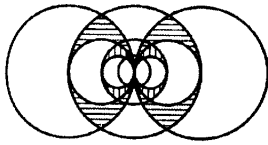


«Жизнь сама вечно себя переделывает и претворяет, она сама куда выше наших с вами тупоумных теорий».

Б. Л. Пастернак «Доктор Живаго»

УДК 530.145.17



Применение квантовой механики для описания поведения бизнес-структур

© Авторы, 2009

А. М. Тишин, В. И. Зверев

Кафедра общей физики и магнитоупорядоченных сред,
Физический Факультет МГУ им. М. В. Ломоносова

E-mail: tishin@amtc.org; vi.zverev@physics.msu.ru

Сделана попытка обобщить квантовомеханическое соотношение неопределенностей на макрообъекты. В качестве одного из возможных примеров таких объектов авторами выбрана бизнес-компания как одна из элементов экономического процесса. В исследовании проведены аналогии между квантовыми микрообъектами и макроструктурами, ничего общего с квантовой механикой и даже физикой, с первого взгляда, не имеющими. Приведено довольно общее доказательство принципа неопределенностей с целью его дальнейшего обобщения на макрообъекты.

Ключевые слова: квантовая механика, принцип неопределенности, бизнес компании, эконофизика.

Введение

К работе в данном направлении нас побудили два, на первый взгляд, абсолютно несвязанных фактора. Первый состоит в том, что по заявлению ведущих мировых экспертов в области макроэкономики, - ни одна из существующих макроэкономических теорий не в состоянии полностью описать происходящие в настоящее время процессы в мировой экономике¹. Мы далеки от той мысли, что ведущие мировые экономисты до сих пор не осознали наличия очевидной неопределенности в любой экономической деятельности. Любому человеку, равно далекому как от физики, так и от экономики, совершенно понятно, что невозможно абсолютно точно предсказать, скажем, стоимость того или иного продукта или услуги через какое-то время. Именно это на бытовом уровне и понимается как неопределенность в экономике.

Второй фактор состоит в том, что точные границы применимости квантовой механики до сих пор так и не определены. О границах применимости квантовой теории писал еще Нильс Бор².

¹ <http://worldcrisis.ru/crisis/87897>

² Niels Bohr Collected Works 13-Volume Limited Edition Set, General Editor, Finn Aaserud. V.12. Popularization and People (1911-1962)

Он пришел к выводу о возможной экстраполяции принципа неопределенности на макрообъекты, то есть о возможном воздействии наблюдателя и на объекты макромира.

Речь здесь идет о так называемой несепарабельности (целостности) квантовой системы, то есть о неразрывной связи любой части системы со всей системой, невозможности разделить систему на части даже мысленно в теории. Поведение и свойства отдельных частей системы определяются системой в целом, и они не могут рассматриваться независимо, то есть поведение и свойства отдельных частей системы коррелируют между собой. Именно рассуждения о несепарабельности квантовой системы и квантовомеханических корреляциях опровергли попытки оспорить полноту квантовой теории, начиная со знаменитого парадокса ЭПР (Эйнштейна-Подольского-Розена) и заканчивая теорией скрытых параметров (hidden variables). В связи с этим, по нашему мнению, наиболее естественным классическим примером выполнения данного принципа является любая бизнес-структура. Вряд ли возможно рассматривать действия конкретных сотрудников или даже отделов и филиалов компании в отрыве от действий компании в целом, и даже, поведение одной компании – вне

корреляций с другими игроками того или иного сегмента рынка или государственными органами регулирования. Таким образом, система, описывающая бизнес-структуру вполне несепарабельна, а то, что корреляции между ее частями и результаты ее деятельности подчиняются квантовомеханическим закономерностям, будет показано ниже.

С учетом вышесказанного необходимо попытаться ответить на следующий вопрос. Возможно ли введение аналогичного принципа неопределенности для отдельных элементов макросистем, т.е. для элементов макросистем с очень малой эффективной массой (понятие эффективной массы будет введено ниже) по сравнению с эффективной массой самой макросистемы и на очень малых участках пространства? Например, возможно ли показать, что как и квантовой механике, в соответствии с принципом неопределенности не существует понятия траектории частицы, так и в макроэкономике предсказать точную «траекторию» движения компании невозможно? Например, кто мог бы предсказать «траекторию» казалось бы вечных Fannie Main и Freddie Mac? Искусственная коррекция их «пикирующей» траектории Правительством США спасла их от неминуемого краха, чего, к сожалению, нельзя сказать о Lehman Brothers, банке, который осуществлял финансовую деятельность 158 лет, и лопнул, как мыльный пузырь за один день, а именно, 14 сентября 2008 г. Насколько оправдано такое переложение законов строгой физической теории на финансовую деятельность бизнес-структур? Нам хочется надеяться, что наша работа – поиск незыблемых принципов, которые определяют «физику» компаний. Законы организованной человеческой деятельности, а ведение бизнеса, безусловно, является таковой, должны оставаться неизменными, так же как и законы физики. Поскольку работа рассчитана на широкий круг читателей, в том числе очень хорошо знакомых с экономикой и слабо знакомых с квантовой механикой, мы будем по тексту давать дополнительное и несколько упрощенное толкование основ квантовой механики.

Коротко вышесказанное можно суммировать так: раз само окружающее нас пространство в рамках современных представлений квантовой теории является квантовым, а непрерывным его можно рассматривать только в классическом приближении, то ряду объектов данного пространства при определенных условиях может быть присуще квантовое поведение.

О проблеме измерения в квантовой теории

Основная черта классического способа описания явлений состоит в допущении полной независимости физических процессов от условий наблюдения.

Квантовая механика показала, что в случае микропроцессов это будет уже не так.

Здравый смысл и повседневные наблюдения подсказывают, что в реальной жизни, тем более в бизнес-сообществе, доля явлений, происходящих «сами по себе» ничтожно мала. Когда мы хотим посмотреть, как сильно кипит вода в кастрюле с закрытой крышкой, мы поднимаем крышку, и вода неизбежно станет кипеть уже не так интенсивно, как она кипела до поднятия крышки. Заметим, что речь даже не идет об измерении, а всего лишь о наблюдении. Аналогично, никакой сотрудник, да и просто человек, отдел, да и компания в целом не существуют изолированно. Например, подготовка выхода компании на IPO или попытка инвестора измерить компанию с точки зрения вложения денег в ее акции подталкивает компанию к необходимости продемонстрировать инвестору ее быстрый будущий рост и увеличение прибыли. Такие попытки инвесторов оценить (измерить в деньгах) компанию толкают нормальные компании как минимум к «бумажной» оптимизации своей деятельности, а как максимум, к поиску новых инновационных путей развития, к более активному поиску клиентов, взаимодействию с партнерами и борьбе с конкурентами, т.е. изменяют саму макросистему.

Предсказательный характер квантовой механики

Все вышесказанное указывает на то, что квантовая механика должна быть основана на представлениях о движении, принципиально отличных от представлений классической физики.

Задача квантовой механики состоит в определении вероятности получения того или иного результата при данном конкретном измерении. Результатами теории, которые можно проверить в эксперименте, являются вероятности получения в измерении конкретного результата и среднее значение динамической переменной в бесконечно большом числе измерений. Какое конкретно значение будет получено при измерении, квантовая теория ответить не сможет, но зато она даст однозначный ответ на вопрос, с какой вероятностью

в данном эксперименте будет измерено то или иное значение.

О неполной определенности (недетерминированности) поведения рынка или стоимости акций компании в ответ на случайные или планируемые события в экономике, политике, обществе можно говорить уверенно (недавние примеры: General Motors Corporation, United Airlines, Мечел и т.д.). Хотя естественно, что лица, осуществлявшие ранее хорошо спланированные финансовые катаклизмы даже в рамках отдельно взятой страны (например, мировой финансовый кризис 1997-98 гг.), в отличие от простых людей, для которых ничего не определено и неизвестно, с гораздо большей степенью вероятности знали и знают, что может произойти, и каков возможный результат тех или иных их поступков. Во-первых, сторонние наблюдатели или аналитики, естественно, точно не знают, как поведет себя руководство компании в изменившейся обстановке, а во-вторых, и сами руководители иногда точно не знают, как им поступить, тем более, если такая проблема ранее перед ними не возникала. А вот предсказать все множество возможных исходов даже для одной компании, а тем более, провести серию экспериментов, в процессе которой выбрать наилучший вариант поведения, представляется вовсе невозможным. Мы просто не в состоянии осуществить регулируемый, повторяющийся эксперимент, в котором все переменные, кроме одной, можно было бы зафиксировать, а затем получать разные результаты, изменяя только ту переменную, которая нас интересует.

Сопоставительный анализ характерных свойств квантовых микрообъектов и бизнес-компаний

Какими же свойствами должен обладать физический объект, чтобы его поведение с достоверностью могло быть описано законами квантовой физики? Другими словами, что такое квантовый микрообъект?

Вначале оговоримся, что мы в настоящей работе ограничимся только теми свойствами микрообъектов, аналоги которых могут быть найдены у бизнес-структур. Поскольку направление, которому посвящена настоящая работа, является совершенно новым, текущий уровень познания пока еще не позволяет найти эквиваленты всех свойств частиц в экономической теории.

Итак, перечислим свойства объекта, которые могут быть рассмотрены, чтобы мы могли смело утверждать о том, что этот объект – квантовый.

Характерные массы. Характерная масса классического объекта (под классическим объектом будем понимать любой окружающий нас в повседневной жизни предмет) $\sim 10^2$ кг. Надо уточнить, что здесь мы не приводим предельные значения масс классических объектов, а берем некое среднее значение, полученное из оценки масс предметов, непосредственно нас окружающих. На самом деле, как правило, различные объемные материалы (bulk materials) сохраняют свои физические свойства, присущие объемному состоянию, вплоть до размеров около 100 нм или массы около $10^{-17} \dots 10^{-18}$ кг. Итак, на первый взгляд, разброс между квантовой и классической физикой в отношении массы составляет как минимум от 13 до 32 порядков величины. На самом деле, этот разброс еще больше. Ведь поведение макромолекул можно описать в рамках квантовых представлений. А поскольку молекулярная масса некоторых биополимеров (белков, нуклеиновых кислот) достигает многих миллионов и даже нескольких миллиардов атомных единиц массы (а. е. м.), то для их массы можно сделать оценку 10^{-18} кг. Таким образом, приблизительная оценка колеблется в пределах от 6 до 32 порядков. Поскольку предельный размер макромолекул не установлен, с большей степенью вероятности можно предположить, что 6 порядков в ближайшие несколько десятков лет вполне могут превратиться в 5 или даже 3 порядка. Как упоминалось выше, границы применимости квантовой механики в настоящее время вообще точно не определены. Таким образом, можно предположить, что точные границы, с точки зрения соотношений масс также не установлены. Как мы знаем, принцип неопределенности применим к явлениям «происходящим с частицами очень малой массы в очень малых участках пространства».

А что же в экономике? Прежде чем привести характерные порядки, необходимо ввести понятие эффективной массы. Выбор именно бизнес-компаний в качестве объекта исследования будет пояснен ниже, но любой участник экономического процесса является прекрасным примером проявления квантовой неопределенности в экономической теории. Мы предлагаем ввести понятие массы подобно тому, как это делают физики, т.е.

ввести массу как меру инертности компании. Она показывает, насколько трудно компании изменить или даже просто повернуть вектор своей траектории (направление развития) с увеличением эффективной массы. В самом деле, перепрофилирование гигантской компании с огромным штатом сотрудников, широкой сетью филиалов и отделений по всему миру и обширной сетью клиентов влечет значительно более серьезные трудности, чем переориентация какого-нибудь мелкого семейного бизнеса. Насколько тяжело было новому главе Kimberly-Clark Дарвину продать все целлюлозно-бумажные комбинаты и вложить деньги в бренды Huggies и Kleenex, достаточно хорошо известно. Другой пример, компании Kroger и A&P на пороге 1970-х были старыми компаниями; активы обеих были вложены в систему обыкновенных гастрономов. Kroger пришла к выводу, что магазины с огромным числом отделов – дорога в будущее, и решила закрыть, переделать или заменить все свои магазины, которые отставали в развитии. Период 1970 – 1990-х был для компании трудным временем преобразований, но к началу 1990-х Kroger перестроила всю систему, чтобы стать крупнейшей сетью продовольственных магазинов в Америке. Между тем, у A&P больше половины магазинов все еще были образца 1950-х.

Под эффективной массой мы будем понимать численность сотрудников и клиентов данной компании, другими словами, всех участников экономического процесса, созданного тем или иным экономическим объектом. Дело в том, что включение числа клиентов компании в эффективную массу компании вполне разумно. Любая компания прямо или косвенно работает с клиентами. Торговые сети, предприятия питания, магазины напрямую общаются с покупателями и конкурируют за них. Промышленные предприятия, технологические компании поставляют свою продукцию на рынок через посредников, но, тем не менее, это не мешает им отслеживать число покупателей их продукции и в соответствии с уменьшением или увеличением этого количества проводить ту или иную производственную политику на предприятии. Для данной конкретной компании сеть ее клиентов очень важна, в том числе и в числовом выражении, поэтому число клиентов должно непременно входить в расчет эффективной массы компании, причем каждый клиент должен входить в выражение для расчета массы с

весом 1, так как речь идет о конкретной компании, клиентом которой он является. Он вполне может быть потребителем услуг какой-то другой компании, которая совершенно не обязана иметь отношение к компании, для которой мы считаем эффективную массу. Именно поэтому эффективная масса компании включает в себя *полное* число как сотрудников, так и клиентов. Кроме того, в соответствии со специальной теорией относительности тело, обладающее ненулевой массой, уже обладает энергией (энергией покоя). Учет только сотрудников при расчете массы компании дал бы нам только значение этой энергии, тогда как нормально функционирующая бизнес-компания, безусловно, обладает ненулевой кинетической энергией, которая возникает при движении компании в бизнес-пространстве (взаимодействие с клиентами). Объектом нашего исследования будут экономические объекты с относительно малой эффективной массой, так как очевидно, что насколько бы гигантской не являлась та или иная компания и насколько бы обширной не была сеть ее клиентов, все эти цифры малы по сравнению с численностью населения Земли, которое в настоящее время превышает 6,5 млрд. человек или для наших целей 10^{10} э.е.м. Химики и физики чуть менее 50 лет назад ввели понятие атомной единицы массы (а. е.м.), как $1/12$ массы атома изотопа углерода ^{12}C ($m_{\text{C}}=1,995 \cdot 10^{-26}$ кг, $m_{\text{C}}/12=1,66 \cdot 10^{-27}$ кг), а также несколько позже понятие моля – как единицы количества вещества, которое содержит столько же структурных элементов (атомов, ионов или молекул), сколько атомов в $0,012$ кг ^{12}C (1 моль ^{12}C), и равно числу Авогадро $N_{\text{A}}=m_{1\text{ моль C}}/m_{\text{C}}=6,022 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$. Так же и экономистам, на наш взгляд, необходимо договориться и определить экономическую единицу массы (э.е.м.) и экономический моль. Э.е.м. может быть определена как 1 сотрудник данной компании + 1 клиент этой же компании. Надо оговориться, что есть компании, которые постоянно меняют клиентов (е.g. магазины беспошлинной торговли при выезде за рубеж), но, тем не менее, среднее число клиентов данных компаний (без учета сезонных колебаний) остается примерно постоянным числом, поэтому и в этом случае по предложенной формуле можно вычислить эффективную массу.

Надо сказать, что вопрос о критическом значении эффективной массы остается открытым. Под критическим значением эффективной массы

мы будем понимать то число сотрудников и клиентов компании, по достижении которого происходит коллапс компании или компания становится классическим объектом. Пока лишь понятно, что, хотя формула для расчета эффективной массы универсальна для компаний, работающих в разных отраслях мировой экономики, критическое значение варьируется в зависимости от сегмента рынка, а также от внешних условий. Банк Lehman Brothers незадолго до банкротства имел массу около 130 тыс. э.е.м. (30 тысяч сотрудников + около 100 тысяч клиентов), в то время как банк Citigroup имеет массу 200,3 млн. э.е.м. (300 тысяч сотрудников + около 200 миллионов клиентов) и не коллапсирует. Другой пример, лидер китайской сотовой связи China Mobile – 350,4 млн. э.е.м. (400 тысяч сотрудников + 350 млн. абонентов). Хотя необходимо отметить, что существует ряд компаний, для которых уместно говорить о качестве этой эффективной массы. Например, General Electric добивается получения большей части прибыли от промышленного, а не от финансового направления (в соотношении 60 к 40 %). Мы понимаем, что для таких гигантских компаний мы уже не имеем права говорить о малой эффективной массе (имея в виду примерные границы применимости квантовой теории экономики), но, как будет показано ниже, даже такие квазиклассические объекты подчиняются квантовым закономерностям, не говоря о средних и мелких компаниях с эффективными массами около 1000. Возможно также, что для компаний с числом клиентов более 100 млн. человек целесообразно рассматривать число сотрудников как некую поправку 1 порядка, так как разброс в 3 порядка все-таки существенен. Также это касается таких специфических участников экономического процесса, как деятели массовой культуры и искусства. Артист и его помощники (не более 10 человек) могут создать продукт, который купят более 1 млрд. человек. Тем не менее, формула для расчета эффективной массы по схеме «1+1» остается верной и в этом случае.

Аналогично, приведем средние значения по разбросу эффективных масс. Эффективная масса компании может составлять единицы массы, т.е. в экономический процесс может быть вовлечено всего несколько человек (часовщик и пара-тройка его клиентов и т.д.), т.е. $\sim 10^0$ э.е.м. С другой стороны, численность сотрудников и клиентов сред-

ней компании составляет $\sim 10^3$ э.е.м., в то время, как для крупных компаний эта цифра может достигать $10^7 \dots 10^8$ (т.е. разброс составляет 7-8 порядков). Таким образом, можно сказать, что по отношению к общей массе 10^{10} э.е.м. величина эффективной массы компании может быть на 2-10 порядков меньше, что вполне сопоставимо с рассмотренными выше цифрами для физических квантовых систем. Учитывая эти значения эффективной массы, можно смело говорить о том, что мы рассматриваем поведения компаний с малой эффективной массой.

Характерные времена. В этом пункте уместно упомянуть такое свойство, присущее, правда, не всем квантовым объектам, как нестабильность. Все элементарные частицы, за исключением фотона, электрона, протона и обоих нейтрино, нестабильны. Это означает, что они самопроизвольно, без каких-либо внешних воздействий превращаются в другие частицы. Например, в результате многих причин, нейтрон самопроизвольно распадается на протон, электрон и электронное антинейтрино. Невозможно предсказать, когда именно произойдет указанный распад того или иного конкретного нейтрона: каждый конкретный акт распада случаен и зависит от огромного числа факторов. Точно так же непредсказуем процесс рождения новых частиц. Он является исключительно вероятностным и статистическим явлением. Разве не то же самое мы наблюдаем в бизнес-сообществе, где в результате конкуренции (взаимодействия компании с конкурентами) даже крупные (не говоря о мелких) компании могут либо совсем исчезнуть с рынка, перепрофилироваться или оказаться под государственным контролем. По результатам заключения сделок и ведения переговоров крупная компания может быть либо поглощена более крупной и успешной компанией или в одночасье быть раздроблена рейдерами (если она так же, как и, например, нейтрон нестабильна) на много маленьких компаний и продана. Таким образом, распад компании происходит из-за ее *нестабильности*. Нестабильность же, в свою очередь, обусловлена громадным числом предпосылок, все из которых учесть принципиально невозможно (неэффективный менеджмент, неблагоприятная конъюнктура, давление государственных органов регулирования, мировой или региональный кризис ликвидности и т.д.) То же самое происходит с рождением новых ком-

паний, вызванным, например, отколом части технического или административного персонала. Все те же факторы, которые привели к распаду одной компании, могут с таким же успехом способствовать слиянию двух или более компаний и рождению более успешной, более *стабильной* компании³. В природе существует небольшое количество стабильных частиц (фотон, электрон), так и в истории бизнеса, по всей видимости, может существовать ограниченное количество стабильных компаний в пределах каждой макроэкономической системы. Вопрос о стабильности как частиц, так и компаний остается весьма спорным. Например известно, что время жизни «стабильного» протона составляет 10^{31} с.

Последние события на американском рынке убеждают нас, что и в бизнес-сообществе вряд ли найдется хотя бы одна стабильная компания. Нельзя исключать, что участь Lehman Brothers постигнет еще одного гиганта-долгожителя Merrill Lynch (основан в 1914 г.). Опираясь на результаты нашего исследования, можно предположить, что в том случае если эффективная масса компании на рынке страны существенно возрастает и доходит до определенного уровня значений, то она уже перестает быть квантовым объектом и ее поведение начинает стремиться к детерминизму. Скорее всего, такой переход от квантового к классическому поведению происходит в некотором диапазоне величин эффективных масс. В данном случае компания перестает, если угодно, чувствовать квантовый характер окружающего ее пространства, и она должна быть либо раздроблена на новые квантовые объекты с гораздо меньшей эффективной массой, либо для дальнейших прогулок в нем ей понадобится «ошейник и поводок», например, в виде госконтроля. Можно сделать вывод, что те компании, эффективная масса которых на определенном рынке сильно возрастает, в ближайшее время начнут испытывать серьезные трудности, а некоторые из них просто исчезнут. И если среди них окажется одна из, по определению Коллинза, «вечных» – что ж? Ей не повезло. В тот день, когда рухнул Lehman Brothers, бывший глава ФРС США Алан Гринспен заявил, что «нам придется привыкнуть жить в мире, где рушатся, казалось бы, вечные компании». То, что в настоящий момент происходит с крупнейшими мировыми компаниями, удивитель-

но напоминает рождение и исчезновение квантовых объектов. Интересующихся более подробно аспектом деятельности так называемых «вечных» компаний, мы отсылаем к книге Дж. Коллинза «Построенные навечно»⁴. Вообще, история акционерных компаний (а все «вечные» относятся именно к этому разряду) насчитывает не более 200 лет. Из всемирно известных компаний старейшей является оружейная компания Veretta (основана в 1526 г.). Что же касается рекордсменов в списке долгожителей, то это, как правило, мелкие семейные предприятия, которые никому не известны. Самой старой компаний в мире на сегодняшний день является японская строительная компания Kongo Gumi, основанная еще 1430 лет назад⁵.

В контексте обсуждения проблемы стабильности и нестабильности нельзя не упомянуть такое понятие как время жизни квантового микрообъекта. Каждая нестабильная элементарная частица характеризуется своим временем жизни. Чем меньше время жизни, тем больше вероятность распада частицы. Например, время жизни мюона составляет $2,2 \cdot 10^{-6}$ с, гиперонов – около 10^{-10} с. В 70-х годах XX века были обнаружены около 100 частиц с очень малым временем жизни – $10^{-22} \dots 10^{-23}$ с, получивших название дельта-резонансов. Характерное время жизни окружающих нас классических объектов опять же в среднем $\sim 10^1$ лет, т.е. около 10^9 с. Итого, максимальный разброс по времени составляет опять же 32 порядка (как в случае с массами). В экономике существует такое понятие как фирмы-однодневки, юридическое время жизни которых, колеблется от нескольких банковских операций до одного квартала или нескольких лет. Опять же среднее время жизни нормальных компаний (мы не говорим в данном случае о компаниях из когорты «Построенных навечно», которые к настоящему моменту существуют уже 100 – 150 лет и отнесены нами к разряду квазистабильных) составляет $\sim 10^1$ лет, то есть порядка 10^3 дней. Разброс, таким образом, составляет 3 порядка (как и в случае с массами). Совпадение порядков разбросов наводит на мысль о том, что, как и в физике, в экономической теории могут быть применимы законы квантовой неопределенности.

⁴ Коллинз Дж., Поррас Дж. Построенные навечно. Успех компаний, обладающих видением. Изд.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2005, 350 с.

⁵ <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2004/08/30/740555>

Пути распада и взаимопревращения.

Примечательно, что квантовые микрообъекты могут распадаться различными способами. Например, положительно заряженный А-мезон может распадаться на мюон и мюонное нейтрино, на позитрон и электронное нейтрино, на нейтральный А-мезон, позитрон и электронное нейтрино. Для конкретной частицы нельзя предсказать не только время распада, но и тот способ распада, который данная частица «выберет». В деловом мире существует огромное число законных и не очень способов «распада» компаний. Все они, в конечном счете, приводят к исчезновению единой организованной бизнес-структуры. Это и процедура банкротства, и дробление крупной компании на множество мелких, иначе реструктуризация, или, наконец, так называемые рейдерские захваты, (поглощения мелких фирм более крупными). И никто, естественно, не сможет предсказать, каким путем будет происходить «распад» компании до тех пор, пока он не произойдет. Но, возможно, более корректно говорить не о «распаде», гибели компании, так как даже самым заклятым врагам той или иной компании, ставящим себе целью уничтожить ее, хочется по максимуму получить определенную выгоду от не ими самими организованной экономической деятельности. Тем более, и в ядерной физике распад элементарной частицы отнюдь не является распадом в прямом смысле слова; это акт превращения исходной частицы в некую совокупность новых частиц: исходная частица уничтожается, новые частицы рождаются. Несостоятельность буквального толкования термина «распад частицы» становится очевидной, если учесть, что многие частицы имеют несколько способов распада. В связи с этим уместно говорить о взаимопревращении квантовых объектов, а равно и о взаимопревращении компаний.

Действительно, не корректно, скажем, говорить о том, что существовавшая до 1 июля 2008 г. гигантская монополистическая компания РАО ЕЭС России (российская энергетическая компания) состояла из множества мелких, в которые она трансформировалась после реструктуризации. Число и качество этих вновь образованных мелких компаний зависело от большого числа факторов, но все произошло именно так, как произошло. Повседневный опыт учит: разобрать предмет на части – значит выяснить, из чего он структурно состоит. Идея анализа (идея дробления) отражает характерную сторону *классических* представле-

ний. При переходе к микрообъектам эта идея в определенной мере еще «работает»: молекула состоит из атомов, атом состоит из ядра и электронов, ядро состоит из протонов и нейтронов. Однако на этом указанная идея себя исчерпывает: «дробление», например, нейтрона или протона не выявляет никакой структуры этих частиц. В отношении квантовых микрообъектов нельзя утверждать: «распад объекта на какие-либо части означает, что он состоит из этих частей». Еще пример: магнитные молекулы Mn_{12} или Fe_8 , на первый взгляд, состоящие из металлической и органической частей, не будут обладать изначально присущим им суммарным спином $S=10$ (total spin $S=10$) при удалении части атомов из органической оболочки, хотя величина суммарного спина обеспечивается ферромагнитной структурой 12 атомов Mn и 8 атомов Fe соответственно. То же самое относится к структуре компаний. Сказанное выше еще раз подтверждает тезис о несепарабельности квантовой экономической системы, приведенный выше.

Основные и возбужденные состояния квантовой системы. Нестабильность присуща практически всем микрообъектам. Например, явление радиоактивности (самопроизвольное превращение изотопов одного химического элемента в изотопы другого, сопровождающееся испусканием частиц) показывает, что нестабильными могут быть атомные ядра. Атомы и молекулы в возбужденных состояниях также оказываются нестабильными: без постоянной подкачки энергией извне они самопроизвольно переходят в основное или менее возбужденное состояние. Отдельные компании в своей деятельности, да и целые макроэкономики отдельных стран или регионов тоже, очевидно, стремятся к основному невозбужденному состоянию, если начальный переход в новое состояние не сопровождался соответствующими структурными, технологическими и другими изменениями внутри компании (если угодно соответствующим изменением структуры компании, делающим это новое состояние, по крайней мере, метастабильным с разумным временем жизни) или не поддерживался государственными (как в недавней истории с Fannie Mae и Freddie Mac) или другими вливаниями извне. В противном случае, новое состояние оказывается нестабильным, и компания с неизбежностью возвращается в основное состояние, терпя при этом убытки.

Хорошей иллюстрацией этого принципа является деятельность американской автомобильно-строительной компании General Motors на протяжении последних 5 лет. Получив дополнительную порцию энергии в виде налоговых послаблений, компания захватила первое место на мировом рынке продаж автомобилей, но так как такой переход в новое возбужденное состояние был вызван дополнительной, а не накопленной энергией, компания за счет больших издержек на оплату труда работников и содержание оборудование (в связи с увеличением объема производства) уже несколько лет подряд терпит убытки с возможной перспективой масштабных увольнений. Таким образом, без господдержки правительства США компания GM неизбежно вернется в то основное или в одно из близких метастабильных энергетических состояний, в котором она находилась ранее. Как будет показано ниже, это означает, в лучшем случае, возвращение к тем цифрам чистой прибыли, какие были у компании до перехода на более высокий энергетический уровень. Отдельно нужно упомянуть о применимости понятия стабильности энергетического состояния отдельной страны или региона как более объемной квантовой макросистемы. Причем здесь не важен размер данной страны, т.е. реальный размер квантовой системы. Главное, чтобы она действительно была квантовой. Если текущее (возбужденное) энергетическое состояние экономики данной страны держится на подкачке энергией за счет других менее развитых стран или регионов, то малейшее нарушение процесса подкачки энергии данного энергетического состояния (не говоря уже о его прекращении) неминуемо ведет к большой неустойчивости экономики по отношению ее перехода в основное или новое метастабильное состояние и, как следствие, попыткам (в том числе и военным) политиков и правительства страны стабилизировать поток энергии, поддерживающий данное состояние. Мы здесь имеем ввиду не только энергоресурсы (нефть и газ). Подкачка экономики страны энергией может осуществляться по финансовым и другим каналам.

Спин. Одной из важнейших специфических характеристик микрообъекта является спин. Спин можно интерпретировать как собственный момент импульса микрообъекта, несвязанный с движением микрообъекта как целого, неуничтожимый и не зависящий от внешних условий. Воз-

можно, это слишком сложное и нечеткое определение для понимания читателя, не имеющего физического образования, но современные магнитные силовые микроскопы позволяют, например, определить точное направление спина у находящегося на поверхности материала магнитного атома. Спин следует рассматривать, как такое же «врожденное» свойство квантового микрообъекта, как, например, масса или заряд. Важнейшим следствием наличия у микрообъекта спина является появление у него дополнительной степени свободы. Число этих добавочных степеней свободы равно количеству проекций спина на выбранное направление. В квантовой теории экономики спин может быть введен аналогично спину в квантовой физике, т.е. как собственный момент импульса компании, несвязанный с движением компании как целого, неуничтожимый, не зависящий от внешних условий. Тот факт, что у компании всегда есть несколько способов поведения среди других игроков – наличие степеней свободы, возможность совершения маневра – свидетельствует о том, что у квантовой экономической системы есть некоторое «врожденное» свойство, аналогичное наличию спина у квантового объекта. В связи с этим можно привести одно интересное наблюдение.

Известно, что знание о спине микрообъекта позволяет судить о характере его поведения в коллективе себе подобных (иначе говоря, позволяет судить о статистических свойствах микрообъекта). Оказывается, что по своим статистическим свойствам все микрообъекты в природе разделяются на две группы: группа микрообъектов с целочисленным спином и группа микрообъектов с полуцелым спином. Микрообъекты первой группы способны «заселять» одно и то же энергетическое состояние в неограниченном числе. О таких микрообъектах говорят, что они подчиняются статистике Бозе–Эйнштейна. Микрообъекты второй группы могут «заселять» энергетические состояния только поодиночке; если рассматриваемое состояние занято, то никакой микрообъект данного типа не может попасть в него. О таких микрообъектах говорят, что они подчиняются статистике Ферми–Дирака. Это связано со свойствами симметрии волновой функции, которые, в свою очередь, проистекают из принципа тождественности микрочастиц. Попросту говоря, невозможно пронумеровать квантовые микрообъекты,

затем переставить их местами и сказать, что получилась новая комбинация объектов. Квантовые объекты принципиально неразличимы! Разумеется, этого нельзя сказать о бизнес-компаниях. Каждая из них уникальна и неповторима. Чего стоит тот факт, что в настоящее время любая мало-мальски уважающая себя компания имеет хотя бы свой собственный логотип. Мы согласны, что структура современных компаний, в целом, одинаковая. У всех есть исполнительное руководство, штат работников, сходная система филиалов и подразделов.

Наконец, в любом офисе стоят одинаковые принтеры, сканеры, ксероксы и т.д. Охарактеризовать любую компанию с этой точки зрения можно так, что мы не заметим различий, быть может, у сотни компаний. Совершенно так же, как у атомов. У одного атома определенное количество протонов, нейтронов и электронов, у другого атома их тоже – определенное, но уже другое количество. Но при этом мы говорим, что первый атом – это водород, а другой – уже кислород, несмотря на аналогичное описание (количество протонов, нейтронов и электронов). Именно разнообразие хотя бы этих характеристик дает нам все многообразие Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. У всех компаний одни и те же, но существенно разные характеристики. Даже если в одной компании работают братья-близнецы всех работников другой компании, эта компания может быть расположена территориально в другом месте, в ней будут другие телефонные номера и т.д. И самое главное, братья-близнецы, несмотря на то, что они близнецы, мыслят по-разному и по-разному определяют политику компании. Мы можем говорить, что в бизнес-сообществе участники принципиально различимы. Но, тем не менее, как это ни парадоксально, все они подчиняются вышеуказанным квантовым статистикам в зависимости от размера и сферы деятельности. Гигантские транснациональные корпорации создавались для деятельности в условиях почти свободной конкуренции на почти совершенном рынке. Кроме того, одним из стимулов для организации этой самой конкуренции является, где оно действительно работает, антимонопольное законодательство, которое в принципе существует в любом государстве с рыночной экономикой. Одна из задач данного законодательства – добиться того, чтобы компании оставались квантовыми, а не

классическими объектами, то есть имели малую эффективную массу на данном рынке. В связи с этим такие компании, имея определенную долю рынка, «уютно» чувствуют себя в своей нише среди занимающихся той же деятельностью конкурентов. Чем не бозоны? С другой стороны, мелкий предприниматель-монополист в маленьком городе ведет себя как типичный фермион, выталкивая чужаков и не давая развернуться другим начинающим предпринимателям. Такая ситуация была типична для России в 90-е гг. XX века. Таким образом, даже в отсутствие принципа тождественности для квантовых экономических объектов, они вполне удовлетворительно подчиняются статистикам Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

Фундаментальные взаимодействия.

Одним из центральных вопросов нашей работы является вопрос о том, как взаимодействуют описываемые нами структурные единицы макрообъектов и что приводит к изменению состояния их движения? В настоящий момент мы лишь можем предположить, что так же, как и в современном представлении взаимодействуют частицы, так и квантовые экономические системы взаимодействуют посредством обмена друг с другом виртуальными (или реальными) частицами – квантами соответствующих полей, которые и переносят взаимодействие (аналогично фотонам, бозонам, глюонам). Поскольку физики работают над объединением существующих взаимодействий в рамках единой квантовой теории поля, возможно, речь идет о каком-то одном типе квантов. На вопрос критиков о том, что данные взаимодействия между структурными единицами, входящими в макрообъект, не изучены и не описаны в научной литературе, мы возразим, что до 30-х годов прошлого века физики также оперировали понятиями лишь гравитационного и электромагнитного взаимодействий, с помощью которых невозможно было описать, например, сложную структуру атомных ядер, а открытие рентгеновских лучей, радиоактивности и электрона было сделано в 1895-97 гг. А то, что слабое и электромагнитное взаимодействия являются лишь проявлениями электрослабого взаимодействия, было показано лишь в 1957-67 гг. Мало того, несмотря на многовековые исследования и несомненные заслуги Галилея, Ньютона, Эйнштейна и современных ученых в развитии гравитации и достижения пони-

мания необходимости построения квантовой теории гравитации, никто так еще и не обнаружил распространяющихся со скоростью света гравитационных волн (возможно, действительно вследствие чрезвычайно малой интенсивности гравитационного взаимодействия и слабого взаимодействия с веществом). Даже эксперименты по определению гравитационной постоянной все еще продолжаются.

Или, другой пример. Несмотря на то, что за последние 20 лет теория, однозначно описывающая высокотемпературную сверхпроводимость, так и не появилась, сами ВТСП материалы уже производятся серийно и потихоньку входят в наш обиход. Таким образом, на наш взгляд, вопрос об отсутствии в настоящее время информации о характере взаимодействий и сил, действующих между макрообъектами, не может являться достаточным основанием для невозможности использования квантовомеханического подхода для их описания. Например, все знают, что между отдельными сотрудниками компании присутствуют силы «трения», «притяжения», «отталкивания», гравитационного взаимодействия (на расстоянии одного метра гравитационное взаимодействие двух сотрудников можно оценить как $10^{-9}H$). Мы не предлагаем описывать взаимодействия в компании простыми физическими силами, все, естественно, гораздо сложнее, но именно силы трения (как и в компании, в физике существуют разные силы трения – покоя, сухого, жидкого) между сотрудниками или отделами могут приводить к расколу внутри коллектива компании и уходу ряда сотрудников, и даже образованию новых компаний.

В заключение данного пункта хотелось бы упомянуть также релятивистский эффект дефекта масс. Масса молекулы, атома, ядра равна сумме масс составляющих данный микрообъект частиц за вычетом некоторой величины, называемой дефектом массы. Дефект массы равен деленной на квадрат скорости света энергии, которую надо затратить для того, чтобы «развалить» микрообъект на составляющие его частицы (эту энергию принято называть энергией связи). Чем сильнее связаны друг с другом частицы, тем больше дефект массы. Возможно, нам не удастся привести числовые примеры дефектов масс из истории бизнес-компаний, но очевидно, что при объединении мелких компаний в более крупную или дроблении крупной компании на мелкие (например, с после-

дующей продажей) происходит неизбежное изменение эффективной массы и энергии получившейся компании (й) по сравнению с суммой масс исходных компаний (и) за счет возможного сокращения штатов, упорядочивания управления, систематизации финансовых потоков и т. д. Одним из таких примеров может служить история бразильской компании Semco. Если бы это было не так, вряд ли рейдерам имело смысл захватывать контроль над крупными компаниями, расчленять их и распродавать по частям? Тот же «дефект масс», проявляющийся в качестве отношений с клиентом или группой клиентов необходимо принимать в расчет, оценивая эффективную массу компаний.

Таким образом, проведенный нами выше сравнительный анализ характерных свойств типичных квантовых микрообъектов и поведения бизнес-структур свидетельствует о том, что компании обладают практически всеми чертами типичного квантового объекта и, на наш взгляд, нет никаких препятствий для применения квантовомеханического описания деятельности бизнес-компаний. Более подробный разговор о типе взаимодействия между компаниями, о том, что такое спин компании и, наконец, о наличии и отсутствии антиматерии в бизнес-пространстве – дело будущего.

Соотношение неопределенностей и его следствия

Соотношение неопределенностей. Фактическая неизвестность результата следующего эксперимента в квантовой механике порождает ряд концептуальных проблем этой теории, первой из которых является объяснение физической причины множественности результатов измерения. Ответом на этот вопрос стало полученное В. Гейзенбергом в 1927 г. так называемое соотношение неопределенностей. Оно является концентрированной количественной формулировкой особенностей квантового объекта. Фундаментальное значение принципа неопределенностей заключается в том, что с его помощью удалось показать, что многозначность числового значения динамической переменной в квантовой механике обусловлена физическими свойствами этой переменной, а не ошибками, неизбежно присутствующими во всяком измерении. Таким образом, соотношение неопределенностей математически выражает ин-

детерминизм в описании движения квантового объекта, причем этот индетерминизм возникает из-за внесения в состояние объекта неконтролируемого воздействия самим актом измерения. Физики классической традиции не могли признать допустимым введение индетерминизма. Эйнштейн выразил это известным высказыванием о том, что «Бог не играет в кости»⁶. В связи с этим возник ряд попыток доказать неправильность соотношения неопределенностей. В конечном счете, таких примеров найти не удалось.

Теперь приведем вывод обобщенного соотношения неопределенностей для квантовых экономических объектов. Так как выше было доказано, что нет видимых препятствий для применения квантовомеханического подхода при описании деятельности бизнес-компаний, вывод обобщенного соотношения неопределенностей основан на математическом формализме квантовой теории. В основе вывода лежит, в принципе, известная физикам идея (см., например, Физическую Энциклопедию)⁷.

Как известно, состояние квантовой системы (квантового объекта) характеризуется наблюдаемой. Наблюдаемая, в свою очередь, – это та физическая величина, значение которой мы ходим узнать в данном конкретном эксперименте. Математический аппарат квантовой механики таков, что каждой наблюдаемой (каждой физической величине) ставится в соответствие Эрмитов оператор, спектр которого (диагональные элементы матрицы оператора) соответствует тем значениям физической величины, которые с той или иной вероятностью могут быть измерены. Две наблюдаемые A и B называются совместимыми, если их коммутатор равен нулю, т.е. $[A, B] = 0$ и, по определению коммутатора, $[A, B] = AB - BA$. Рассмотрим две несовместимые наблюдаемые A и B , связанные следующим коммутационным соотношением (их коммутатор равен третьей наблюдаемой C , умноженной на мнимую единицу):

$$[A, B] = iC, \quad (1)$$

Найдем эрмитово выражение, сопряженное выражению (1).

⁶ Einstein, Albert (1969), Albert Einstein, Hedwig und Max Born: Briefwechsel 1916–1955, Munich: Nymphenburger Verlagshandlung.

⁷ Физическая энциклопедия (в 5-и т.). Т. 3. М.: Большая Российская энциклопедия. 1992

Напомним, что по определению эрмитова оператора

$$A^+ = A, \quad (2)$$

где верхний индекс $+$ означает операцию эрмитова сопряжения.

Получим:

$$\begin{aligned} [A, B]^+ &= (AB - BA)^+ = B^+ A^+ - A^+ B^+ = \\ &= BA - AB = -[A, B] = -iC^+. \end{aligned} \quad (3)$$

Таким образом, из сравнения (1) и (3) получаем, что

$$iC^+ = iC = [A, B], \quad (4)$$

т.е. C – действительно реальная наблюдаемая, так как в силу (4) ей соответствует эрмитов оператор.

Пусть в некотором состоянии системы мы измеряем значения наблюдаемых A , B и C . По определению дисперсии случайной величины имеем:

$$DA = \langle (A - \langle A \rangle)^2 \rangle. \quad (5)$$

Обозначив среднее значение $\langle A \rangle$ через a , а дисперсию этой величины через $\langle \tilde{A}^2 \rangle$, окончательно получим выражения:

$$\begin{aligned} DA &= \langle \tilde{A}^2 \rangle, \\ DB &= \langle \tilde{B}^2 \rangle, \text{ где } \tilde{B} = B - b. \end{aligned} \quad (6)$$

Введем оператор

$$\hat{F} = \tilde{A} + i\lambda\tilde{B}. \quad (7)$$

Он, очевидно, не является эрмитовым, так как

$$\hat{F}^+ = \tilde{A} - i\lambda\tilde{B}. \quad (8)$$

Именно поэтому оператор $\hat{F}$ не соответствует никакой реальной наблюдаемой.

Введем оператор

$$\hat{G} = \hat{F}^+ \hat{F}. \quad (9)$$

Этому оператору уже соответствует вполне реальная наблюдаемая, так как

$$\hat{G}^+ = \hat{F}^+ (\hat{F}^+)^+ = \hat{G}. \quad (10)$$

Спектр оператора $\hat{G}$ – неотрицательный, так как

$$\begin{aligned} \hat{G}|\gamma\rangle &= g|\gamma\rangle, \\ \langle\gamma|\hat{G}|\gamma\rangle &= g\langle\gamma|\gamma\rangle, \end{aligned} \quad (11)$$

где $|\gamma\rangle$ – собственный вектор оператора $\hat{G}$, которому соответствует собственное значение g .

В силу того, что

$$\langle\gamma|\gamma\rangle = 1, \quad (12)$$

получаем

$$g = \langle\gamma|\hat{G}|\gamma\rangle = \langle\gamma|\hat{F}^+ \hat{F}|\gamma\rangle = \langle\chi|\chi\rangle \geq 0, \quad (13)$$

где $\langle\chi|\chi\rangle = \langle\gamma|\hat{F}^+|\gamma\rangle = \langle\hat{F}|\gamma\rangle$.

В основе математического формализма квантовой теории лежат аксиомы, сформулированные Джоном фон Нейманом в 1932 г. Третья аксиома фон Неймана гласит:

Среднее воспроизводит свойства измеряемой величины, т.е. если

$$a_n \geq 0, \text{ то } \langle \hat{A} \rangle \geq 0, \quad (14)$$

где a_n – результаты измерений физической величины A .

Тогда по третьей аксиоме фон Неймана из соотношения (13) получаем, что $\langle \hat{G} \rangle \geq 0$.

В силу соотношений (7) – (9) получаем квадратное неравенство относительно λ :

$$\begin{aligned} \langle \hat{G} \rangle &= \langle (\tilde{A} - i\lambda\tilde{B})(\tilde{A} + i\lambda\tilde{B}) \rangle = \\ &= \langle \tilde{A}^2 + \lambda^2\tilde{B}^2 + i\lambda(\tilde{A}\tilde{B}) - i\lambda(\tilde{B}\tilde{A}) \rangle = \\ &= \langle \tilde{A}^2 + \lambda^2\tilde{B}^2 + i\lambda[\tilde{A}, \tilde{B}] \rangle = \\ &= \langle \tilde{A}^2 + \lambda^2\tilde{B}^2 + i\lambda C \rangle = \\ &= \langle \tilde{A}^2 + \lambda^2\tilde{B}^2 - \lambda C \rangle = \\ &= DA + \lambda^2 DB - \lambda \langle C \rangle \geq 0. \end{aligned} \quad (15)$$

Чтобы неравенство (15) выполнялось, дискриминант квадратного уравнения $\lambda^2 DB - \lambda \langle C \rangle + DA = 0$ должен быть неположительным, то есть

$$\langle C \rangle^2 - 4DADB \leq 0. \quad (16)$$

Из соотношения (16) получаем:

$$DADB \geq \frac{\langle C \rangle^2}{4}. \quad (17)$$

Извлечем квадратный корень из неравенства (17) и обозначим $\sqrt{DA} = \delta A$, $\sqrt{DB} = \delta B$, тогда неравенство (17) примет вид:

$$\delta A \delta B \geq \frac{\langle C \rangle}{2}, \quad (18)$$

где $\delta A, \delta B$ – среднеквадратичные отклонения (квадратный корень из дисперсии) физических величин A и B соответственно, а $\langle C \rangle$ – среднее по квантовому состоянию значение наблюдаемой C .

Полученное в рамках наших предположений неравенство полностью совпадает с каноническим коммутационным соотношением или соотношением неопределенностей Гейзенберга для координат и импульсов с точностью до замены:

$$A \equiv x, \quad B \equiv p, \quad C \equiv \hbar_{\text{gen}}. \quad (19)$$

Не будем забывать, что равенства (19) являются операторными; $\hbar_{\text{gen}}$ – число, умноженное на единичную матрицу бесконечной размерности.

Таким образом, из соотношения (18) получим обобщенное соотношение неопределенностей для координат и импульсов:

$$\delta x \delta p \geq \frac{\hbar_{\text{gen}}}{2}. \quad (20)$$

$\hbar_{\text{gen}}$ (gen означает «обобщенная» (от англ. general), является аналогом постоянной Планка в квантовой теории экономики. Нахождение ее числового значения – задача отдельного исследования. В рассматриваемом выше одномерном случае неопределенность в координате компании в уравнении (20) так же, как и в физике, описывает неопределенность координаты центра инерции компании или неопределенность точного расположения ее эффективной массы. То, что в физике данное соотношение, в основном, проявляется в экспериментах на атомарном уровне определяется сравнительно малой величиной постоянной Планка. Для того чтобы данное соотношение проявлялось на макроскопическом уровне необходимо, чтобы величина $\hbar_{\text{gen}}$ имела сравнимые с другими величинами, входящими в уравнение (20), значения той же размерности. Что означает соотношение (20) с точки зрения экономики? Для большей наглядности введем N -мерное квантовое бизнес-пространство, в котором будет существовать компания. Как бы абстрактно не выглядело введение многомерного пространства для описания эволюции компании, такое допущение вполне оправдано. Деятельность компании зависит от огромного количества факторов (переменных). Они могут быть как эндогенными (зависеть от самой компании: численность персонала, объем производства и т.д.), так и экзогенными (соответственно не зависеть от нее: налоги, мировая конъюнктура и т.д.). Проверим на качественном уровне, выполняется ли соотношение (20) в реальности.

Хорошо известно, что с помощью современных электронных баз данных руководитель даже очень крупной корпорации может с определенной точностью знать финансовую историю компании на вчерашний вечер или сегодняшнее утро или даже, при очень большом желании, несколько часов или минут назад (в зависимости от того, какое характерное время закрытия или совершения одной сделки, как часто поступает банковская информация, происходит обновление баз данных и т.д.). Определение финансового состояния строго в текущий момент с точностью до секунды не-

возможно, так банковская информация не поступает ежесекундно, а даже на электронный запрос в банк или обращение к серверу потребуется пусть небольшое, но все же определенное время. Теперь, вряд ли найдется руководитель, который со стопроцентной гарантией может предсказать финансовое состояние компании завтра 8 ч утра. Хорошо известно, что даже отправленные и подтвержденные платежи иногда не доходят или не зачисляются на счет вовремя. Не говоря уже о том, что какой-то абсолютно посторонний человек, как в случае с United Airlines, может опубликовать застарелое сообщение о банкротстве, в результате которого цена акций компании упадет на 76 %. Таким образом, хорошо прослеживается индетерминизм в описании движения такого квантового объекта как компания.

Еще пример. Предположим, что мы хотим абсолютно точно определить координату компании в N -мерном бизнес-пространстве в строго определенный будущий момент времени, например через 1 ч в 14 ч 28 мин и 56 с или завтра утром. Пусть это будет объем денежных средств, которыми располагает компания в данный конкретный момент времени. Но из здравых рассуждений следует, что такую информацию можно получить только в том случае, если на это мгновение полностью или частично приостановить экономическую деятельность компании (по крайней мере, заблокировать банковские счета, чтобы в момент подсчета на них не зачислялись или с них не списывались новые суммы и т.д.), другими словами, установить абсолютно точное значение проекции импульса компании на данную ось пространства в данный момент времени. А для этого всем сотрудникам и клиентам компании, которые и образуют эффективную массу компании, на мгновение необходимо приостановить основные виды экономической деятельности: получение денег, выставление счетов, заключение сделок, подписание контрактов, и т.д., т.е. занулить эффективную скорость осуществления экономической деятельности, которая входит в выражение для проекции импульса на выбранную нами ось:

$$p_{\text{eff}} = m_{\text{eff}} v_{\text{eff}} \quad (21)$$

Как мы понимаем, такое совершенно невозможно. Представляется нереальным знать точно будущее и мгновенное значения координаты компании и в это же время иметь точную информации о будущем и мгновенном значении проекции импульса на данную координату.

Можно и не приостанавливать деятельность для подсчетов, но тогда в зависимости от характерного времени продолжительности сделок и платежей по ним, через некоторое время электронная база все сложит сама, и мы получим результат. Для этого потребуется время, и мы опять лишь узнаем исторический факт, например, через 5 с или завтра утром.

И наоборот, предположим, мы точно знаем проекцию импульса компании в данный момент времени, то есть точное количество сотрудников и клиентов компании и число заключаемых в данный конкретный момент времени сделок. Такое, в принципе, возможно, если все филиалы мгновенно с точностью до секунд будут вводить эту информацию в базы данных, хотя это вряд ли кому-то нужно. Но в этом случае мы неизбежно не сможем узнать точное значение координаты компании, тот же объем денежных средств, так как деятельность компании не остановлена и точное значение координаты, соответственно, меняется скачкообразно каждое мгновение.

Таким образом, мы показали, что в силу обобщенного соотношения неопределенностей невозможно абсолютно точно и одновременно установить значения координаты и импульса в N -мерном бизнес-пространстве.

В качестве еще одного примера квантовых величин рассмотрим складские запасы компании и долги ее клиентов. Может ли хоть один руководитель компании со стопроцентной точностью предсказать количество складских запасов и долги клиентов на последний день месяца или квартала? Чем ближе конец месяца, тем точнее это можно сделать, но стопроцентную гарантию можно дать только в том случае, если компания полностью приостановила свою операционную деятельность или другими словами, опять же установила абсолютно точное значение проекции импульса компании на данную ось пространства в данный момент времени. Но, к сожалению, даже в этом случае складские запасы могут быть съедены грызунами или разворованы, не говоря уж о пожарах и других стихийных бедствиях. Руководитель любой компании не может в принципе гарантировать стопроцентное или абсолютно точное выполнение бюджета по доходам и расходам компании и, следовательно, прибыль (траекторию) компании за отчетный период. И именно это, хорошо известное всем экономистам обстоятельство, и является еще

одним проявлением квантового характера жизнедеятельности компании.

В квазистационарном случае получаем соотношение неопределенностей для энергии и времени:

$$\Delta E \Delta t \approx \hbar_{\text{ген}}. \quad (22)$$

Под энергией ΔE в данном случае, как и в физике, мы понимаем количественную меру различных форм движения квантовых макрообъектов (например, компании) и всех видов ее взаимодействий (как внутренних, так и внешних), а Δt – время необходимое для измерения (чем дольше мы держим крышку кастрюли открытой, тем менее точно мы определим, что в ней было до открытия крышки). Причем, понятие энергия активно используется рядом авторов. В работе И. Адизеса применительно к бизнес-организациям содержится следующее выражение: «...так как в каждый момент времени система обладает запасом энергии. Этот факт известен нам из курса физики. Со временем количество энергии может возрастать в тех динамических системах, которые успешно взаимодействуют с окружающей средой. Оказывается, в каждый конкретный момент времени количество энергии у системы оказывается фиксированным...» На самом деле, бизнес-процесс можно было бы охарактеризовать короткой фразой «обмен энергии (собственной и сотрудников) на деньги».

Таким образом, экономический смысл соотношения (22) следующий – если энергия квантовой системы измеряется с точностью ΔE , то время, к которому это измерение относится, должно иметь минимальную неопределенность, определяемую этим выражением.

Количественные доказательства отсутствия траектории у бизнес-компаний (количественные следствия обобщенного соотношения неопределенностей)

В этом пункте более подробно остановимся на применении соотношения (22) для описания деятельности бизнес-компаний. Для простоты и без ограничения общности рассмотрим эволюцию компании в двумерном бизнес-пространстве. В свете соотношения (22) выберем в качестве временной переменной самое обычное время (естественно наблюдать эволюцию чего бы то ни было во времени), а в качестве энергетической характе-

ристики компании выберем временную функцию, которую можно измерить в деньгах. Функции денег с точки зрения экономической теории вполне соответствуют тому, чтобы провести аналогии с энергией компании, выраженной в денежном эквиваленте. Ведь одним из наиболее важных конечных результатов деятельности компании фактически является обмен вложенной в бизнес-процесс энергии на деньги. Кроме того, введение денег в качестве энергетической характеристики компании обусловлено следующим принципиальным фактом. Как известно, классическая теория всегда имеет дело с *непрерывно* меняющимися величинами, тогда как в квантовой теории мы сталкиваемся с *дискретными* процессами. Квант – неделимая порция энергии, и никому еще не удалось произвести опыт по обнаружению части кванта. Таким образом, было показано, что процесс передачи энергии носит *дискретный* характер. Аналогичную ситуацию мы видим в экономике. Естественной неделимой и наименьшей порцией энергии в случае бизнес-компании будет цент в США, копейка в России, евроцент в Евросоюзе и т.д., т.е. минимальная денежная единица. Таким образом, вполне разумно представить процесс передачи энергии в нашем случае в виде получения или потери того или иного количества денег, кратного, заметим, наименьшей порции энергии. В качестве конкретной энергетической характеристики в настоящей работе мы выбрали чистую прибыль компании (net profit) – поквартальную и годовую. Это связано только с большей достоверностью статистических данных по чистой прибыли, которые нам удалось обнаружить и использовать в нашей работе. То же самое может быть сказано о других характеристиках компании (например, объем годовых продаж, капитализация и т.д.).

Вернемся на некоторое время к квантовой механике. Среди различного рода измерений в квантовой теории основную роль играет измерение координат электрона. Предположим, что через определенные интервалы времени производятся последовательные измерения координат электрона. Их результаты, вообще говоря, не лягут на какую либо плавную кривую. Напротив, чем точнее производятся измерения, тем более скачкообразный, беспорядочный ход обнаружат их результаты в соответствии с отсутствием для электрона понятия траектории, что следует из соотношения неопределенностей. Более или менее

плавная траектория получится лишь, если измерять координаты электрона с небольшой степенью точности, например, по конденсации капелек пара в камере Вильсона (рис.1).

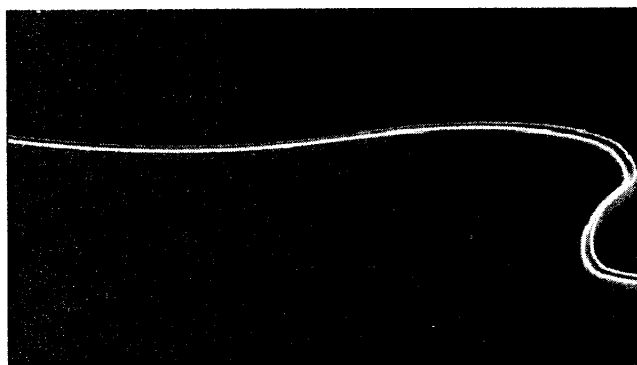


Рис. 1. Траектория электрона в камере Вильсона⁸

Аналогичная картина для траекторий получается и для других элементарных частиц (квантовых микрообъектов) в более современных детекторах (пузырьковая, искровая камера и т.д.) (рис.2).

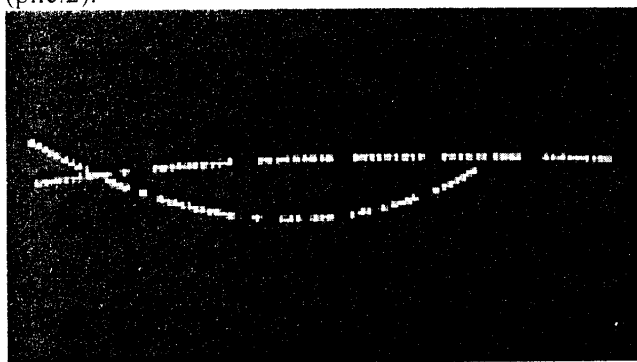


Рис. 2. Треки частиц в пузырьковой камере

Понятие траектория здесь употреблено, чтобы подчеркнуть ту небольшую степень точности, при которой мы имеем возможность говорить о траектории квантовой частицы. Вообще же, отсутствие траектории является типичным свойством именно квантового объекта.

Проследим теперь траектории некоторых ведущих мировых компаний в двумерном бизнес-пространстве, интересуясь размером их чистой годовой прибыли (в млрд. долларов США) в промежутке времени с 2000 до 2007 г. (рис. 3 – 5).

Мы намеренно выбрали для примера совершенно разные по всем параметрам успешные мировые компании. Microsoft – американская компания, производящая программное обеспечение; Shell – европейская нефтяная компания и China

Mobile – крупнейший в Китае оператор сотовой связи (350 млн. абонентов).

Из сравнения качественного вида рис. 1, 2 и 3 – 5 можно заметить, что траектории для квантового микрообъекта и бизнес-компании напоминают друг друга.

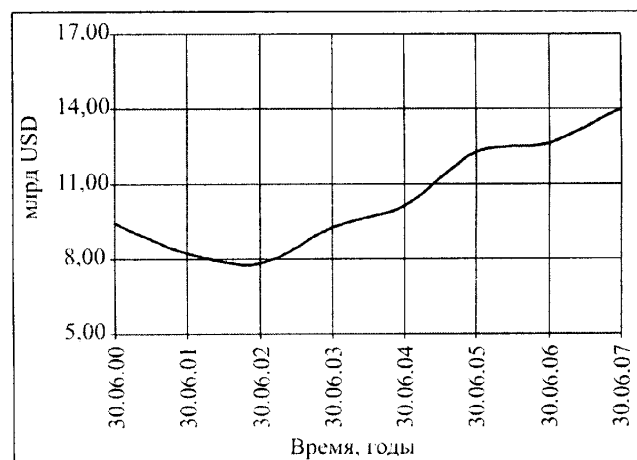


Рис. 3. Траектория компании Microsoft в бизнес-пространстве деньги-время с 2000 по 2007 г.⁹

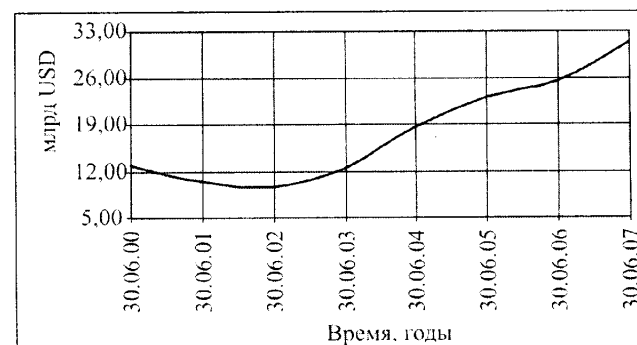


Рис. 4. Траектория компании Royal Dutch Shell в бизнес-пространстве деньги-время с 2000 по 2007 г.¹⁰

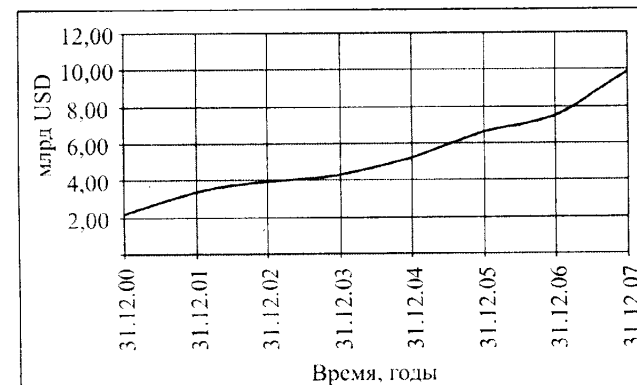


Рис. 5. Траектория компании China Mobile в бизнес-пространстве деньги-время с 2000 по 2007 г.¹¹

⁹ <http://www.microsoft.com>

¹⁰ <http://www.shell.uz>

¹¹ <http://www.chinamobileltd.com/>

⁸ http://040.help-rus-student.ru/pictures_fail/

Если же, оставляя точность измерений неизменной, уменьшать интервалы времени между измерениями, то соседние измерения дадут, конечно, близкие значения координат. Однако результаты ряда последовательных измерений хотя и будут лежать в малом участке пространства, но будут расположены совершенно беспорядочным образом, отнюдь не укладываясь на какую либо плавную кривую. В частности, при стремлении Δt к нулю результаты близких измерений не стремятся лечь на одну прямую.

Здесь мы должны сделать одно допущение, которое в дальнейшем будет нами использовано. В предыдущем параграфе речь, несомненно, шла об измерении координат свободного электрона. Но как следует из предыдущих рассуждений, движение компании в бизнес-пространстве можно считать свободным с очень большой натяжкой, так как кроме непосредственных конкурентов данной компании, действующих в том же самом сегменте рынка, существует также государственное антимонопольное законодательство и ряд других факторов, которое ограничивает свободу действий крупных компаний. Поэтому уместно рассмотреть движение не свободного электрона и измерение его координат, а изменение положения электрона, находящегося в потенциальной яме, т.е. электрона, движение которого также ограничено потенциальным барьером. Для количественного сравнения квантового микрообъекта и компании приведем графики зависимости координат электрона, находящегося в потенциальной яме, измеренные через фемтосекундные промежутки времени (рис. 6), и чистой поквартальной прибыли компаний, приведенных на рис. 7, 8 за 2005-07 гг. Таким образом, мы сохраняем точность измерений неизменной, но при этом уменьшаем интервалы времени между измерениями.

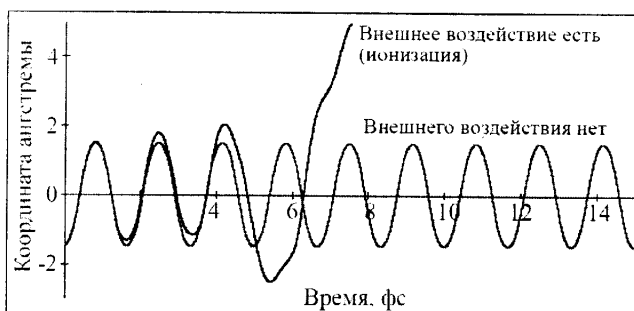


Рис. 6. Координата электрона в потенциальной яме в зависимости от времени (промежуток измерения 1 фс = 10-15 с)¹²

¹² <http://www.1580.ru/album/2001/26-01-01/index.html>



Рис. 7. Координата компании Microsoft в зависимости от времени (промежуток измерения 1 квартал)

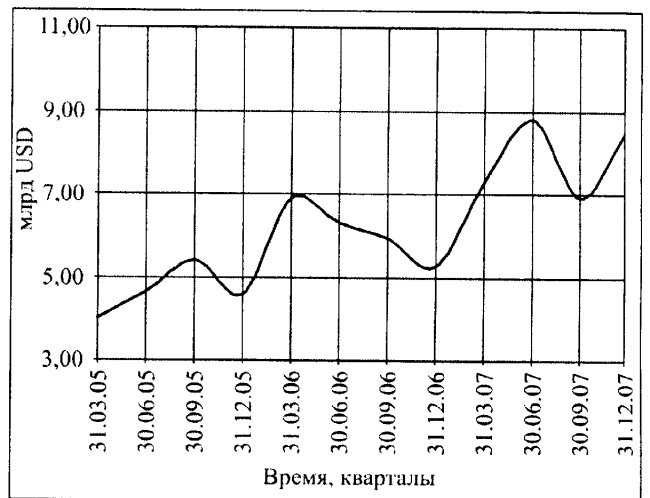


Рис. 8. Координата компании Shell в зависимости от времени (промежуток измерения 1 квартал)

Как видно, при сохранении заданной точности и уменьшении интервала измерения полученные результаты, как в случае электрона, так и в случае компаний не стремятся лечь на какую-либо плавную кривую (кривую с тенденцией роста или убывания), как это было в случае с большим интервалом измерения.

Таким образом, даже простое полуколичественное сравнение поведения квантового микрообъекта и гигантской бизнес-компании свидетельствует о том, что законы этого поведения на эмпирическом уровне очень схожи.

Приведем еще один интересный пример. На рис. 6 приведена кривая зависимости координат электрона в потенциальной яме в случае внешнего воздействия на него. Электрон получает дополнительное количество энергии, покидает яму и становится на некоторое время свободным. Легко заметить, что рис. 9 с точностью до зеркального

отражения повторяет кривую ионизации электро- на на рис. 6.

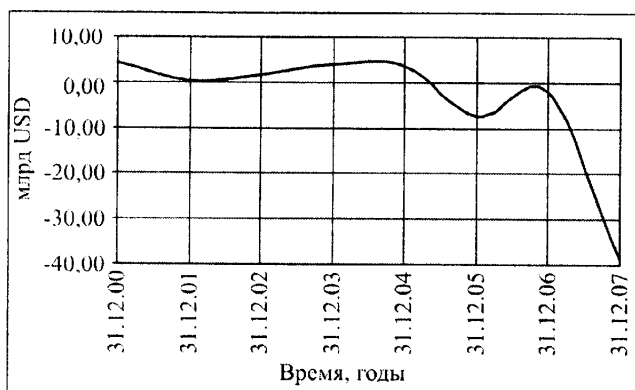


Рис. 9. Траектория компании General Motors в бизнес-пространстве деньги-время с 2000 по 2007 г.¹³

И, действительно, с 2005 г. компания GM, стремясь сохранить мировое лидерство по продажам автомобилей, начала вести бизнес себе в убыток. Это выразилось в значительном сокращении числа работников, закрытии некоторых отделений и т.д., что к концу 2007 г. привело к рекордным убыткам некогда благополучной компании. Таким образом, можно сказать, что GM отказалась от принятых правил игры в «потенциальной яме» автомобильных компаний, и, получив в коротком периоде дополнительную энергию, в некотором роде, покинула общий рынок продавцов автомобилей, куда она, возможно, вернется после сокращения своих убытков, совершенно так же, как и свободный электрон в течение ничтожно малого времени вновь станет связанным.

Для проведения более тщательного количественного анализа необходимо более точное определение величины эффективной массы данных бизнес-компаний и определение пространственных размеров происходящих событий.

Обсуждение результатов

Таким образом, было показано, что даже полуколичественное рассмотрение поведения квантовых микрообъектов и бизнес-структур выявляет между ними много общего, в частности, отсутствие понятия траектории и, следовательно, заметные трудности с каким-либо прогнозированием на длительный период времени, а также дискретный процесс поглощения и отдачи энергии.

Как известно, гипотеза совершенного рынка состоит в том, что каждый человек обладает пол-

ной информацией обо всех игроках, действующих на данном рынке. Совершенно очевидно, что на сколько-нибудь сложном рынке – а любой предстает реальным рынком уже сложный – эта гипотеза не работает. Мы должны заменить ее гипотезой неполноты (несовершенства) информации. Одни знают больше других, и они выигрывают; другие меньше, и они проигрывают, их обманывают. Не работает и модель экономического равновесия, построенная на гипотезе полноты информации. Ведь для прогноза нам нужно не статическое, а динамическое экономическое равновесие. Нам нужно показать, какое равновесие будет через неделю, через месяц, через пять лет. И такого рода равновесие явно предполагает, что люди начинают оценивать не сегодняшнее, а ожидаемое состояние дел.

В любой момент времени для принятия управленческих решений необходима информация о прошлом, текущем и предполагаемом будущем состоянии экономической системы, а также ее свойствах и преобладающих тенденциях. Особенно важно иметь информацию о будущем течении событий.

Для принятия стратегических решений необходимо прогнозировать развитие экономической ситуации в стране (в мире) на 30 – 100 лет вперед с заданной точностью. Для такого прогнозирования применяются долгосрочные прогнозы. Основные требования к любым прогнозам – это точность и достоверность. Обычно для построения прогноза на 30 лет необходима информация о состоянии экономики за достаточно длинный период¹⁴. Это обстоятельство делает долгосрочное прогнозирование весьма сложным, как на этапе сбора данных, так и на этапе прогнозирования.

Однако, история успешных компаний свидетельствует о том, что часто они предпринимали свои лучшие шаги не в результате детального стратегического планирования, но, скорее, в ходе эксперимента, методом проб и ошибок, полжившись на обстоятельства, и, в буквальном смысле, случайно. Один из основателей компании Hewlett-Packard Билл Хьюлетт заявил: «HP даже в ключевые 60-е годы никогда не планировала больше, чем на 2-3 года вперед»¹⁵. Другой при-

¹⁴ The long Wave Debate. Selected papers from an IIASA International meeting on Long-Term fluctuations in economic growth: their causes and consequences, Held in Weimar, GDR, June 10-14, 1985.

¹⁵ Коллинз Д. От хорошего к великому. Почему одни компании совершают прорыв, а другие нет... Издательство: Стокгольмская школа экономики в С-Петербурге, 2008 г.

¹³ <http://www.gm.com/>

мер: в среднем у успешных компаний уходит *четыре года* на то, чтобы выработать стратегические концепции своего развития, которые, в конечном итоге, приведут их к успеху.

Нам представляется, что действие обобщенного соотношения неопределенностей может быть распространено не только на экономические процессы, но и для описания поведения живых систем или функционирования различных механизмов и государственных учреждений с соответствующими значениями эффективных масс и рассматриваемого пространства.

Чарльз Дарвин в своем самом знаменитом труде «Происхождение видов» (1859) писал: «Мне кажется гораздо более удовлетворительной мысль, что инстинкты [хорошо приспособленных видов] являются не специально дарованными или созданными, но небольшими следствиями одного общего закона, обуславливающего развитие всех живых существ...»¹⁶.

И на самом деле, каждый человек, каждая личность – это тоже маленькая частица из огромной массы. Жизнь человека и его предков – огромная цепь последовательных событий и, зачастую, тоже случайных. Да, и в истории всего человечества случай – далеко не последний фактор. Как и с квантовыми частицами, вряд ли кто-то рискнет со стопроцентной вероятностью предсказывать координату и импульс человечества в пространстве даже через год, а не через сто или тысячу лет. Один из авторов работы на протяжении 3 мес. ежедневно 3 раза в день измерял свой пульс и артериальное давление. Можно заметить, что полученные результаты тоже не укладываются ни на какую плавную кривую (рис.10).

Желающим советуем провести ежедневное утреннее измерение своего веса и проверить несепарабельность данной величины от окружающего нас мира.

В заключение рассмотрим один потенциально успешный путь нахождения числового значения $\hbar_{gen}$, основанный на теории строения атома Н. Бора. Согласно этой теории каждый вид атома характеризуется последовательностью квантованных значений энергии, соответствующих возможным различным стационарным состояниям. Пере-

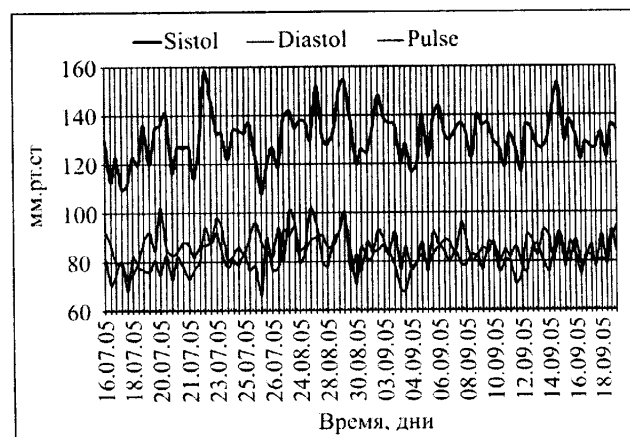


Рис.10. Динамика артериального давления и пульса одного из авторов

ход атома из одного стационарного состояния в другое с изменением энергии сопровождается излучением. Бор предположил, что каждая спектральная линия соответствует мгновенному переходу атома из одного квантового состояния в другое, характеризующее меньшим значением энергии. Избыток энергии уносится излучением. При этом в квантовой теории вполне естественно считать, что энергия излучается в виде отдельных квантов или фотонов. Таким образом, при переходе атома из одного стационарного состояния в другое он испускает фотон, энергия которого равна разности энергий начального и конечного состояний атома. Отсюда непосредственно следует так называемое правило частот Бора: частота спектральной линии, соответствующей переходу атома из некоторого состояния A в состояние B , равна разности энергии атома в состояниях A и B , деленной на постоянную Планка. В своем математическом выражении теория Бора обладала одним серьезным недостатком. Действительно, даже в наиболее простом случае атома водорода, она позволяла найти энергию стационарных состояний лишь для чисто кругового движения. Причина этого заключалась в отсутствии необходимых методов квантования, поскольку метод квантования действия, предложенный Планком, годился лишь для одномерного движения. Поэтому для дальнейшего развития теории Бора необходимо было найти методы квантования, применимые в *общем случае многомерного движения*. Эта задача была решена в 1916 г. почти одновременно Вильсоном и Зоммерфельдом. Они обратили внимание на то, что все механические системы, рассматриваемые в квантовой механике, относятся к *классу квазипериодических систем с разделяющимися*

¹⁶ Ч.Дарвин. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение рас в борьбе за жизнь. Перевод с шестого издания (Лондон, 1872) Ответственный редактор академик А.Л. Тахтаджян. СПб.: Наука, С.-Петербургское отделение. 1991.



са одного

ояния в
ется из-
я спек-
му пере-
в дру-
м энер-
ем. При
но счи-
дельных
ри пере-
ояния в
ого рав-
ного со-
следует
частота
переходу
ояние B ,
ях A и B ,
ем мате-
адала од-
но, даже
рода, она
х состоя-
и. Причи-
бходимых
квантова-
го, годился
тому для
обходимо
енимые в
эта задача
но Виль-
внимание
рассматри-
я к классу
яющихся

переменными. Системы такого рода характеризуются периодическим изменением всех переменных, хотя величины этих периодов, вообще говоря, отличны друг от друга. Более того, надлежащим выбором этих переменных интеграл действия удастся разбить на ряд интегралов, каждый из которых зависит только от одной переменной. Проводя в каждом из этих интегралов интегрирование по полному периоду соответствующей переменной и, приравнявая каждый из них произведению постоянной Планка на целое число, получаем, очевидно, условия квантования для случая систем со многими степенями свободы. Не являются ли рассматриваемые в нашей работе квантовые экономические системы такими квазипериодическими системами в многомерном бизнес-пространстве? Если да, то мы вправе использовать правило частот Бора и правило квантования Зоммерфельда для поиска $\hbar_{\text{gen}}$. Ответом на этот вопрос служит так называемая теория больших циклов Кондратьева.

В середине 1920-х годов русский экономист Николай Кондратьев (1892-1938) выдвинул теорию циклов экономической конъюнктуры длительностью 40 – 60 лет.

Кондратьев имел предшественников (Х. Кларк, Б. Джевонс, А. Гельфанд), угадавших существование большого цикла в экономике и пытавшихся его объяснить, но принципиальное продвижение в исследованиях началось только после его основополагающей работы¹⁷. В своей работе Кондратьев проанализировал некоторые макроэкономические показатели стран Западной Европы и США с 1790 по 1920 г. (более полной статистики на тот момент не было). Построив и сгладив графики, устранив краткосрочные колебания, он обнаружил, что значения этих показателей синхронно движутся в долгосрочном периоде. Максимумы достигались примерно в 1815 и 1873, а минимумы – в 1845 и 1896 гг. Кроме того, во время подъема длинной волны возрастало число войн и восстаний и происходило вовлечение новых стран и регионов в мировую торговлю и в мировое разделение труда. На основании этих наблюдений Кондратьев сделал долгосрочный прогноз до 2010 г., предсказав, в частности, Великую депрессию 1930-х годов:

1 цикл – с 1779 до 1841-43 гг. (фаза роста до 1814 г.; снижение с 1814 до 1841-43 гг.).

¹⁷ Кондратьев Н. Большие циклы конъюнктуры. М. 1928.

2 цикл – с 1844-51 до 1890-96 гг. (фаза роста до 1870-75 гг.; снижение с 1870-75 до 1891-96 гг.).

3 цикл – с 1891-96 до 1929-33 гг. (фаза роста до 1914 г.; снижение до 1929 г.).

4 цикл – с 1929-33 г. (возможно, до конца 1930-х гг.) до 1973-75 гг. (возможно, до 1981 г. высшая поворотная точка приходится на начало 1950-х гг.).

5 цикл – с 1973-75 до (прогноз) 2010-15 гг.; высшая поворотная точка приходится на середину 1990-х гг.).

Как видим, и в этом случае рассматриваемые квантовые экономические объекты удовлетворяют фундаментальным законам квантовой механики. Надо сказать, что до сих пор так и не найдено объяснение теории длинных циклов. По нашему мнению, это не что иное, как действие обобщенного соотношения неопределенностей.

Таким образом, для нахождения $\hbar_{\text{gen}}$ мы должны решить, в каком-то смысле, задачу, обратную поиску значений энергии атома, пользуясь тем же самым правилом частот Бора. Мы знаем энергетический спектр компаний (рис. 11) (пусть это будет объем чистой годовой прибыли).

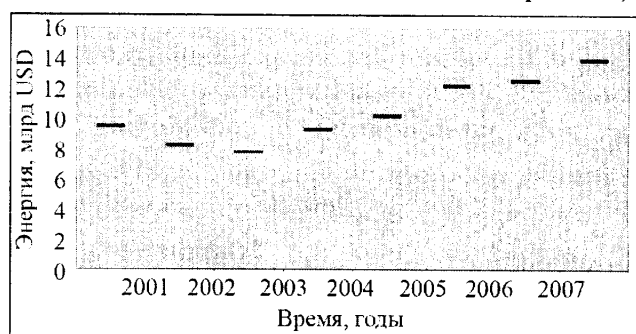


Рис.11. Энергетический спектр компании Microsoft Corporation

Если поделить разность значений энергий на эффективную частоту, мы с легкостью найдем $\hbar_{\text{gen}}$. У каждой компании, как и любой физической квантовой системы, существует или формируется некоторая структура, которая и определяет ее энергетический спектр. В том числе, как отмечалось выше, на строение спектра влияет и просто размер самой системы. Структура компании – это некоторое расположение отдельных структурных элементов компании, связанных между собой должностными и другими внутренними инструкциями и распоряжениями руководства и акционеров. К сожалению, мы сейчас не в состоянии классифицировать все типы структуры и возмож-

ные типы симметрии компаний, а также возможность существования квазиструктур (подобно квазикристаллам) и представить, например, аналог зонной модели в квантовой теории экономики, но именно этот путь является правильным на пути поиска числового значения эффективной частоты и, следовательно, $\hbar_{\text{gen}}$.

Правда, надо оговориться, что есть, возможно, и более простой путь нахождения числового значения $\hbar_{\text{gen}}$. Дело в том, что в большинстве случаев рассматриваемые нами экономические системы являются сильно коррелированными, то есть они находятся в сильно коррелированных состояниях относительно окружающего мира и других участников экономического процесса. Другими словами, степень влияния этих объектов друг на друга велика. Как известно из физики, для таких состояний соотношение неопределенностей модифицируется, а именно, принимает вид

$$\delta x \delta p \geq \frac{\hbar_{\text{gen}}}{2\sqrt{1-r^2}} = \frac{\hbar_{\text{eff}}}{2}, \quad (23)$$

где r — так называемый коэффициент корреляции, а $\hbar_{\text{eff}}$ — «эффективная» обобщенная постоянная Планка. Как видим, для сильно коррелированных систем ($r \sim 1$) она может принимать значения, существенно превышающие $\hbar_{\text{gen}}$. Очевидно, что в зависимости от того, является ли рассматриваемая система сильно или слабо ($r \rightarrow 0$) коррелированной системой, величина $\hbar_{\text{eff}}$ будет изменяться в крайне широких пределах. Соответственно, мы уходим от необходимости классифицировать все компании по их структуре, а можем только разделить их на две условные группы: сильно и слабо коррелированных. Для каждой группы, используя статистические данные по прибыли (энергетический спектр компаний), степень ее корреляции с окружающим миром (значение r), мы можем найти усредненные траектории компаний (разброс по импульсу и координате) и в соответствии с этими данными найти предельные значения $\hbar_{\text{eff}}$. По найденным значениям будет возможно определить значения $\hbar_{\text{gen}}$. Проблема в том, что в этом случае (в случае непосредственного учета свойств несепарабельности квантовой экономической системы) мы неизбежно отходим от некой универсальности обобщенного соотношения неопределенностей, и вынуждены каждый раз искать

значение константы $\hbar_{\text{eff}}$ при анализе данной конкретной компании. Более точно для каждой компании будет необходимо выработать метод определения величины радиуса корреляции.

Конечно, аналогию бизнеса и физики следует проводить с известной степенью осторожности. Мы не считаем, что все изменения и весь прогресс компаний являются результатом нерегулируемого физического процесса. Было бы некорректно считать компании полностью похожими на квантовые объекты. Перефразируя учебник Ландау-Лифшица, можно сказать, мы говорим об экономике, имея в виду вообще любой квантовый объект, то есть, например, событие или систему событий и явлений, подчиняющихся квантовой теории, которые невозможно описать в рамках классических представлений. По крайней мере, по заявлениям ведущих мировых экономистов таких представлений еще никто не предложил. Еще раз подчеркнем, по нашему мнению, обобщенное соотношение неопределенностей не ограничивается экономикой и может быть применено к широкому кругу макросистем и протекающих в них процессов.

Кроме того, приведем еще одно интересное наблюдение. В российских экономических СМИ часто в качестве статистической информации приводят прибыль ведущих российских компаний «по РСБУ» или «по МСФО». Давайте разберемся, что это такое. РСБУ (Российские стандарты бухгалтерского учета) — совокупность норм федерального законодательства России и Положений по бухгалтерскому учёту (ПБУ), издаваемых Министерством Финансов РФ, которые регулируют правила бухгалтерского учёта. МСФО (Международные стандарты финансовой отчётности; англ. *International Financial Reporting Standards*) — набор документов (стандартов и интерпретаций), регламентирующих правила составления финансовой отчетности, необходимой внешним пользователям для принятия ими экономических решений в отношении предприятия. В большинстве стран Европы отчётность в соответствии с МСФО обязаны подготавливать компании, чьи ценные бумаги обращаются на бирже. Одним из принципиальных отличий российского бухгалтерского учёта от МСФО является жёсткая регламентация действий бухгалтера. В связи с этим российские бухгалтеры, не привыкшие к относительной свободе действий, сталкиваются со значительными трудностями при трансформации отчётности по МСФО.

В РСБУ существует единый план счетов, обязательный для применения. РСБУ традиционно ориентируются на запросы регулирующих органов, в первую очередь, налоговых, в то время как МСФО ориентированы главным образом на пользователей, имеющих действительный или потенциальный финансовый интерес в субъекте отчетности: акционеров, инвесторов и контрагентов. РСБУ не предусматривает консолидацию отчетности для холдинговых компаний, что существенно затрудняет их анализ, т.к. в отчете отображена деятельность лишь головной компании и не отображена деятельность ее «дочек». МСФО представляют собой стандарты, основанные на принципах, а не на жестко прописанных правилах. Цель состоит в том, чтобы в любой практической ситуации составители могли следовать духу принципов, а не пытаться найти лазейки в четко прописанных правилах, которые позволили бы обойти какие-либо базовые положения. В 1998 г. в России принята и исполняется программа реформирования бухгалтерского учета в соответствии с МСФО. В частности, с 2005 г. все кредитные организации обязаны подготавливать отчетность в соответствии с нормами МСФО.

По нашему мнению, начало перехода российской системы бухгалтерского учета на МСФО – хорошее доказательство того, что переход российской экономики на рыночные рельсы все-таки постепенно осуществляется. Более того, выбор МСФО в качестве преобладающей системы финансовой отчетности в большинстве стран с рыночной экономикой лишний раз подтверждает все, сказанное нами выше. Дело в том, что МСФО в своей основе, в силу свойств этой системы отчетности, содержит учет принципов квантовой неопределенности, которая, как было показано в нашей работе, является естественным явлением в рыночной экономике. Использование РСБУ в России является отголоском прошлого нашей страны. Как известно, командно-административная экономика СССР не допускала никакой квантовой неопределенности в финансовых показателях, так как все предприятия советской экономики работали в соответствии с планом, разрабатывавшимся на несколько лет вперед. Кстати, тот факт, что как бы подробно и жестко ни была регламентирована РСБУ, достаточно часто возникают судебные процессы, рассматривающие претензии налоговых органов к той или иной компании. В ряде случаев это является прямым свидетельством невозможности

использования детерминистских подходов к квантовым объектам. То есть, детерминизм в принципе не позволяет описать все возможные ситуации с таким квантовым объектом как компания в рамках квантового пространства, в котором она существует в рыночной экономике.

Надо оговориться, что построение квантовой теории экономики невозможно без использования принципов классической экономики как инструмента для «измерения». Как и в квантовой механике, задачей квантовой теории экономики могло бы являться определение вероятности того или иного результата «измерения».

Возможные противники такого квантового подхода к описанию макроструктур, возможно, заинтересуются экспериментом, проведенным американскими учеными из University of California, Santa Barbara¹⁸. Они сконструировали чрезвычайно деликатный прибор – колеблющийся кристаллический брусок длиной более одного микрона и сверхчувствительный детектор, позволяющий регистрировать смещения бруска на расстояния порядка одной тысячной нанометра. Брусок состоит из примерно 10 млрд атомов, так что на фоне одного изолированного атома вполне может рассматриваться как макрообъект. Если бы для такой системы удалось продемонстрировать справедливость принципа неопределенности, это стало бы ярким примером проявления квантовомеханических эффектов далеко за рамками традиционной микроскопической (а точнее – наноскопической) физики.

Чтобы понять основную идею работы, рассмотрим следующий пример. Если крепко прижать один конец деревянной линейки к краю стола, а затем дернуть за другой край, то линейка начнет колебаться с затухающей амплитудой и через какое-то время снова придет в состояние покоя. Однако если теперь мы посмотрим на свободный конец линейки через достаточно мощный микроскоп, то увидим, что он вовсе не покоится, а хаотически трясется «мелкой дрожью». Эта тряска является следствием случайных ударов молекул воздуха по линейке, а также наличия в ней многочисленных флуктуирующих внутренних дефектов. Но в линейке есть и другие, квантовые флуктуации, которые «прячутся» за классическим тепловым движением. Эти «нулевые» флуктуации гораздо меньше по амплитуде и возникают имен-

¹⁸ R.G.Knobel and A.N.Cleland // Nature. 2003. V. 424. P. 291.

но из-за той самой неопределенности координаты и скорости, на которую указал Гейзенберг. По аналогии с атомом водорода, упругая возвращающая сила, которая действует на изогнутую линейку, уравновешивается отталкивающим действием флуктуирующей скорости ее центра масс. Роль такой линейки и играл использованный кристаллический брусок.

В силу того, что «нулевые» флуктуации координаты и скорости чрезвычайно малы, их можно наблюдать только при подавлении обычных тепловых флуктуаций, то есть при охлаждении системы до очень низких температур. В структуре с частотой собственных механических колебаний ~ 1 ГГц (что соответствует частоте колебаний бруска в эксперименте) «нулевые» флуктуации становятся преобладающими при понижении температуры до $\sim 10^{-2}$ К. Оценка авторов показала, что неопределенность смещения бруска в их экспериментах составляла $\sim 10^{-5}$ нм. Для регистрации таких смещений они использовали одноэлектронный транзистор (рис. 12) – маленький металлический островок, сравнимый по размерам с колеблющимся бруском и отделенный диэлектрическими барьерами от двух проводов, подключенных к источнику напряжения. Барьеры были сделаны достаточно тонкими, чтобы электроны могли туннелировать из одного провода в другой через островок. Напряжение между проводами подбирали так, чтобы за один раз через островок мог протуннелировать только один электрон. Такой одноэлектронный ток очень чувствителен к флуктуациям электрического заряда в окрестности островка, что и было использовано для регистрации смещений бруска, который был отделен от металлического островка вакуумным зазором шириной 250 нм. Колебания бруска приводили к изменению ширины зазора и соответствующему перераспределению заряда на островке, что, в свою очередь, вызывало флуктуации туннельного тока и позволяло судить об амплитуде колебаний.

К сожалению, достичь чувствительности, достаточной для регистрации «нулевых» квантовых флуктуаций, ученым так и не удалось. Соотношение неопределенностей осталось непроверенным для макрообъектов. Но прогресс на этом пути сделан огромный. Остается совсем немного – повысить чувствительность детектора к смещениям в ~ 100 раз и увеличить частоту колебаний бруска в ~ 10 раз. При современных темпах развития нанотехники эту задачу вполне по силам решить уже в ближайшем будущем.

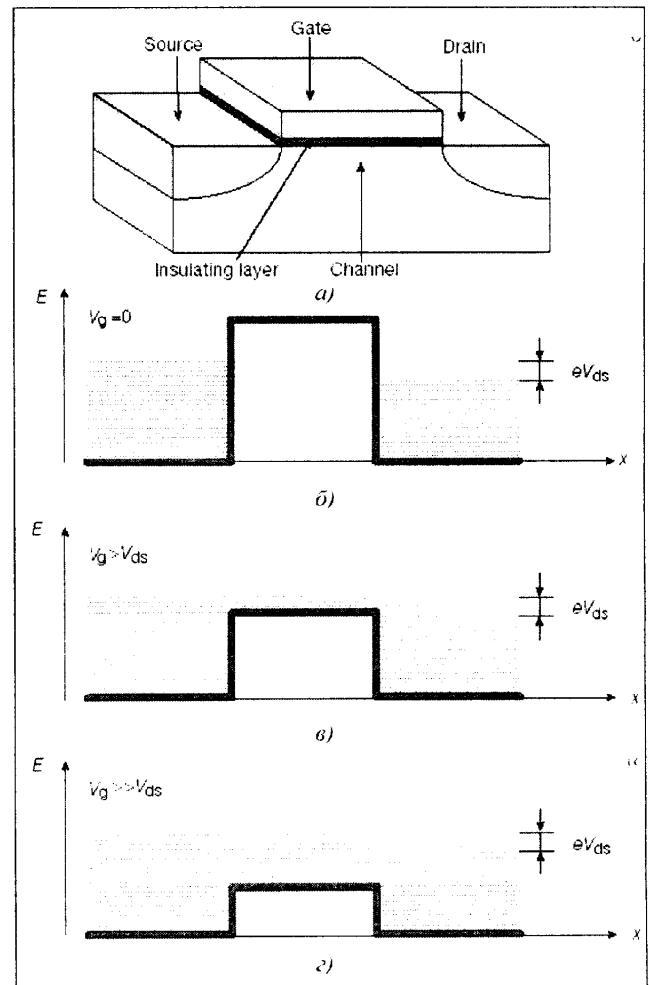


Рис.12. Принципиальная схема эксперимента¹⁹

Любой экономист, дочитавший до конца эту статью спросит: «Хорошо, ну и что, что квантовый? Что это мне дает?». Возможно не так много на данном уровне развития теории. Хотя нескольких базисных фактов наших рассуждений очень важны. Первое, не составляйте пухлых планов на много лет вперед. Не верьте аналитикам и прогнозам, даже они не в состоянии преодолеть квантовую неопределенность и предсказать, что будет с компанией завтра, по крайней мере, до того, как будет определена экономическая постоянная Планка. Какие бы красивые дифференциальные и интегральные уравнения ни предлагали вам аналитики для описания будущего вашей компании, их решение возможно только при наличии строго фиксированных граничных условий, что, увы, невозможно вследствие несепарабельности компании от остального мира. В противном случае, это принципиально невозможно. Предсказать точную

¹⁹ M.H.Devoret and R.J.Schoelkopf// Nature. 2000. V. 406. P. 1039.

траекторию движения компании невозможно. Можно лишь провести усредненную траекторию по уже имеющимся историческим точкам за предыдущие отчетные периоды и попытаться чуть-чуть продлить эту усредненную зависимость в будущее. Это каждый руководитель вполне может сделать сам. По утверждению Коллинза великие компании это давно поняли и делают прогнозы только на пару лет вперед. Второе, как правило, в компаниях существует стремление руководства за счет наведения порядка и ужесточения контроля уменьшить неопределенность будущих финансовых координат. Невозможно одновременно с большой точностью определить координаты компании в N -мерном бизнес пространстве и величину, и направление импульса (или скорость движения и необходимую эффективную массу). Например, как снизить неопределенность нахождения координаты компании с точки зрения квантовой механики? Хотите знать координаты компании через год точнее? Получите сложности с точным определением величины скорости роста и необходимой эффективной массы! Хотите как можно точнее определить необходимую скорость роста компании или экономики в целом? Будьте готовы к резкому росту неопределенности в ее будущих координатах!

Третье, старайтесь всегда оставаться квантовым объектом. То есть компания не может нормально работать, будучи сепарированной от рынка. Если ваши менеджеры все реже посещают клиентов, а все больше времени проводят в мягких креслах уютных офисов, то со временем компания, становится подобно глухому и слепому без поводыря на оживленной улице. Чаше всего это происходит при больших эффективных массах, когда компания может перестать чувствовать энергетический спектр (просто вследствие изменения самого спектра) и по инерции катиться сама по себе. И подобно грузовому поезду из-за большой инертности остановить или изменить траекторию такой компании крайне сложно. Да, классические объекты – это объекты с предсказуемой траекторией, которую легко рассчитать, но это путь в бездну или государственную собственность.

Четвертый, на первый взгляд, противоречащий предыдущему совет: старайтесь организовать бизнес-процесс так, чтобы радиус корреляции имел минимальное значение. В этом случае разброс значений координат и импульса компании в бизнес-пространстве может быть существенно

меньше. Старайтесь, насколько это возможно, быть независимыми от окружающих компанию процессов. Хотя, естественно, нулевые значения радиуса корреляции в реальной жизни вряд ли возможны.

«Компании-аристократы» (в соответствии с терминологией И. Адизеса) отчасти правы, полагаясь на внешнюю ситуацию. Жизненный опыт научил их, что завтра траектория компании может сделать крутой поворот. На самом деле ситуация зависит от энергии и эффективной массы самой компании. При достаточно больших эффективных массах компании достаточно длительное время могут сохранять свою траекторию вследствие большой инерции. Однако, поскольку на это расходуется энергия (в реальной жизни движения без трения не бывает), со временем весь запас кинетической энергии будет израсходован, и импульс компании примет нулевое значение. Ненулевая масса покоя, конечно, обеспечит компании некоторый запас внутренней энергии. Но, чтобы начать движение вновь, потребуются заметные затраты энергии.

Кстати, всем экономистам знакомо понятие «перегретой экономики», которое, кстати, полностью соответствует эконотермодинамическому подходу²⁰. Рост скорости приводит к квадратичному росту кинетической энергии и, как следствие, росту эконотермодинамической температуры T , вследствие чего экономика и перегревается.

Заключение

В работе показано, что как квантовые микрообъекты, так и бизнес компаний с малыми эффективными массами имеют следующие общие черты: неслепота, отсутствие понятия траектории и, следовательно, заметные трудности с каким-либо прогнозированием поведения, (как квантовых частиц, так и компаний), малые эффективные массы, дискретный процесс взаимодействий и передачи энергии. Нам представляется, что полученное в работе обобщенное соотношение неопределенностей может быть распространено не только на экономические процессы, но использовано для описания поведения других микросистем. Основопологающим условием этого является квантовая природа окружающего нас пространства.

²⁰ А.М. Тишин, О.В. Баклитская EconoThermodynamics, or the world economy "thermal death" paradox <http://xxx.lanl.gov/list/physics.soc-ph/recent>

онца эту
кванто-
так много
несколь-
ий очень
планов на
им и про-
еть кван-
что будет
того, как
остоянная
иальные и
вам ана-
компаний,
ии строго
о, увы, не-
ти компа-
случае, это
ть точную

По сути, наша работа предлагает следующее: поскольку границы применимости квантовой механики до сих пор не установлены, давайте предложим, например, ведущим мировым экономистам познакомиться с работами В. Гейзенберга, Э. Шредингера, М. Планка и др. или, по крайней мере, с их кратким изложением и попробовать вместе, используя квантовую механику, описать характер протекания, например, экономических процессов, или любых других событий, явлений, объектов, результатов и т.д., имеющих малую эффективную массу на малых участках пространства. Доклад Е. Stanley²¹ на мартовском заседании Американского Физического Общества относительно возможности применения модели идеаль-

²¹ APS News, May 2008, p.3.

ного спинного стекла для описания поведения флуктуаций на рынках акций – верный шаг в данном направлении, так как спинное стекло – типичный квантовый объект.

Однако, центральной задачей в развитии квантовой теории экономики в настоящее время, по нашему мнению, все-таки, является поиск числового значения $\hbar_{\text{eff}}$. Нахождение этого значения позволит нам ввести аналог уравнения Шредингера для описания эволюции компаний во времени, а также ввести элементы квазиклассического подхода Вентцеля–Крамерса–Бриллюэна (метод ВКБ) в нашу теорию.

Авторы хотели бы выразить благодарность К.В. Нечаеву, а также кандидату физ.-мат. наук Ю.И. Спичкину за ряд полезных замечаний при обсуждении работы.

Поступила 3 июня 2009 г.

Application of Quantum Mechanics for Description of Business Structures

© AUTHORS, 2009

A.M. TISHIN, V.I. ZVEREV

In the given work the first attempt to generalize quantum uncertainty relation on macro objects is made. Business company as one of the economic process participants was chosen by the authors for this purpose. The analogies between quantum micro objects and the structures which from the first sight do not have anything in common with physics are given. The proof of generalized uncertainty relation is produced. With the help of generalized uncertainty relation the authors wanted to elaborate a new non-traditional approach to the description of companies' business activity and their developing and try to formulate some advice for them. Thus, our work makes the base of quantum theory of economics.

Keywords: *quantum mechanics, uncertainty relation, business companies, econophysics.*