

ВРЕМЯ

Сухарев И.Г.

Сухарев Илья Георгиевич – кандидат технических наук, зам. директор,
ООО Эспиро, г. Москва

Аннотация: в статье дан анализ происхождения, эволюции мерности и проявленных свойств времени. Время каждого объекта есть его движение, характеризуемое суммарным вектором скорости и траекторией в пространстве соответствующей мерности. Выработан подход к анализу свойств времени как многоволнового процесса, формируемого прямыми и ретроградными волнами. По результатам анализа даны примеры ускоренного и замедленного течения времени, изменения направления течения времени в результате отражения от динамически формируемой границы. Определены условия формирования динамической границы как результата критического дисбаланса между прямыми и ретроградными волнами в спектре анализируемого временного процесса.

Ключевые слова: физика времени, эволюция мерности времени, ускорение времени, прямые и ретроградные волны, плотность событий.

Время является одной из основных величин, явно или опосредованно присутствующих в большинстве физических соотношений, но до сих пор не имеющей четкого описания физического смысла. Время есть неотъемлемая часть объективной реальности, окружающей нас. Но в силу постулируемой линейности, присутствие времени в физических формулах оказывается лишь данью уважения к этому неизведанному фактору реальности. А в ряде публикаций, например, в [1] делается даже далеко идущий вывод, что времени не существует и время может быть удалено из формул без потери их прикладного значения. С другой стороны, в статье [2] утверждается, что большинство основных физических констант могут быть вычислены аналитически и имеют размерность произведения целых степеней длины и времени. Настоящая статья призвана вернуть времени его фундаментальный характер, раскрыть его происхождение, эволюцию мерности, свойства и физический смысл.

В статьях [3-6] приведено описание модели нашего мироустройства как глобальной интерференционной картины с динамическими границами. Движение вселенной в пространстве задается распространением единого волнового фронта электромагнитных волн со скоростью, близкой к скорости света, и корректируется пограничным и внутренним взаимодействием с неструктурированной плазмой. Само существование, пространственное расположение и эволюции движения всех внутривселенских объектов задаются соответствующими движениями композиций многоволновых интерференционных фокусировок. Из этого следует, что **время** каждого объекта (волновой сборки) есть его движение, определяемое как индивидуальная скорость + траектория в пространстве соответствующей мерности. Под индивидуальной скоростью понимается векторная сумма скоростей вселенной, «материнской» фокусировки, с которой синхронизирован объект, и скорости самого объекта. К примеру, чтобы какому-нибудь космическому объекту синхронизироваться с текущим временем Земли, ему необходимо не только совместить свое пространственное положение с поверхностью Земли, но и привести в соответствие свою скорость и траекторию с земной скоростью и траекторией. Заметим, что в данной формулировке времени акцент делается не на его единицу измерения, определяемую через количество тактов (секунд) некоего опорного колебания, а на совершаемую сборкой пространственную эволюцию и на происходящие с ней **события**. Попытаемся разобраться в деталях, что нам дает такое понимание времени, кроме коренной ломки устоявшегося представления о его одномерности.

Прежде чем перейти к деталям, совершенно необходимо сделать несколько замечаний о специфике и внутренней многослойности исследуемого понятия. Начать надо с того, что все существующие в теле вселенной объекты не просто синхронизированы с той или иной интерференционной фокусировкой, но и сами являются волновыми сборками. Волновые сборки возникают из существующего набора волн волнового фронта и реализуют себя в виде резонанса (фокусировки) бегущих волн, которому с пройденным тем или иным расстоянием (временем) предстоит распад. Сами волны при этом никуда не исчезают, а становятся далее строительным каркасом новыхборок. В описании эволюции сборки переплетены в единый клубок понятия длины пройденного пути, траектории, меняющейся скорости, меняющихся условий синхронизации с «материнской» фокусировкой, начала, конца и времени жизни собственно фокусировки. При этом видно, что слово «время» мы применяем к любому из перечисленных понятий, и это, не считая еще множества исторических, календарных, специальных и бытовых применений. Чтобы отфильтровать все, что не относится к теме настоящей статьи, еще раз уточним: рассматриваем время как было сформулировано выше.

Начнем с линейности и одномерности времени. В статье [5] описана эволюция мерности вселенной. На начальном этапе формирования тела вселенной действительно преобладают радиально распространяющиеся фокусировки, формирующие преимущественно одномерные пространства с

элементами двухмерности. Мерность времени при этом соответствует мерности пространства, что говорит о возможности формирования траекторий фокусировок вдоль радиус-вектора единого волнового фронта с небольшими флуктуациями в поперечной плоскости. Сами траектории фокусировок могут быть представлены как композиции множества иерархически вложенных друг в друга разворачивающихся и сворачивающихся спиралей. В условиях преимущественной одномерности все траектории сконцентрированы в виде жгута, охватывающего радиус-вектор. Понятно, что в первом приближении время здесь линейно и одномерно, однако, даже в этом случае оно характеризуется насыщенностью **событиями**. Самые многочисленные из них – **резонансы бегущих волн (фокусировки)**, их возникновение, этап динамического существования и распад. События второго рода происходят от взаимодействия волн единого волнового фронта с плотными слоями неструктурированной плазмы. Наличие плазменной среды вызывает замедление распространения волн. Замедленные волны, продолжая прямое движение, имеют смысл ретроградных для последующих набегающих прямых волн. Если в этом процессе вычленишь подпространство только ретроградных волн, то его анализ может дать существенную информацию о ближайшем будущем, а время этого подпространства будет испытывать **замедление**. Соответственно, выход из плотной плазменной среды вызовет **ускорение** распространения волн. **Собственное ускорение и замедление** движения интерференционной фокусировки относительно средней скорости волнового фронта также явление постоянно присутствующее и определяющееся фазовыми соотношениями волн, формирующих интерференцию. В случае, когда слой плазмы достаточно плотный, будет происходить отражение от него или изменение направления движения волнового фронта. В отношении времени это также изменение направления его течения, то есть **поворот**. При наличии четко выраженной границы раздела сред возможно преломление волнового фронта с частичным отражением, что в отношении времени вызовет **расщепление**. Сложение прямых и встречных волн способно породить подпространство стоячих волн, что в отношении времени может быть обозначено как **застой**. Понятно, что внутренний наблюдатель, снаряженный даже самыми точными тактовыми часами, не сможет увидеть по их ходу ни замедлений, ни ускорений, ни поворотов времени. А происходящие события, их существо, насыщенность и направленность останутся как *terra incognita* или будут записаны в разряд «черных лебедей».

Далее, соответственно описанной эволюции мерности вселенной [6], объекты, принадлежащие разным радиальным фокусировкам, становятся видны друг другу, когда возмущения, распространяющиеся в поперечной плоскости волнового фронта, начинают взаимодействовать с соседними фокусировками. Все объекты получают при этом излучения от своих соседних фокусировок с красным смещением спектров. Взаимодействие разных поперечных возмущений порождает в плоскости волнового фронта преимущественно двухмерные вихревые образования, такие как вихри квазаров и в более позднем варианте – спиральные галактики. Так возникают двухмерные объекты с элементами трехмерности. Что касается перечисленных выше временных событий, то здесь можно добавить свойство **многовариантности** их исполнения. В сознании наших современников это свойство отображается в виде ежесекундного существующей возможности выбора, а зрительно это можно представить в виде многожильного жгута траекторий, берущего начало в одной точке фокуса и сходящегося к другой точке. Соответственно, последствия от выбора, сделанного в точке фокуса, могут быть значительно более весомыми, чем в иные моменты. Течение жизни биологических объектов сопровождается множеством локальных резонансов, но экстремальными фокусировками являются моменты рождения (зачатия) и смерти (распада). Наконец, можно определить комплекс событий, возникающих при пересечении двух и более локальных фронтов. Здесь происходит одновременно возникновение множества ранее не существовавших реализуемых направлений движения времени, новых фокусировок, коренная структурная перестройка. В моменты пересечения локальных фронтов возникают также возможности естественного перехода из одного существующего подпространства в другое. Что касается орбит планет, то в трех- и более многомерном пространстве им будут доступны не только знакомые нам эллипсы, но и более сложные и объемные фигуры, например, в своих проекциях на плоскость, подобные фигурам Лиссажу [7]. Весьма вероятно, усложнение орбит планет уже можно наблюдать в областях, где сформированы шаровые звездные скопления.

Можно еще заметить, что, говоря об эволюции мерности вселенной, длящейся десятки миллиардов лет, подобная эволюция микромира уже давно состоялась. Лишь атом водорода, первожитель вселенной, условно подобен известным нам трехмерным объектам макромира. С возрастанием атомного числа и числа электронов на атомарных орбитах (орбиталях) увеличивается реализуемая в атоме мерность пространства и времени. Для электронов это означает множественность выбора одновременно существующих траекторий, не пересекающихся с другими электронами. Сам электрон в научном описании представляется, и как частица, и как волна или волновая сборка, как электронная оболочка и даже «облако». Необходимо только добавить, что все его ипостаси наблюдаются в пространствах разной мерности. Будучи вычлененным и обособленным в проекции трехмерного пространства и одномерного времени, электрон дает возможность регистрировать себя как частицу, но как только у него появляется

шанс проявить многомерность времени, он сразу становится волной (сборкой волн). Обладая трехмерным исследовательским инструментарием и таким же редуцированным восприятием, наши физики-современники вынуждены для описания происходящего привлекать принцип неопределенности (незнания), вводить образные понятия подобные «электронной оболочке» и опираться в вычислениях на теорию вероятности, а философы традиционно разделились на гностиков и агностиков. Единственными, кто сохранил право голоса, оказались математики. К большому сожалению, далеко не все, даже безупречные сами по себе математические модели имеют такое же безупречное отношение к реальным процессам. В такой ситуации еще раз необходимо подчеркнуть, человеку как виду совершенно необходим эволюционный скачок к восприятию многомерных пространств и времени.

Большинство из перечисленных свойств времени доступны в настоящий момент лишь умозрительному анализу. Однако, часть из них может быть исследована существующими средствами. Основу к анализу физики времени дает понимание, что самая существенная информация о времени содержится именно в естественных процессах, эволюцию которых мы имеем возможность наблюдать либо в непрерывном режиме, либо используя исторические данные. При этом неважно, что это за процессы, - рождение и развитие галактик, движение планет, развитие общественных формаций, жизнь человека, эволюции биржевых цен и прочее, - все они должны нести в себе **печать времени**.

Метод обратного отсчета. Наиболее удобными для анализа являются те процессы, которые описываются некой скалярной величиной, меняющейся во времени. Таким естественным процессом является, например, эволюция температуры воздуха, фиксируемая какой-либо метеостанцией ежедневно в определенное время. Таким же почти идеальным для исследований процессом являются результаты биржевых торгов, представленные либо эволюцией цен, либо некоторых безразмерных величин. Практически нет ни одного другого процесса, который был бы так подробно исторически зафиксирован. Надо понимать, что, имея дело с графиками, отображенными на плоскости, мы имеем дело с проекциями существенно многомерных процессов, но сохраняющих основные свойства времени. К таковым можно отнести резонансы бегущих волн, ускорение и замедление времени, отражения от динамически формируемых границ, наличие прямых и ретроградных (замедленных и встречно распространяющихся) волн. Для анализа может быть применен метод, основанный на вычислении членов ряда Фурье, но модифицированный применительно к цели исследования.

Рассмотрим подробнее разложение произвольной функции в ряд Фурье в интервале $[a, b]$ [7]. Если функция $f(x)$ определена в интервале $[a, b]$, то ее разложение в ряд Фурье определяется формулой

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right), \quad (1)$$

где

$$L = \frac{b-a}{2},$$

а коэффициенты вычисляются следующим образом:

$$a_0 = \frac{1}{L} \int_a^b f(x) dx, \quad a_n = \frac{1}{L} \int_a^b f(x) \cos \frac{n\pi x}{L} dx, \quad b_n = \frac{1}{L} \int_a^b f(x) \sin \frac{n\pi x}{L} dx, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Для дальнейшего рассмотрения нам будет удобнее пользоваться другим видом формулы (1):

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos \left(2\pi \frac{n}{\tau} x + \theta_n \right), \quad \text{или}$$

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \varphi_n(x, \theta_n), \quad (2)$$

где A_n имеет смысл амплитуды n -ой гармоники, а θ_n - ее фазы, отсчитываемой от точки a , $\tau = b-a = 2L$,

$$A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}; \quad \theta_n = \arctg \left(\frac{a_n}{b_n} \right) \quad (3).$$

Далее для удобства примем значение точки настоящего времени равным 0, а интервал определения функции будет $[-\tau, 0]$.

Обычной целью применения разложения в ряд Фурье (1), (2) является приближенное представление функции в виде суммы конечного числа членов ряда. Нам же необходимо использовать инструментарий Фурье для анализа свойств времени, содержащихся в исследуемой функции. Чтобы перейти к реализации цели вычислений, надо осмыслить следующее.

1. Поскольку спектр волн, описывающих различные участки временного процесса, также изменяется во времени, то нет никакого смысла в том, чтобы брать для его расчета «как можно больший интервал исторических данных». Более того, максимум «правды» о текущем времени может дать исключительно тот спектр, который вычислен в точке текущего времени. Будем называть его «текущий спектр».

2. Смысл вычисления текущего спектра заключается в том, чтобы получить действующие на данный момент амплитуды и фазы бегущих волн, рисующих текущую волновую картину.

3. Амплитуды и фазы составляющих текущего спектра следует при этом вычислять отдельно для каждой гармоники с использованием интервала данных протяженностью от текущей точки в прошлое на расстояние не более длины волны вычисляемой гармоники. Кроме того, располагая предположением, что исходные парциальные траектории являются отрезками спиралей, спроецированными на плоскость, для адекватного их отображения суммой гармоник, достаточно будет для вычислений амплитуд и фаз членов ряда использовать интервал от четверти до половины длины волны. В предельном случае спектр может быть вычислен даже при устремлении τ к минимальным значениям, определяемыми шагом экспериментальных отсчетов, важно только, чтобы правило выбора τ было одинаковым для всех вычисляемых гармоник.

4. Помимо вычисления амплитуд и фаз волн составляющих текущего спектра, необходимо их разделять по направлению движения, то есть необходимо вычислять знаки фазовых коэффициентов. Это может быть сделано путем вычисления производных фазовых коэффициентов или сравнением фазы текущих спектральных составляющих в двух близко расположенных отсчетах времени.

Поскольку в принципе вычисления амплитуд и фаз гармоник используется обратный отсчет в прошлое от точки 0, то в дальнейшем будем называть это **методом обратного отсчета**. Перед тем, как перейти к практическим результатам, отметим, что в качестве функций $\varphi_n(x, \theta_n)$ могут помимо гармоник использоваться другие функции, более адекватно описывающие графики временных процессов. Более того, определение адекватного набора базисных временных функций есть неотложная математическая задача, но пока она не решена, остается воспользоваться привычным гармоническим анализом.

Ускорение времени. Не будет большим открытием повторить, что ускорение времени почти всеми отмечается, как характеристика настоящего времени в сравнении с прошлым. Мы живем в окружении все более быстро меняющихся событий. Мы не успеваем привыкнуть к одним техническим новинкам, как их сменяют другие, на порядок более продвинутые. Мы проживаем в течение одной жизни «много жизней». И для сравнения уже не надо заглядывать в средние века, достаточно обернуться всего на 10-15 лет назад. Именно такую попытку совершим мы, но уже не в общих рассуждениях, а с помощью метода обратного отсчета.

В качестве исследуемого временного процесса возьмем данные биржевых котировок EURUSD [8]. Первым шагом в этом направлении будет вычисление фаз парциальных волн θ_n , близких к периоду T (периоды $T*1,37$; $T*1,73$; $T*2,37$; $T*2,73$), где T – период обращения Земли вокруг Солнца (365,26 дней), методом обратного отсчета с использованием одноволновых интервалов исходных данных, на протяжении трех лет, 2010-2012гг. Результаты расчета представлены на рис.1. По оси X отложены дни, положению $X=0$ соответствует дата 31.12.2012г.; по оси Y – радианы. Фазы парциальных волн по рис.1 вычислялись согласно методу обратного отсчета для каждой точки отдельно с применением собственной системы координат (X' , Y') так, что $X'=0$ для каждой вычисляемой точки. На рис. 1 показаны фазы парциальных волн, к которым добавлен сдвиг, обусловленный переходом к общей системе координат (X , Y). Прямыми линиями, сходящимися в одной точке при $X=0$, обозначены фазы «регулярных» гармоник с периодами $T*1,37$; $T*1,73$; $T*2,37$; $T*2,73$, а графики, обозначенные $cf1$, $df1$, $cf2$, $df2$ соответствуют тем же гармоникам, но с вычисленными фазами, имеющими сдвиг по отношению к регулярным волнам.

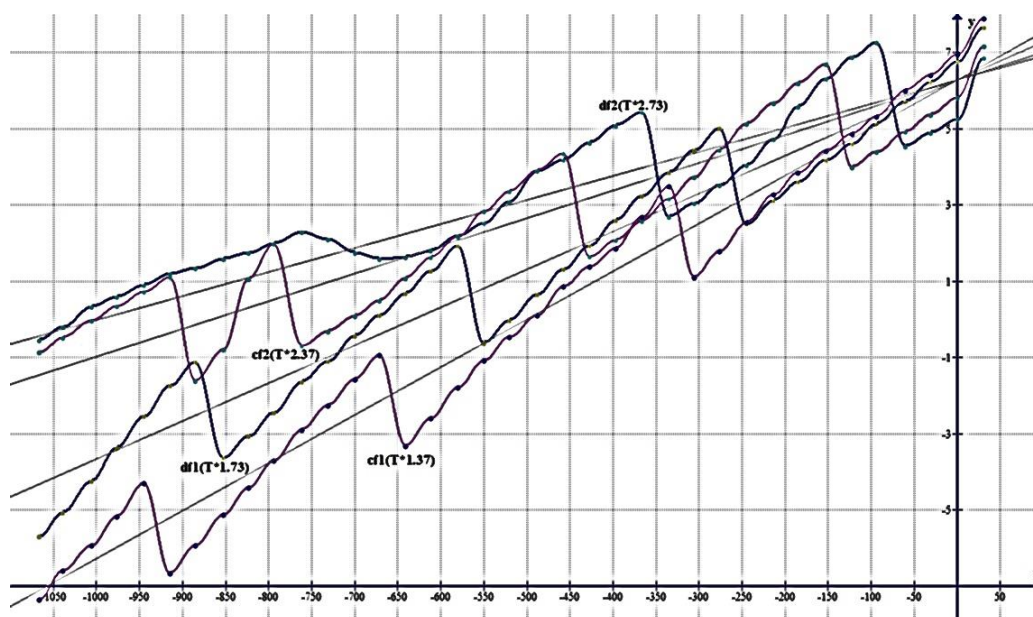


Рис. 1. Фазы парциальных волн 2010 – 2012 гг.

Из рис. 1 видно, что вычисленные фазовые характеристики временного процесса практически всех гармоник, имеют больший наклон, чем соответствующие регулярные гармоники (прямые линии). И это есть прямая иллюстрация «ускоренности» процесса по отношению к регулярному течению времени. На рис. 2 и 3 представлены рассчитанные аналогично графики для интервалов лет 2005-2007гг и 2000-2002гг. Еще до того момента, как были построены эти графики, было ожидание, что расчет покажет какое-то различие скоростей опережения фаз в зависимости от выбранного интервала расчета. Но результат оказался весьма заметным даже для невооруженного глаза. А в цифрах это звучит следующим образом, скорость выросла в средних значениях от 0.0097 рад/день в 2000-2002гг. до максимальных средних значений в 2010-2012 гг. 0.0238 рад/день. То есть за десятилетие более чем в 2 раза.

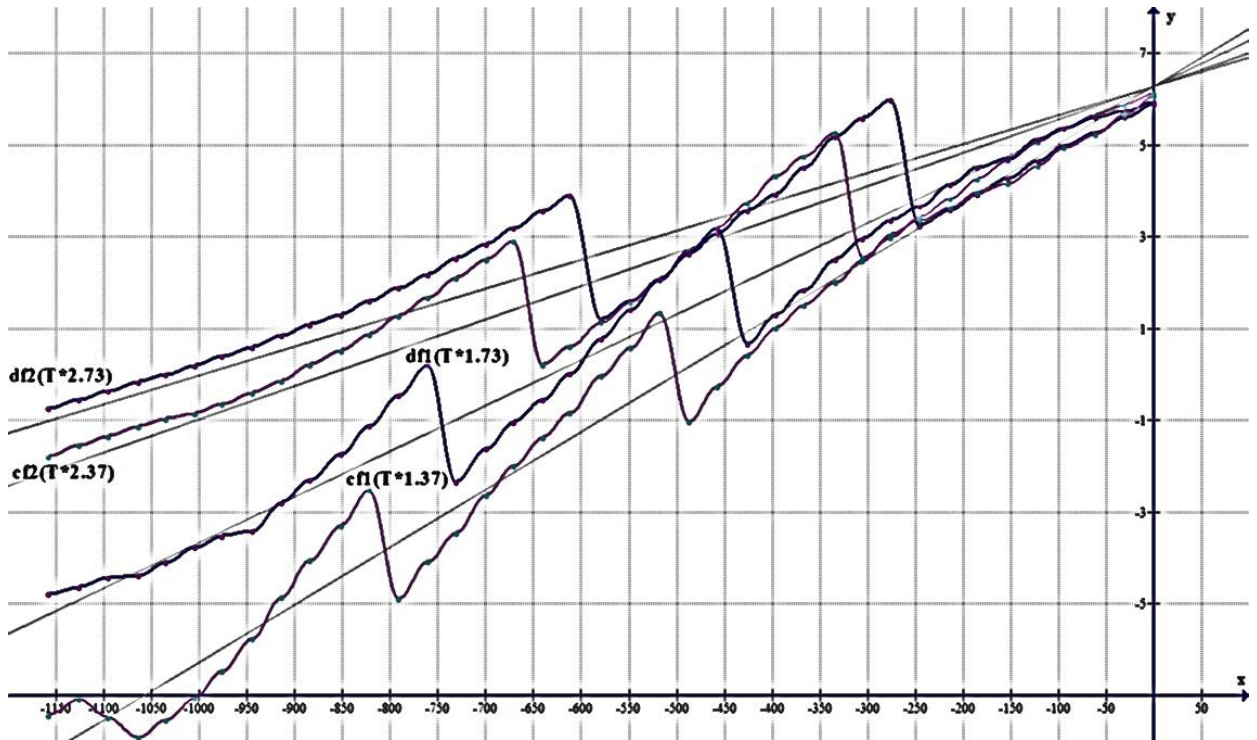


Рис. 2. Фазы парциальных волн 2005 - 2007 гг.

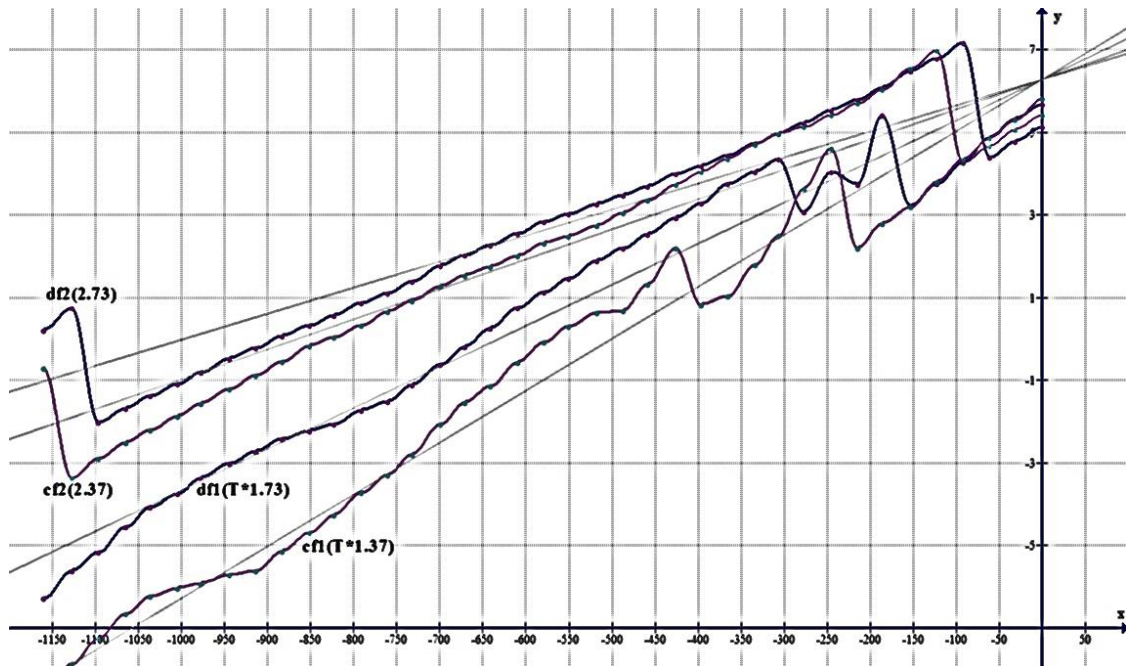


Рис. 3. Фазы парциальных волн 2000 - 2002 гг.

В целом отрезок 2000-2002 гг. можно назвать периодом почти регулярного течения времени, а то, к чему мы пришли к 2012 г. и далее к настоящему 2017 г. – период существенного уплотнения событий, время перемен. Это первое, что удалось извлечь простым расчетом из обычного графика котировок EURUSD, рис. 4.



Рис. 4. График EURUSD 2000 - 2014 гг.

Есть второй важный момент, позволивший себя обнаружить в результатах вычисления фаз (рис. 1-3). Это скачки фазы на π , которые совершают гармонические парциальные волны при достижении предельных отклонений (на $\pi/2$) от фаз регулярных волн. Частота скачков зависит от текущего угла наклона фазовой характеристики, чем больше наклон, тем больше скачков (событий). В случае если одна из парциальных волн является доминирующей в текущем спектре, тот подобный скачок фазы доминирующей волны будет означать существенное влияние на характер графика цен или даже определять смену тренда.

Третий момент хорошо виден на рис. 2 в правой части графика. Там фазы всех рассчитанных парциальных волн после ряда скачков и коррекций синхронно сливаются в одну линию. Такую динамическую синфазность можно определить, как проявление резонанса бегущих волн. На графике котировок EURUSD это соответствует резкому росту цены в конце 2007, начале 2008 гг. с последующим разворотом и таким же резким падением. Частично подобные, но менее сильные синхронизации можно наблюдать также на рис. 1 и 3.

Разворот. Разворот или отражение от условной динамической границы в терминах биржевых котировок называется сменой тренда. В статье [4] было качественно описано поведение волн единого волнового фронта вблизи динамически формируемой границы вселенной. Было высказано предположение, что сформированное трехмерное тело вселенной в каждой точке насыщено как прямыми, так и ретроградными (имеющими отрицательный коэффициент фазы) волнами. Индикацией приближения к границе и к возможному отражению от нее может служить существенное превышение в текущем спектре количества волн прямых над ретроградными. Поскольку принципы, заложенные в формирование времени естественных процессов, должны быть едины, независимо от их масштаба, проверим это предположение на примерах смены тренда биржевых котировок. При этом надо иметь в виду, что временной процесс EURUSD является безразмерным отношением двух цен и смысловая нагрузка ролей прямых и ретроградных волн теряет свою однозначность. Кроме того, не всегда биржевые цены отражают естественные процессы, впитывая в себя влияние комплекса субъективных факторов. Тем не менее, применим метод обратного отсчета к анализу процессов, происходящих при смене тренда. Для этого выберем на графике EURUSD наиболее характерные точки разворота тренда и рассмотрим их волновое окружение. Сначала рассмотрим разворот цены, состоявшийся 07 июня 2010г., рис.5. Расчет сделан сканированием текущего спектра по вариации возможной цены из точки открытия дня пятницы 04.06.2010 г. на дату 06.06.2010 г. по 41-й парциальной волне, разделенными группами с λ от 77 до 133000 дней и с $\tau=0.026\lambda$, где λ – длина волны рассчитываемой парциальной гармоникой. На рис.6 представлен результат расчета, показывающий распределение количества прямых и ретроградных волн.



Рис. 5. Развороты тренда EURUSD 2009 - 2011 гг.

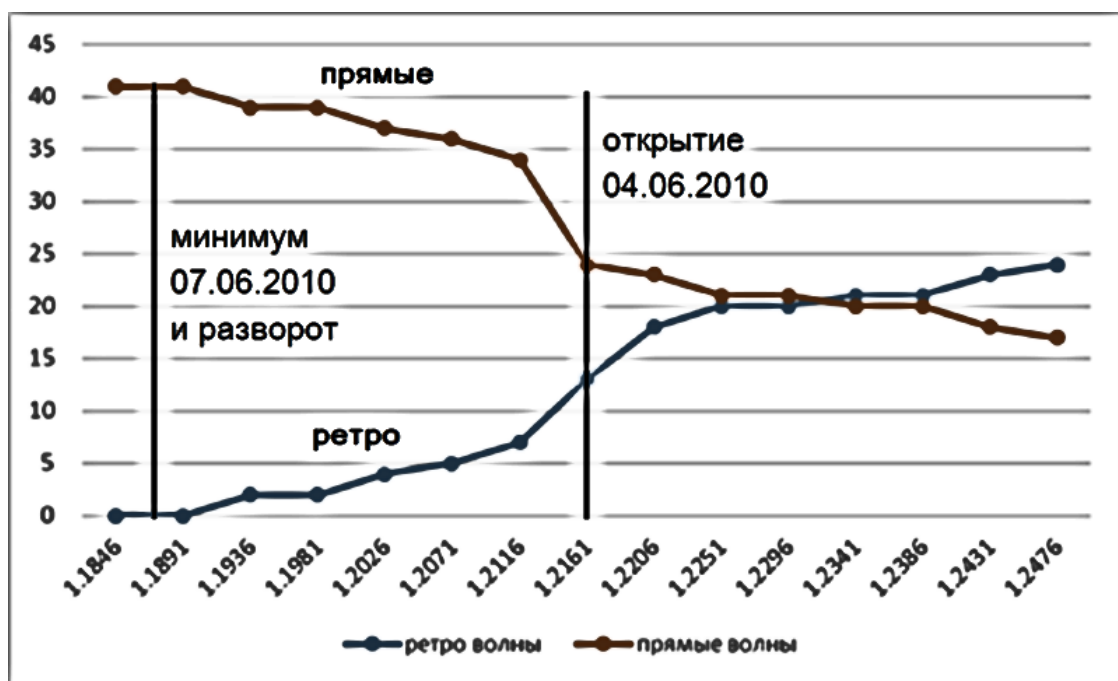


Рис. 6. Прямые и ретроградные волны, разворот 07.06.2010 г.

Из рис. 6 видно, что при падении цены ниже уровня 1.1891 количество ретроградных волн в текущем спектре становится равным нулю. Реально цена пересекла этот уровень утром 07.06.2010 г., достигнув минимума 1.1876, после чего начался разворот тренда одновременно с участием всех учетных парциальных волн. Одновременность отражения всех волн текущего спектра от динамической границы говорит также о формировании в точке разворота события резонанса бегущих волн. Спустя 30 дней после разворота можно видеть восстановившийся естественный баланс прямых и ретроградных волн, что является обычным состоянием волнового фронта рис. 7.

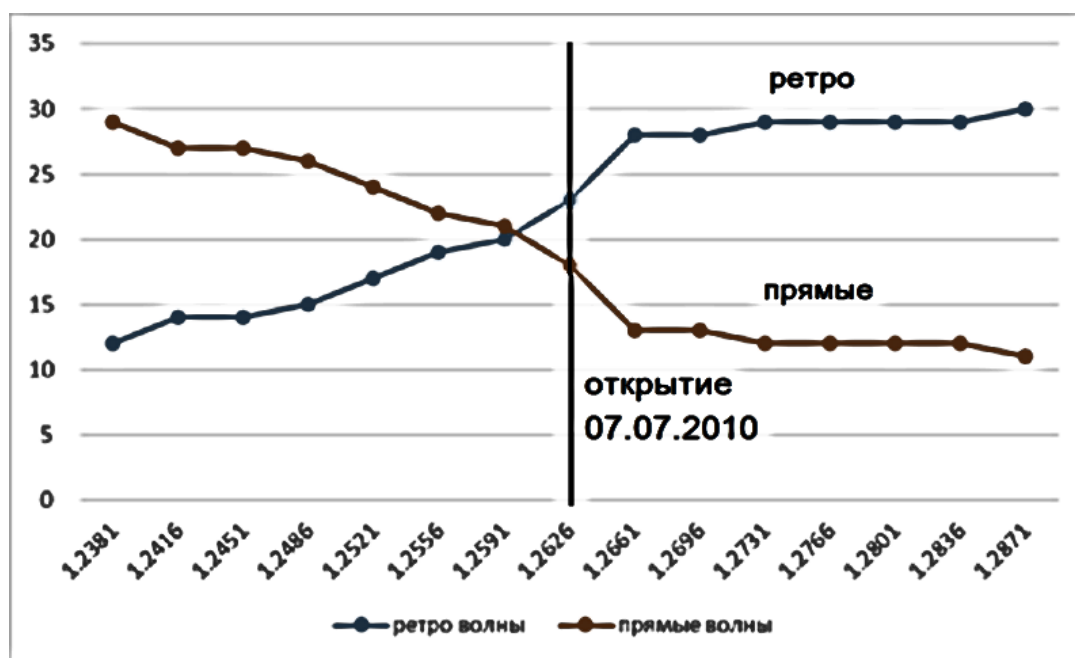


Рис. 7. Восстановление баланса прямых и ретроградных волн после разворота

Всеволновой разворот (рис. 6) явление достаточно редкое, намного чаще происходят развороты локальные, называемые «коррекциями». Рассмотрим волновое окружение одной из таких коррекций, состоявшейся 04.11.2010 г., рис. 8 и 9. На рис. 8, 9 видно, что причиной разворота в данном случае является достижение минимума количества прямых волн, равного 8 (из 41) и максимума ретроградных равного 33. Дополнительным критерием разворота является отсутствие динамики изменения количественного расклада прямых и ретроградных волн, показанное сканированием цены по достижении точки разворота, рис. 9. Подобный расчет, равно как и расчет условий разворота, рис. 6, дает основания применять метод обратного отсчета как инструмент прогнозирования.

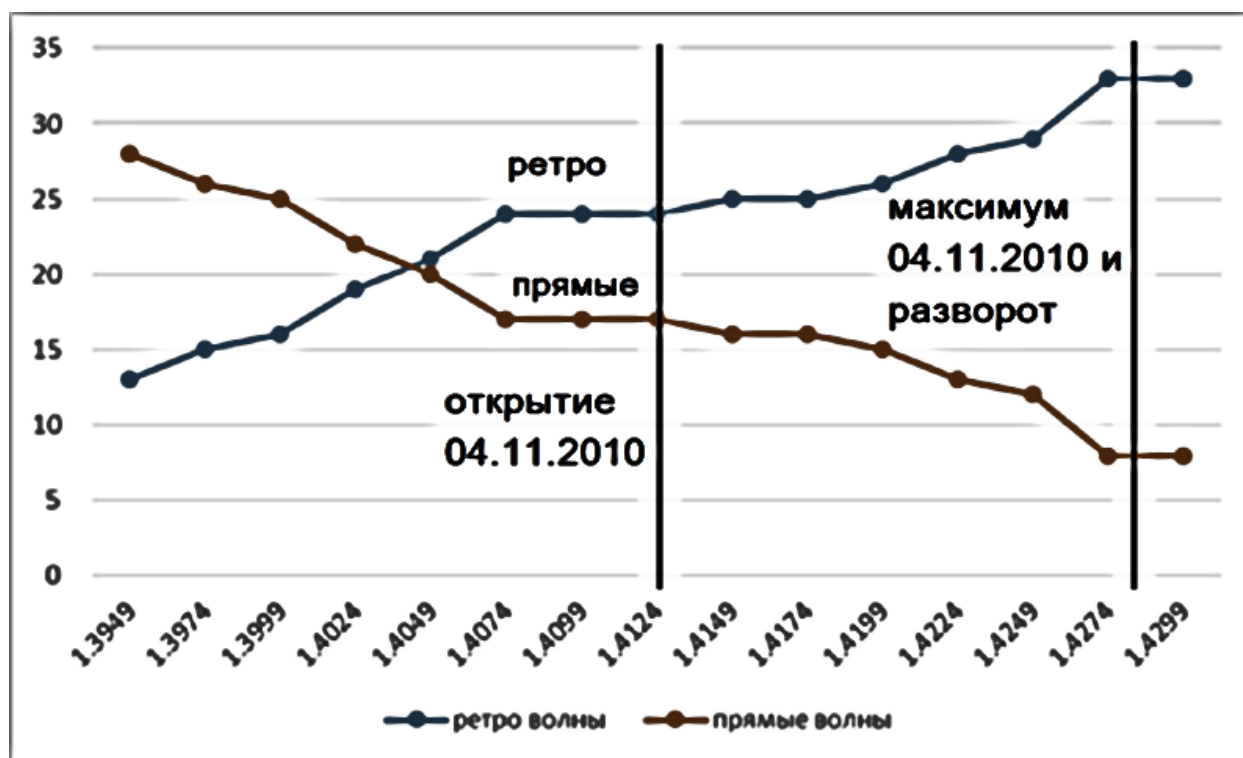


Рис. 8. Коррекция цены 04.11.2010 г.

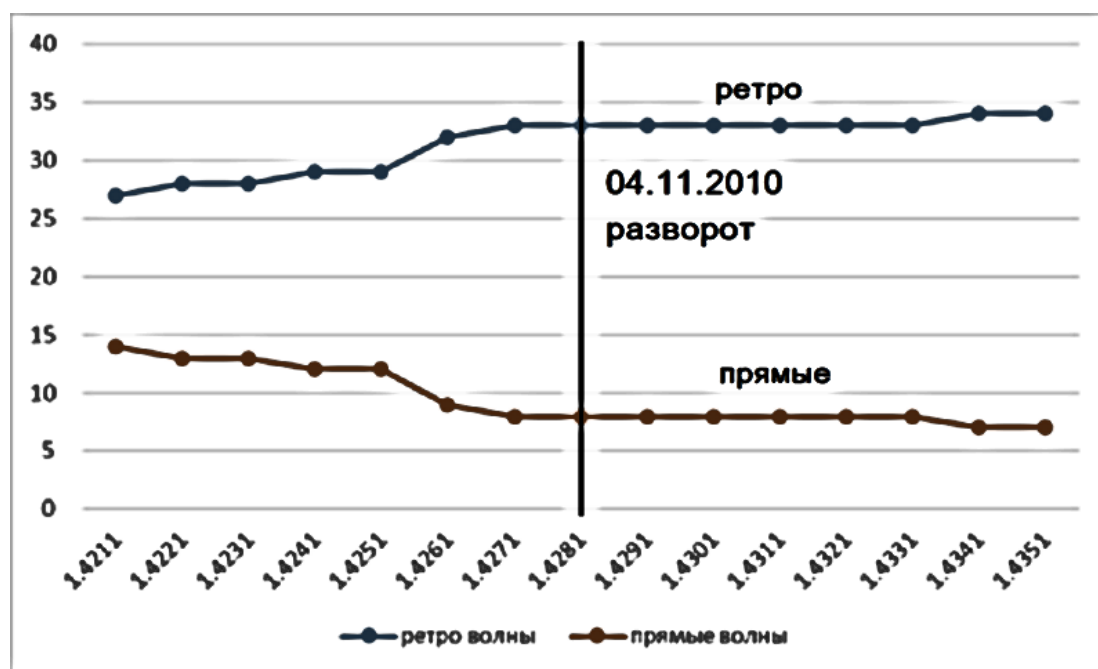


Рис. 9. Коррекция цены 04.11.2010 г., увеличенный масштаб вблизи точки разворота

Рассмотренные результаты, конечно же не исчерпывают всех возможностей анализа временных процессов, доступных с применением методом обратного отсчета. Формат статьи также ограничен допустимым и разумным объемом представляемого исследовательского материала. Возможно, в последующих статьях появится возможность уделить внимание таким темам, как резонансы и сверхрезонансы бегущих волн, прогнозирование наблюдаемых временных процессов, формирование событийных каркасов в жизни человека, анализ природных и техногенных катастроф, временная резонансная совместимость людей и многое другое.

Подводя промежуточные итоги, можно зафиксировать ряд выводов.

1. Применение метода обратного отсчета дает возможность изучать текущие спектры естественных временных процессов и их эволюцию. Показано, что наклон фазовых характеристик парциальных волн изменяется во времени, характеризуя количественно «ускорение времени».
2. Фазовые характеристики парциальных волн испытывают скачки фазы на π при достижении предельных отклонений (на $\pi/2$) от фаз регулярных волн. Количество скачков фазы на фиксированном отрезке времени дает еще одну характеристику насыщенности событиями исследуемого процесса.
3. Анализ текущих спектров временных процессов подтвердил наличие в них прямых и ретроградных волн. Фактом является формирование временного процесса на равных условиях волнами, бегущими из прошлого в будущее, так и волнами, бегущими из будущего в прошлое.
4. Выявлено, что развороты волнового временного процесса сопровождаются критическим дисбалансом между количеством прямых и ретроградных волн.
5. Показаны возможности прогнозирования моментов разворота (отражения) волнового временного процесса.
6. Определены направления дальнейших исследований времени как физического процесса.

Список литературы

1. Во вселенной не существует времени. [Electronic resource]. Режим доступа: <http://e-news.com.ua/show/273572.html/> (дата обращения: 12.09.2017).
2. Бартини ди Роберт Орос. Некоторые соотношения между физическими константами. / Доклады Академии наук СССР, 1965. Том 163. № 4.
3. Сухарев И.Г. Третий закон Кеплера // Academy. № 6 (21), 2017.
4. Сухарев И.Г. Солнечная система // Academy. № 7 (22), 2017.
5. Сухарев И.Г. Гравитация // Academy. № 8 (23), 2017.
6. Сухарев И.Г. Вселенная // Academy. № 9 (24), 2017.
7. Lissajous curve. [Electronic resource]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lissajous_curve/ (date of access: 12.09.2017).
8. Fourier series. [Electronic resource]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Fourier_series/ (date of access: 12.09.2017).

9. MetaQuotes Software Corp. [Electronic resource]. URL: <https://alpari.com/ru/> (date of access: 12.09.2017).
- 10.