

Теория ценообразования как релятивистская кинематика

Мельник С.И., Тулузов И.Г.

Аннотация

На основе анализа свойств сделок, как фундаментальных экономических измерений, построена их алгебра, которая является расширением булевой алгебры. Введено понятие обобщенных экономических измерений экономического «количества» и «качества» объектов сделки. Показано, что построенное на основе этих измерений векторное пространство экономических состояний оказывается релятивистским. Проанализированы законы кинематики экономических объектов в этом пространстве и сформулированы шаги построения динамики. В частности, сформулирован «принцип максимального блага», который является экономическим аналогом принципа минимального действия в классической механике и принцип относительности, как принцип равноправия всех возможных потребительских предпочтений. Введено понятие экономического интервала между двумя экономическими объектами, инвариантное к выбору вектора потребительских предпочтений. Предложены способы экспериментальной проверки принципа относительности в пространстве экономических состояний.

Содержание статьи

Введение

1. Многомерность пространства экономических состояний
 - 1.1. Одномерная модель пространства состояний ЭО на основе измерительного подхода
 - 1.2. Недостатки одномерной модели пространства состояний ЭО
 - 1.3. Многомерное пространство состояний экономических объектов
2. Определения основных понятий теории фундаментальных экономических измерений
 - 2.1. Экономические объекты
 - 2.2. Фундаментальное экономическое измерение (ФЭИ)
 - 2.3. Результат ФЭИ
 - 2.4. Неразличимость ЭО и ФЭИ
3. Алгебра ФЭИ
 - 3.1. Сравнение алгебры ФЭИ с Булевой алгеброй
4. Обобщенные экономические измерения
 - 4.1. Свойства шкалы объемов сделки
 - 4.2. Равноценность экономических объектов
 - 4.3. Относительность оценки «количества» и «качества» экономических объектов
5. Пространство состояний экономических объектов
 - 5.1. Краткий анализ свойств полученной математической структуры
 - 5.2. Классический предел обобщенных экономических измерений (ОЭИ)
 - 5.3. Векторное пространство состояний ЭО и системы отсчета в нем
 - 5.4.
6. Аналогии между физическим релятивистским пространством и РПЭС
 - 6.1. Нерелятивистский предел пространства экономических состояний
7. Математический аппарат кинематики в РПЭС
 - 7.1. Законы преобразования координат и скоростей
 - 7.2. Аналог скорости в РПЭС
 - 7.3. Экономический интервал в РПЭС
 - 7.4. Анализ возможностей экспериментального наблюдения релятивистских свойств ЭО в РПЭС
 - 7.4.1. Замедление времени в движущейся СО (парадокс «близнецов») в РПЭС
 - 7.4.2. Релятивистский эффект Доплера в РПЭС
8. Возможные механизмы взаимосвязи РПЭС и физического пространства-времени
 - 8.1. Модель «перевозок»
 - 8.2. Модель замкнутой системы взаимодействующих фирм
9. Дальнейшие этапы построения динамики ЭО в рамках измерительного подхода
 - 9.1. Особенности использования денежного эквивалента при обмене и моделирование «идеальных денег»
 - 9.2. Понятие «Собственник» в рамках измерительного подхода
 - 9.3. От принципа наименьшего действия (ПНД) к принципу максимального блага (ПМБ)
 - 9.4. Два основных типа взаимодействий в физике и в экономике

Заключение

Ссылки

Введение

В последнее время все большую актуальность получают проблемы, связанные с субъективными факторами экономических отношений. Так, Нобелевскую премию по экономике 2014 года получил J.M.Tirole за разработку “Theory of Collective Reputations”. Общую задачу теории ценообразования можно определить как расчет «справедливой» цены на тот или иной товар в

зависимости от его качества, объема сделки, спроса на этот товар, предложения этого товара. В некоторых теориях, существующих в настоящее время, возможен учет и других факторов, влияющих на цену. В большинстве существующих теорий явно или неявно принимаются следующие допущения:

- Справедливая (истинная) цена на определенный товар существует и одинакова для всех потребителей (покупателей), хотя может быть и неизвестна им.
- Справедливая цена не зависит от направленности сделки (покупка или продажа)
- Спрос и предложение определяются однозначно и независимо от цены.
- Качество товара одинаково для всех покупателей и характеризуется не экономическими, а физическими параметрами. То есть, независимо.

Целью настоящей работы является построение математического аппарата, который позволит решать задачу ценообразования без этих ограничений и будет опираться только на результаты экономических

измерений, которые мы определим далее. В основе такого подхода лежит глубокое внутреннее убеждение авторов в том, что фундаментальный подход к построению математического аппарата экономики должен опираться на свойства симметрии пространства состояний экономических объектов (ЭО), которые, в свою очередь, вытекают из свойств измерений, проводимых над ними. Тогда уравнения динамики (а именно они и являются конечной целью любой фундаментальной теории) могут быть получены, как последовательность следующих построений (рис.1):



Рис.1. Схема построения динамики состояний экономических объектов на основе измерительного подхода

В настоящей работе мы ограничимся анализом первой части этой схемы, вплоть до построения кинематики экономических объектов в пространстве состояний и введения экономических инвариантов. А в заключительном разделе работы кратко обсудим перспективы дальнейшего развития теории. Отказ от перечисленных выше идеализаций в рамках рассматриваемого (измерительного) подхода требует не только формального расширения математического аппарата, но и принципиально нового подхода к определению таких понятий, как равноценность, относительная (субъективная) цена, качество товара, объем сделки, спрос, предложение. Мы будем их определять независимо от каких либо дополнительных предположений о механизмах формирования цены. То есть, опираясь лишь на результаты самих экономических измерений. Фактически, это соответствует идеологии *геометродинамики*, интенсивно развивавшейся в физической теории в первой половине 20 века.

1. Многомерность пространства экономических состояний

Прежде чем приступить к последовательному изложению теории, обсудим принципиально важный вопрос о размерности экономического пространства. Дело в том, что при его построении мы должны ориентироваться только на измеряемые величины. А в экономике такой величиной является, прежде всего, цена экономического объекта. Если ее выражать в условных единицах «идеальных денег» (ИД), то она и будет являться единственной количественной характеристикой того или иного товара. С другой стороны, одинаковые по стоимости товары могут существенно различаться по своим потребительским качествам. Возникает необходимость введения дополнительных (не

стоимостных) характеристик экономических объектов. Для описания последних требуются дополнительные размерности пространства состояний. Мы утверждаем, что и эти характеристики «качества» также могут быть выражены только через результаты экономических измерений (стоимости товаров). Но для этого необходимо будет отказаться от иллюзии существования «истинной» стоимости и перейти к многомерному пространству, в котором все допустимые оценки стоимости окажутся равноправны.

Сначала мы на простом примере проиллюстрируем отношения стоимости для нескольких экономических объектов, представленных точками в одномерном и многомерном экономических пространствах. Эта иллюстрация в большой степени объяснит логику последующих шагов построения строгой теории.

1.1. Одномерная модель пространства состояний ЭО на основе измерительного подхода.

Ранее мы постулировали [1], что результатом измерения типа сделки является пропорция обмена двух экономических объектов. При некоторых дополнительных идеализациях это определение экономического измерения позволяет построить тривиальное пространство состояний экономических объектов и рассчитывать результаты сделок.

Пусть, например, сделка по обмену бензина на сахар характеризуется некоторым размерным числом $\frac{7}{6} \left(\frac{\text{л.б.}}{\text{кг.с.}} \right)$. Это означает, что в условиях рассматриваемой сделки 7литров бензина (л.б.) равноценны 6кг сахара (кг.с.). Мы будем писать в этом случае $S(7\text{л. б.}) \equiv S(6\text{кг. с.})$. Отсюда формально следует, что $\frac{S(1\text{ кг.с.})}{S(1\text{ л.б.})} = \frac{7}{6}$. То есть, пропорция обмена 7/6 характеризует отношение ценностей 1кг сахара

и 1л бензина. Пусть, также, сделка по обмену сахара на буханки хлеба (б.х.) – характеризуется пропорцией 3/2. То есть $\frac{S(1кг.с.)}{S(1б.хл.)} = \frac{2}{3}$. Тогда можно ожидать, что сделка по обмену бензина на хлеб будет характеризоваться числом

$$\frac{7}{6} \left(\frac{л. б.}{кг. с.} \right) \cdot \frac{3}{2} \left(\frac{кг. с.}{б. хл.} \right) = \frac{7}{4} \left(\frac{л. б.}{б. хл.} \right)$$

Используя свойства логарифмической функции и сокращая размерные единицы, мы можем записать

$$\log \left[\frac{7}{6} \right] + \log \left[\frac{3}{2} \right] = \log \left[\frac{7}{4} \right]$$

и связать каждое из слагаемых с расстоянием между соответствующими ЭО в некотором пространстве (рис.2). Например, слагаемое $\delta l_{бс} = \log \left[\frac{7}{6} \right]$ можно рассматривать как расстояние между экономическим объектом «б» - одним литром бензина и экономическим объектом «с» - одним кг сахара.

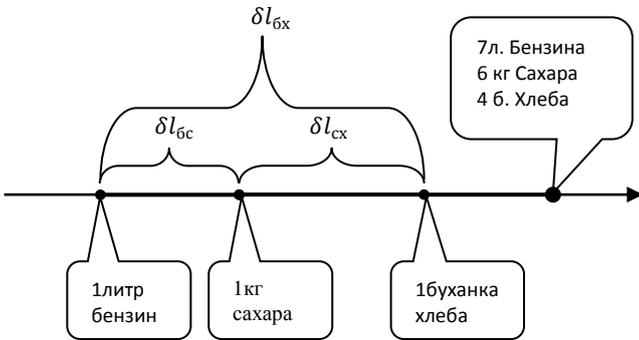


Рис.2. Одномерное пространство ЭО

Тогда можно утверждать, что формула сложения расстояний

$$\delta l_{бс} + \delta l_{сх} = \delta l_{бх}$$

выполняет поставленную в теории ценообразования задачу – позволяет рассчитывать цену (пропорцию обмена двух ЭО) на основании других известных цен. Даже такое простое соотношение позволило нам получить ряд не тривиальных результатов при анализе экономической системы с заданной матрицей технологий [1].

Заметим, что в этом пространстве в качестве начала отсчета может быть принят любой экономический объект, взятый в любом количестве (например, 3 кг сахара). Тогда стоимость всех остальных будет выражена в условных единицах стоимости, равных стоимости 3 кг сахара. Полученное пространство, таким образом, играет роль однородной шкалы цен. Однако оно не отражает ряда существенных свойств экономических объектов.

1.2. Недостатки одномерной модели пространства состояний ЭО

Основным недостатком построенной модели является неразличимость экономических объектов, равных по стоимости (обмениваемых друг на друга). Так, например, в приведенном выше примере, 7литрам бензина, 6 кг сахара и 4 буханкам (б) хлеба соответствует одна и та же точка на шкале ценностей.

Но при обмене этих объектов каждый из участников сделки полагает, что получает для себя большую

ценность, чем отдает. Иначе (при равенстве этих ценностей) сделка теряет смысл. Поэтому необходимо модифицировать (расширить) одномерное пространство состояний так, чтобы:

- двум различным обмениваемым ЭО соответствовали различные точки пространства состояний;
- для двух участников сделки получаемый в результате объект обладал большей ценностью.

1.3. Многомерное пространство состояний экономических объектов

Этим двум требованиям можно удовлетворить, если ввести множество различных шкал ценностей (по одной для каждого потребителя). Тогда соотношение «дороже - дешевле» будет зависеть не только от расположения самих объектов в пространстве, но и от той оси (шкалы), относительно которой они оцениваются.

Если для такой оценки сравнивать положения проекции точек, соответствующих экономическим объектам, на ось потребителя, то появляется возможность совершения сделок, в которых каждый из потребителей считает их выгодными для себя. Эта ситуация проиллюстрирована на рисунке 3.

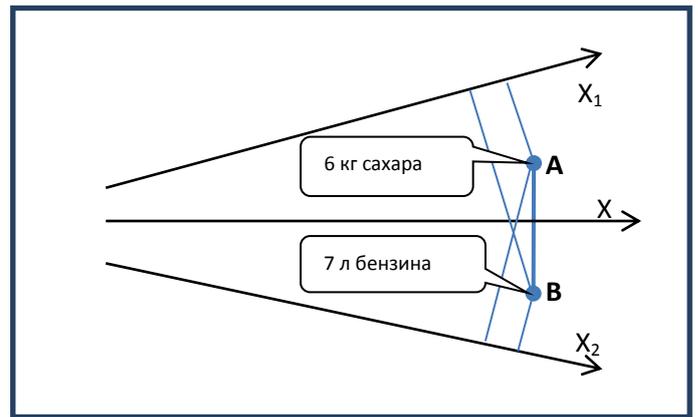
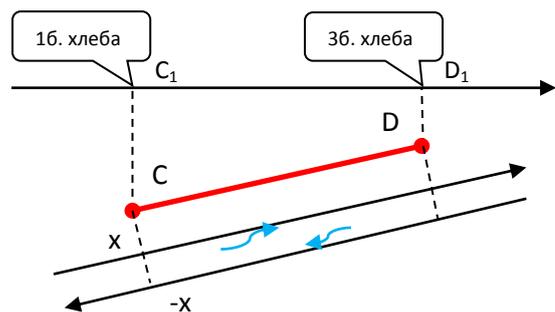


Рис.3 Возможность взаимовыгодного обмена в многомерном пространстве экономических объектов

Для потребителя X объекты «А» и «В» оказываются равноценными, как и на рисунке 1, для потребителя X₁ «А» ценнее, чем «В», но для потребителя X₂ – наоборот.

Любое из потребительских направлений (вектор в пространстве состояний) можно определить парой точек. Например, точки «С» и «D» определяют однозначно потребительское направление «х», для которого проекция отрезка «CD» (пропорция обмена этих ЭО) максимальна (рис.4).

Рис.4. Количественная оценка относительной стоимости двух



экономических объектов («С» и «D» на рисунке)

возможна только относительно выбранной шкалы. Проекция точек «С» и «D» на эту шкалу соответствуют равноценным им объектам «С₁» и «D₁», которые отличаются только количеством.

Для количественного определения длины проекции C_1D_1 необходимо, чтобы точки C_1D_1 соответствовали экономическим объектам одинаковой размерности (сравнимым количественно). Поэтому из всего множества потребительских направлений выделим те, которые связаны с экономическим объектом (хлебом, например), разное количество которого соответствует разным точкам этой оси. Например, точка «С₁» на рис.4. соответствует 1б хлеба, а «D₁» – 3б хлеба. Тогда можно утверждать, что по «хлебной» шкале ценностей экономический объект «D» в 8 раз ($\log_2 8 = 3$) дороже объекта «С». Далее такие потребительские направления мы будем называть собственными.

Отметим, что не для любого из возможных потребительских предпочтений (направлений в пространстве состояний) может обнаружиться реальный экономический объект, количественная шкала которого позволяет измерять длину проекции отрезка. В этом случае мы будем говорить о существовании такого потребительского направления, но невозможности измерить проекцию на него.

Далее мы предложим последовательное построение многомерного пространства экономических состояний в соответствии со схемой (рис.1).

2. Определения основных понятий теории фундаментальных экономических измерений

Прежде чем строить аксиоматику фундаментальных экономических измерений, частично разработанную нами ранее [2-4], определим перечень используемых далее понятий. Отметим, что они могут, как совпадать с понятиями, общепринятыми в экономической теории, так и отличаться от них. Тем не менее, далее мы будем придерживаться данных нами определений.

2.1. Экономические объекты

Экономическими объектами (ЭО) будем называть такие объекты, которые можно обменивать друг на друга (совершать с ними сделки) целиком или частями. Это могут быть как материальные исчисляемые ценности (машины, полезные ископаемые, трудовые ресурсы), так и всевозможные услуги (информация, некоторое действие, отказ от некоторого действия). Кроме того, предметом сделок могут права или обязательства, оформленные в виде ценных бумаг или договоров на нематериальные активы. В предлагаемой теории нас не будет интересовать ни физическая сущность экономического объекта, ни его свойства, измеряемые каким либо другим способом, кроме собственно экономических параметров.

2.2. Фундаментальное экономическое измерение.

Любой паре ЭО будем ставить в соответствие предложение сделки по их обмену, и называть ее фундаментальным экономическим измерением (ФЭИ). Будем *обозначать* ФЭИ, в котором некоторому субъекту экономических отношений предлагается отдать «В» и получить взамен «А», как $[AB]$.

Отметим, что ФЭИ включают только сделки по натуральному обмену ЭО. В то же время в современной

экономике подавляющее большинство сделок происходит опосредовано (с помощью денег). Далее мы введем дополнительно понятие «идеальных денег» и проанализируем их роль в построенной теории. Но сначала рассмотрим только сделки натурального обмена.

2.3. Результат ФЭИ

Результатом ФЭИ будем считать согласие субъекта на предложенную сделку или отказ от нее. При этом результат измерения зависит как от объектов сделки, так и от потребительских предпочтений субъекта, который принимает решение. Будем обозначать различных по своим предпочтениям субъектов различными малыми латинскими символами. Если на сделку $[AB]$, предложенную субъекту «с», получено согласие, то будем результат этого измерения записывать как: $[A_c > B_c]$. Если получен отказ, то $[A_c \leq B_c]$. Таким образом, символ A_c можно трактовать как оценку стоимости объекта «А» субъектом «с». Для сделки $[BA]$ – соответственно получим $[B_c > A_c]$ и $[B_c \leq A_c]$. При этом заметим, что если $[A_c \leq B_c]$, то и $[B_c > A_c]$, однако для различных субъектов из $[A_c \leq B_c]$ не следует $[B_d > A_d]$. Более того, сделка $[AB]$ может быть реализована в том и только в том случае, когда получено согласие обоих субъектов сделки. Это означает, что требуется одновременное получение двух результатов: $[A_c > B_c]$ для покупателя и $[B_d > A_d]$ для покупателя.

2.4. Неразличимость ЭО и ФЭИ

Два ЭО «А₁» и «А₂» будем считать неразличимыми, если результат сделки $[A_1B]$ неотличим от результата сделки $[A_2B]$, а результат сделки $[BA_1]$ от результата сделки $[BA_2]$ для любого ЭО «В».

Два ФЭИ $[AB]$ и $[CD]$ будем считать неразличимыми, если для любого субъекта «с» их результаты совпадают. Или из $[A_c > B_c]$ следует $[C_c > D_c]$ и наоборот для любого «с».

3. Алгебра ФЭИ

Очевидно, что различные ЭО связаны между собой отношением принадлежности, так как некоторая совокупность экономических объектов также является ЭО (может являться предметом сделки). Кроме того, очевидно, что близкие (почти неразличимые) по качеству и количеству ЭО будут давать почти всегда одинаковые результаты ФЭИ.

С другой стороны, результаты различных ФЭИ могут быть связаны между собой теми или иными условиями и образовывать новые сделки с более сложными условиями. По сути, основная задача теории ценообразования в том и состоит, чтобы рассчитывать результаты одних сделок, зная результаты других, связанных с ними некоторым образом.

Так как в основу построения теории нами положен измерительный подход, мы будем строить пространство экономических состояний, начиная с построения математического формализма связей между различными ФЭИ, а не ЭО. Введем бинарные операции сложения ФЭИ и умножения ФЭИ с очевидными (для сделок) свойствами.

Заметим, что результатом операции над двумя сделками является также сделка, в которой принимает решение один субъект. Поэтому знак равенства в написанных ниже тождествах означает, что ФЭИ в правой

и левой частях дают одинаковые результаты, если они будут предложены любому из возможных субъектов «с».

Суммой двух ФЭИ $[A_1B_1]$ и $[A_2B_2]$ будем считать ФЭИ (сделку) $[A_1B_1] + [A_2B_2]$, согласие на которую означает, что получено согласие хотя бы на одну из сделок $[A_1B_1]$ и $[A_2B_2]$. В противном случае (два отказа) будем считать, что на сделку $[A_1B_1] + [A_2B_2]$ получен отказ.

Очевидно, что при этом выполняются следующие соотношения, которые мы примем в качестве аксиом, определяющих свойства операции сложения ФЭИ:

- коммутативность

$$[A_1B_1] + [A_2B_2] = [A_2B_2] + [A_1B_1]$$
- транзитивность $([A_1B_1] + [A_2B_2]) + [A_3B_3] = [A_1B_1] + ([A_2B_2] + [A_3B_3])$

Если $[0]$ - сделка, от которой всегда отказываются, а $[1]$ - сделка, на которую всегда соглашаются, то:

- $[A_1B_1] + [0] = [0] + [A_1B_1] = [A_1B_1]$
- $[A_1B_1] + [B_1A_1] = [1]$ или $[A_1B_1] = [1] - [B_1A_1]$
- $[A_1B_1] + [A_1B_1] \neq [A_1B_1]$

Произведением двух ФЭИ $[A_1B_1]$ и $[A_2B_2]$ будем считать ФЭИ (сделку) $[A_1B_1] \cdot [A_2B_2]$, согласие на которую означает, что получено согласие на обе сделки $[A_1B_1]$ и $[A_2B_2]$. Отказ означает, что получен отказ хотя бы на одну из них.

Для этой операции выполняются следующие соотношения (далее аксиомы):

- коммутативность $[A_1B_1] \cdot [A_2B_2] = [A_2B_2] \cdot [A_1B_1]$
- транзитивность $([A_1B_1] \cdot [A_2B_2]) \cdot [A_3B_3] = [A_1B_1] \cdot ([A_2B_2] \cdot [A_3B_3])$
- $[A_1B_1] \cdot [1] = [1] \cdot [A_1B_1] = [A_1B_1]$
- $[A_1B_1] \cdot [B_1A_1] = [0]$
- $[A_1B_1] \cdot [A_1B_1] = [A_1B_1]^2 \neq [A_1B_1]$

Кроме того, для пары введенных операций выполняется аксиома ассоциативности:

- $([A_1B_1] + [A_2B_2]) \cdot [A_3B_3] = [A_1B_1][A_3B_3] + [A_2B_2] \cdot [A_3B_3]$

3.1. Сравнение алгебры ФЭИ с Булевой алгеброй

Отметим, что полученная алгебра ФЭИ очень напоминает Булеву алгебру, так как результат любого ФЭИ может принимать только 2 значения. Вместе с тем, существенным отличием является тот факт, что для алгебры ФЭИ произведение двух тождественных сделок (неотличимых в экономическом смысле) означает не ту же самую сделку, а сделку с удвоенным объемом. Если некий покупатель согласен свою собственность «А» (велосипед, например) обменять некоторый ЭО «В» (красный телефон), то отсюда не следует, что он согласится и на вторую такую же сделку (у него может не быть второго велосипеда и ему не нужны два одинаковых красных телефона).

Сумма двух тождественных сделок при этом также может быть и не равна единичной сделке, как было бы в Булевой алгебре. В приведенном выше примере это

означает, что покупатель согласится на две сделки (сделку удвоенного объема), но откажется от каждой из них по отдельности.

Отличие возникает потому, что в Булевой алгебре ответ на один и тот же вопрос не зависит от того, сколько раз его задали. В алгебре ФЭИ мы отказались от этого допущения и считаем, что количество положительных ответов (согласий на тождественные друг другу сделки одного и того же субъекта) может зависеть от количества этих сделок (объема совокупной сделки). Таким образом, $[A_1B_1]^n$ обозначает сделку в n раз большего объема, чем сделка $[A_1B_1]$, не эквивалентную ей в общем случае.

Заметим, что ни одна из введенных операций не позволяет рассматривать множество ФЭИ как векторное пространство. Дело в том, что ни сумма, ни произведение сделок не позволяют ввести обратный элемент, для которого выполняется тождество

$$[A_1B_1] + [B_1A_1] = [0] \text{ или } [A_1B_1] \cdot [B_1A_1] = [1]$$

В связи с этим мы далее введем понятие обобщенных экономических измерений (ОЭИ), которые являются производными от ФЭИ и позволяют построить векторное пространство состояний экономических объектов.

4. Обобщенные экономические измерения

4.1. Свойства шкалы объемов сделки

Непрерывная шкала объемов сделки может быть получена при дополнительном рассмотрении дробных «количеств» экономически неразличимых сделок. Так, например, сделкой $[AB]^{\frac{1}{2}}$ будем называть такую сделку, для которой выполняется равенство: $[AB]^{\frac{1}{2}}[AB]^{\frac{1}{2}} = [AB]$. Таким образом, любой паре ЭО «А» и «В» можно поставить в соответствие непрерывное множество однородных с ней сделок.

Координатой на этой шкале будем считать число $\tau = \log_2 n$. Если в качестве исходного ФЭО выбрать сделку $[AB]^k$, то будет получена шкала, смещенная относительно первой на $\tau = \log_2 k$. Таким образом, выбор единицы измерения объема сделки сводится к выбору начала отсчета на логарифмической шкале «количества». Сделки, принадлежащие этому множеству, будем называть однородными.

Подмножества однородных между собой сделок не пересекаются, т.к. в противном случае мы бы имели в точке пересечения сделку, для которой выполняется условие: $[AB]^k = [CD]^l$, откуда следует, что $[AB]^{k/l} = [CD]$, и что сделки $[AB]$ и $[CD]$ принадлежат одному тому же подмножеству однородных сделок.

4.2. Равноценность экономических объектов

Рассмотрим пару экономических объектов «А» и «В», для которых возможна сделка с положительным результатом (согласие обоих участников). Это означает, что существует хотя бы один потребитель «с», который считает, что $[A_c > B_c]$, и хотя бы один «d», который считает, что $[B_d > A_d]$. Если предположить, что потребительские предпочтения меняются непрерывно, то можно утверждать следующее. Существует некоторый набор потребительских предпочтений (НПП) «s» (реальный или виртуально возможный потребитель), для которого эти два объекта равноценны $[A_s = B_s]$. Вопрос о единственности такого набора мы обсудим позже.

Рассмотрим шкалу объема этой сделки. Очевидно (в силу симметрии отношения равноценности), что для потребителя «s» окажутся равноценными и объекты, обмениваемые между собой в любой из сделок этой шкалы $[AB]^n$. То есть $[nA_s = nB_s]$

Это означает, что рассматриваемому набору потребительских предпочтений «s» можно поставить в соответствие бесконечное непрерывное множество пар равноценных друг другу объектов, отличающихся только параметром n . Последний играет роль объема сделки, если исходную пару принять за единичный объем.

Для введенного отношения равноценности потребуем выполнения естественных аксиом. Будем полагать, что для любого субъекта «s»

- если $[A_s = B_s]$ и $[B_s = C_s]$, то и $[A_s = C_s]$
- если $[A_s = B_s]$, то и $[B_s = A_s]$

Тогда можно показать, что все множество экономических объектов относительно любого из субъектов экономических отношений распадается на непересекающиеся подмножества равноценных друг другу. Любая пара этих объектов позволяет построить шкалу объемов соответствующей сделки. Аксиомы отношения равноценности обеспечивают синхронизацию этих шкал.

Отметим, что отношения равноценности привязаны к фиксированному набору потребительских предпочтений «s». Поэтому для различных субъектов разбиение множества экономических объектов на подмножества равноценных между собой и оценка объемов сделки для них могут различаться (рис. 5).

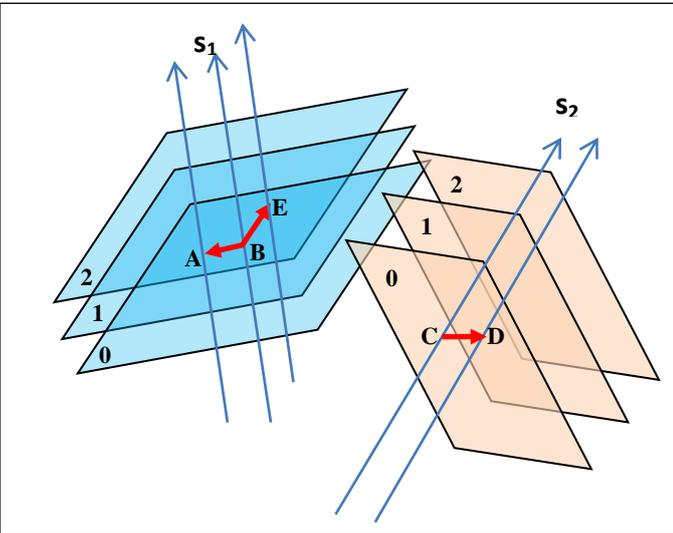


Рис.5. Каждому набору потребительских предпочтений (s_i) соответствует разбиение множества экономических объектов на не пересекающиеся подмножества объектов, равноценных для выбранного наблюдателя. Каждая пара равноценных объектов определяет ФЭИ (сделку), которая может быть использована как основа для построения шкалы объемов сделок.

4.3. Относительность оценки «количества» и «качества» экономических объектов

Из анализа свойств шкалы объема сделок следует, что все ЭО, принадлежащие одному слою (подмножеству равноценных относительно потребителя «s» объектов), характеризуются одним и тем же числом, равным объему сделки по выбранной шкале. Для разных потребителей

одному и тому же ЭО могут соответствовать разные объемы сделок (рис. 6). Поэтому мы далее будем оценивать объем того или иного ЭО, участвующего в сделке, только относительно некоторого потребителя «s» и соответствующей шкалы объемов.

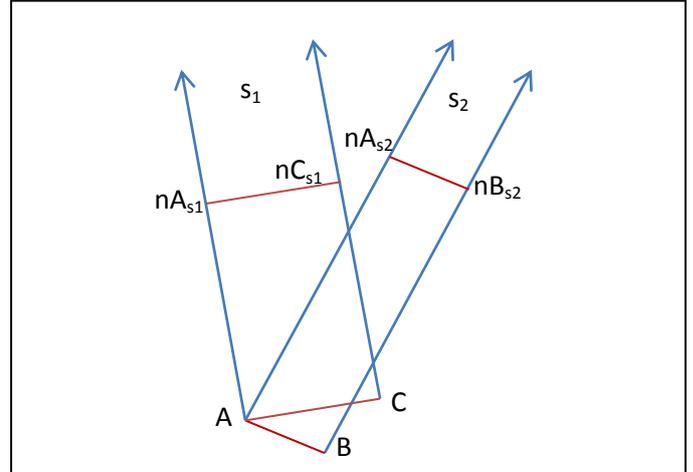


Рис.6. «Качество» n -кратного «количества» ЭО «A» зависит от того, какую из сделок, $[AB]$ или $[AC]$, принять за сделку единичного объема.

Но если с точки зрения некоторого потребителя два ЭО равноценны (им соответствует одно и то же число по его шкале объема сделок), то их отличия для этого потребителя можно характеризовать, как «качественные». Далее мы покажем, что наличие шкалы объема сделок позволяет количественно оценить эти различия.

В то же время объекты, обмениваемые в сделке $[A_s B_s]^n$ (мы будем обозначать их как nA_s и nB_s), для потребителя столько по «количеству» (объему сделки) отличаются от исходных объектов A_s и B_s , так как именно эти сделки и формируют оси шкалы количества (рис. 6).

Таким образом, любая пара объектов, для которых возможен обмен, и связанная с ними сделка $[AB]$ позволяет:

- определить потребителя «s», для которого эти объекты равноценны, тем самым задавая некоторый набор потребительских предпочтений;
- построить шкалу объемов сделок для этого потребителя на основании сделки $[AB]$;
- разбить множество экономических объектов на непересекающиеся подмножества равноценных между собой, но отличающихся по «качеству» объектов (относительно выбранного потребителя).
- для каждого объекта «A» и потребителя «s» определить подмножество одинаковых с ним по «качеству», но отличающихся по «количеству» (объему сделки) объектов « nA_s ».

Отметим, что для разных потребителей шкала объемов может оказаться различной. Поэтому в общем случае $nA_{s1} \neq nA_{s2}$. Это означает, что n -кратное «количество» объекта «A» следует воспринимать как экономически определенный (на основе результатов экономических измерений для некоторого потребителя) объем сделки, а не как его физическое количество. Именно поэтому термины «количество» и «качество» взяты нами в скобки.

4.4. Собственная шкала «количества»

Из всех возможных шкал объема сделки, в которой участвует ЭО «А», можно выделить такую шкалу, в которой экономическое «количество» этого объекта совпадает с его «физическим» количеством. При этом «физическое» количество объекта «А» оценивается некоторым внутренним механизмом, не связанным со сделками. Например, в килограммах или в штуках. Такую шкалу будем обозначать индексом «ф». Как и остальные шкалы, эта, которую мы будем называть «собственной», может быть связана с некоторым множеством кратных сделок $[A_f B^*]^n = [nA_f nB^*_{A_f}]$. Однако n-кратное количество экономического объекта «В*» - $nB^*_{A_f}$ оказывается при этом привязано к физическому количеству ЭО «А», а не к исходной сделке. Преимущества собственной шкалы перед остальными, связанными с «А», состоит в том, что она определяется внутренними свойствами ЭО «А», вне связи с другими экономическими объектами.

5. Пространство состояний экономических объектов

5.1. Краткий анализ свойств полученной математической структуры

Описанная выше (в разделах 1-3) структура множества экономических объектов, получена на основании анализа свойств ФЭИ и их результатов для различных потребителей. Она позволяет некоторым образом упорядочить экономические объекты. Однако этого упорядочения явно не достаточно для решения основной задачи ценообразования, сформулированной выше. Нашей дальнейшей целью является:

- построение векторного пространства состояний ЭО на **основе обобщенных экономических измерений (ОЭИ)**,
- введение в нем систем отсчета, связанных с тем или иным потребителем,
- определение способов измерения координат «количества» и «качества» товара в этом пространстве в выбранной системе отсчета,
- вывод законов преобразования координат из одной системы отсчета в другую.

В результате мы получим математический аппарат, для расчета цен, которые тот или иной потребитель считает справедливыми и который позволяет предсказать его выбор в той или иной сделке. Свойства потребителя при этом могут быть заданы результатами дополнительных измерений. Эта задача с математической точки зрения эквивалентна задаче расчета координат той или иной точки относительно выбранной системы координат, если известно ее положение относительно другой системы координат в геометрическом пространстве. Фактически, мы сможем получить геометрию пространства экономических состояний. А с учетом выделенного характера оси «количества», которое в определенном смысле играет роль экономического времени, ее можно считать «экономической кинематикой».

Строгое и последовательное выполнение этой программы требует детального анализа в первую очередь ОЭИ. Ранее [2-4] мы уже подробно анализировали логику перехода от ФЭИ к ОЭИ. При этом было показано, что каждое такое измерение может быть корректно описано только в рамках квантово-механического формализма. Отметим, что к аналогичным результатам при

рассмотрении обобщенных измерений в физике приходит и Швингер [5]. Но если он постулирует их свойства, то при рассмотрении обобщенных измерений в экономике явление суперпозиции альтернатив возникает как естественное их объединение в сознании субъекта при принятии им решения о сделке. Отличие суперпозиции альтернатив от их смеси возникает за счет того, что в ситуации «отложенного выбора» сохраняется равноправная для каждой альтернативы возможность быть реализованной, в то время как в случае их смеси речь идет лишь о неполной информации.

Программа строгого математического построения пространства состояний на основе ФЭИ и корректного перехода к ОЭИ требует отдельного исследования и выходит за рамки данной публикации. Этим вопросам будут посвящены наши последующие работы. Тем не менее, уже сейчас мы можем «угадать» классический предел такого пространства и проверить соответствие его свойств естественным требованиям.

5.2. Классический предел обобщенных экономических измерений (ОЭИ)

По выражению Н. Бора в основе любых измерений лежит сравнение с эталоном. То есть, фундаментальное измерение, результатом которого может быть один из двух ответов («да» или «нет»). Не смотря на это, как в физике, так и в других точных науках оперируют не с фундаментальными измерениями, а с вторичными измеряемыми параметрами, такими как длина, время и т.п. Мы будем называть такие измерения обобщенными, имея в виду их глубокую взаимосвязь с теорией обобщенных измерений Швингера [5].

В приложении к экономике это означает, что ОЭИ представляет собой некоторую комбинацию ФЭИ, образованную из них с помощью операций алгебры измерений, введенных выше. Примером ОЭИ может служить, например, аукцион.

Далее мы рассмотрим ОЭИ двух типов: «идеальная продажа» и «идеальная покупка»:

- **«Идеальная продажа»** предполагает, что продавец является монополистом и потому продает свою собственность по максимальной цене, на которую соглашаются покупатели.
- **«Идеальная покупка»** предполагает, что покупатель является монополистом, и покупает товар по минимальной цене, которую предлагают продавцы.

При этом под ценой некоторого ЭО «А₀» относительно ЭО «В» мы будем понимать количество «В», на которое он может быть обменян. Таким образом, любому ЭО «А» введенное нами ОЭИ ставит в соответствие максимальную и минимальную цены по шкале, связанной с множеством однородных (различающихся только по количеству) объектов «В». Эти два значения количества «В» соответствуют ОЭИ «Идеальная продажа» и «Идеальная покупка» для ЭО «А».

Эти обобщенные измерения объединяют результаты бесконечного множества однородных фундаментальных измерений (сделок по обмену разного количества товаров). Их результатом является уже не согласие или отказ, а число, которое характеризует все множество полученных ответов. Отметим, что для получения этого числа необходимо построить шкалу количества товара

«В» с помощью некоторого набора потребительских предпочтений. Поэтому в процедуре ОЭИ должен присутствовать еще и третий ЭО «С», который используется для построения шкалы «количества» «В» по описанному выше алгоритму.

В результате оказывается, что для каждой пары ЭО «А» и «В» существует некоторый интервал количества ЭО «В», на который согласны обменять «А» различные потребители. Он характеризуется своими граничными значениями: τ_{Bmin} и τ_{Bmax} . Этот результат ОЭИ можно условно записать как неравенство: $[B_{min} \leq A \leq B_{max}]$.

Заметим, что эти граничные значения уже не зависят от выбора наблюдателя (потребителя, который оценивает объекты). Это связано с тем, что при их определении (в условиях сделок «идеальной покупки» и «идеальной продажи») опрашивают всех возможных потребителей со всевозможными наборами потребительских предпочтений. Таким образом, полученные характеристики, в отличие от отношения равноценности, являются абсолютными.

Тем не менее, в задаче ценообразования требуется определять не их, а субъективные отношения равноценности выбранного потребителя. Именно эти отношения и дают возможность предсказать его выбор в той или иной сделке.

В связи с этим результатом введем два числа, которые будут характеризовать положение ЭО «А» относительно шкалы ЭО «В» в пространстве экономических состояний:

- число $\tau_{A/B} = \frac{\tau_{Bmin} + \tau_{Bmax}}{2}$ будем называть объемом сделки («количеством») ЭО «В», равноценным ЭО «А»
- число $l_{A/B} = \frac{\tau_{Bmin} - \tau_{Bmax}}{2}$ будем называть расстоянием (различием по «качеству») от ЭО «А» до равноценного ему объема сделки ЭО «В»

Рисунок 7 иллюстрирует введенные параметры и объясняет выбранные для них названия. Равноценное с «А» количество «В» имеет прозрачный экономический смысл. Это среднее геометрическое (с учетом логарифмической шкалы) между максимальной и минимальной ценой «А» по шкале «В». Из рисунка видно, что чем больше расстояние от точки «А» до оси «В», тем больше разница между расстоянием между τ_{max} и τ_{min} . Поэтому это расстояние можно определить, как указано выше. С другой стороны, из общих экономических соображений можно заключить, что чем меньше отличаются потребительские свойства двух товаров, тем меньше будут и различаться цены, которые дают за них различные потребители. Таким образом,

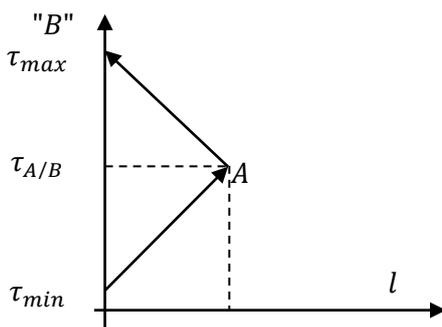


Рис.7. Качественные различия между равноценными количествами ЭО «А» и «В» тем больше, чем больше отличаются оценки равноценных количеств этих объектов, данные различными потребителями.

геометрическая интерпретация расстояния и экономическая интерпретация качественных отличий совпадают и соответствуют приведенной выше формуле.

Принципиально важным фактором является то, что данное выше определение равноценности и расстояний самосогласованно для трех объектов, минимально необходимых для проведения ОЭИ. Отметим сначала, что если $\tau(B_2)$ – логарифм максимальной цены (в единицах В), которую дают за объект «С», а $\tau(A_4)$ – логарифм максимальной цены (в единицах А), которую дают за объект «В₂», то $\tau(A_4)$ – логарифм максимальной цены, которую можно получить за «С» (рис. 8). Для минимальных цен справедливо аналогичное утверждение. Тогда

$$\tau(C_0) = \tau(B_0) = \frac{\tau(B_1) + \tau(B_2)}{2} =$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{\tau(A_1) + \tau(A_2)}{2} + \frac{\tau(A_3) + \tau(A_4)}{2} \right) = \frac{\tau(A_1) + \tau(A_4)}{2} = \tau(A_0)$$

при условии, что $\tau(A_4) - \tau(A_3) = \tau(A_2) - \tau(A_1)$. Но это условие означает, что расстояние между равноценными количествами объектов А и В, определенное как

$$l_{A/B} = \frac{\tau_{Bmin} - \tau_{Bmax}}{2},$$

не зависит от самих этих количеств, и что соответствующие шкалы могут быть построены на основе любой из трех пар ФЭИ $[A_0B_0]$, $[A_0C_0]$, $[B_0C_0]$. Полученные при этом оси «количества» в РПЭС оказываются параллельны друг другу (как показано на рисунке 8).

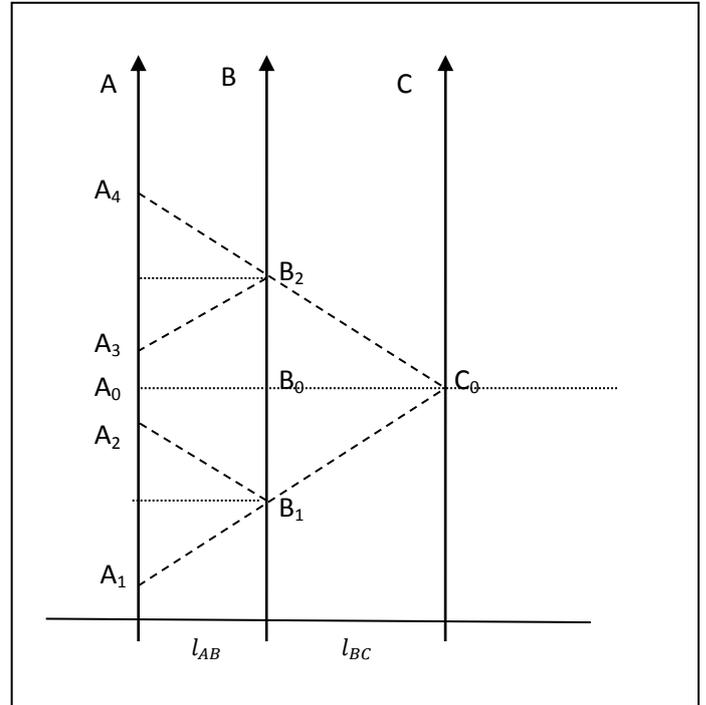


Рис.8. Самосогласованность определения равноценности для различных шкал, соответствующих одному и тому же вектору потребительских предпочтений

5.3. Векторное пространство состояний ЭО и системы отсчета в нем

Таким образом, результаты введенных нами ОЭТ: «идеальная продажа» и «идеальная покупка» позволяют не противоречивым образом арифметизовать множество

ЭО (здать способ определения их координат в выбранной системе отсчета). Рассматривая набор координат, как вектор и вводя обычные для векторного пространства процедуры сложения и умножения на скаляр, можно построить векторное пространство состояний ЭО. В общем случае оно является многомерным с выделенной осью «количества» в каждой из систем отсчета.

Проводя сравнение векторного пространства состояний с множеством ФЭИ, отметим два отличия:

- Каждой сделке (паре обмениваемых ЭО) соответствует некоторый вектор пространства состояний, но одному и тому же вектору может соответствовать множество различных сделок. Равенства их проекций на оси координат еще не достаточно для того, чтобы они были экономически неразличимы.
- Процедура сложения векторов пространства состояний отличается от процедуры сложения сделок, рассмотренной выше.

Рисунок 8 иллюстрирует двумерное пространство состояний ЭО (одна ось «количества» и одна ось «качества»). Для задания в нем системы отсчета достаточно задать пару ЭО и связанную с ними сделку (на рисунке это сделка $[A_0B_0]$). Кратные сделки $[A_0B_0]^n$ образуют ось «количества» или объема сделки, а множество равноценных друг другу и объектам A_0 и B_0 ЭО – ось «качества». Любой из объектов, A_0 или B_0 , может быть принят за начало отсчета, а расстояние между этими равноценными (в выбранной СО) объектами – за масштаб измерения расстояний.

Заметим также, что множество СО, отличающихся только началом отсчета и масштабом, соответствуют одному и тому же набору потребительских предпочтений. Поэтому последний можно считать вектором, по направлению совпадающим с направлением шкалы «количества».

Для завершения построения геометрии и кинематики в пространстве состояний ЭО необходимо, прежде всего, получить законы преобразования координат из одной СО в другую. В целях сокращения объема этой публикации, мы опускаем выкладки, проведенные нами на основе записанных аксиом и данных выше определений. Отметим, что с математической точки зрения они эквивалентны аналогичному выводу в физике преобразований Лоренца. Поэтому далее мы воспользуемся очевидными аналогиями с релятивистским физическим пространством, и будем обозначать пространство состояний экономических объектов как РПЭС (релятивистское пространство экономических состояний).

6. Аналогии между физическим релятивистским пространством и РПЭС

Наиболее веским основанием для привлечения физико-экономических аналогий к дальнейшему анализу является сходство способов измерения количественных и качественных отличий между двумя ЭО с измерениями временных интервалов и расстояний между двумя событиями в физическом пространстве. При этом последние можно переформулировать так, чтобы обойтись без светового сигнала (как первоначально было предложено А. Эйнштейном).

Так, например, если событие «А» является посылкой светового сигнала, а событие «В» – его получением, то можно сказать, что существует наблюдатель, для которого интервал времени между этими событиями минимален и стремится к 0 (при увеличении скорости наблюдателя). То есть, события «А» и «В» для него почти одновременны. При этом если событие «В» привязано к состоянию некоторого физического объекта (детектора), то оно является самым поздним из всех событий, которые могут оказаться одновременными с событием «А». И наоборот, событие «А», привязанное к источнику излучения, оказывается самым ранним из событий, которые могут для какого-то из наблюдателей оказаться одновременными с событием «В». Такие формулировки полностью соответствуют данным выше экономическим определениям «идеальной покупки» и «идеальной продажи». Кроме того, принцип относительности (отсутствие выделенной в пространстве инерциальной СО) может быть практически без изменений переформулирован в экономическом контексте:

- ❖ *Законы преобразования количественных и качественных характеристик экономических объектов (координат) не должны зависеть от потребительских предпочтений субъекта*

Систематизируя эти и другие аналогии, построим таблицу соответствия физических и экономических терминов в рассматриваемых пространствах.

Таблица 1. Соответствие объектов релятивистского физического пространства объектам РПЭС

Физика	Экономика
Событие	Экономический объект (ЭО)
Промежуток времени между событиями	Различия в «количестве» ЭО (логарифм отношения объемов однородных сделок, в которых участвуют ЭО)
Расстояние между событиями	Различия в «качестве» ЭО, оцениваемое по ширине диапазона предлагаемых пропорций обмена этих ЭО.
Одновременность 2 событий	Равноценность 2 ЭО относительно некоторого потребителя
Время некоторого события по часам, связанным с некоторой СО.	Цена одного ЭО в единицах другого ЭО, оцененного по связанной с ним сделке.
Траектория материальной точки в выбранной системе отсчета	Зависимость координаты «качества» товаров от количества этого товара, обмениваемого в одной сделке (объема сделки)
Инерциальная система отсчета	Набор потребительских предпочтений (и связанный с ними потребитель)
Пространственно-подобные события	ЭО, которые могут быть равноценными хотя бы для одного из потребителей и не могут оказаться неразличимыми по качеству ни для кого из них
Временно-подобные события	ЭО, которые не могут быть равноценными ни для какого потребителя, но являются неразличимыми по качеству по крайней мере для одного из них
Собственная СО	СО, построенная на собственной (физической) шкале объема сделки

6.1. Нерелятивистский предел пространства экономических состояний

Рассмотрим, как и в физике, нерелятивистский предел полученного пространства и покажем, что он может служить идеализированной моделью теории ценообразования. В физике такой переход осуществляется виртуальным увеличением скорости света до бесконечности. В нашей модели понятие световых сигналов не используется, но эквивалентный эффект возникает за счет того, что для различных потребителей возможны различные оценки ценности того или иного ЭО. И эти оценки заполняют непрерывно некоторый интервал между $\tau(A_{min})$ и $\tau(A_{max})$. Очевидно, что при увеличении скорости света этот интервал сужается и в пределе обращается в 0. Понятие одновременности становится абсолютным, а относительность касается лишь выбора инерциальной системы отсчета, которую принимают за неподвижную. Закон преобразования из одной системы отсчета в другую описывается при этом преобразованиями Галилея. Сравнение нерелятивистского и релятивистского соотношения вторичных измеряемых параметров показано на рис. 9.

В физике переход к нерелятивистскому пределу уже не позволяет использовать световой сигнал для измерения расстояний. Вместо этого используют «абсолютно жесткую линейку». В экономическом пространстве нет простого аналога такого способа измерения. Поэтому остается неясным, как измерять различие по качеству между двумя равноценными объектами в нерелятивистском пределе.

Более существенным недостатком нерелятивистского предела экономического пространства является тот факт, что в нем понятие равноценности абсолютно. То есть, все потребители имеют абсолютно одинаковое мнение о ценности тех или иных экономических объектов. Это полностью исключает какую-либо выгоду при сделках и лишает экономику ее первичного смысла (взаимная выгода сделок).

Таким образом, адекватное рассмотрение экономических отношений, в отличие от физики, возможно только в релятивистском пространстве состояний.

7. Математический аппарат кинематики в РПЭС

7.1. Законы преобразования координат и скоростей

Для практического использования кинематики РПЭС необходимо, прежде всего, вывести законы преобразования координат (результатов обобщенных измерений), полученных в одной СО, в другую. В

экономическом контексте это означает, что если нам известна ценность ЭО по шкале некоторого потребителя «S₁» (связанного с заданным НПП), и экономический эквивалент его скорости относительно другого потребителя «S₂», то мы можем рассчитать ценность ЭО по шкале потребителя «S₂».

Мы не будем приводить вывод этих соотношений по той причине, что они полностью совпадают с законами преобразования координат в релятивистском физическом пространстве (преобразования Лоренца). Причина такого совпадения заключается в математической эквивалентности определения обобщенных экономических измерений и механизма измерения пространственно-временных координат с помощью светового сигнала в физическом пространстве. И хотя такое совпадение может показаться «подгонкой» под уже существующий формализм, мы утверждаем, что как первичные аксиомы экономических измерений, так и выводы из них могут быть получены на основании естественных (очевидных) свойств ФЭИ, вне всякой связи с их физическими аналогами. А только лишь на основе методологии информационного подхода.

Поэтому далее мы приведем эти соотношения в их стандартном виде (полагая при этом $c = 1$), но сделаем акцент на их экономической интерпретации.

$$\begin{cases} x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - v^2}} \\ t = \frac{t' + vx'}{\sqrt{1 - v^2}} \end{cases} \quad (1)$$

Используемые в этих преобразованиях координаты и скорости являются вторичными результатами измерений. Переходя к первичным, получаем соответственно:

$$\begin{cases} \tau_{max} = \tau_{max}' \sqrt{\frac{1+v}{1-v}} \\ \tau_{min} = \tau_{min}' \sqrt{\frac{1-v}{1+v}} \end{cases} \quad (2)$$

Заметим, что как (1), так и (2) относятся к измерениям в синхронизированных СО, в которых точки начала отсчета совпадают. В частности, если $\tau = 0$, то и $\tau' = 0$.

При этом остается не определенным через первичные результаты ОЭИ понятие скорости. Его мы обсудим в следующем подразделе. Отметим, что при замене направления (знака) скорости в формуле (2) τ_{max} и τ_{min} симметрично меняются местами. Это соответствует замене направления шкалы количества (аналог обращения хода времени в физике), что и следовало ожидать.

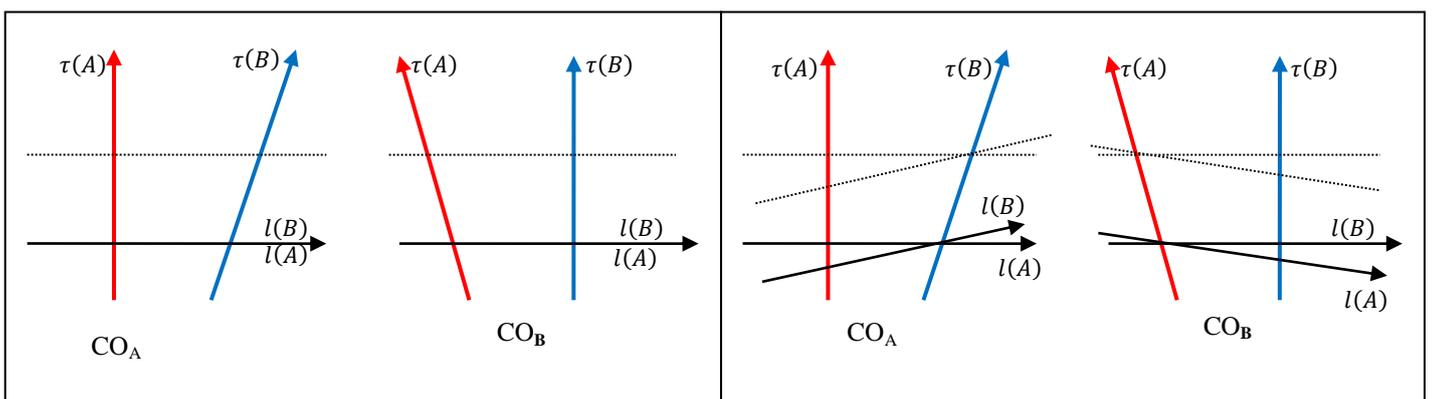


Рисунок 9. В нерелятивистском пространстве (а) относительны только пространственные координаты и скорости. Отношения равноценности (аналог физического времени) и качественных различий (аналог физического расстояния) абсолютны. В релятивистском пространстве (б) эти параметры движения относительны.

7.2. Аналог скорости в РПЭС

Принципиальные отличия РПЭС от его нерелятивистского аналога возникают за счет изменения законов преобразования скоростей. Поэтому понятие скорости является фундаментальным, и мы в этом подразделе обсудим его экономический смысл. Прежде всего, отметим, что как в физике, так и в экономике имеет смысл говорить лишь об относительных скоростях. Они могут быть выражены через первичные результаты измерений. Подставляя выражения для экономических аналогов расстояния и промежутка времени между двумя событиями, получим:

$$v_{AB} = \frac{dl_{AB}}{d\tau_{AB}} = \frac{d(\tau_{max} - \tau_{min})}{d(\tau_{max} + \tau_{min})} = \frac{k-1}{k+1} \quad (3)$$

$$\text{где } k = \frac{d\tau_{max}}{d\tau_{min}} = \frac{1+v}{1-v}$$

Аналогичная формула получена и в физике [6]:

$$v_{AB} = \frac{k_f^2 - 1}{k_f^2 + 1}$$

Если «A₀» - минимальное количество ЭО «А», на которое можно обменять «B₀», то в свою очередь «B₀» - максимальное количество ЭО «В», на которое можно обменять «A₀». Отсюда, проведя несложные выкладки, можно получить следующее простое соотношение для коэффициентов k : $k_{AB} \cdot k_{BC} = k_{AC}$. А из него, с учетом (3), и релятивистский закон преобразования скоростей.

Заметим, что расстояние (различия по качеству) между объектом «В» и равноценным ему объектом «А» полностью определяются отношением максимальной и минимальной цен обмена «В» на «А» (в единицах естественной шкалы «А»). Будем называть его относительным интервалом цен (ОИЦ). Поэтому и относительная скорость этих объектов в РПЭС полностью определяется зависимостью ОИЦ от средней цены. Если перейти от логарифмов цен к самим относительным ценам S , то для k получим выражение:

$$k = \frac{d\tau_{max}}{d\tau_{min}} = \frac{dS_{max}/S_{max}}{dS_{min}/S_{min}}$$

Из него следует, что для относительной неподвижности двух ЭО должно выполняться условие:

$$\frac{S_{max}}{S_{min}} = const \quad (S = \sqrt{S_{max}S_{min}})$$

Напротив, любое изменение ОИЦ при изменении объема сделки говорит о том, что качественные различия между объектами изменились (зависят от объема сделки). В этом и заключается экономический смысл скорости в РПЭС. Любое изменение этой скорости можно связать с некоторой силой, действующей на ЭО в выбранной системе отсчета.

7.3. Экономический интервал в РПЭС

Заметим, что в СТО утверждение об относительности результатов измерений в различных СО не конструктивно. Оно лишь «запрещает» абсолютность вычисляемых физических параметров (одновременность событий, длина отрезка, промежутки времени между событиями и т.п.). При этом сами события (как произошедший факт) остаются абсолютными. В разрабатываемой нами экономической концепции роль таких фактов играют

результаты фундаментальных экономических измерений. Если некоторый потребитель соглашается на сделку, то его согласие абсолютно и признается фактом всеми иными потребителями. Но вот оценка этого факта может быть различной. Некоторые потребители будут полагать, что он «продешевил».

Именно требования инвариантности (независимости от выбора наблюдателя) положены в основу математического аппарата теории. В физике это постулат об инвариантности скорости света, а в нашей модели – постулат об инвариантности максимального или минимального количества ЭО «А», на который может быть обменено фиксированное количество ЭО «В».

С формальной точки зрения можно было бы ограничиться именно этими, инвариантными результатами экономических измерений. Однако наглядный образ пространства-времени и связанной с ними траектории «движения» возникает при переходе к результатам обобщенных (вычисляемых) измерений. Поэтому, подставляя в преобразования Лоренца выражения пространственных и временных относительных координат ЭО через его абсолютные результаты измерений, мы можем получить инвариантную величину (интервал). Обратные выкладки также не представляют труда и позволяют определить диапазон доступных цен на тот или иной ЭО относительно произвольного потребителя.

Таким образом, мы можем вычислять экономический аналог интервала между двумя ЭО «А» и «В» на основании ОЭИ, по формуле

$$(\delta s_{AB})^2 = (\tau_A - \tau_B)^2 - (l_A - l_B)^2 \quad (4)$$

где τ_A , τ_B , l_A , l_B – соответственно объемные и качественные координаты ЭО «А» и «В» относительно любого из потребителей. Подставляя выражения этих координат через результаты первичных измерений, получим:

$$(\delta s_{AB})^2 = (\tau_{Amin} - \tau_{Bmin})(\tau_{Amax} - \tau_{Bmax}) \quad (5)$$

Для большей наглядности полученной формулы можно перейти от логарифмической шкалы (τ) объема сделки к обычной (C). Тогда получим:

$$\delta s_{AB} = \sqrt{\log_2 \frac{C_{Amin}}{C_{Bmin}} \log_2 \frac{C_{Amax}}{C_{Bmax}}} \quad (6)$$

Можно также дать словесное определение

экономического интервала, как среднего геометрического логарифмов отношений минимальных и максимальных цен двух экономических объектов.

Его значение, в отличие от самих цен, не зависит от того, по какой шкале мы их измеряем.

Заметим, что на практике почти всегда для оценки количества того или иного товара используют его физическую шкалу. То есть, измеряют объем сделки в физических величинах (кг, м², шт.). Поэтому потребитель связывает шкалу ценностей с физической (собственной шкалой) того или иного ЭО. Как мы уже замечали выше, такая шкала может не соответствовать инерциальной системе отсчета, в то время как преобразования Лоренца получены для инерциальных систем. Поэтому следует ожидать, что рассчитанный по формуле (3) интервал будет сохраняться только для участков мировой линии ЭО, которые близки к инерциальным.

Мы утверждаем, что и в РПЭС величина δs_{AB} экономического интервала между двумя ЭО является инвариантной для различных потребителей. Таким образом, в РПЭС нам пришлось отказаться не только от возможности узнать справедливую (истинную) цену того или иного товара, но и от самого факта существования такой цены. Вместо этого мы получили некий инвариант, который уже не зависит от предпочтений потребителя и является абсолютной количественной характеристикой отличия двух ЭО, который позволяет предсказать результаты относительной цены этих двух объектов любым из потребителей с заданными свойствами.

7.4. Анализ возможностей экспериментального наблюдения релятивистских свойств ЭО в РПЭС

Прежде всего, отметим, что в физике большинство релятивистских эффектов наблюдаемо только при сверхточных измерениях, или при больших (околосветовых) относительных скоростях. Как было показано выше, основным критерием относительного движения ЭО в РПЭС является зависимость пропорций обмена двух ценностей от объема сделки.

Заметим, что в нерелятивистском приближении (рис.9а) отношение равноценности абсолютно. А это означает, что даже в случае относительного движения двух ЭО их шкалы ценностей (собственные экономические часы) синхронизированы, и пропорции их обмена не могут зависеть от объема сделки. Кроме того, в этом случае должны совпадать максимальные и минимальные цены, а измерение качественных отличий двух ЭО требует использования классического инструмента (аналога жесткого метра в физике).

Поэтому все экономические системы, в которых пропорции обмена зависят от объема сделок, являются релятивистскими и могут быть описаны только с учетом релятивистских эффектов. Также следует отметить, что при этом должно возникать различие в оценке собственниками равноценных пропорций обмена ЭО, движущихся друга относительно друга.

С другой стороны, следует отметить, что оба эти эффекта являются в большинстве экономических систем очень слабыми. Так, например, зависимость курсов обмена валют от объемов сделки настолько слабая, что ее обычно не указывают в биржевых сводках. Что касается второго эффекта (субъективности оценки), то такие данные в большинстве случаев являются конфиденциальными и не могут быть использованы напрямую.

Отсюда можно сделать вывод о том, что в реальной экономике, как и в земной механике, мы часто имеем дело с очень малыми скоростями относительного движения. Предположим, например, что для увеличения качественного отличия (экономического «расстояния») между двумя ЭО в 2 раза необходимо увеличить объем сделки (промежуток экономического «времени») в тысячу раз. В этом случае относительная скорость составит около $\frac{\log_2 2}{\log_2 1000} = 0.1$. Релятивистские поправки к ожидаемому результату (сохранение пропорций обмена) при этом не превысят $[1 - \sqrt{1 - (0.1)^2} \approx 0.005]$.

Поэтому нам пока не удалось найти убедительные количественные подтверждения релятивистскому характеру относительного движения ЭО в РПЭС. Тем не

менее, далее мы опишем некоторые качественные экономические эффекты, которые, как следует из вышеизложенного, могут возникнуть только при наличии релятивизма. Рассчитывая значение интервала между двумя состояниями экономических объектов, мы получаем возможность экспериментальной проверки предложенной теории. Заметим, что в случае, когда мы имеем дело с собственными шкалами двух ЭО, формулы 3 и 4 упрощаются. Так, например, в случае обмена двух валют (которые также могут иметь различную ценность для различных потребителей и потому не являются «идеальными деньгами») получим соотношение:

$$(\tau_{Bmax} - \tau_B)(\tau_{Bmin} - \tau_B) = (\tau_A - \tau_{Amax})(\tau_A - \tau_{Amin})$$

С учетом логарифмической шкалы для измеряемых цен (иллюстративный, виртуальный пример на рис. 10) соответственно получим:

$$\ln \frac{0.710}{0.705} \cdot \ln \frac{0.702}{0.705} \cong \ln \frac{1.007}{1.001} \cdot \ln \frac{0.996}{1.001}$$

Так как максимальные и минимальные цены отличаются мало, можем использовать линейную аппроксимацию логарифма и получить:

$$\frac{0.005 \cdot 0.003}{(0.705)^2} \cong \frac{0.006 \cdot 0.005}{(1.001)^2}$$

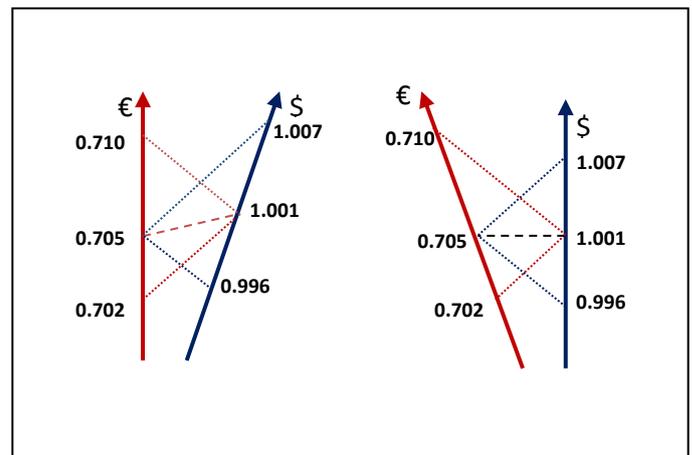


Рис.10. Иллюстрация инвариантности экономического интервала относительно выбора инерциальной СО

Как и в физике, знак вычисленного экономического интервала между двумя различными ЭО позволяет однозначно отнести эту пару к «качественно-подобным» (пространственно-подобным в СТО) или «количественно-подобным» (временно-подобным в СТО).

В первом случае мы можем утверждать, что существует, по крайней мере, один набор потребительских предпочтений, относительно которого эти объекты равноценны. Но не существует ни одного потребителя, относительно которого они одинаковы по качеству.

Во втором случае наоборот, существует, по крайней мере, один набор потребительских предпочтений, относительно которого эти объекты одинаковы по качеству. Но не существует ни одного потребителя, относительно которого они равноценны.

Заметим, что реальные курсы обмена валют очень слабо зависят от объема сделок, а максимальная цена покупки и минимальная цена продажи той или иной валюты измеряется с большой погрешностью. Поэтому приведенные выше числа являются лишь иллюстрацией

возможной в принципе ситуации на рынке. На реальных данных о курсах валют проверка инвариантности интервала представляется технически очень не простой. И все же мы полагаем, что в РПЭС релятивистские эффекты будут проявляться намного чаще, чем в физике, в связи с тем, что именно различия в оценке равноценности (существенный релятивизм системы) и являются побудительной причиной для заключения взаимовыгодных сделок.

Кроме чисто практических применений, введенный нами экономический инвариант позволяет записать основные уравнения «движения» ЭО в РПЭС в инвариантной относительно потребителя форме и тем самым заложить основы для построения экономической динамики. Далее мы кратко опишем эти этапы в соответствии со схемой 1. Но прежде приведем примеры некоторых релятивистских экономических эффектов, для интерпретации которых требуется рассмотрение ЭО как точек в РПЭС.

7.4.1. Замедление времени в движущейся СО (парадокс «близнецов») в РПЭС

Как известно, при относительном движении двух наблюдателей в физике, каждому из них кажется, что часы другого отстают. Наиболее ярко этот эффект проявляется в том случае, когда один из них движется с ускорением (туда и обратно) относительно другого. Тогда часы «движущегося близнеца» отстанут от часов неподвижного (инерциального).

Наблюдение аналогичного эффекта в РПЭС требует рассмотрения двух ЭО, качественные различия между которыми на некоторых участках шкалы «объема сделки» остаются одинаковыми (рис. 11).

На этих участках «экономические часы» для обоих ЭО идут с одинаковой скоростью. Это означает, что приращения на логарифмических шкалах относительной цены одинаковы. А отношения самих цен (пропорции обмена) при этом не зависят от объема сделки. Это условие гарантирует сохранение оценок равноценных количеств для обоих собственников этих ЭО и соответствует одинаковым скоростям движения этих ЭО в выбранной системе отсчета. Кроме того, должно сохраняться при изменении объема сделки и

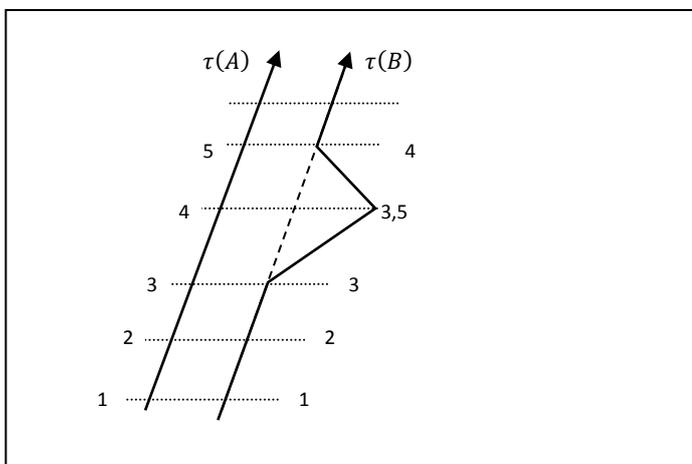


Рис.11. Экономический аналог «парадокса близнецов» проявляется в изменении пропорций обмена (отставании экономических «часов») для экономического объекта, движение которого не инерциальное

экономическое расстояние между равноценными количествами этих объектов, вычисленное как логарифм отношения максимальной и минимальной цен. Можно сказать, что на этих участках ЭО движутся с одинаковой скоростью, или, что они неподвижны друг относительно друга.

Если же на некотором участке шкалы в силу внешних причин эти пропорции сначала увеличиваются, а потом уменьшаются (или наоборот), то мы можем говорить об относительном движении этих ЭО «туда и обратно».

Из преобразований Лоренца следует, что что после такого участка относительного движения качественные различия между «близнецами» (логарифм отношения минимальной и максимальной цен) возвращаются к исходному значению и далее не меняются, но сохраняющиеся далее пропорции обмена становятся другими (экономические «часы» одного из ЭО отстают).

7.4.2. Релятивистский эффект Доплера в РПЭС

Отличие релятивистского эффекта от его классического приближения проявляется в том, что в релятивистском случае отношение частот посылаемого и принимаемого отраженного сигналов определяется только лишь относительными скоростями двух ЭО и не зависит от их скорости относительно «среды», как в классическом случае. Для экспериментальной проверки этого соотношения требуется провести экономический аналог опыта Майкельсона–Морли, в котором и будет показано отсутствие скорости СО относительно гипотетической среды - «экономического эфира». При этом, как и в оригинальном опыте, основной проблемой является обеспечение постоянства расстояния между «экономическими зеркалами» независимым способом. Обсуждению такой возможности и некоторым схемам проведения этого эксперимента в экономике будет посвящена отдельная публикация.

8. Возможные механизмы взаимосвязи РПЭС и физического пространства-времени

До сих пор мы говорили только лишь о формальной математической аналогии построенного пространства и физического релятивистского пространства-времени. Различные точки в РПЭС никак не были связаны ни с моментом сделки, ни с расстоянием между продавцом и покупателем. В связи с этим возникает принципиально иная трактовка кинематики и динамики экономических систем в построенном нами пространстве. Так, например, вся бесконечная траектория (мировая линия) того или иного ЭО может соответствовать одному и тому же физическому моменту времени, так как она описывает лишь зависимость цены сделки от ее объема. С другой стороны, находящиеся в противоположных точках Земли ЭО (компьютерные программы, например) могут обладать близкими по своим потребительским качествам свойствами и занимать в РПЭС близкие точки.

В целом можно утверждать, что ни физическое время, ни физическое пространство непосредственно не связаны с координатами ЭО в РПЭС. Однако между ними существует глубокая метафизическая связь за счет того, что фундаментальные измерения в физике (сравнение с эталоном, как утверждал Бор [7]) обладают свойствами, аналогичными свойствам сделок в экономической теории. Наиболее близко к построению физической теории на

основе фундаментальных измерений (бинарных отношений как аналогов обобщенных сделок) подошли, как нам кажется, сторонники реляционного подхода, например, Владимирова [8]. Однако первой, наиболее плодотворной попыткой такого построения можно считать, как нам кажется, теорию обобщенных измерений Швингера[5].

Тем не менее, в некоторых из экономических систем объемы сделок оказываются связанными с физическим временем за счет не экономических, а технологических свойств. Равно как и отличия по шкале экономического качества оказываются связанными с физическим расстоянием между объектами. Такие примеры, которые мы приведем далее, позволяют наглядно иллюстрировать релятивистские эффекты в рассматриваемых экономических системах. Однако они являются скорее исключением, чем правилом и не дают оснований трактовать «экономическое» пространство-время, как частный случай физического, или наоборот.

8.1. Модель «перевозок»

Рассмотрим некоторый ЭО, например, хлеб. При этом будем полагать, что существует несколько его производителей, расположенных в различных точках физического пространства. Более того, мы можем рассмотреть в качестве производителей хлеба и передвижные пекарни. Также для простоты предположим, что все производители выпекают неразличимые по своим физическим свойствам батоны хлеба.

В этой ситуации очевидно, что покупатель хлеба предпочтет тот из них, который производится ближе, так как для его доставки потребуется меньше затрат трудовых и материальных ресурсов. Естественно также предположить, что стоимость дополнительных затрат на перевозку окажется пропорциональна количеству перевозимого хлеба и физическому расстоянию между покупателем и продавцом. Запишем эти допущения как:

$S_{B/A} = S_A + k \cdot l_{AB}$, где S_A - стоимость (в условных единицах) одной буханки хлеба в пункте A , k - стоимость перевозки одной буханки хлеба на 1 км, l_{AB} - расстояние в км между пунктами A и B , $S_{B/A}$ - стоимость одной буханки хлеба, произведенного в A , для потребителя, находящегося в B .

Для снижения суммарных затрат перевозчик может расходовать ресурсы более оптимально. Для этого он должен закупать их не в начале пути, а по мере необходимости, обменивая при этом часть перевозимого хлеба. Тогда для малого участка пути длины dx можно записать: $S(x)dn = k \cdot n(x) \cdot dx$, где $S(x)dn$ - вырученные от продажи части хлеба средства, $n(x)$ - количество хлеба, оставшееся после продажи. Откуда следует: $\frac{d}{dx} \ln n = \frac{k}{S(x)}$. Сделаем еще одно допущение о том, что все потребители и все точки на карте, в которых они находятся, равноправны. Это означает, что стоимость буханки хлеба, находящейся в той же точке, что и потребитель, будет одинакова для всех точек. Обозначим ее S_0 . Интегрируя последнее выражение по всему пути, получим:

$$\ln \frac{n_B}{n_A} = \frac{k}{S_0} l_{AB} \quad (7)$$

Таким образом, потребитель, находящийся в пункте B , может обменять некоторую ценность B_0 на различное количество хлеба, произведенного в A , в зависимости от

того, кто оплачивает перевозку хлеба. Если это делает его продавец (собственник A), то цена хлеба минимальна и равна A_{min} . Если покупатель хлеба (собственник B), то максимальна и равна A_{max} . Все остальные варианты договоров об обмене дадут промежуточные значения. В «компромиссном» варианте обмена каждый из участников сделки оплачивает свою половину дороги (обмен происходит на середине расстояния AB). Количество хлеба, которое при этом обменивается на B_0 , равно $A_0 = \sqrt{A_{min}A_{max}} \cong B_0$. При этом $\ln A_0 = (\ln A_{min} + \ln A_{max})/2 \cong \ln B_0$. Количество хлеба A_0 в соответствии с введенным выше определением является равноценным ценности B_0 по шкале, связанной с производимым в A хлебом. Кроме того, из (7) следует, что $\ln \frac{A_{max}}{A_{min}} = 2 \frac{k}{S_0} l_{AB}$. Поэтому величина $\frac{(\ln A_{max} - \ln A_{min})}{2} = \frac{k}{S_0} l_{AB}$ может служить экономическим способом измерения расстояния l_{AB} . В рассматриваемой модели величина S_0/k играет роль «экономической скорости света», а $\ln A_0$ - «экономического момента времени», одновременного «экономическому событию» B_0 . Так как k зависит от единицы измерения расстояния, то мы можем подобрать эту единицу таким образом, чтобы выполнялось $S_0/k = 1$. Тогда численные значения физического и экономического расстояний будут совпадать.

Очевидно, что значение $\ln A_0$ не зависит от того, на каком расстоянии от B находится неподвижная пекарня A . Но если мы рассмотрим движущуюся относительно собственника B со скоростью v пекарню A^* , то как равноценное B_0 количество хлеба A_0 , так и экономическое расстояние между A_0 и B_0 будут зависеть от этой скорости в соответствии с формулами релятивистской кинематики. В этом случае также можно привести в соответствие физическое и экономическое пространство, если допустить, что скорость света в физическом пространстве равна S_0/k .

В этой модели становится понятен смысл **ограничения на максимальную скорость** движения экономических объектов в РПЭС. Если, например, оказывается, что физическое и пропорциональное ему экономическое расстояние между A и B зависит от объема сделки (экономического аналога времени) так, что $\left| \frac{dl_{AB}}{d \ln n_A} \right| \geq \frac{S_0}{k}$, то возникает противоречие:

- В случае удаления A от B для получения большего количества хлеба в пункте B выгоднее закупить в пункте A меньшее количество произведенного там хлеба. При этом разница затрат на перевозку оказывается больше, чем разница между закупленными количествами.
- В случае сближения A и B доставка оказывается вообще невозможна, так как интегральные затраты на перевозку требуют продажи большего количества хлеба, чем перевозимое количество.

Такая ситуация приводит к отказу от каких бы то ни было перевозок и делает сделки невозможными. В физике аналогичная ситуация возникает для объектов, находящихся на расстояниях, превышающих радиус видимой вселенной. В соответствии с формулой Хаббла, их относительная скорость превышает скорость света и обмен какими либо сигналами между ними становится невозможным.

8.2. Модель замкнутой системы взаимодействующих фирм

Ранее, в работе [1], мы рассмотрели динамику системы производств (фирм) с жесткими технологическими связями. Основными предположениями в этой модели были:

- заданные постоянные коэффициенты k_{ij} матрицы технологий, определяющие количество i -го ресурса, необходимого для производства единицы j -го продукта в одном производственном цикле;
- требование полного распределения всех ресурсов, произведенных в каждом производственном цикле.

При выполнении этих условий оказалось, что как объемы сделок после каждого цикла, так и соответствующие им относительные цены (пропорции обмена) однозначно определяются начальными состояниями объектов и коэффициентами матрицы технологий. В условиях расширенного воспроизводства начальные объемы производства, соответствующие собственным векторам матрицы, обеспечивают их пропорциональный экспоненциальный рост. Соответственно экспоненциально растут и объемы сделок, совершаемых по завершении каждого цикла.

Таким образом, в условиях равновесного роста экономическое время, определяемое как логарифм от объема сделок, растет пропорционально физическому времени (количеству производственных циклов). При этом, в силу сохранения пропорций обмена, экономические расстояния между объектами не меняются и система в РПЭС остается статичной.

При других начальных условиях пропорции обмена меняются и связаны через матрицу технологий с объемами сделок. Такая связь позволяет поставить в соответствие каждому из ЭО некоторую траекторию в РПЭС. Для иллюстрации мы рассмотрим простейшую систему из 2 фирм, связь между которыми является жесткой и описывается матрицей технологий $[k_{ij}]$. Эволюция состояния каждой из фирм может быть описана как последовательность обменов и технологических процессов. В результате обмена качественное состояние меняется скачком. А в результате технологии производства – плавно. Схема такой эволюции показана на рисунке 12.

Заметим, что в конце каждого производственного цикла по технологии T_A только часть продукта A обмениваются на ресурс B , который наряду с оставшейся

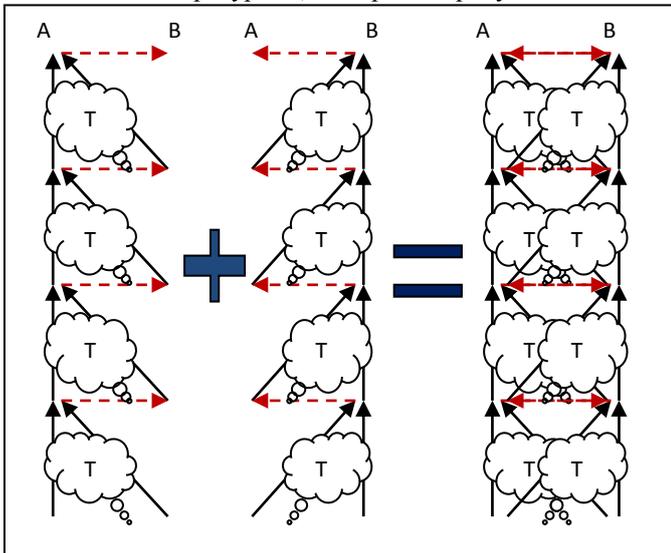


Рис.12 Схема взаимосвязи траекторий ЭО при жесткой технологической связи их производств

частью A используется в следующем производственном цикле. Для производственного цикла по технологии T_B все аналогично. В результате наложения этих процессов (их условного суммирования) возникает аналог экономических часов, в основе которых лежит повторяющаяся сделка $[AB]$ по обмену экономических объектов « A » и « B ». Если начальное состояние системы (вектор производительностей) пропорционален собственному вектору матрицы технологий, то такие «часы» будут идти равномерно относительно физического времени, так как объемы производства и соответствующие объемы сделок изменяются со временем по экспоненциальному закону. Скорость хода полученных экономических «часов» определяется доходностью, которая в этом случае одинакова для фирм A и B . Если начальное состояние системы не равновесное, то, как показано в [1], эволюция такой системы либо асимптотически приводит ее к равновесному состоянию,

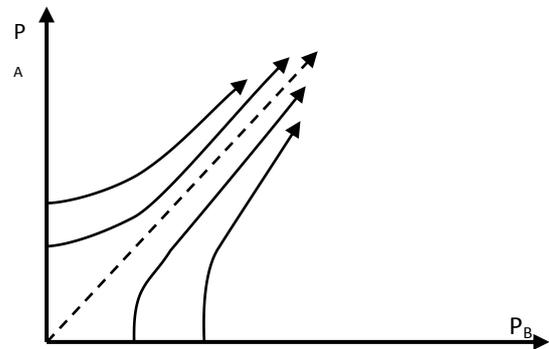


Fig. 13. Trajectories of a system consisting of two companies interconnected by rigid technological links in the coordinates of their production capacities.

либо к разорению одной из ее частей (рис.13). Спустя достаточное время в экономическом пространстве останутся только такие фирмы, которые образуют устойчивые (квазиравновесные) комплексы технологий. Доходность каждой из них определяет скорость хода «собственных экономических часов». В силу экономического аналога принципа относительности любую из них можно принять за начало отсчета. Тогда относительная доходность остальных и определит их относительную скорость в РПЭС в соответствии с релятивистской формулой замедления времени.

Таким образом, при рассмотрении реальных экономических систем как «экономическое пространство», так и «экономическое время» могут оказаться связанными с физическим пространством и физическим временем. Но такая связь определяется свойствами рассматриваемой системы и в каждом случае требует отдельного анализа.

Можно сказать, что в реальных экономических системах физическое время навязывает нам выделенную систему отсчета, относительно которой уже и рассматриваются скорости «экономических часов» различных фирм. С другой стороны, физическое расстояние с неизбежностью влияет и на качественные различия экономических объектов. Даже в том случае, когда они не различаются ничем иным, с точки зрения измерительного подхода, их экономическое качество различно (один и тот же потребитель будет давать за них различную цену). Тем не менее, экономическое пространство «качества» не ограничивается только этими отличиями.

9. Дальнейшие этапы построения динамики ЭО в рамках измерительного подхода

История физики, как точной науки, насчитывает несколько столетий. В то же время экономическая теория, как наука о движении, только начинает свое существование. Можем ли мы рассчитывать на развитие фундаментальной теории движения экономических объектов до уровня физики в ближайшее время? Безусловно, да. И в первую очередь потому, что в основу как физики, так и экономики, могут быть положены эквивалентные принципы, опирающиеся на свойства фундаментальных измерений, используемых в этих теориях. При использовании измерительного подхода мы можем получить эквивалентные математические структуры с аналогичными (а зачастую совпадающими точно) законами. Таким образом, при построении кинематики и динамики экономических объектов, введения полевых и квантовых представлений, мы можем использовать множество готовых «подсказок» из физики, которые в свое время потребовали колоссальных многолетних усилий множества ученых.

В этом разделе работы мы предложим экономическую интерпретацию некоторых из них, которая нам кажется достаточно наглядной и естественной. Заметим, тем не менее, что окончательное построение каждого из разделов будущей теории движения экономических объектов является не простой задачей. Она потребует, как и в физике, введения соответствующей аксиоматики, проведения необходимых математических выкладок, проведения экспериментов. Сложность интерпретации процессов в предложенном экономическом пространстве связана с отсутствием наглядных образов. Более того, физическое пространство-время навязывает свои образы и схему моделирования. Тем не менее, мы берем на себя смелость уже сейчас наметить некоторые из направлений будущих исследований.

До сих пор мы рассматривали лишь кинематические задачи теории ценообразования. Они, фактически, сводятся к тому, чтобы траектории относительного движения ЭО, заданные в одних СО, описать относительно других. Или чтобы рассчитать траекторию при задании некоторых ее обобщенных характеристик (скорость, ускорение и т.п.). При этом, однако, мы не рассматривали вопрос о том, что именно «заставляет» ЭО двигаться по той или иной траектории в РПЭС. Такие задачи относятся к задачам динамики и требуют введения новых постулатов. Выше мы привели схему дальнейшего построения теории. В этой статье мы ограничимся лишь кратким анализом некоторых предположений и постулатов, необходимых для этого.

9.1. Особенности использования денежного эквивалента при обмене и моделирование «идеальных денег»

ФЭИ, введенные нами для моделирования результатов экономических измерений, это сделки по обмену двух экономических объектов. Они полностью описывают ситуацию натурального обмена в экономических отношениях. Однако в реальной экономике практически все такие сделки проходят в два этапа: обмен товара на деньги и обмен денег на товар. Поэтому наши дальнейшие усилия будут направлены на включение в рассмотрение

денег, как фундаментального механизма экономических отношений. Для нахождения адекватного «идеальным деньгам» аналога в релятивистском пространстве состояний сначала проанализируем их экономические свойства.

Прежде всего, идеальные деньги (ИД) не являются товаром в полном смысле этого слова, так как они не служат удовлетворению потребностей субъекта непосредственно. Любая сумма ИД, вырученная в результате продажи, имеет ценность лишь постольку, поскольку она может быть использована для покупки другого товара. Так как ИД являются абстракцией, то в их роли выступают всегда реальные деньги - экономические объекты, физическими (и потребительскими) свойствами которых можно пренебречь.

Таким образом, ИД приводят к понятию «отложенной сделки», ранее введенному нами при рассмотрении ФЭИ [3]. Продав некоторый ЭО за ИД, субъект сделки приобретает экономическую способность: совершать покупки на полученную сумму. Наоборот, покупатель товара, отдав за них ИД, эту способность теряет. При этом, ИД характеризуются только количеством и не несут информации о свойствах того ЭО, за счет продажи которого они получены. Таким образом, взаимоотношения между собственниками различных ЭО происходят опосредовано, посредством ИД.

В физике существует аналог такого взаимодействия между материальными телами - полевое взаимодействие. Вместо того, чтобы непосредственно рассматривать силы, действующие между двумя физическими телами, вводят посредника такого взаимодействия – физическое поле. В случае полевого описания считают, что каждое физическое тело своим присутствием в некоторой точке пространства-времени создает физическое поле в остальном пространстве, а другие тела, оказавшись в той или иной точке пространства-времени, подвергаются воздействию этого поля.

Следуя этой аналогии, ИД в экономическом пространстве должны описываться не как материальные точки (ЭО), а как поля, ими созданные. Будем утверждать, что каждый из «продавцов», предлагая сделку, создает в окружающем пространстве поле, которое однозначно характеризуется положением ЭО, предлагаемого на продажу, и эквивалентным его ценности количеством ИД. Суперпозиция таких полей, созданных продажей тех или иных ЭО, в каждой точке пространства времени, однозначно определяет возможность покупки ЭО, находящегося в рассматриваемой точке.

Полевые взаимодействия предполагают рассмотрение сил, действующих на тела, и относятся к задачам динамики. До сих пор нас не интересовало, происходят ли возможные сделки. Заданные «вопросы» и полученные на них «ответы» служили лишь установлению иерархии ценностей, но не меняли свойства как ЭО, так и их собственников. При наличии силовых воздействий следует отличать результаты состоявшихся сделок и их влияние на экономические свойства объектов от результатов отклоненных сделок. Ранее мы подробно проанализировали механизм такого влияния и показали, что отклоненные сделки также изменяют состояние субъекта. Это влияние носит информационный характер и должно описываться в рамках квантово-механического формализма [2]. Поэтому последовательное и полное

рассмотрение ИД в РПЭС должно опираться на математический аппарат квантовой теории поля. Однако, как и в физике, в идеализированной модели мы можем пренебречь влиянием отклоненных сделок на экономическое состояние собственников и рассмотреть не классический предел такого поля. Но даже и в этом, упрощенном случае, нам необходимо будет записать релятивистски-инвариантные уравнения классического поля с учетом его связи с источниками (проданными ЭО). Эта задача выходит за рамки первой статьи, посвященной введению РПЭС, и будет подробно нами рассмотрена в следующих публикациях. Тем не менее, в следующих разделах мы наметим путь построения уравнений динамики в РПЭС.

Заметим, что ИД, за которые можно купить ЭО, неразличимы, но решение о покупке принимают их собственники. Поэтому возможность совершения покупки зависит не просто от суммарного количества свободных денег, но и от потребительских предпочтений их собственников. Далее мы формализуем понятие собственника.

9.2. Понятие «Собственник» в рамках измерительного подхода

В рамках измерительного подхода нас не будет интересовать механизм формирования прав собственности или способ ее использования. Для введения категории собственника в рассмотрение достаточно определить его как субъекта, который имеет право принимать решение о сделке по обмену того или иного ЭО. Это решение собственник принимает исходя из некоторого набора потребительских предпочтений. Выше с каждым таким набором мы связали инерциальную систему отсчета в РПЭС.

В физике такая инерциальная система отсчета может трактоваться двумя способами:

- как математическая сетка координат, не привязанная к материальному объекту (может существовать даже в пустом пространстве);
- как физически реализуемая система часов и линеек, связанная с минимально необходимым для этого набором материальных тел.

По аналогии с ними мы можем рассмотреть и два подхода к введению системы отсчета в РПЭС. В первом из них оценка стоимости субъектом не предполагает владения этим объектом. Во втором субъект имеет возможность реализовать свой выбор, обменяв объект на ИД или другой ЭО. При этом возможность реализации сделки может принципиально влиять и на поведение субъекта даже в том случае, когда он отказывается от нее. Исходя из этих аналогий «собственником» будем называть субъекта, который принимает решение о сделке с принадлежащими ему ЭО на основе множества потребительских предпочтений.

Эти предпочтения задаются вектором в РПЭС.

При таком вполне естественном определении понятия собственника механизм, формирующий у собственника тот или иной набор потребительских предпочтений, выходит за рамки построенной математической структуры. Из общих соображений понятно, что он должен зависеть и от наличия у субъекта той или иной собственности. Более того, принятое нами обобщенное определение экономических объектов

позволяет и самого субъекта (его тело, способности, время и т.п.) отнести к этому множеству. По крайней мере, в том смысле, что любой выбор того или иного действия субъекта можно рассматривать как согласие или отказ от «сделки», предложенной ему сложившимися обстоятельствами. Приняв эту гипотезу (о возможности моделирования собственника сложной системой ЭО) мы можем замкнуть логические связи в цепочке формирования цен и считать, что набор потребительских предпочтений однозначно определяется экономическими свойствами имеющихся у субъекта объектов собственности.

При этом существенно то, что свойства ЭО, находящиеся в собственности у субъекта, определяются полностью на основании результатов фундаментальных и обобщенных экономических измерений. Тогда и набор потребительских предпочтений субъекта (собственника) также будет полностью ими определен.

9.3. От принципа наименьшего действия (ПНД) к принципу максимального блага (ПМБ)

Одним из наиболее фундаментальных принципов построения динамики в физической теории является принцип наименьшего действия.

Рассматривая собственную для некоторого ЭО «А» шкалу количества, мы предполагаем, что существует некоторый потребитель, который оценивает свое субъективное благо в соответствии с этой шкалой. Если вспомнить, что в основе построения такой шкалы лежит сделка $[A_0B_0]$, то можно утверждать, что у потребителя есть некоторый ЭО «В», который играет вспомогательную роль для подсчета количества «А».

В физике аналогичную роль для наблюдателя, привязанного к некоторому материальному объекту (космическому кораблю, например) таким вспомогательным инструментом может служить пара зеркал. Движущийся между ними луч света отсчитывает собственное время в системе отсчета космического корабля. В экономическом пространстве такой шкалой может оказаться количество накопленных за жизнь субъекта бриллиантов (в каратах), количество одержанных побед на соревнованиях, количество опубликованных статей и т.п. И в том и в другом случае с собственными шкалами связан некоторый независимый от экономики («физический») способ измерения полученного блага.

В более общем смысле с каждым потребителем можно связать некоторый технологический процесс – условную «фирму по производству субъективного блага», владельцем которой он является. Количественная оценка этого блага самим потребителем и дает шкалу собственного для него количества.

Верно и обратное. Каждая реальная фирма, производящая некоторый товар, может быть рассмотрена как условный потребитель, набор потребительских предпочтений которого определяется производимым количеством этого товара. Для такой фирмы принцип максимального блага сводится к получению максимального количества произведенного товара при заданных ограничениях на начальное и конечное состояния.

Подытоживая это краткое рассмотрение, мы сформулируем ПМБ следующим образом:

- *Если заданы два состояния одного ЭО, то переход от одного состояния к другому описывается такой зависимостью качества от количества, для которой отношение собственного количества в конечном и начальном состояниях максимально.*

При этом полученную зависимость можно рассматривать, как траекторию движения в РПЭС. Собственное количество оценивается независимым от экономических измерений («физическим») способом. Логарифм отношения собственного количества в конечном и начальном состояниях будем называть приростом блага, связанного с рассматриваемым экономическим объектом.

9.4. Два основных типа взаимодействий в физике и в экономике

В физической теории известно 4 типа фундаментальных взаимодействий. Однако при рассмотрении взаимодействия макроскопических тел в классической механике используется только одно из них – гравитационное. Остальные три оказываются скрытыми и проявляются лишь в свойствах твердых тел. А именно, в силах упругости и трения, которые задаются феноменологически. При этом гравитационное поле является примером «дальнодействия», а трение и упругость относят к силам «близкодействия». На начальном этапе развития теории взаимодействий в РПЭС мы также ограничимся только такими «механическими» взаимодействиями. Но даже при таком ограниченном описании возникают фундаментальные различия между силами дальнодействия (гравитационными) и близкодействия (контактными силами упругости и трения).

Возможно, это результат случайного совпадения, но и в экономике можно выделить два принципиально различных типа взаимодействия между экономическими объектами. К первому мы отнесем те экономические взаимодействия, которые приводят к обмену собственностью в результате сделок. Будем далее называть их обменными. Ко второму классу – те взаимодействия, которые не связаны с обменом собственностью. Например, влияние конкуренции на формирование цены. Такие взаимодействия носят информационный характер, так как воздействуют лишь на оценку собственником принадлежащих ему ЭО, не меняя их перечня. Можно провести аналогию таких взаимодействий с полевыми, когда влияние одного тела на другое обусловлено только лишь присутствием их в непосредственной близости друг от друга. Более того, можно утверждать, что чем ближе расположены эти

объекты, тем меньше между ними качественные различия, и тем сильнее они влияют друг на друга (являются конкурентами на рынке).

Дальнейшая разработка динамики ЭО в РПЭС требует введения новых понятий и исследования их свойств. Например, экономической массы, силы, импульса, кинетической и потенциальной энергии и т.п. Ранее мы уже прошли этот путь при рассмотрении упрощенного (не релятивистского) экономического пространства. Кроме того, в нем мы использовали в качестве оси времени физической время, и не рассматривали такое понятие, как качественные различия между ЭО. Сейчас мы можем пересмотреть эти понятия в свете нового подхода к описанию динамики ЭО, однако это требует отдельной публикации. Поэтому в этой статье мы ограничимся лишь сделанными замечаниями о возможных путях описания взаимодействий и соответствующей схемой (рис.1). А в заключение подведем итоги построению кинематики в РПЭС.

Заключение

Построенная модель РПЭС имеет те же преимущества по сравнению с альтернативными моделями, что и релятивистская кинематика в физике по отношению к обычной, не релятивистской. Далее мы перечислим некоторые из них. РПЭС:

- Дает возможность решать основную задачу ценообразования в системах, которые не удовлетворяют принятым стандартным допущениям, но являются экономическими объектами в обобщенном (определенном выше) смысле.
- Дает оценку «справедливой цене» с учетом особенностей потребителя (субъективную оценку).
- Позволяет отказаться от необходимости определения абсолютной системы ценностей (абсолютной системы отсчета в физике) или ее аналога в существующих моделях.
- Позволяет включить в рассмотрение такие ЭО, свойства которых при стандартном подходе не могут быть описаны количественно или качественно.
- И, наконец, теория денег может быть построена непротиворечиво только в рамках релятивистского формализма, подобно тому, как распространение света требует рассмотрения релятивистского пространства для исключения парадоксов.

В целом РПЭС может служить фундаментом для построения замкнутой теории «движения» и взаимодействия экономических объектов. То есть, основой для моделирования любых, сколь угодно сложных экономических систем.

Ссылки

1. Tuluzov I. and Melnyk S. Methodology for Economic Systems Modeling. EJTP 2010; 24 (7): 57-79
2. Melnyk S. and Tuluzov I. Modeling in economics and in the theory of consciousness on the basis of generalized measurements. NeuroQuantology 2014; 12 (2): 297-312
3. Tuluzov I. and Melnyk S. Manifestation of Quantum Mechanical Properties of a Proprietor's Consciousness in Slit Measurements of Economic Systems. NeuroQuantology 2014; 12 (3): 398-411
4. Igor G. Tuluzov, Sergiy Melnyk. Algebra of fundamental measurements as a basis of dynamics of economic systems, arXiv:1209.1831
5. Schwinger J. Quantum kinematics and dynamics, Addison- Wesley Pub. Co. Advanced Book Program, 1991
6. Bondi H. Assumption and Myth in Physical Theory, Cambridge University Press. 1967
7. Vladimirov Yu.S. Structure of physical space-time. On the Way to understanding the Time Phenomenon: the Constructions of Time in Natural Science. Part 1. Interdisciplinary Time Studies. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific. 1995. Pp. 17-25