1 such that	шкалу – с множителем (1+z). Это приводит к модификации Ур. 1 таким образом, что
$\tau \rightarrow \tau/(1+z)$ (4)	$\tau \rightarrow \tau/(1+z)$ (4)
As well as re-scaling by a factor of (1+z) along the time axis, there is an additional correction to make to the normalisation by a factor of (1+z), to keep the power the same in the observed and time-shifted light curves.	Так же как переопределение масштаба множителем (1+z) вдоль оси времени, существует дополнительная коррекция для нормализации множителем (1+z), чтобы сохранить энергию неизменной в световых кривых: наблюдаемых и сдвинутых во времени.
Fig. 3 shows the effect of applying the correction for time dilation to the data in Fig. 2. The SEDs are fitted with the function *P(f)* defined in Eq. 2 as before, and the best-fit parameters are given in Table 1. Broadly speaking, the effect of correcting for time dilation is to shift each of the curves to shorter timescales by a factor (1+<z>), where < z > is the mean red shift of the objects in the magnitude bins. There is a marked increase in the scatter in the data after they have been corrected for time dilation, but the maximum power density is not changed. In order to quantify any shift in timescale after correcting for time dilation, we define a reference time t_{ref} as the timescale at which *log(P(f))* = -2.4. Values of t_{ref} are also given in Table 1.	Рис. 3 показывает эффект применения коррекции для растяжения времени к данным на Рис. 2. СРЭ удовлетворяют функции *P(f)*, определенной выше в Ур. 2, и лучшие параметры даны в Таблице 1. Вообще говоря, эффект исправления для растяжения времени состоит в том, чтобы переместить каждую кривую к более коротким масштабам времени с помощью множителя (1+<z>), где <z> - среднее значение красного смещения объектов в интервалах звёздных величин. Имеется заметный рост разброса в данных после того, как они были исправлены для растяжения времени, но не изменена максимальная плотность энергии. Чтобы количественно определить любое изменение в масштабе времени после исправления для растяжения времени, мы определяем справочное время t_{ref} как масштаб времени, при котором регистрация *log(P(f))* =-2.4. Значения t_{ref} также даны в Таблице 1.
4.2 Measurements of time dilation	**4.2 Измерения растяжения времени**
One of the difficulties in looking for correlations in the properties of quasars is the well known degeneracy between redshift and luminosity in magnitude limited samples. The degeneracy takes the form of a correlation between red shift and luminosity such that in most available samples the higher red shift members tend to be the more luminous. Thus if we are looking for a correlation between red shift and timescale, as in time dilation, we must be careful that we do not actually measure a correlation between luminosity and timescale. We have shown in Section 3 above that for the samples of quasars under consideration here, we find an anti-correlation between quasar luminosity and Fourier power density. This in itself would not	Одной из трудностей в поиске корреляций в свойствах квазаров является известная избирательность между красным смещением и светимостью в выборках с ограничением на звездную величину. Избирательность принимает форму корреляции между красным смещением и светимостью таким образом, что в большинстве доступных примеров участники с бóльшими красными смещениями имели тенденцию иметь бóльшую светимость. Таким образом, если мы ищем корреляцию между красным смещением и масштабом времени, как при растяжении времени, мы должны быть осторожными, так как фактически мы не измеряем корреляцию между светимостью и масштабом времени. Мы показали выше в Разделе 3, что для выборок квазаров, рассмотренных здесь, мы находим антикорреляцию между светимостью квазара и

necessarily be a problem, but the SEDs also show a correlation between luminosity and the rate at which short timescale power density declines. Given the correlation between redshift and luminosity, such an effect could be confusing in a search for a correlation between red shift and timescale as expected for time dilation.	плотностью энергии Фурье. Это сам по себе не обязательно было бы проблемой, но СРЭ также показывают корреляцию между светимостью и темпом, с которым уменьшается плотность энергии на малых масштабах времени. Учитывая корреляцию между красным смещением и светимостью, такой эффект мог быть запутывающим в поиске корреляции между красным смещением и шкалой времени, как ожидалось для растяжения времени.
6 *M. R. S. Hawkins*	6 *М. Р. С. Хоукинс*

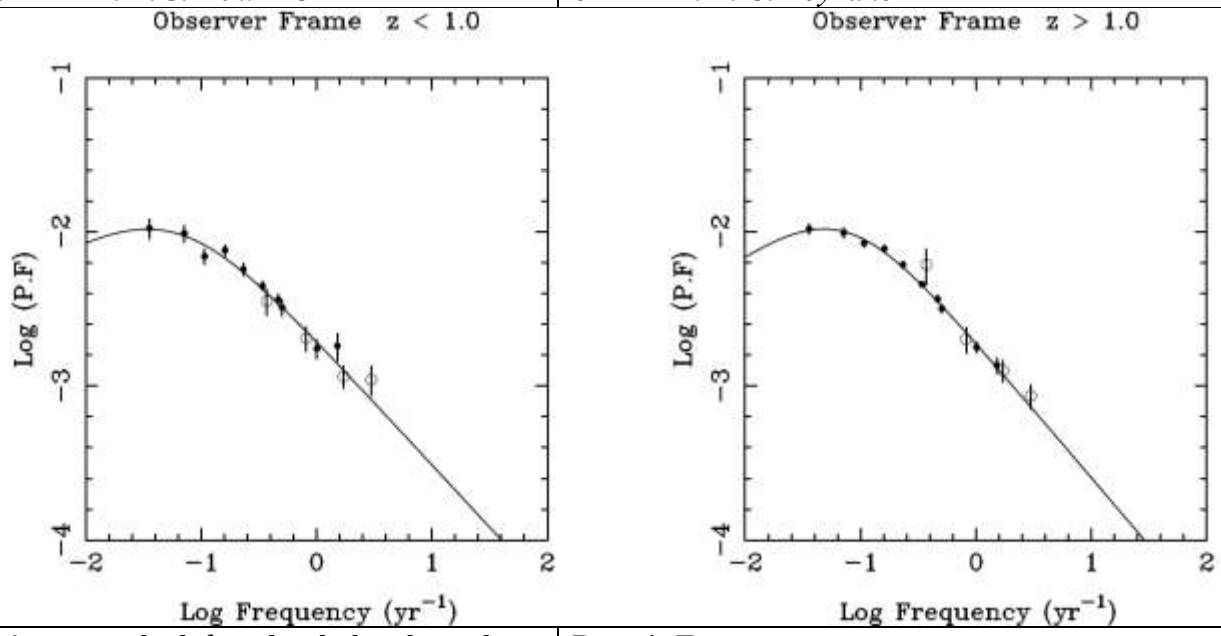


Figure 4. The left and right hand panel show SEDs of light curves in the observer frame for low and high redshift samples of quasars respectively. The symbols and solid line are as for the left hand panel of Fig. 2.	**Рис. 4.** Левая и правая части показывают световые кривые в системе отсчёта наблюдателя для выборок квазаров с малым и большим красным смещением соответственно. Символы и твердая линия, означают то же, что и на левой части Рис. 2.

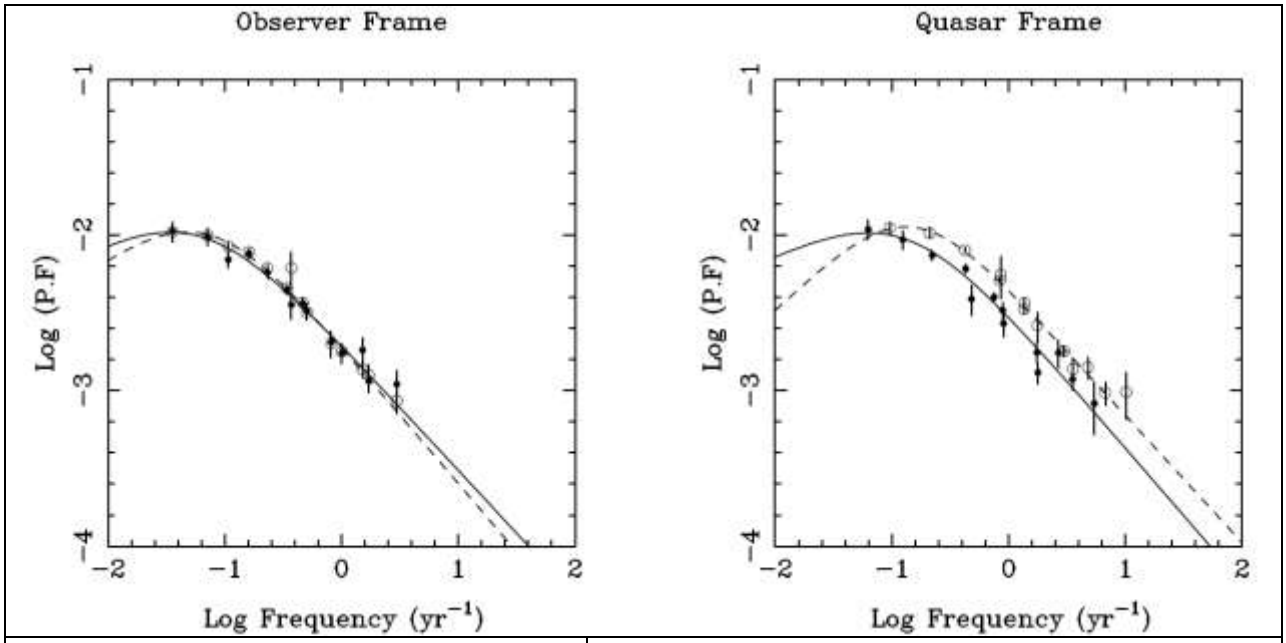


Figure 5. The left hand panel shows the superposition of the SEDs for low and high redshift samples of light curves from Fig. 2. The right hand panel shows SEDs of the same light curves in the quasar frame, with a correction for time dilation applied.	**Рис. 5.** Левая часть показывает суперпозицию СРЭ для выборок световых кривых с малым и большим красным смещением на Рис. 2. Правая часть показывает суперпозицию СРЭ для тех же самых световых кривых в системе отсчета квазаров, с применением исправления для растяжения времени.
To minimise any such effect the absolute magnitude range of quasars was restricted to the band -25.5 < M_B < -22.5, which is sufficiently small that no correlation of amplitude with luminosity is detectable. This also has the effect of reducing any contamination from host galaxy light to a negligible level.	Чтобы минимизировать любой такой эффект, диапазон абсолютной звёздной величины квазаров был ограничен зоной -25.5 <M_B<-22.5, которая является достаточно малой, что никакая корреляция амплитуды со светимостью не обнаружима. Это также имеет эффект сокращения до незначительного уровня любого загрязнения светом хозяйской галактики.
In order to measure the effects of time dilation we split the quasar light curves into low and high redshift samples. The idea was to compare the resulting SEDs to look for the expected shift of the high red shift sample towards longer timescales relative to the low redshift sample. Fig. 4 shows the low and high redshift SEDs separately, and it can be seen that in spite of the restriction in luminosity the SEDs are well defined, with excellent agreement between the different datasets where they overlap. The data are well fitted by the function *P(f)* in Eq. 2, and the fit parameters of interest are given in Table 1.	Чтобы измерить эффекты растяжения времени, мы разделяем световые кривые квазаров с малым и большим красным смещением на разные выборки. Идея состояла в сравнении получающихся СРЭ, чтобы искать ожидаемый сдвиг к длинным масштабам времени у выборки с большим красным смещением относительно выборки с малым красным смещением. Рис. 4 показывает СРЭ с малым и большим красным смещением отдельно, и можно заметить, что, несмотря на ограничение в светимости, СРЭ хорошо определены, с превосходным согласием между различными наборами данных, где они накладываются. Данные хорошо соответствуют с помощью функции *P(f)* в Ур. 2, и подходящие параметры интереса даны в Таблице 1.

Fig. 5 shows the effect of correcting the SEDs in Fig. 4 for time dilation. The left hand panel shows the two SEDs in the observer frame superimposed to show any shift in timescale. The right hand panel shows the same data with the correction for time dilation applied. It is immediately clear that in the observer frame the two SEDs are very closely matched, with t_{ref} = 2.2 years in both cases. However, in the quasar frame there is a marked difference, the high red shift quasars being preferentially shifted to shorter timescales. It will be noticed that the maximum power density of both high and low redshift SEDs is the same in the quasar and observer frames, implying that the shift in the position of the SEDs is in timescale. The ratio of the values of t_{ref} for the high and low red shift samples is almost exactly equal to the ratio of the values for (1+<z>), implying that the effect of correcting for time dilation has been to move the SEDs to shorter timescales by a factor of (1+<z>), with no other obvious change.	Рис. 5 показывает эффект корректировки СРЭ на Рис. 4 при учёте растяжения времени. Левая часть рисунка показывает два СРЭ в системе отсчёта наблюдателя, нанесенной, чтобы показать любое изменение в масштабе времени. Правая часть рисунка показывает те же самые данные с применением исправления для растяжения времени. Сразу ясно, что в СО наблюдателя два СРЭ очень близко подходят, с t_{ref} = 2.2 года в обоих случаях. Однако, в СО квазара есть отмеченная разность, квазары с большим красным смещением предпочтительно перемещены к более коротким масштабам времени. Следует отметить, что максимальная мощная плотность энергии у СРЭ и с большим и с малым красным смещением – одинаковая в СО и квазара, и наблюдателя, подразумевая, что изменение в положении СРЭ находится в масштабе времени. Отношение значений t_{ref} для выборок с большим и с малым красным смещением почти точно равно отношению этих значений для (1+<z>), подразумевая, что эффект исправления для растяжения времени состоял в том, чтобы переместить СРЭ в более короткий масштаб времени с помощью множителя (1+<z>), без никакого другого очевидного изменения.
5 INTERPRETATION OF RESULTS	**5 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ**
The results of Section 4 provide strong evidence that the effects of time dilation are not seen in quasar light curves. This clearly runs against expectations based on a conventional cosmological viewpoint, and so in this section we examine ways in which the results may be understood.	Результаты Раздела 4 обеспечивают убедительные доказательства, что эффекты растяжения времени не наблюдаются в световых кривых квазаров. Это ясно идёт против ожиданий, основанных на обычной космологической точке зрения, и таким образом в этом Разделе мы исследуем пути, которыми могут быть поняты результаты.
5.1 Black hole growth	**5.1 Рост черной дыры**
Perhaps the most straightforward way of explaining the absence of the effects of time dilation in quasar light curves is to postulate an increase in timescale of variation associated with the growth of the central supermassive black hole of the AGN. Thus higher red shift quasars would contain less massive black holes which would vary more quickly in such a way as to offset the effects of time dilation. The problem with this picture is that there is a well-supported correlation between black hole mass and	Возможно, самый прямой способ объяснения отсутствия эффектов растяжения времени в световых кривых квазара состоит в том, чтобы постулировать увеличение в масштаба времени вариации, связанной с ростом центральной сверхмассивной черной дыры АГЯ. Таким образом, квазары с бóльшими красными смещениями содержали бы менее массивные черные дыры, которые изменяются более быстро и таким способом, что как бы погашают эффекты растяжения времени. Проблема с этой картиной состоит в том, что уже есть хорошо подтвер-

luminosity based on reverberation mapping (Kaspi et al. 2000). This means that, given the restricted magnitude range of our sample, there can be little difference in the average black hole mass of the high and low red shift samples. Even if we ignore the restriction on luminosity, it would be difficult to cancel out time dilation effects by assuming an increasing luminosity with red shift as it is clear from Fig. 3 that the whole shape of the SED changes with luminosity, especially the power law index to shorter timescales. This is not what is seen in Fig. 5, where the shape of the SEDs does not change between high and low red shift samples.	ждённая корреляция между массой черной дыры и светимостью, основанная на отображении реверберации (Каспи(Kaspi) и др. 2000). Это означает, что, учитывая ограниченный диапазон звёздных величин нашей выборки, может быть небольшая разница в средней массе черных дыр выборок с большим и с малым красным смещением. Даже если бы мы игнорируем ограничение на яркость, было бы трудно уравновесить эффекты растяжения времени, предполагая увеличивающуюся светимость с ростом красного смещения, поскольку из Рис. 3 ясно, что в целом форма СРЭ изменяется вместе со светимостью, особенно показатель степенного закона, к более короткому масштабу времени. Это не то, что видно на Рис. 5, где форма СРЭ не изменяется между выборками с большим и с малым красным смещением.
On time dilation in quasar light curves 7	*По поводу растяжения времени в световых кривых квазаров* 7
5.2 Microlensing	**5.2 Микролинзирование**
Another possibility for explaining the absence of time dilation effects in quasar light curves is that the variations do not predominantly originate in the quasars, but along the line of sight at low redshift. The most plausible mechanism for this is microlensing of the quasars by a population of stellar mass bodies (Hawkins 2007), where the most probable red shift for the lenses is $z \sim 0.5$ (Turner et al. 1984). Although such microlensing is unambiguously seen in multiple images of gravitationally lensed systems (Pelt et al. 1998), there are two main difficulties with this approach. Firstly, although the observed variations agree well with model predictions from microlensing simulations, it is difficult to rule out the possibility of intrinsic variations. Secondly, it appears that the rate of detection of compact bodies in the Galactic halo by the MACHO project (Alcock et al. 1997) is incompatible with the population required to produce the observed variation in the quasar light curves.	Другая возможность для того, чтобы объяснить отсутствие эффектов растяжения времени в световых кривых квазаров состоит в том, что в основном, вариации происходят не в квазарах, а вдоль луча обзора в низком красном смещении. Самый вероятный механизм для этого - микролинзирование квазаров населением тел с массой звезд (Хоукинс 2007), где самое вероятное красное смещение для линз - $z \sim 0.5$ (Тёрнер (Turner) и др. 1984). Хотя такое микролинзирование несомненно наблюдается во множественных изображениях гравитационно линзовых систем (Пелт (Pelt) и др. 1998), есть две главных трудности с этим подходом. Во-первых, хотя наблюдаемые вариации хорошо согласуются с предсказаниями от моделирований микролинзирования, трудно исключить возможность свойственных вариаций. Во-вторых, выясняется, что норма обнаружения компактных тел в Галактическом гало проектом MACHO (Alcock и др. 1997) несовместима с населением, требуемым для проведения наблюдаемой вариации в световых кривых квазаров.
5.3 Static universe	**5.3 Статическая вселенная**
The well known dilemma that Einstein was faced with when he realised that his equa-	Известная дилемма, с которой столкнулся Эйнштейн, когда он понял, что его уравнения под-

tions implied an expanding universe is still perhaps the best reason for believing that the universe is not static, given the success of general relativity in explaining cosmological observations. There is however surprisingly little direct evidence that the Universe is expanding. As mentioned in Section 1, searches for time dilation in gamma-ray bursts do not provide a conclusive test. Supernova light curves on the other hand appear to show convincing evidence of time dilation (Foley et al. 2005), which would rule out a non-expanding universe as an explanation for the results presented here for quasar light curves. Although this result has been challenged in an interesting paper by (Crawford 2009) on the basis of bias in the sampling procedure, it seems fair to say that the result is still generally accepted.	разумевали расширяющуюся вселенную, является все еще возможно лучшей причиной для того, чтобы полагать, что вселенная не статична, учитывая успех общей теории относительности в объяснении космологических наблюдений. Есть однако удивительно маленькое прямое свидетельство, что Вселенная расширяется. Как упомянуто в Разделе 1, поиски растяжения времени во взрывах гамма луча не обеспечивают решающего теста. Световые кривые Сверхновых, с другой стороны, кажется, показывают убедительное доказательство растяжения времени (Фоли(Foley) и др. 2005), который исключил бы нерасширяющуюся Вселенную как объяснение результатов, представленных здесь для кривых света квазара. Хотя этому результату бросили вызов в интересной статье (Кроуфорд (Crawford) 2009) на основе смещения в процедуре осуществления выборки, кажется справедливым сказать, что результат является всё ещё общепринятым.
5.4 Quasar distances	**5.4 Расстояния до квазаров**
For completeness we should add that a possible explanation for the apparent lack of time dilation effects in quasar light curves is that quasars are not at the cosmological distances implied by their redshifts. This idea has been energetically pursued by examining apparent associations of quasars with relatively nearby galaxies or clusters (Arp &Russell 2001), but the large body of observations of quasar host galaxies seems to rule out the possibility that quasars are nearby, and that as a result time dilation would be negligible.	Для законченности мы должны добавить, что возможное объяснение очевидной нехватки эффектов растяжения времени в световых кривых квазаров состоит в том, что квазары находятся не на космологических расстояниях, подразумеваемых их красными смещениями. Эта идея энергично исследовалась при изучении очевидных ассоциаций квазаров с относительно соседними галактиками или кластерами (Арп & Рассел(Arp&Russell) 2001), но большой объём наблюдений за хозяйскими галактиками квазара, кажется, исключает возможность, что квазары являются близкими, и что в результате растяжение времени было бы незначительно.
8 *M. R. S. Hawkins*	8 *М. Р. С. Хоукинс*
6 DISCUSSION	**6 ОБСУЖДЕНИЯ**
Taken at face value, the observations described above can only be explained by at least a small departure from the conventional cosmological view, and perhaps a large one. It is therefore worth reviewing the security of the observational results to be sure that they are robust. We need to check that the data are showing a consistent picture. We first note that the Field 287 and MACHO data are completely independent	Взятые по номиналу, описанные выше наблюдения могут только быть объяснены по крайней мере малым отклонением от обычного космологического представления, а возможно - большим. Поэтому стоит повторно рассмотреть надёжность наблюдательных результатов, чтобы убедиться, что они являются устойчивыми. Мы должны проверить, что данные показывают совместимую картину. Мы сначала отмечаем, что Область 287 и данные проекта MACHO

of each other in that they contain different sets of quasars selected according to different criteria in different areas of sky. The photometric monitoring was carried out using completely different techniques with different error distributions, and yet for all the SEDs presented above, in the area of overlap the agreement between the two datasets is excellent. The implication of this is that the shape of the SEDs represents a true signal, and is not dominated by systematic effects.	полностью независимы друг от друга в том, что они содержат различные наборы квазаров, выбранных согласно различным критериям в различных областях неба. Был выполнен фотометрический мониторинг, используя полностью различные методы с различными ошибками распределений, и все же для всех СРЭ, представленных выше, в области наложения, соглашение между этими двумя наборами данных превосходно. Значение этого в том, что форма СРЭ представляет истинный сигнал, не подавляемый систематическими эффектами.
In the right hand panel of Fig. 2 the only difference between the three SEDs is the quasar luminosity, and yet a clear progression in slope of the power law index at short timescales is evident, implying a real and measurable change in the nature of the variability, and not an artefact of the analysis procedure. This provides sound support for believing that the close similarity of the high and low red shift SEDs in Fig. 5 represents indistinguishable patterns of variability, unaffected by any time dilation effect, and not a spurious agreement.	В правой части Рис. 2 единственная разница между тремя СРЭ - светимость квазара, и все же ясная прогрессия в падении показателя степенного закона в коротком масштабе времени очевидна, подразумевая реальное и измеримое изменение в природе вариации, а не сам факт процедуры анализа. Это оказывает нормальную поддержку для предположения, что близкое сходство СРЭ на больших и малых красных смещениях на Рис. 5 представляет неразличимые образцы вариаций, незатронутые любым эффектом растяжения времени; и не является ложным соглашением.
If it is accepted that time dilation is not seen in quasar light curves, then some departure from conventional cosmology is necessary to explain it. Of the possibilities listed in Section 5, there seems to be overwhelming evidence that quasars are at the cosmological distances indicated by their redshifts, and the challenge to the time dilation found in supernovae light curves has yet to be convincingly established. If we therefore assume that we live in an expanding universe, we have two possibilities. If the variations are due to microlensing then the conclusions of the MACHO project would have to be modified, presumably by a reassessment of the shape of the Galactic halo, and the expected dark matter content. If the effects of time dilation are offset by an increase of timescale of variation with cosmological time, then a mechanism must be found which does not alter the shape of the SED, or involve a correlation of black hole mass with luminosity.	Если признано, что растяжение времени не замечено в кривых света квазара, то необходимо объяснить это некоторое отклонение от обычной космологии. Среди возможностей, перечисленных в Разделе 5, похоже, есть подавляющее свидетельство, что квазары находятся на космологических расстояниях, обозначенных их красными смещениями, и вызов растяжению времени, найденному в кривых света Сверхновых, должен все же быть убедительно установлен. Поэтому, если мы предполагаем, что мы живем в расширяющейся Вселенной, то у нас есть две возможности. Если вариации происходят из-за микролинзирования, тогда выводы проекта MACHO должны были бы быть изменены, по-видимому переоценкой формы Галактического ореола, и ожидаемым содержанием темной материи. Если эффекты растяжения времени компенсированы увеличением масштаба времени вариации с космологическим временем, то должен быть найден механизм, который не изменяет форму СРЭ, или вовлекает корреляцию массы черной дыры с её светимо-

	стью.
7 CONCLUSIONS	**7 ВЫВОДЫ**
In this paper we have used Fourier power spectrum analysis of over 800 quasar light curves to measure timescales of variation at different redshifts. The expected effects of time dilation are absent, the SEDs at high and low redshift being essentially identical. There seems to be no explanation for this within the conventional cosmological framework, and so various other possibilities are considered. These include the idea that the effects of time dilation are exactly offset by an increase in timescale of variation associated with black hole growth. Alternatively, the observed variations could be caused by microlensing, in which case time dilation would not be expected.	В этой статье мы использовали энергетический спектральный анализ Фурье световых кривых более чем 800 квазаров, чтобы измерить масштаб времени вариации на различных красных смещениях. Ожидаемые эффекты растяжения времени отсутствуют, СРЭ для больших и малых красных смещений являются чрезвычайно идентичными. Кажется, нет никакого объяснения этому в рамках обычной космологической модели, и поэтому рассмотрены другие различные возможности. Они включают идею, что эффекты растяжения времени точно компенсированы увеличением шкалы времени вариации, связанной с ростом черной дыры. С другой стороны, наблюдаемые вариации могли быть вызваны микролинзированием, при котором растяжение времени не будет ожидаться.
ACKNOWLEDGEMENTS	**БЛАГОДАРНОСТИ**
I thank Alan Heavens for suggesting the procedure for verifying the effectiveness of the sampling correction.	Я благодарен Алану Хивенсу за предложение процедуры для проверки эффективности исправления осуществления выборки.
REFERENCES	**ССЫЛКИ**
Alcock C. et aI., 1997, ApJ, 486, 697	Alcock C. et aI., 1997, ApJ, 486, 697
Alcock C. et aI., 2001, ApJ, 550, L169	Alcock C. et aI., 2001, ApJ, 550, L169
Arp H., & Russell, D. 2001, ApJ, 549, 802	Arp H., & Russell, D. 2001, ApJ, 549, 802
Chang, H.-Y. 2001, ApJ, 557, L85	Chang, H.-Y. 2001, ApJ, 557, L85
Crawford, D.F. 2009, arXiv:0901.4172	Crawford, D.F. 2009, arXiv:0901.4172
Cristiani, S., Trentini, S., La Franca, F., Aretxaga, **I.,** Andreani, P., Vio, R., Gemmo, A. 1996, A&A, 306, 395	Cristiani, S., Trentini, S., La Franca, F., Aretxaga, **I.,** Andreani, P., Vio, R., Gemmo, A. 1996, A&A, 306, 395
Deng, M., & Schaefer, B.E. 1998, ApJ, 502, L109	Deng, M., & Schaefer, B.E. 1998, ApJ, 502, L109
Dobrzycki, A., Eyer, L., Stanek, K.Z., Macri, L.M. 2005, A&A, 442, 495	Dobrzycki, A., Eyer, L., Stanek, K.Z., Macri, L.M. 2005, A&A, 442, 495
Foley, R.J. et al. 2005, ApJ, 626, Lll	Foley, R.J. et al. 2005, ApJ, 626, Lll
Geha, M. et al. 2003, AJ, 125, 1	Geha, M. et al. 2003, AJ, 125, 1
Goldhaber, G. et al. 2001, ApJ, 558, 359	Goldhaber, G. et al. 2001, ApJ, 558, 359
Hawkins, M.R.S. 2000, A&AS, 143, 465	Hawkins, M.R.S. 2000, A&AS, 143, 465
Hawkins, M.R.S. 2007, A&A, 462, 581	Hawkins, M.R.S. 2007, A&A, 462, 581
Hook, I.M., McMahon, R.G., Boyle, B.J., Irwin, M.J. 1994, MNRAS, 268, 305	Hook, I.M., McMahon, R.G., Boyle, B.J., Irwin, M.J. 1994, MNRAS, 268, 305
Kaspi, S., Smith, P.S., Netzer, H., Maoz, D., Jannuzi, B.T., Giveon, U. 2000, ApJ, 533, 631	Kaspi, S., Smith, P.S., Netzer, H., Maoz, D., Jannuzi, B.T., Giveon, U. 2000, ApJ, 533, 631
Pelt, J., Schild, R., Refsdal, S., Stabell, R.	Pelt, J., Schild, R., Refsdal, S., Stabell, R. 1998,

1998, A&A, 336, 829	A&A, 336, 829
Timmer, J., & Konig, M. 1995, A&A, 300, 707	Timmer, J., & Konig, M. 1995, A&A, 300, 707
Turner, E.L., Ostriker, J.P., Gott, J.R. 1984, ApJ, 284, 1	Turner, E.L., Ostriker, J.P., Gott, J.R. 1984, ApJ, 284, 1

http://redshift0.narod.ru/Rus/Stationary/References/No_time_dilation_in_quasar_abs.htm

Главная страница . Eng

Последняя коррекция 26.01.2011 23:14:18