

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА МЕСТНОГО ВРЕМЕНИ НА МАЛЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ МАСШТАБАХ

В. А. Панчелюга, В. А. Коломбет, М. С. Панчелюга,
С. Э. Шноль

Институт Теоретической и Экспериментальной Биофизики РАН
panvic333@yahoo.com, shnoll@iteb.ru

Статья представляет исследование, посвященное дальнейшему изучению одного из проявлений феномена макроскопических флуктуаций – эффекта местного времени. Показано существование названного эффекта для случая, когда разность долготного времени между местами проведения измерений порядка двух секунд, что соответствует пространственной разности около 500 м. Изучена структура распределения интервалов в окрестности пика местного времени, в результате чего обнаружено его расщепление. Полученные результаты ведут к заключению об анизотропии пространства-времени.

1 Введение

Настоящая работа выполнена в рамках исследования феномена макроскопических флуктуаций [1–3]. Эффект местного времени – синхронная по местному времени реализация сходных форм гистограмм в разных географических пунктах при измерениях флуктуаций в протекании процессов разной природы – свидетельствует о зависимости формы гистограмм от вращения Земли вокруг своей оси и ее движения по околосолнечной орбите. Этот эффект был исследован для различных расстояний между местами проведения измерений, вплоть до максимально возможных на Земле (ок. 15 тыс. км). Задачей настоящего исследования является изучение проявлений эффекта местного времени для относительно небольших расстояний между местами проведения измерений.

Одна из проблем, которая возникает при переходе к малым расстояниям между точками проведения измерений – необходимость повышения временного разрешения метода исследования. Как правило, работы, по исследованию эффекта местного времени, выполнялись с использованием процесса α -распада препаратов ^{239}Pu , как основного источника флуктуаций. Этот, во многих отношениях, удобный источник флуктуаций, становится мало пригодным в случае необходимости получения гистограмм длительностью в единицы миллисекунд и менее. Поэтому в настоящей работе мы отказались от использования α -распада. В качестве источника флуктуаций был выбран генерационно-рекомбинационный шум обратно смещенного $p - n$ перехода специального германиевого шумового диода. Подобный источник позволяет получать шумовой сигнал в полосе частот вплоть до десятков мегагерц и, в силу этого, полностью соответствует требованиям настоящего исследования.

Для того, чтобы удостовериться, что выбранный источник флуктуаций пригоден для исследования эффекта местного времени он был протестирован на расстояниях, для которых существование эффекта является доказанным. Описание этого эксперимента приведено в [4]. В этой работе была продемонстрирована пригодность источника флуктуаций на основе высокочастотного шумового диода для исследования эффекта местного времени.

2 Исследование эффекта местного времени на основе синхронных измерений в г. Пущино и пос. Большевик

Возможность использования высокочастотного источника флуктуаций позволила провести эксперимент, по исследованию эффекта местного времени для разности долготного времени между местами проведения измерений в десятки раз меньшей, чем в традиционно проводимых экспериментах [1–3]. Измерения проводились в г. Пущино ($54^{\circ}50.037'$ с. ш., $37^{\circ}37.589'$ в. д.) и пос. Большевик ($54^{\circ}54.165'$ с. ш., $37^{\circ}21.910'$ в. д.). Координаты мест проведения измерений определялись GPS-приемником BU-353. Долготная разность угловых координат мест проведения измерений составила $\alpha = 15.679'$. Полученной величине α соответствует разность долготного времени $\Delta t = 62.7$ сек и долготная разность пространственных координат Δl , около $\Delta l = 15$ км. Эта величина хорошо согласуется с картографическими данными.

Измерения аналогового шумового сигнала производились с частотой дискретизации равной 44100 Гц. После этого, с шагом кратным этой частоте, из исходного временного ряда извлекались отдельные измерения. Этот шаг для гистограмм соответствующих временным интервалам в 1 сек, 0.2 сек и 0.02 сек представлен во второй строке таблицы 1. Таким образом, были получены три временных ряда, частоты которых представлены в третьей строке таблицы 1. Разбивая эти ряды на отрезки длиной в заданное число точек (указано в четвертой строке таблицы 1) по стандартной методике вычислялись гистограммы, длительность которых приведена в последней строке таблицы 1.

Таблица 1. Параметры, используемые для вычисления гистограмм, соответствующих временным интервалам в 1 сек, 0.2 сек и 0.02 сек.

1	Частота дискретизации, Гц	44100	44100	44100
2	Шаг, точек	735	147	14
3	Частота данных, Гц	60	300	3150
4	Точек для вычисления гистограммы, штук	60	60	63
5	Гистограмм за 1 сек	1	5	50
6	Длительность гистограммы, сек	1	0.2	0.02

На рис. 1 представлено распределение интервалов, полученное в результате экспериментального сравнения последовательностей 1-секундных гистограмм. Как можно видеть, распределению присущ четкий пик, соответствующий временному интервалу между гистограммами равному 63 сек. С учетом точности синхронизации момента начала измерений (0.1–0.2 сек), и длительности используемых гистограмм, можно считать, что данный пик с хорошей точностью соответствует разности местного времени $\Delta t = 62.7$ сек между г. Пущино и пос. Большевик.

Пик местного времени, получаемый на распределениях интервалов, как правило, всегда очень острый, шириной в 1–2 гистограммы [1–3], т. е., практически лишен какой-либо структуры. То же можно видеть и на рис. 1. Возможность построения 0.2 сек гистограмм, на основе тех же рядов экспериментальных данных, на основе которых получено распределение рис. 1, позволило рассмотреть задачу детального исследования структуры полученного на рис. 1 пика местного времени, увеличив, таким образом, временное разрешение метода в пять раз. Так как положение этого пика во временном ряду уже известно, то ряды были сдвинуты на 60 сек. Т. е. к положению максимума на распределении интервалов для 0.2 сек гистограмм должна быть добавлена величина этого сдвига.

Результаты экспертного сравнения для последовательностей 0.2 сек гистограмм, приведены на рис. 2. Как можно видеть из этого рисунка, максимальное подобие наблюдается для пар гистограмм, разделенных интервалом, равным 15, что с учетом сделанных замечаний соответствует разности местного времени по прежнему равной 63 сек, но теперь уже эта величина определена с точностью в 0.2 сек.

Обращает на себя внимание, что в результате 5-кратного увеличения разрешения при переходе от 1-секундных к 0.2-секундным гистограммам мы получили снова один острый пик, соответствующий разности местного времени для мест проведения измерений. Т. е. изменение временного масштаба не привело к изменению вида распределения интервалов. Для того чтобы увеличить временное разрешение еще на порядок мы перешли к рассмотрению гистограмм, построенных по 0.02-секундным отрезкам временных рядов.

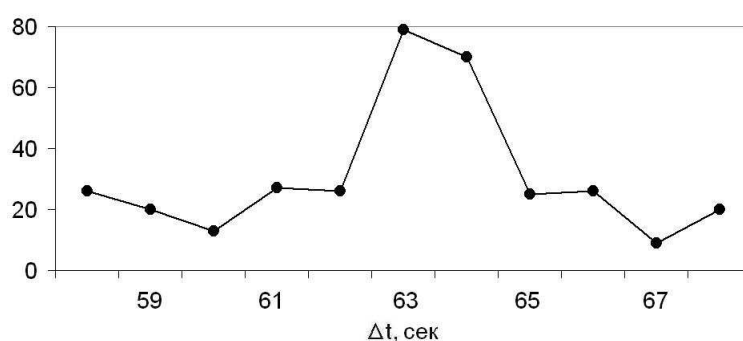


Рис. 1 Результаты экспертного сравнения для последовательностей 1-секундных гистограмм. Видно, что наиболее вероятно сходство гистограмм разделенных интервалом, соответствующим разнице местного времени – 63 сек. Ось Y – число гистограмм, найденных подобными, ось X – интервал времени между парами сравниваемых гистограмм, сек.

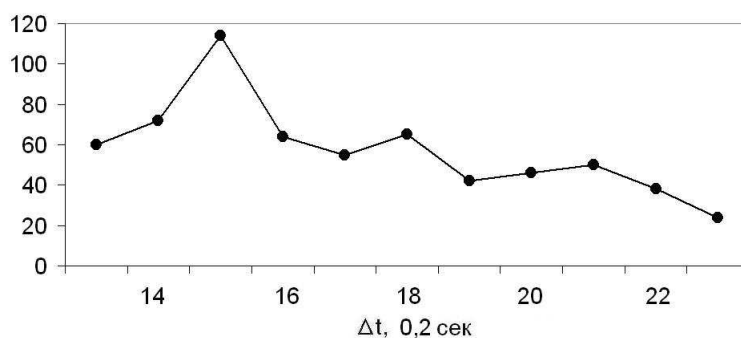


Рис. 2 Результаты экспертного сравнения для последовательностей 0.2-секундных гистограмм. Видно, что наиболее вероятно сходство гистограмм разделенных интервалом, соответствующим разнице местного времени – 63 сек с точностью в 0,2 сек. Ось Y - число гистограмм, найденных подобными, ось X – интервал времени между парами сравниваемых гистограмм равный, $60 + 0.2 \times \Delta t$.

Распределение интервалов для этого случая представлено на рис. 3. Здесь, так же как и в предыдущем случае, для того, чтобы исследовать окрестность пика местного времени, использовалось смещение временных рядов друг относительно друга, на величину равную 62 сек. В результате экспертного сравнения было получено распределение интервалов, состоящее из двух пиков. Первый пик, с учетом принятого

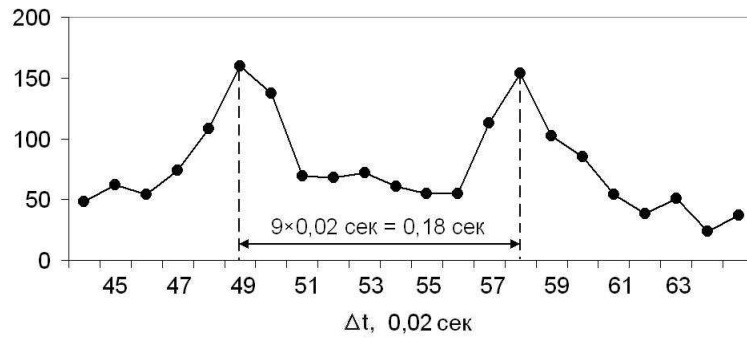


Рис. 3 Результаты экспертного сравнения для последовательностей 0.02-секундных гистограмм. Видно наличие двух экстремумов, соответствующих различиям "звездного" и "солнечного" местного времени. Ось Y – число гистограмм, найденных подобными, ось X – интервал времени между парами сравниваемых гистограмм равный $62 + 0.02 \times \Delta t$.

смещения, соответствует разности местного времени – 62.98 сек, а второй – 63.16 сек. Соответственно, разность между пиками составляет 0.18 сек.

Полученное расщепление пика местного времени подобно расщеплению суточного периода повторяемости гистограмм на два периода равных один солнечным, а другой звездным суткам [5 – 7].

3 Дальнейшее развитие экспериментов по исследованию эффекта местного времени

Представленный выше эксперимент показал наличие эффекта местного времени для расстояний между точками проведения измерений порядка 15 км и расщепление пика местного времени на два субпика. Естественный вопрос, который возникает в этой связи – чему равно минимальное расстояние, на котором описанная выше картина будет повторяться? В этой связи был поставлен представленный ниже эксперимент.

Таблица 2. Координаты мобильной измерительной системы и соответствующие им долготная разность угловых координат мест проведения измерений α , разница долготного времени Δt , долготная разность координат мест измерений Δl и величина расщепления пика местного времени $\Delta \tau$.

№	Координаты мобильной изм. системы	α	Δt , сек	Δl , км	$\Delta \tau$, сек
1	54°48.16' с.ш., 37°43.54' в.д.	5.95'	23.8	6	0.066
2	54°49.28' с.ш., 37°41.44' в.д.	3.85'	15.4	3.9	0.043
3	54°50.126' с.ш., 37°39.207' в.д.	1.618'	6.47	1.6	0.018
4	54°49.989' с.ш., 37°38.127' в.д.	0.538'	2.152	0.5	0.006

В эксперименте использовались две измерительных системы: стационарная, расположенная в г. Пущино (54°50.037' с.ш., 37°37.589' в.д.) и мобильная. Было выполнено четыре серии синхронных измерений. GPS – координаты мобильной измерительной системы для каждой серии измерений приведены во втором столбце таблицы 2. Долготная разность угловых координат мест проведения измерений, α , дана в третьем столбце таблицы. Разница долготного времени Δt и долготная разность координат мест измерений Δl даны, соответственно в четвертом и пятом столбцах таблицы. В последнем столбце приведена величина расщепления пика местного времени $\Delta \tau$.

Методика обработки экспериментальных данных была той же, что и в эксперименте Пушино-Большевик. В результате было обнаружено, что в пределах точности эксперимента была воспроизведена картина эффекта местного времени аналогичная описанной выше.

4 Обсуждение

Эффект местного времени, как отмечено в [1], связан с вращательным движением Земли. Самое простое объяснение этого феномена могло бы быть следующим. Через время Δt равное разности долготных времен в местах проведения измерений, измерительная №2 попадает в ту же точку пространства, где до этого была система №1, что и обуславливает подобие формы наблюдаемых гистограмм. Однако, кроме вращательного Земле присуще еще и поступательное, орбитальное движение, скорость которого значительно превышает скорость вращательного движения. Поэтому утверждение о том, что измерительная система №2 попадет в ту же точку пространства, становится неверным. Здесь можно говорить только о направлениях. Действительно, если мы проведем две плоскости, проходящие через ось вращения Земли и точки проведения измерений, то через время Δt плоскость №2 будет параллельна плоскости №1. Отсюда можно сделать вывод о том, что подобие формы гистограмм каким-то образом связано с направлением в пространстве.

Расщепление суточного периода повторяемости формы гистограмм на солнечный и звездный говорит о том, что в пространстве существуют два выделенных направления: на Солнце и на "сферу неподвижных звезд". Действительно, через время равное 1436 мин Земля совершает один полный оборот вокруг своей оси и плоскость измерительной системы становится параллельной направлению, которое она имела одни звездные сутки назад. А еще через 4 мин в эту плоскость попадает Солнце, что совпадает с солнечными сутками равными 1440 мин.

Предположим, что обнаруженное нами расщепление (рис. 3) имеет ту же природу, что и расщепление суточного периода на солнечный и звездный. Тогда из разности между солнечным и звездным периодами ΔT равной $\Delta T = 4$ мин вычисляем коэффициент пропорциональности k :

$$(1) \quad k = \frac{4 \text{ мин}}{24 \text{ ч}} = \frac{240 \text{ сек}}{86400 \text{ сек}} \approx 2.78 \cdot 10^{-3}$$

Разность долготного времени Пушино-Большевик t равна $t \approx 62.7$ сек. Отсюда, разность звездного и солнечного периодов, соответствующая данному Δt :

$$(2) \quad \Delta t = kt = 62.7 \times 2.78 \cdot 10^{-3} \approx 0.17 \text{ сек.}$$

Как показано на рис. 3, разность между пиками в распределении интервалов равна 0.18 сек, что с учетом точности определения пиков (0.02 сек) совпадает с расчетной величиной. На этом основании мы можем говорить о том, что обнаруженное нами расщепление пика местного времени обусловлено теми же причинами, какие вызывают появление солнечного и звездного периодов. То же подтверждается и данными, приведенными в таблице 2.

Говоря о выделенных направлениях в пространстве, неявно предполагается, что измерительная система является "направленной" и в силу этого может чувствовать, разрешать эти направления. Подобные представления, вполне приемлемые для случая, когда мы говорим о расщеплении суточного периода, становятся проблематичными, в случае расщепления, обнаруженного нами в эффекте местного времени.

Здесь угол, который должна разрешать измерительная система, уже настолько мал, что говорить о какой-либо присущей ей диаграмме направленности не приходится. В этом случае приходится признать, что мы имеем дело с динамически меняющейся картиной флуктуаций пространства-времени в околоземном пространстве, каким-то образом тесно связанной с выделенными направлениями, обсуждавшимися выше. Другими словами, мы можем говорить о ярко выраженной анизотропии околоземного пространства-времени.

Результаты, полученные в настоящей работе, обосновывают возможность исследования эффекта макроскопических флуктуаций на сравнительно небольших пространственных масштабах. Дальнейшее уменьшение этого масштаба является нашей ближайшей задачей. В то же время, субпики, полученные в результате расщепления пика местного времени, также состоят из одной-двух гистограмм, т. е. являются бесструктурными. Это обстоятельство также ставит в качестве одной из будущих задач исследование структуры субпиков пика местного времени.

Список литературы

1. Шноль С.Э., Коломбет В.А., Пожарский Э.В., Зенченко Т.А., Зверева И.М., Конрадов А.А. О реализации дискретных состояний в ходе флуктуаций в макроскопических процессах // Успехи Физич. Наук, 1998, т. 168, № 10 с. 1129–1140.
2. С.Э. Шноль, Т.А. Зенченко, К.И. Зенченко, Э.В. Пожарский, В.А. Коломбет, А.А. Конрадов. Закономерное изменение тонкой структуры статистических распределений как следствие космофизических причин // УФН 2000, 170 (2), с. 214–218.
3. С.Э. Шноль. Закономерные изменения тонкой структуры статистических распределений в случайных процессах, как следствие арифметических и космофизических причин. Труды семинара "Время, хаос и математические проблемы" выпуск 3, М.: Книжный Дом "Университет", 2004, с. 121–154.
4. В.А. Панчелюга, В.А. Коломбет, А.В. Каминский, М.С. Панчелюга, С.Э. Шноль Эффект местного времени в шумовых процессах. // Вестник Калужского университета, 2006, в печати.
5. С.Э. Шноль. Макроскопические флуктуации как следствие арифметических и космофизических причин (Факторы, определяющие тонкую структуру гистограмм, возможно, находятся за пределами Солнечной системы) // Биофизика 2001, т. 46 №5 с. 775–782.
6. S. E. Shnoll, K. I. Zenchenko, and N. V. Udaltsova. Cosmophysical Effects in the Structure of Daily and Yearly Periods of Changes in the Shape of Histograms Constructed from the Measurements of ^{239}Pu alpha-Activity // Biophysics, 2004 Vol. 49, Suppl. 1, p. 155.
7. S. E. Shnoll, K. I. Zenchenko, N. V. Udaltsova, Cosmo-physical effects in structure of the daily and yearly periods of change in the shape of the histograms constructed by results of measurements of alpha-activity Pu-239, 2005 <http://arxiv.org/abs/physics/0504092>.