DOI 10.58351/2949-2041.2025.24.7.010

Эннс Виктор Иванович, д.т.н.
АО «НИИМЭ»

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ВСЕЛЕННОЙ: ПРЕДЕЛЬНЫЙ ПЕРЕХОД К РЕЛЯТИВИСТСКОЙ МЕХАНИКЕ

Аннотация. В статье уточнены некоторые положения модели становления Вселенной, изложенные в [1-3], рассмотрено влияние обратной связи на формирование интервала между событиями.

Ключевые слова: Космология, Большой взрыв, Вселенная, теория относительности, ОТО.

Введение

В статьях [1-3] предложено рассматривать объекты материального мира не как корпускулярные частицы, исследование которых проводится на основе общей теории относительности (ОТО) [4], и не как частицы, обладающие волновыми свойствами, которые изучаются на базе уравнений Шредингера [5], а как неоднородности в последовательности состояний, возникшей после Большого взрыва. Такое описание материальных объектов позволяет приписывать им как корпускулярные, так и волновые свойства. Если волновой характер свойственен повторяющейся последовательности моно-состояний в целом и в ее частях, то соотнесение многомерности пространства с последовательностью состояний не очевидно.

В [1] показано, что модель Вселенной может быть построена на основе системы с обратной связью, в частности дельта сигма модулятора. В [3] приведен пример соотношения интервала в последовательности моно-состояний и интервала между двумя близкими событиями в инерциальной системе отсчета в декартовой системе координат в соответствии с положениями специальной теории относительности (СТО). Показано, что в определенных условиях интервал в последовательности моно-состояний может описывать движение частиц в гравитационном поле. В настоящей статье данный подход развивается, учитываются эффекты криволинейности пространства-времени и влияние массы тел в соответствии с допущениями ОТО.

Представленная в [1-3] концепция не опирается на известные теории последнего столетия в этой области, то есть в какой-то мере самодостаточна, опираясь лишь на фундаментальные физические законы. Однако соотнесение элементов предложенной модели с элементами, входящими в уравнения ОТО является существенным, так как в этом случае наработки и результаты предыдущих исследований могут лечь в основу уравнений модели. То есть, так же, как уравнения Ньютона являются предельным переходом для ОТО, так для предложенной модели предельным переходом могут стать уравнения Эйнштейна.

Интервал в последовательности моно-состояний: действие обратной связи

В теории относительности расстоянием между событиями является интервал (в пространстве-времени), который инвариантен при преобразованиях координат. Мерой расстояния в последовательности моно-состояний также является интервал [3], определяемый соотношением между количеством моно-состояний n между событиями и количеством моно-состояний N в периоде последовательности.

Запишем интервал в виде [3]:

$$s_n^2 = \frac{n}{N\,(1+n^{-\frac{1}{3}}/N)} \approx \frac{n}{N} - \frac{n^{2/3}}{N^2}. \qquad (1)$$

Интервал выбран таким, чтобы обеспечить движение частиц в гравитационном поле тела с единичной массой в соответствии с законом тяготения Ньютона. Интервал между двумя близлежащими (соседними) событиями (n=1; N – велико) приблизительно равен нулю, что соответствует движению тела со скоростью света. Максимальный интервал ($n \approx N$)

ориентировочно равен единице. То есть интервал в последовательности моно-состояний нормирован по величине.

Рассматриваемая модель системы, состоящая из объектов Вселенной, взаимодействующих между собой, содержит элементы обратной связи (ОС). Первоначальное возмущение вызывает напряжение в системе и, соответственно, реакцию, направленную на устранение последствий возмущения, то есть порождает действие обратной связи [1, 2]. В контуре обратной связи циркулирует информация предшествующих моно-состояний.

Передаточная функция системы с контуром обратной связи (рис.1) задается формулой:

$$H = {}^{Y}/_{X} = \frac{K}{1+K\cdot K_{OC}}, \tag{2}$$

где K – коэффициент усиления основного звена и K_{OC} – коэффициент обратной связи.

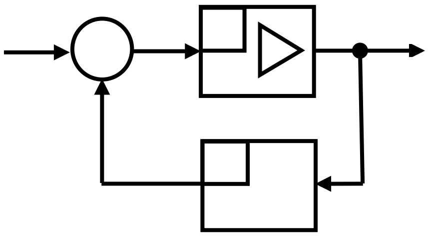

Рис.1

Для дискретно-аналоговой системы с m – цепями обратной связи (рис. 2) передаточная функция в z – области имеет вид:

$$H = \frac{K}{1+K\,(K_{OC_1}z^{-1}+\cdots+K_{OC_m}z^{-m})}. \tag{3}$$

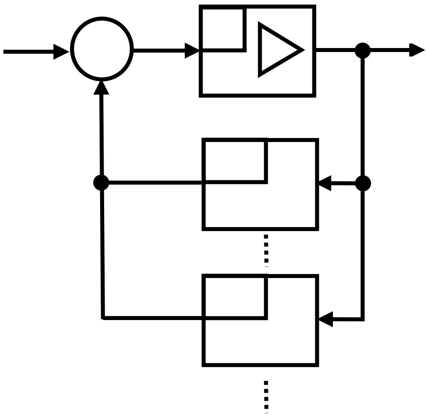

Рис.2

На рис. 2 элементы T_1 (z^{-1}) … T_m (z^{-m}) являются элементами сдвига (задержки) соответственно на 1 … m тактов.

Как известно [1], фундаментальное свойство системы – симметрия первоначального состояния Вселенной должна оставаться неизменной. Большой взрыв характеризуется появлением напряжения этого вида симметрии.

Последовательность моно-состояний направлена на уменьшение напряжения в системе, так как компенсирует искажение симметрии первоначального состояния, то есть направлена на последовательное устранение последствий Большого взрыва.

В [1] предложено использовать структурную схему модели формирования Вселенной, аналогичную структуре дельта-сигма модулятора, в основе работы которого заложен принцип интегрального сохранения разницы входного и выходного сигналов с применением обратной связи. Дельта-сигма модулятор [6] формирует последовательность дискретных сигналов на выходе, определяемую входным сигналом. В модели Вселенной входным сигналом является напряжение симметрии, выражающее искажение симметрии системы, возникшее в момент Большого взрыва. (Безразлично, что явилось причиной, а что следствием: напряжение системы в первоначальном состоянии, или первое возмущение – первое моно-состояние. То есть для рассматриваемой модели системы нет разницы, является ли момент Большого взрыва естественным развитием первоначального состояния или является случайной флуктуацией. В любом случае, процесс формирования последовательности моно-состояний был запущен).

Выходная последовательность дискретных сигналов в модели Вселенной является последовательностью моно-состояний. В дельта-сигма модуляторе выходной дискретный сигнал повторяет с некоторой задержкой и точностью входной аналоговый сигнал. При этом точность следования входному сигналу возрастает при увеличении числа дискретных составляющих выходной последовательности. То есть при бесконечном (почти бесконечном) числе моно-состояний достигается полная (почти полная) компенсация искажения симметрии первоначального состояния в момент Большого взрыва.

В дельта-сигма модуляторе происходит формирование шумов квантования. В модели на рис. 3 сигнал шумов квантования обозначен буквой E и также изображен элементарный интегратор, входящий в состав основного звена модулятора.

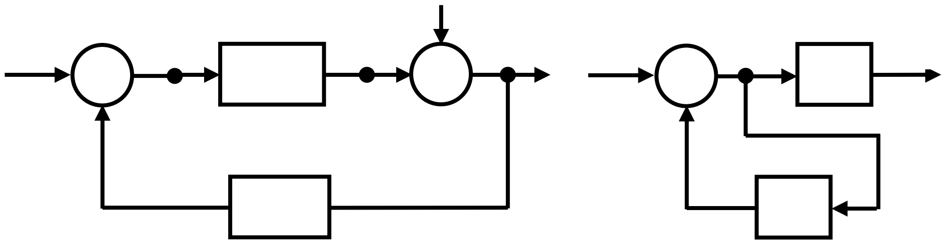

Рис.3

Уравнение, связывающее выходной дискретный сигнал с входным сигналом и шумом квантования, в простейшем случае [6] имеет вид:

$$Y(z) = X(z) \cdot z^{-1} + E\,(z) \cdot\ (1 - z^{-1}). \qquad (4)$$

Шум квантования – аддитивный сигнал, учитывающий ошибки квантования. Из уравнения (4) выводится передаточная функция, которая формирует шумы квантования в виде ФВЧ, что означает повышение точности преобразования с увеличением числа выходных дискретных сигналов.

Уравнение, из которого находятся передаточные функции дельта-сигма модулятора (отношение выходного сигнала к шуму квантования и к входному сигналу), имеет вид:

$$(X - Y \cdot K_{OC}) \cdot K + E = Y;\ {}^{Y}\!/_{E} = \frac{1}{1+K\cdot K_{OC}};\ {}^{Y}\!/_{X} = \frac{K}{1+K\cdot K_{OC}}. \qquad (5)$$

Если принять, что $K \cdot K_{OC} = K \cdot K'_{OC}$ много меньше единицы, то передаточная функция примет вид:

$$H'_n = \frac{K}{1+K\cdot K'_{OC}} \approx K(1 - K \cdot K'_{OC}), \text{где } K'_{OC} = \textstyle\sum_m K_{OC_m} \cdot z^{-m}, m = 1 \dots N. \qquad (6)$$

Для того чтобы добавить составляющие пространственной многомерности, используем понятие, введенное в [2], которое показывает, что многомерность определяется вероятностью движения последовательности в том или ином направлении.

Рассмотрим упрощенный случай. У элемента космического вакуума может быть несколько направлений для продолжения движения в последовательности моно-состояний. Это, во-первых, – следующий элемент космического вакуума, во-вторых, – инверсный элемент, образующий материальную точку, и, наконец, либо исчезновение элемента космического вакуума, либо его появление. Переход из элемента в одно из этих (соседних) состояний осуществляется с определенной вероятностью, которая определяет пространственные составляющие в последовательности.

Из этого следует вывод, что понятие пространства имеет смысл только тогда, когда существуют материальные тела в космическом вакууме. Космический вакуум однороден и не требует наличия пространственных составляющих, и только появление нескольких неоднородностей является предпосылкой для появления пространства.

Может быть представлено несколько концепций введения многомерности в последовательность моно-состояний. В данной статье представлена одна из них, которая заключается в том, что существует некоторое окружение материальной точки в последовательности моно-состояний. И чем больше составляющих этого окружения, тем больше размерность пространства. Переход в последовательности моно-состояний из исходной точки в соседнюю происходит с определенной вероятностью. Чем больше размерность пространства, тем меньше вероятность перехода в определенное соседнее состояние. То есть процесс перебора состояний замедляется, но при этом обеспечивается большая гибкость (вариативность) в движении тел. Именно на этом основана одна из составляющих баланса, определяющая количество измерений пространства Вселенной. Количество измерений не ограничено, однако в существующем материальном мире три измерения пространства обусловлены необходимым и достаточным условиями развития Вселенной в наблюдаемом темпе. То есть, последовательность состояний Вселенной с тремя измерениями пространства является подпоследовательностью системы в целом.

В модели (рис. 4) появляются дополнительные элементы в обратной связи. Каждый из элементов задержки расщепляется на несколько составляющих с соответствующими коэффициентами, пропорциональными φ – вероятностям перехода в то или иное соседнее состояние.

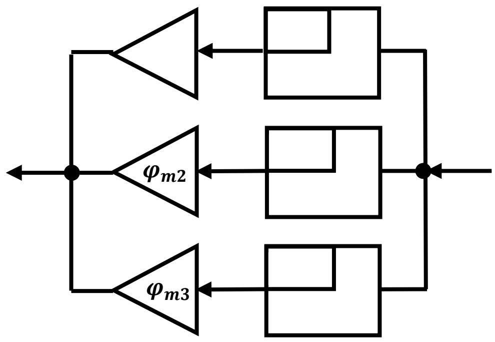

Рис.4

Объединяя коэффициенты обратной связи K_{oci} с соответствующими им φ, и обозначая их символами ψ, находим:

$$K'_{OC} = \sum_m \left(\sum_{i=1}^{\gamma} \psi_{im}\right) \cdot z^{-m}, \tag{7}$$

где $\psi_{im} = Koc_{\text{im}} \cdot \varphi_{\text{im}} = q_{\text{im}} \cdot \varphi_{\text{im}}$, γ – размерность пространства-времени, равная четырем для рассматриваемой модели Вселенной.

В обратной связи существуют перекрестные цепи между элементами задержки, которые определяют взаимное влияние условной массы тела на условное поле. Для упрощения теоретических выкладок, в представленной в данной статье модели, обратная связь дельта-сигма модулятора состоит из двух цепей. Одна из них учитывает обратные связи с предыдущих моно-состояний и описывает в классическом понимании поле. Вторая часть связана с исчезновением (появлением) моно-состояний ниже уровня порога чувствительности системы и описывает влияние массы тела на поле. С учетом (6) передаточная функция дельта-сигма модулятора в z – области:

$$H(z) = K_o\,(1 - K_o\,(H_{oc} + K_{oc}), \tag{8}$$

где $K_o(z)$ – передаточная функция звена интегратора, $(H_{oc}(z) + K_{oc}(z))$ – передаточная функция цепей обратной связи, описывающих поле и влияние массы на поле. Здесь и далее (z) у K_o, H_{oc}, K_{oc} опускаются.

Рассмотрим модель Вселенной в виде цепи с импульсной переходной функцией $h\,(t)$. Реакция цепи $y\,(t)$ на входное воздействие $x\,(t)$, называется сверткой и описывается уравнением:

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau)x(t-\tau)d\tau = h(t) \otimes x(t), \tag{9}$$

если $x(t) = \delta(t)$, то $y(t) = h\,(t)$

Или в случае дискретной схемы:

$$y[n] = \sum_{k=0}^{n} h[k] \cdot x[n-k], n = 0,1,2 \cdots. \tag{10}$$

С помощью преобразования Фурье находятся $H\,(j\omega)$ и H_l – передаточные функции аналоговой и дискретной системы:

$$H\,(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau)e^{-j\omega\tau}d\tau; \tag{11}$$

$$H_l = \sum_{n=0}^{N-1} h[n] \cdot e^{\frac{-2\pi j}{N} \cdot ln}.$$

Из обратного преобразования Фурье находится импульсная переходная функция:

$$h(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} H(\omega)e^{j\omega t}d\omega; \tag{12}$$

$$h[n] = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N-1} H_l \cdot e^{\frac{2\pi j}{N} \cdot ln},$$

где N – количество отсчетов за период, что соответствует периоду повторения последовательности моно-состояний.

В модели Вселенной входным воздействием x является первоначальное возмущение, возникшее в момент Большого взрыва. Реакция цепи y [n] на импульсное входное воздействие x [0] = δ [0] является последовательностью моно-состояний, возникших после Большого взрыва.

Входной сигнал в виде дельта функции – упрощение, используемое в статье для большей наглядности. Напряжение симметрии первоначального состояния Вселенной компенсируется последовательностью моно-состояний, которые, при достижении определенного уровня значений их величин, переходят в ядро системы, являющееся основой первоначального состояния. Поэтому входной сигнал в общем случае не может быть дельта функцией, а должен меняться с движением последовательности моно-состояний.

Интервал можно вычислить достаточно просто с помощью передаточной функции, так как выходной сигнал системы (в том числе системы с обратной связью) в частотной области определяется простым умножением входного сигнала на передаточную функцию.

Таким образом, для того чтобы определить интервал между событиями в последовательности моно-состояний, необходимо определить передаточную функцию системы и произвести обратное преобразование Фурье (дискретное для рассматриваемой системы).

Интервал между событиями в последовательности моно-состояний определяется разницей реакций цепи двух событий n_2 и n_1 и имеет для импульсного входного сигнала следующий вид:

$$s_n = h\,[n_2] - h\,[n_1] = N^{-1} \sum_{l=0}^{N-1} H\,(z) \cdot z^{j\,(n2-n1)l}; \tag{13}$$

$$s^2{}_n = N^{-1} \sum_{l=0}^{N-1} H^2(z) \cdot z^{j(n2-n1)l} =$$

$$= N^{-1} \sum_{l=0}^{N-1} K_o^2\,(1 - K_o\,(H_{oc} + K_{oc}))^2 \cdot z^{j\,(n2-n1)l}, \tag{14}$$

где по индексу l производится суммирование до N – значения периода последовательности моно-состояний, что соответствует числу элементов сдвига m в цепи обратной связи.

Отметим, что $H\,(z)$ определяется выражением (8).

Если события бесконечно близки друг к другу, то интервал между ними в неинерциальной системе отсчета в общем случае согласно ОТО определяется соотношением [4]:

$$ds^2 = g_{ik}dx_i dx_k, \tag{15}$$

где g_{ik} – компоненты метрического тензора, dx_i, dx_k приращения временной и пространственной координат; i, k = 0, 1, 2, 3.

Интервал между двумя соседними (близкими) событиями в последовательности моно-состояний с номерами n и n+1:

$$ds_n = N^{-1}\sum_{l=0}^{N-1} H_n(z)\cdot z^{jl} = N^{-1}\sum_{l=0}^{N-1} K_{on}\ (1-K_{on}(H_{ocn}+K_{ocn}))\cdot z^{jl}. \quad (16)$$

Рассмотрим теперь чему равна вторая компонента передаточной функции H_{oc}, которая определяет влияние масс гравитирующих тел на скорость их сближения. Прежде всего отметим, что согласно [2] массивное тело обладает наименьшим напряжением симметрии, поэтому близлежащие тела стремятся к сближению в соответствии с общим принципом уменьшения напряжения симметрии в системе. «Масса» в последовательности моно-состояний определяется неоднородными состояниями в череде однородных состояний космического вакуума, неоднородность которых, как раз и появляется из-за уменьшения напряжения симметрии. Точнее – напряжение симметрии минимально не в самом материальном теле, а вблизи него. В самом теле из-за возникших неоднородностей напряжение увеличивается, но именно это увеличение и является предпосылкой его уменьшения на последующих шагах последовательности. Такое поведение находится в полном соответствии с формированием шумов квантования стандартного дельта-сигма модулятора.

«Масса» неоднородных состояний в модели связана с массой тела, но не является ее прямым аналогом. Если расписывать систему более подробно, то каждый элемент массы должен соответствовать своему элементу сдвига в модели (рис. 2), то есть масса тела должна определяться совокупностью элементов массы M_m. Однако для упрощения используем для задания массы один символ M.

В простейшей модели переход моно-состояний в область ядра (ниже уровня порога) определяется разницей значений величин моно-состояний и порогов $V_t - A^*$. Если принять:

$$V_t \sim \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{r}};\ A^* \sim \frac{1}{\sqrt{M}\sqrt{r}}, \quad (17)$$

то имеем:

$$V_t - A^* = \frac{1}{\sqrt{r}\sqrt{M}}\ (M-1) \quad (18)$$

Для аналитической функции, задающей условие перехода моно-состояний ниже уровня порога, например, функции, имеющей экспоненциальный вид, пренебрегая малыми величинами, в конечном итоге получаем:

$$H_{oc} = k_{0l} + k_{1l}\cdot(A^* - v_t) = k'_{0l} + k'_{1l}\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{r}} \quad (19)$$

Здесь и далее $H_{oc},\ k_{0l}, k_{1l}, k'_{0l}, k'_{1l}$ – функции, зависящие от z.

Таким образом, интервал, в представленной в статье модели, для соседних событий n и n+1 имеет вид:

$$ds_n = N^{-1}\sum_{l=0}^{N-1} K_{on}\Big(1-K_{on}\ \big(\big(\sum_{i=1}^{\gamma}\varphi_{il}\,q_{il}\big) + \big(k'_{0l}+k'_{1l}\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{r}}\big)\big)\Big)\cdot z^{jl} \quad (20)$$

Определим квадрат интервала между соседними событиями последовательности моно-состояний для четырехмерного времени-пространства и сравним его с квадратом интервала между двумя бесконечно близкими событиями общей теории относительности (15):

$$d^2s_n \approx N^{-1}\sum_{l=0}^{N-1} K_{on}^2\ (1-2K_{on}(H_{ocn}+K_{ocn})+K_{on}^2(K_{ocn}+H_{ocn})^2)\cdot z^{jl} =$$

$$= N^{-1}\sum_{l=0}^{N-1} K_{on}^2\Big(1-2K_{on}\ \big(\big(\sum_{i=1}^{\gamma}\varphi_{il}\,q_{il}\big)+\big(k'_{0l}+k'_{1l}\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{r}}\big)\big)+K_{on}^2\ \big(\big(\sum_{i=1}^{\gamma}\varphi_{il}\,q_{il}\big)+$$

$$+\big(k'_{0l}+k'_{1l}\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{r}}\big)\big)^2\Big)\cdot z^{jl}. \quad (21)$$

Уравнение (21) – сложное для анализа, но его можно записать в виде функции следующих аргументов:

$$F\{n,N,M,r,K_o,K_{oc},H_{oc},\big({\psi_1}^2+{\psi_2}^2+{\psi_3}^2+{\psi_4}^2+2\psi_1\psi_2+2\psi_2\psi_3+2\psi_1\psi_3+2\psi_1\psi_4+$$

$$+2\psi_2\psi_4+2\psi_3\psi_4\big)\} = F\{n,N,M,r,\xi_{ik}\varphi_i\varphi_k\}, \quad (22)$$

где $\xi_{ik} = f\ (\psi_i,\psi_k,k'_0,k'_0,M,r)$ – функции, зависящие от K_o и φ_{ik}, которые описывают поле, и от k'_0, k'_1, M, которые описывают массу. У φ_i и ψ_i опущены индексы l и $\xi_{ik}\varphi_i\varphi_k$ означает сумму, как и в [4].

ξ_{ik} являются интегральными компонентами, которые содержат как элементы поля (в уравнениях Эйнштейна), так и элементы тензора энергии-импульса. Стоит обратить внимание на то, что уравнения гравитационного поля Эйнштейна получены на основе принципа наименьшего действия для гравитационного поля и материи преобразованием метрического тензора в криволинейных координатах. В результате в уравнении гравитационного поля появляется тензор, описывающий поле и приравненный с определенными коэффициентами к тензору энергии-импульса материи. Поэтому представляется возможным путем обратного преобразования найти составляющие тензора энергии-импульса, требуемые для определения значений $\xi_{ik}\varphi_i\varphi_k$.

Отметим, что из (16) следует вывод о различии временной и пространственных компонент интервала. Это разделение обусловлено передаточной функцией обратной связи, которая имеет элементы, сходные по форме, но различные по содержанию. Одни из них определяются прямым прохождением входного сигнала через интегратор, другие определяются прохождением сигнала через сложную систему обратной связи. То есть, из-за действия обратной связи в интервале выделяются составляющие, зависящие от времени и скорости света, и составляющие, зависящие от пространственных компонент интервала.

Как видно из (15) и (22) формулы имеют одинаковую составляющую вида $g_{ik}\ dx_i dx_k$. Таким образом, имея компоненты метрического тензора и тензора энергии-импульса общей теории относительности, можно установить соответствие между ними и коэффициентами обратной связи и усиления модели и определить компоненты передаточной функции системы с обратной связью, описывающей развитие Вселенной на основе последовательности моно-состояний.

Аналогичным образом определяется зависимость d^2s_n от расстояния между событиями r.

Обратная связь, как реакция системы на напряжение симметрии первоначального состояния, поддерживая развитие системы, формирует условия для многократного повторения моно-состояний, обеспечивая при этом в локальной области квази-устойчивость объектов материального мира.

Предложенная модель дает ответ на некоторые вопросы современной космологии, например, о стреле времени, о размерности пространства-времени, о разделении пространственных и временной составляющих и т.д. Модель дает большие возможности для описания развития Вселенной по сравнению с ОТО, так учитывает совокупность предыдущих состояний объектов материального мира.

Статья не претендует на полное научное описание модели и является лишь изложением концепции, за которой могут последовать более детальные исследования.

Список литературы:

1. Эннс В.И. Концептуальная модель происхождения и развития Вселенной // – Санкт-Петербург: МИПИ им. Ломоносова. Вектор научной мысли. №7 (12) Июль 2024

2. Эннс В.И. Комбинаторика модели формирования вселенной// – Санкт-Петербург: МИПИ им. Ломоносова. Вектор научной мысли. №1 (18) Январь 2025

3. Эннс В.И. Последовательность моно-состояний модели вселенной: интервал, время и пространство// – Санкт-Петербург: МИПИ им. Ломоносова. Вектор научной мысли. №4 (21) Апрель 2025

4. Ландау Л., Лифшиц Е. Теория поля. Издание 2-е переработанное. – Москва, Ленинград: ОГИЗ, 1948. – 364 с.

5. Компанеец А.С. Теоретическая физика. – Москва: Гос. издательство технико-теоретической литературы, 1955. – 532 с.

6. Эннс В.И., Кобзев Ю.М. Проектирование аналоговых КМОП-микросхем. Краткий справочник разработчика, – М.: Горячая линия – Телеком. – 2005