

Реальное и мнимое время

В настоящей работе, исходя из гипотезы о переносчиках собственного времени [3], вводится понятие реального времени, анализируются его составляющие, их направленность и необратимость. Рассматривается также точка зрения на возможную область применения мнимого времени, на основании которой определяются некоторые его свойства и рассматривается версия о переносчиках мнимого времени. Исходя из того, что течение реального и мнимого времени определяется разнородными переносчиками времени, анализируется взаимозависимость между разными измерениями времени.

1. Реальное время

Как было оговорено ранее, при рассмотрении течения времени в микромире, под изменчивостью понимаются качественные изменения, происходящие в материальной субстанции [4]. В зависимости от «поведения» квантов энергии, с точки зрения энергетических процессов в микромире, проявление изменчивости было сведено к двум тенденциям: изменчивости, ведущей к упорядочиванию материальной субстанции и изменчивости, ведущей к её деградации или разрушению. Необходимо отметить, что кроме упомянутых проявлений изменчивости, в материальной субстанции существуют стационарные состояния, характеризующиеся отсутствием актов изменчивости. Следовательно, в зависимости от «поведения» квантов энергии в тех или иных процессах, и исходя из предположения, что течение времени рассматривается в качестве атрибута квантов энергии, в процессах микромира можно рассматривать следующие случаи проявления либо отсутствия изменчивости:

А) Процессы деградации, происходящие с высвобождением и излучением квантов энергии, что сопровождается соответствующим ростом энтропии, при этом «поведение» множества квантов энергии соотносится с течением «локального» времени;

Б) Процессы упорядочивания или процессы с отрицательной энтропией, сопровождающиеся связыванием квантов энергии, «поведение» множества которых соотносится с течением «негэнтропийного» (метаболического) времени;

В) Отсутствие актов изменчивости в области стационарных (равновесных) состояний материального объекта, т.е. в случаях, когда в структуре материального объекта не осуществляются процессы связывания и высвобождения квантов энергии, при этом «поведение» множества квантов энергии, находящихся в «стационарном» состоянии может быть соотнесено с течением времени, которое, условно, можно назвать «равновесным».

В реальном мире, из совокупности вышеперечисленных множеств течения времени формируется общее течение времени, которое можно определить, как течение «реального» времени.

Под реальным временем будем понимать течение времени, которое определяется как некоторое множество «Tr», представляющее совокупность составляющих подмножеств течения времени: локального «Tl», негэнтропийного «Tn» и равновесного «Tb»:

$$Tr = Tl \cup Tn \cup Tb$$

Так как в результате актов изменчивости, одни и те же кванты энергии могут участвовать, последовательно, в различных актах, например, в процессе связывания, в стационарном состоянии или в процессе излучения, иначе говоря, если совершение разных актов изменчивости определяется «поведением» однородных переносчиков времени, то, соответственно, вышеперечисленные подмножества течения времени являются пересекающимися, т.е. их течение наблюдается в едином пространственно-временном измерении.

Исходя из предложенного определения, рассмотрим некоторые свойства составляющих реального времени, а также проанализируем течение реального времени в различных возможных ситуациях.

2. Направленность течения времени и «стрела времени» в микромире

Рассмотрим, как определяется направленность течения разных составляющих реального времени, исходя из гипотезы о переносчиках собственного времени.

Как известно, метафорическое выражение «стрела времени» было использовано Артуром Эддингтоном с целью обозначить направленность течения времени от прошлого в будущее.

В данной работе, в связи с предлагаемой гипотезой о переносчиках времени, сделана попытка рассмотреть «стрелу времени» как характеристику для наглядного представления направленности течения времени в микромире, при этом, направленность течения времени определяется как направленная изменчивость в микромире.

Существование некоторого физического процесса, течение которого может быть соотнесено с направленностью течения времени определяет направленность соответствующей стрелы времени. Например, согласно С. Хокингу, увеличение беспорядка, или энтропии, с течением времени - это одно из определений так называемой стрелы времени, т.е. возможности отличить прошлое от будущего, определить направление времени [9]. Первоначально, различали три основные стрелы времени: термодинамическую, космологическую и психологическую, однако, в настоящее время актуальность сохранила только одна стрела времени - термодинамическая.

При сопоставлении направленности течения времени с увеличением некоторой реальной физической величины, характеризующей направленность соответствующего физического процесса, можно, соответственно, определить направление стрелы времени, например, термодинамическая «стрела времени» сопряжена с увеличением энтропии, космологическая «стрела времени» сопряжена с увеличением расстояний между разбегающимися галактиками во Вселенной, психологическая «стрела времени» сопряжена, опять таки, с увеличением энтропии, происходящим в результате рассеивания энергии, затрачиваемой на обработку информации в нейронах человеческого мозга [9].

Рассмотрим в свете предлагаемой гипотезы существование стрелы времени у реального времени, а также у его составляющих: - локального, негэнтропийного и равновесного времени, при этом соответствующее направление течения времени будет определяться в зависимости от «поведения» множества квантов энергии в энергетических процессах в микромире.

Естественно, что течение локального времени, соотнесенное с излучением множества квантов свободной энергии, сопряжено с увеличением энтропии.

Рассмотрим теперь, как можно определить направленность негэнтропийного времени. Ранее была предложена иерархия процессов связывания свободной энергии в микромире [4], происходящих на нескольких условных уровнях. Факт увеличения некоторой физической величины в иерархии процессов связывания квантов энергии может стать подтверждением существования соответствующей стрелы времени. С этой целью проанализируем предложенную иерархию процессов связывания свободной энергии в микромире:

Связывание квантов энергии на нулевом уровне – связывание безмассовых квантов энергии приводит к рождению пар элементарных частиц, например, электронов и позитронов, обладающих массой покоя. На этом уровне наблюдается **увеличение массы вещества** в микромире в результате зарождения элементарных частиц, которые приобретают в микромире уникальное свойство - массу покоя.

Связывание первого уровня – связывание квантов энергии при синтезе «тяжелых» частиц – адронов; процессы протекают в условиях, соответствующих температуре в сотни миллиардов градусов. Этот уровень сопровождается синтезом «тяжелых» частиц, или иначе говоря, сопровождается **увеличением массы вещества** в субъядерных частицах.

Связывание второго уровня – образование ядер водорода и гелия, происходит со связыванием квантов энергии в условиях, соответствующих условиям совершения

термоядерного синтеза, то есть при температуре около 30 миллиардов градусов и ниже. На этом уровне происходит концентрация элементарных частиц в ядрах «легких» элементов и соответствующее **увеличение массы вещества** в субатомных структурах.

Связывание третьего уровня – связывание квантов энергии при образовании атомов химических элементов приводит к образованию ядер «тяжелых» элементов и формированию вокруг ядра облака электронов. Процессы протекают в условиях, когда вещество находится в состоянии горячей плазмы, то есть при температуре свыше 4000 градусов по Кельвину. Этот уровень характеризуется концентрацией элементарных частиц в ядрах атомов и соответствующим **увеличением массы вещества** в атомах химических элементов.

Связывание четвертого уровня – связывание квантов энергии на молекулярном уровне при образовании связей, объединяющих атомы в молекулы, в молекулярные цепочки и кристаллические структуры. Химические реакции, сопровождающиеся образованием энергетических связей, протекают в диапазоне температур, когда вещество находится в одном из фазовых состояний: газообразном, жидком или твердом. Процессы этого уровня сопровождаются концентрацией атомов в молекулярных структурах и соответствующим **увеличением массы вещества** в молекулярных и кристаллических структурах.

На основании рассмотренного, можно сделать следующий вывод: течение «негэнтропийного» времени может быть соотнесено с множеством совершённых актов изменчивости, сопряженных с увеличением массы вещества в процессах связывания энергии в структурах микромира.

Исходя из изложенного, можно определить такие свойства, как направленность и необратимость для соответствующих подмножеств реального времени:

А) В процессах, сопровождающихся высвобождением и излучением квантов энергии с соответствующим ростом энтропии, направленность течения времени совпадает с увеличением энтропии т.е. течение локального времени «Тл» совпадает с направленностью термодинамической стрелы времени и является необратимым, так как необратим процесс излучения квантов энергии (следствием этого в макромире является необратимый процесс перехода тепла от горячего к холодному).

В) В процессах с отрицательной энтропией, сопровождающихся связыванием квантов энергии, направленность течения времени совпадает с увеличением массы вещества, иначе говоря, течение негэнтропийного времени «Тп» совпадает с направленностью стрелы времени, которую, условно, можно назвать «тяжелой». На основании того, что течение негэнтропийных процессов не протекает непрерывно, и осуществляется только в определенных условиях, «тяжелая» стрела времени не является непрерывной или, иначе говоря, является непостоянной.

Необратимость негэнтропийного времени проявляется в том, что течение процессов обратных процессам связывания энергии приводит к деградации материальной субстанции и излучению квантов энергии, что соответствует течению локального времени.

С) В области стационарных (равновесных) состояний материального объекта, характеризующихся отсутствием процессов связывания и высвобождения квантов энергии, когда в структуре объекта в микромире не наблюдаются какие-либо качественные изменения, т.е. отсутствуют акты изменчивости, направленность течения «равновесного» времени «Тб» определить невозможно, т.е. понятие стрелы времени в отношении течения «равновесного» времени неприменимо. Однако, отсутствие направленности не можно воспринимать как проявление обратимости.

3. Течение реального времени в различных условиях

Рассмотрим теперь, как может изменяться течение реального времени, представленное совокупностью составляющих подмножеств: локального, негэнтропийного и равновесного течения времени, в зависимости от различных условий.

В условиях физического вакуума, когда в пространстве присутствует только фон электромагнитного излучения, представленный квантами энергии – переносчиками собственного времени, реальное время будет представлено в виде:

$$\mathbf{Tr} = \mathbf{Tl}$$

То есть течение реального времени в физическом вакууме совпадает с течением локального времени. Теоретически, если предположить существование абсолютного вакуума, то в соответствии с предлагаемой гипотезой, при отсутствии переносчиков времени, течение реального времени в абсолютном вакууме представляет собой пустое множество:

$$\mathbf{Tr} = \emptyset$$

Необходимо отметить, что реально существующая масса вещества всегда содержит некоторое количество тепловой энергии, поэтому даже в стационарных состояниях, а также при совершении негэнтропийных процессов в массе вещества всегда наблюдаются теплообменные процессы, сопровождающиеся тепловым излучением и соответствующим ростом энтропии. Таким образом, учитывая, что в реальном мире в структурах вещества всегда содержится тепловая энергия, а также в окружающем их пространстве всегда присутствует фон электромагнитного излучения, можно констатировать, что *весь реальный материальный мир всегда погружен в течение локального времени.*

В интервалах температур, когда не совершаются процессы связывания энергии и когда отсутствует течение негэнтропийного времени, течение реального времени можно представить в виде:

$$\mathbf{Tr} = \mathbf{Tl} \cup \mathbf{Tb}$$

Теоретически, можно предположить достижение материальным объектом температуры абсолютного нуля, когда из объекта исходит вся тепловая энергия и становятся невозможными негэнтропийные процессы, а также предположить отсутствие окружающего электромагнитного фона, тогда течение реального времени для данного объекта лишается двух составляющих - течения локального времени и негэнтропийного времени, сохраняется для объекта только течение внутреннего равновесного времени, определяемого присутствием квантов энергии, стабильно связанных в материальных структурах объекта, что можно выразить в следующем виде:

$$\mathbf{Tr} = \mathbf{Tb}$$

В такой абстрактной ситуации, когда течение реального времени определяется течением исключительно равновесного времени, не имеющего своей стрелы времени, может возникнуть иллюзия обратимости времени.

В физике Ньютона, появившейся до рождения термодинамики и рассматривавшей движение тел в макромире с учетом только кинетической и потенциальной энергии, имела место аналогичная абстрактная ситуация, которая породила эффект обратимого времени. Уравнения движения в макромире, например, законы Кеплера, описывающие движение планет, являют собой пример уравнений обратимых во времени. В термодинамике, а также в квантовой механике, когда в уравнениях движения появляется полная энергия тела, соответственно появляется и необратимость. Таким образом, предлагаемая гипотеза о переносчиках времени довольно наглядно объясняет появление эффекта обратимости времени в классической физике.

Исходя из изложенного, следует, что направленность течения реального времени может иметь две составляющие – непрерывную направленность локального времени и непостоянную направленность негэнтропийного времени. Непрерывная составляющая совпадает с термодинамической стрелой времени, а непостоянная - с «тяжелой» стрелой времени.

4. Стрела времени живого организма

В предложенной иерархии процессов связывания свободной энергии в микромире к процессам четвертого уровня можно отнести связывание квантов свободной энергии на молекулярном уровне в клетках живых организмов. При этом, течение процессов с отрицательной энтропией сопровождается синтезом биополимеров и соответствующим увеличением биомассы.

Из вышеизложенного наблюдения в отношении течения процессов с отрицательной энтропией, имеющих направленность, совпадающую с «тяжелой» стрелой времени, следует, что течение «метаболического» времени [6,7] в биологии можно измерять в соотношении с увеличением биомассы, синтезированной в результате клеточного метаболизма. Подтверждением сказанному могут стать результаты исследований, проведенных с целью определения продолжительности жизни организмов в единицах биологического времени [1].

Естественно, необходимо различать клеточный метаболизм многоклеточных организмов в период роста, а также организмов, растущих в течение всей жизни, от клеточного метаболизма одноклеточных организмов и организмов, с завершившимся периодом роста. Если у растущих организмов увеличение биомассы можно зарегистрировать макроскопическими методами наблюдения, то у одноклеточных организмов и организмов с завершившимся ростом, синтез биополимеров в клеточном метаболизме продолжается, но он направлен в основном на обновление тканей и не может быть зарегистрирован макроскопическими инструментами. Таким образом, у всех живых организмов в период жизнедеятельности, может и не происходить увеличение общей биомассы тела, однако, происходит обновление биомассы за счет синтезируемых биополимеров. Следовательно в период жизнедеятельности живого организма, его «тяжелая» стрела времени сохраняет свою направленность, т.е. течение реального времени для живых организмов выглядит в виде:

$$\mathbf{Tr} = \mathbf{Tl} \cup \mathbf{Tn} \cup \mathbf{Tb}$$

После смерти, живой организм, по выражению Э. Шредингера [10], переходит в состояние термодинамического равновесия, т.е. в состояние, для которого течение реального времени имеет только термодинамическую стрелу времени, а течение реального времени приобретает вид:

$$\mathbf{Tr} = \mathbf{Tl} \cup \mathbf{Tb}$$

Обобщая сказанное, можно определить, что течение реального времени для живой материи отличается от течения реального времени для неживой материи присутствием метаболической (негэнтропийной) составляющей, имеющей направленность, совпадающую с непостоянной «тяжелой» стрелой времени.

Необходимо отметить, что каждая клетка многоклеточного организма имеет свою стрелу времени. Это подтверждается тем, что клонированные клетки не погибают, а продолжают жизнедеятельность независимо от донорского организма.

Для живых клеток непостоянство течения метаболического времени проявляется в угасании течения этого времени при переходе в состояние термодинамического равновесия и в отсутствии обратного перехода, т.е. прерывание «тяжелой» стрелы времени делает невозможным возврат умершей клетки в живое состояние.

5. Мнимое время

Если проанализировать все выводы и заключения, которые были рассмотрены в настоящей и предложенных ранее работах, посвященных гипотезе о переносчиках времени, то можно отметить, что предлагаемая гипотеза является непротиворечивой в отношении существующей системы знаний, за одним исключением - у предложенной гипотезы, изначально, существовала глобальная проблема, связанная с гравитационным взаимодействием.

Если электромагнитное, сильное и слабое взаимодействия представляют собой энергетические взаимодействия, то гравитационное взаимодействие таковым не является,

например, С. Хокинг определяет его, как «отрицательную энергию» [9]. Таким образом, гипотеза, которая назначает квантам энергии (фотонам) роль переносчиков времени, лишает гравитационное взаимодействие темпоральности. Для преодоления этого противоречия можно предложить точку зрения на природу гравитационного взаимодействия на основе течения «мнимого времени». Как известно, к понятию мнимого времени привели попытки объединить гравитацию с квантовой механикой [9].

В настоящей работе предлагается точка зрения на толкование мнимого времени, в свете гипотезы о переносчиках времени.

Суть предлагаемой точки зрения заключается в предположении существования течения мнимого времени, в котором изменчивость может проявлять только само пространство, при этом течение энергетических процессов в микромире не зависит явным образом от течения мнимого времени. Под изменчивостью пространства, например, в терминах Общей теории относительности, понимается изменение кривизны неевклидова пространства.

Из предположения, что изменчивость пространства наблюдается только в течении мнимого времени, можно рассматривать мнимое время в качестве атрибута переносчиков гравитационного взаимодействия.

Если мнимое время, является атрибутом переносчиков гравитационного взаимодействия, которое является универсальным и всеобъемлющим, тогда мнимое время, действительно, можно рассматривать, как более фундаментальное по отношению к реальному времени, что не противоречит выводам С.Хокинга [9].

Известно, что в результате действия гравитационного взаимодействия, разнесённые в пространстве материальные объекты, имеющие массу, притягиваются и концентрируются. Из этого следует, что в результате воздействия силы гравитационного взаимодействия, вследствие искривления пространства в мнимом времени, наблюдается увеличение массы вещества. Этот процесс можно рассматривать, как подтверждение направленности мнимого времени, совпадающего с «тяжелой» стрелой времени. Но в отличие от непостоянной стрелы негэнтропийного времени, течение мнимого времени имеет непрерывную «тяжелую» стрелу времени, в силу универсальности гравитационного взаимодействия, благодаря которому, тенденция к взаимному притяжению и увеличению массы является всеобъемлющей и непрерывной.

Также можно говорить о необратимости мнимого времени, подтверждаемого тем, что в случае его обратимости, могло наблюдаться отрицательное искривление пространства, при котором материальные объекты, имеющие массу, вместо притяжения стали бы отталкиваться друг от друга.

Исходя из изложенного, можно сделать вывод о существовании таких свойств мнимого времени, как направленность и необратимость.

Назначение для мнимого времени своих переносчиков, предполагает, что течение мнимого времени должно соотноситься с «поведением» множества переносчиков гравитационного взаимодействия.

Объединение множеств реального и мнимого времени (imaginary time), по аналогии с комплексным числом, имеющим действительную и мнимую составляющие, можно назвать комплексным временем:

$$T_c = T_r \cup T_i$$

Комплексное время характеризуется двойной направленностью, определяемой существованием двух непрерывных, но противоположно направленных стрел времени – термодинамической и тяжелой, олицетворяющих, соответственно, стремление к Хаосу и к Порядку. Необходимо отметить, что вследствие совпадения непостоянной стрелы негэнтропийного времени с непрерывной стрелой мнимого времени, непостоянная составляющая не различима в направленности комплексного времени.

6. Взаимозависимость реального и мнимого времени

Так как, в соответствии с предлагаемой гипотезой, реальное время и мнимое время имеют разнородных переносчиков, то, соответственно, указанные множества течения времени не являются пересекающимися, т.е. можно сказать, что процессы в мнимом времени и реальном времени протекают в едином пространственном, но в разных

временны'х измерениях. Каким же образом, процессы, протекающие в разных измерениях участвуют в единой картине Мира? Естественно предположить существование взаимозависимости между этими непересекающимися измерениями.

Исходя из сказанного, проанализируем взаимозависимость течения реального и мнимого времени, с учетом составляющих реального времени.

Основываясь на экспериментальном подтверждении выводов Теории относительности о том, что изменение кривизны пространства, является причиной «замедления» течения локального времени, а также причиной отклонения траектории движения фотонов в гравитационном поле, можно предположить, что между течением мнимого времени, определяющим изменчивость пространства, и течением локального времени в микромире существует взаимозависимость, при которой наблюдается влияние искривления пространства на движение фотонов – частиц, не имеющих массы покоя. Эту взаимозависимость, между течением *локального* и *мнимого* времени, условно, можно назвать «безмассовой».

Исходя из существования «безмассовой» взаимозависимости, можно предположить, что упоминавшаяся ранее проницаемость пространства [3], которая была введена с целью объяснения константы скорости света, является результатом взаимозависимости между течением локального и мнимого времени. При этом проницаемость пространства может рассматриваться как характеристика волны инерционного искривления пространства в микромире, возникающей при движении фотона. В таком случае, по аналогии с эффектом «замедления» времени при гравитационном искривлении пространства, можно предположить, что «замедление» времени при движении частиц с субсветовой скоростью является следствием инерционного искривления пространства. С учетом фундаментальности мнимого времени по отношению к реальному времени проявление проницаемости пространства можно сформулировать в качестве условия запрета – скорость движения материальных частиц в реальном времени не может превышать скорость распространения гравитационных волн в мнимом времени. Т.е. «безмассовая» взаимозависимость предполагает, что движение фотона в пространстве микромира сопровождается движением соответствующей волны искривления пространства, скорость движения которой определяется максимально возможной скоростью изменчивости пространства в мнимом времени.

При увеличении массы вещества в реальном времени происходит изменение кривизны пространства в мнимом времени, в свою очередь, изменение кривизны пространства является причиной концентрации массы вещества в реальном времени, следствием которой становится ещё большее искривление пространства. В этом случае взаимозависимости между двумя временны'ми измерениями, наблюдается влияние искривления пространства на движение массы вещества. Учитывая, что при этом масса вещества наблюдается в равновесном состоянии, указанная взаимозависимость является взаимозависимостью между течением *равновесного* и *мнимого* времени, которую, условно, можно назвать «явной».

Существование непрерывной «тяжелой» стрелы мнимого времени и аналогичной, но непостоянной «тяжелой» стрелы негэнтропийного времени, может служить подтверждением существования взаимозависимости между природой процессов с отрицательной энтропией и природой гравитационного взаимодействия. Возможно, что существованием этой взаимозависимости объясняются выводы Н.А. Козырева по действию сил тяготения на строение и внутреннюю динамику космических тел [5], а также результаты экспериментов Н.А. Козырева по регистрации реагирования миниатюрных крутильных весов на состояние живых объектов (ссылки на указанные эксперименты приведены в работе А.П. Левича [8]). Соответственно, взаимозависимость между течением *негэнтропийного* и *мнимого* времени, условно, можно назвать «неявной».

Таким образом, на основании вышеизложенного, можно наблюдать, как предложенная гипотеза о переносчиках времени позволяет объяснить взаимное сосуществование двух временны'х измерений в единой картине Мира.

На основании предлагаемой точки зрения на взаимозависимость между реальным и мнимым временем, а также взаимозависимости между массой вещества и кривизной

пространства, принцип эквивалентности гравитационной и инерционной масс можно рассматривать, как следствие эквивалентности гравитационного и инерционного искривления пространства.

7. Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать, что течение комплексного времени в реальном материальном мире определяется «поведением» множества переносчиков электромагнитного и гравитационного взаимодействий, характеризующихся как универсальные и дальнедействующие взаимодействия. При этом, если феноменологическое течение реального времени определяется течением энергетических процессов т.е. «поведением» квантов энергии, то, по аналогии, феноменологическое течение мнимого времени должно определяться «поведением» переносчиков гравитационных взаимодействий.

Таким образом, предложенная первоначально гипотеза, согласно которой переносчиками времени являются переносчики электромагнитного взаимодействия, была дополнена в применении к течению мнимого времени, в качестве переносчиков которой были предложены переносчики гравитационного взаимодействия.

Переходя от частного к общему, можно также постулировать, что всякая измеримая физическая сущность должна иметь своих субстанциональных переносчиков.

Обобщая вышеизложенное, и в подтверждение идеи Н.А. Козырева о субстанциональной природе времени, можно сформулировать, что феноменологическое течение времени можно рассматривать в качестве атрибута субстанциональных переносчиков фундаментальных взаимодействий.

Литература:

1. Алимов А.Ф., Казанцева Т.И. Продолжительность жизни животных в единицах физического и биологического времени (размещено на сайте 05.05.2009г.).
2. Анисов А.М. О понятиях направленности и необратимости времени.// Синергетика времени. -М.: Репроникс, 2007.-С. 171-195 (размещено на сайте 30.10.2008г.).
3. Кабулов Р.Т. О дискретности природы времени (размещено на сайте 04.05.2010г.).
4. Кабулов Р.Т. Изменчивость и отрицательная энтропия (размещено на сайте 18.06.2011г.).
5. Козырев Н.А. Время как физическое явление // Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига: ЛатГУ. 1982, с.59-72.
6. Левич А.П. Почему скромны успехи в изучении времени// На пути к пониманию феномена времени: конструкция времени в естествознании. Часть 3. Методология. Физика. Биология. Математика. Теория систем. /под. ред. А.П. Левича. –М.: Прогресс-Традиция, 2009.-С. 15-29 (обновлено на сайте 15.04.2009г.).
7. Левич А.П. Моделирование природных референтов времени: метаболическое время и пространство// На пути к пониманию феномена времени: конструкция времени в естествознании. Часть 3. Методология. Физика. Биология. Математика. Теория систем. М.: Прогресс – Традиция, 2009а. С. 259-337.
8. Левич А.П. Устойчивое неравновесие Э.Бауэра и гипотеза потока, генерирующего течение метаболического времени Эрвин Бауэр и теоретическая биология. Пущино. 1993. С. 91-101.
9. Хокинг С. Х70. Краткая история времени: От большого взрыва до черных дыр / Пер. с англ. Н. Смородинской.- СПб.: Амфора, 2001. - 268 с. ISBN 5-94278-091-9.
10. Шредингер Э. «Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки». Москва - Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002 г.