

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

КВАНТОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ СВОБОДЫ ВЫБОРА

© Суров И.А.

кандидат физико-математических наук, доцент, Университет ИТМО,
Санкт-Петербург, Россия,
ilya.a.surov@itmo.ru

Считается, что естественные науки исключают возможность произвольного вмешательства в действие законов природы, в связи с чем существование свободы выбора и свободы воли ставится под вопрос. В статье представлено решение этой проблемы на основе квантовой теории. На примере простейшего эксперимента о движении частиц в магнитном поле показано, что в микроскопических процессах свободные решения – то есть решения, не предопределённые никаким алгоритмом природы – происходят постоянно в полном соответствии с законами физики. Эта «квантовая неопределенность», понимаемая как объективная многовариантность будущего, обнаруживает место для свободного выбора в физической картине мира. При этом свобода не противоречит детерминированным законам природы, а дополняет их в соответствии с нормами общечеловеческой этики. Соответственно принцип «психологического детерминизма» Рубинштейна-Брушлинского уточняется на основе квантово-теоретического понятия о вероятностной предопределенности. Статистические закономерности свободных решений при этом описываются обычными математическими средствами квантовой теории. Представленная концепция соотносена с механизмом самоорганизации сложных систем, экспериментами по нейрофизиологическому предупреждению произвольных решений, а также со свободой выбора в других формах жизни.

Ключевые слова: свобода выбора, свобода воли, психологическая детерминация, неопределенность будущего, квантовая случайность, вероятностная предопределенность

Введение

Свобода выбора и воли – важнейшие качества человека, отличающие его от машин и инертных тел. Именно она обуславливает необходимость психики человека как системы управления его поведением: у компьютеров и кирпичей, например, свободы выбора нет, так что говорить об их поведении и психике не приходится. Научной мысли, однако, не свойственно принимать наличие подобных существ на веру. Понятия свободы выбора и воли, если таковые вообще существуют, должны быть согласованы с основными элементами естественнонаучной картины мира. В этом

отношении развитие биологии, информатики, кибернетики и физики последних столетий предоставило большой объем экспериментальных данных и теоретических конструкций.

Для начала было установлено, что движения камней, облаков и небесных тел объясняются не сверхъестественной волей богов, людей или духов природы, а короткой математической формулой. Законы механики твердых тел, жидкостей и газов оказались столь просты и универсальны, что вполне ожидаемо заняли главное место в научной картине мира. Со стороны биологии эта картина дополнилась знанием

устройства живых организмов в невиданных раньше подробностях.

В работах И.П. Павлова, Г.Т. Фехнера и И.М. Сеченова процессы обмена веществ, старения и роста, болезней и выздоровления, наследственности и обучения превратились из религиозного таинства в общедоступное знание, а человек предстал изумленному взору в виде механической и электрохимической машины. Научное познание охватило не только инертную, но и живую – «мыслящую» – материю, преодолев трехсотлетний дуализм имени Рене Декарта. Одним из символов этого объединения стал труд Норберта Винера «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине», явно указывающий на единство законов природы в ее ранее несовместимых частях [5].

По отношению к понятиям свободы выбора и воли, возникающая таким образом картина мира, характерна отсутствием таковых. Законы химии и нейрофизиологии, «управляющие» поведением живых организмов посредством условных и безусловных рефлексов, оказались столь же одновариантными, как и законы механики: определенный стимул всегда вызывает единственно возможный ответ, предопределенный соответствующим алгоритмом природы. Эта безальтернативность исключает возможность произвольного вмешательства в течение таких процессов также, как закон Ньютона не предполагает для мешка с песком возможности произвольных движений.

В этой ситуации психология ограничивается информатикой физиологических процессов – высокоуровневым языком описания и программирования человеческих машин. Разговоры о творчестве, субъектности, свободе и сознании как высших проявлений человеческой природы [2; 4; 32] тогда следует либо прекратить как беспредметные, либо признать их ненаучность. В любом случае это будет означать, в частности, выхолащивание понятий о добре, зле и ответственности человека, предполагающих, что он *мог поступить иначе*. Такое отрицание основы

традиционных культур дает зеленый свет для построения inferнальных форм (не)человеческого общества, в настоящее время разрабатываемых на Западе [28].

Эти мрачные перспективы, однако, не являются неизбежными. Лежащая в их основе научная картина мира является просто неверной; ошибка вызвана, как обычно, проекцией частных моделей природы за границы их применимости. В физике эти границы были нащупаны в конце позапрошлого столетия, когда выяснилось, что классическая механика и электродинамика не могут объяснить, например, существование атома – сущности, лежащей в основе естествознания со времен древних греков. Фундаментальность последовавших за этим открытий потребовала коренного пересмотра картины «физического» мира, в которую впервые вошла информация (сознание, мысль) [44]. Общефилософское осмысление этих изменений, однако, отстает от научного прогресса вот уже на сотню лет, в результате чего гуманитарные дисциплины по сей день во многом строятся на философской и естественнонаучной основе образца XIX века. В настоящей статье предпринята попытка сократить этот разрыв по отношению к важнейшему основанию психологии – свободе выбора.

Свободный выбор в квантовой физике

Этот раздел не предполагает знакомство читателя ни с квантовой информатикой и физикой, ни с используемой в них математикой. Для поставленной цели необходимо осмыслить единственный экспериментальный результат, доступный для понимания учащихся средней общеобразовательной школы.

Эксперимент Штерна-Герлаха. Нужный нам эксперимент («доказательство направленного квантования в магнитном поле») поставлен Отто Штерном и Вальтером Герлахом в 1922 году [26]. Его схема показана на рисунке 1.

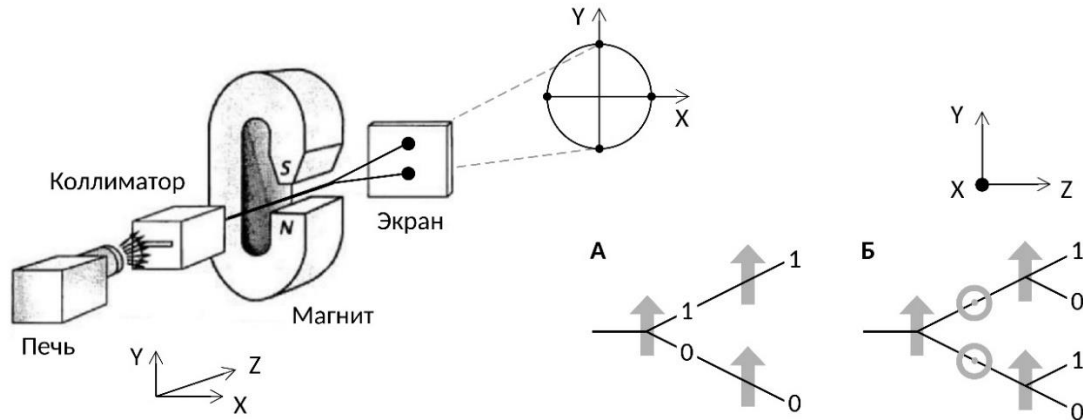


Рис. 1. Эксперимент Штерна-Герлаха, 1922 год

Пучок атомов серебра вылетает из горячей печи и поначалу движется согласно законам механики. Этот пучок пропускается через узкую щель (коллиматор) так, чтобы оставить одно пространственное направление, обозначенное на рисунке осью Z . Этот узкий пучок атомов дальше направляется сквозь создаваемое постоянным магнитом неоднородное магнитное поле и попадает на экран. При этом пучок делится на две части: одна часть отклоняется вдоль градиента (нарастания интенсивности) поля по оси Y , тогда как другая отклоняется в противоположном направлении против оси Y . Доля частиц в каждом пучке измеряется по интенсивности пятен на экране [19, гл. 3].

Для получения интересующего результата необходимо последовательное проведение серии таких экспериментов, когда один из выходных пучков направляется на вход следующего аппарата. Когда первый и второй аппараты ориентированы одинаково, то частицы, отклонившиеся вверх (1) и вниз (0) по оси Y на первом аппарате, на втором сделают то же самое как показано на врезке *A* к рисунку 1. В обычной «физической» логике причиной такого поведения должно быть некоторое свойство, определяющее отклонение каждого атома; примером свойства такого типа является плотность тел, определяющая, будут они плавать или тонуть при помещении в воду.

Интересующий результат наблюдается, если перед вторым аппаратом на верхнем выходном пучке первого поставить ещё один аппарат, ориентированный перпендикулярно им обоим – то

есть по оси X как показано на врезке *B*. На этом новом аппарате частицы будут отклоняться по обоим направлениям оси X влево и вправо; соответственно той же логике, этот выбор должен проявлять соответствующее свойство частиц (например, «плотность по оси X », «левосторонность – правосторонность»), определяющее исход эксперимента.

Свойство, ответственное за решение «вверх или вниз», при этом измениться не должно. Тогда на последнем аппарате, установленном на любом из выходных пучков второго, должен наблюдаться результат, совпадающий с результатом первого эксперимента в серии. На практике это ожидание нарушается. Вместо повторения исхода первого эксперимента, атомы отклоняются вверх и вниз с вероятностями 50%. На врезке *B* к рисунку 1 это показано парами сплошных линий на выходе последнего аппарата.

Квантовая неопределенность. Таким образом обнаруживается, что обычная логика объяснения результатов измерений в эксперименте Штерна-Герлаха не работает. Как доказано позднее математически строгим образом, исход эксперимента Штерна-Герлаха в принципе не предопределён каким-либо свойством частиц, объективно существующим заранее. Такая неопределённость, не встречающаяся в классической физике, получила название «квантовая неопределённость» [29; 54].

Квантовая неопределённость принципиально отличается от незнания, например, числа страниц в прочитанной книге или точной

суммы денег на счету. Эти величины записаны в фактическом состоянии мира, которое может быть известно одним людям и одновременно неизвестно другим. Такая неопределённость есть субъективное незнание, показанное на рисунке 2 слева серой областью. Это незнание устраняется копированием соответствующей

информации с объекта на доступный человеку носитель: звуковой, световой или любой другой сигнал, знаки на бумаге, компьютерная память и т.д. Реальное состояние интересующего объекта – частицы, погоды, ворон на крыше или текста этой статьи – при этом не меняется.

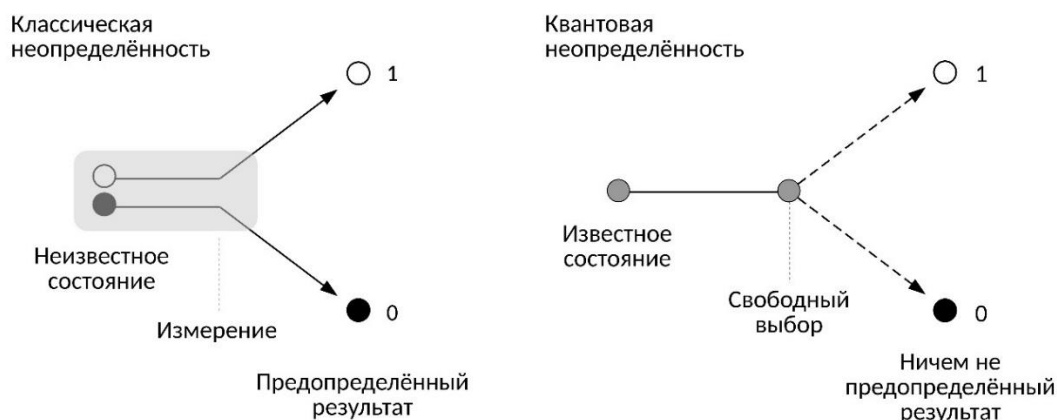


Рис. 2. Слева: классическая неопределённость как субъективное незнание действительного состояния объекта (серая область). Справа: квантовая неопределённость как объективная многовариантность будущего (пунктир), не предопределённого никаким алгоритмом природы

Квантовая неопределённость, напротив, есть объективная многовариантность будущего. Таковым является, например, решение облиться или не облиться холодной водой в отсутствие вынуждающих обстоятельств; число страниц еще не написанной книги; орёл или решка монеты, подброшенной человеком; ваше движение через минуту; пол ещё на зачатого ребенка, и так далее. Эти величины, события и свойства не просто неизвестны, но не существуют объективно и в принципе не могут быть кому-либо известны. Такая неопределенность не устраняется копированием информации, потому что этой информации ещё попросту нет. Она устраняется лишь реальным событием – решением, экспериментом – в результате которого система переходит в новое – теперь уже определенное – состояние, необратимо записываемое в окружающей среде¹.

В правой части рисунка 2 эти возможные переходы показаны пунктиром. Неопределенность отклонения частицы в эксперименте Штерна-Герлаха принадлежит именно к этому, квантовому типу.

Место для свободы выбора. Эксперимент Штерна-Герлаха подсказывает решение проблемы свободы выбора. На примере движения частицы видно, что в природе существуют ситуации, в которых поведение даже такой простой сущности не предопределено никаким алгоритмом. Возникающая при этом квантовая неопределённость описывает возможность свободного выбора, в которой необходимо сделать ничем не предопределённое решение. После этого решения частица снова движется по простому алгоритму механики – закону Ньютона – до следующей точки ветвления (бифуркации или полифуркации).

¹Определение информации как «запомненного результата свободного выбора» [8; 10] точно соответствует этой логике.

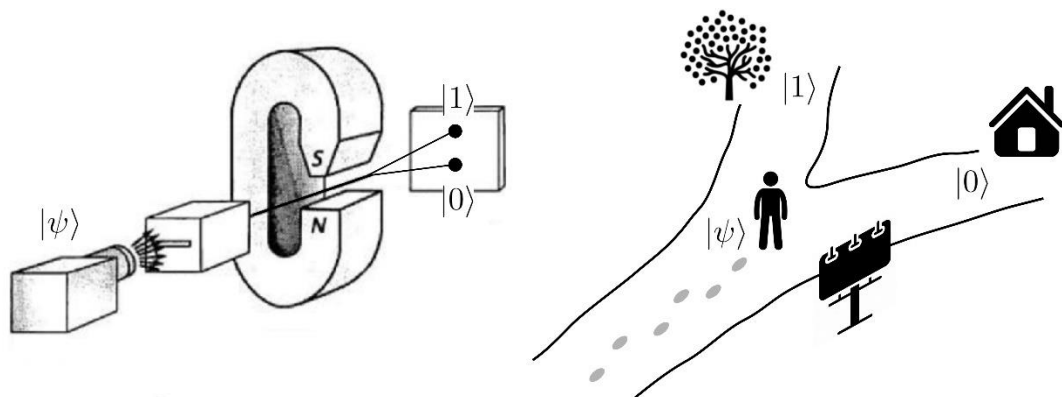


Рис. 3. Свободный выбор в поведении частицы (слева) и человека (справа). В обоих случаях объективная квантовая неопределённость описывается кубитным состоянием (1)

То же самое имеет место в поведении человека. Алгоритмы его поведения много сложнее законов Ньютона, тем не менее, каждый такой алгоритм может содержать точки объективной многовариантности, которые можно пройти только посредством свободного, то есть ничем не predetermined решения. Простейший пример такой точки – развилка на дороге, показанная на рисунке 3 справа². Именно эти точки предоставляют человеку возможность свободного выбора, отсутствующую в механических картинах мира [45; 46; 52].

Впервые связь свободы выбора в поведении людей и элементарных физических систем строго показана в 2006 году для частиц не с двумя (как на рисунках 1 и 2), а с тремя возможными исходами эксперимента [25; 38]. Авторам этих работ удалось математически строго доказать, что если свобода экспериментатора при выборе ориентации измерительного аппарата ничем не ограничена, то такие частицы обязаны попадать в ситуации, когда результат эксперимента не может быть предсказан на основе каких-либо явных или скрытых свойств («переменных») системы. Соответственно, в этих ситуациях частицы обязаны совершать свободный выбор, напрямую связанный со свободой человека при настройке аппарата.

Состояние квантовой неопределённости, в обоих случаях характеризующее отношение частицы к экспериментальному контексту, описывается её волновой функцией, или квантовым состоянием, обозначаемым греческой буквой ψ (пси) [36]. В случае двухвариантного выбора такое *кубитное* состояние записывается как

$$|\psi\rangle = c_0|0\rangle + c_1|1\rangle \quad (1)$$

где угловые скобки отличают состояния от числовых коэффициентов c_0 и c_1 . Состояния $|1\rangle$ и $|0\rangle$ обозначают различные исходы экспериментов на рисунке 3: вверх и вниз для частицы, налево или направо для человека.

Квантовая неопределённость в макром мире

Для наблюдения квантовых эффектов даже в элементарных ситуациях требуется сложная техника. Атомы в квантовых компьютерах, например, подвешиваются на перекрестии лазерных пучков в высоком вакууме чтобы ослабить их контакты с внешней средой. Это позволяет привести атом в состояние квантовой суперпозиции (1), при котором он *как бы сосуществует* в состояниях $|0\rangle$ и $|1\rangle$ одновременно. Если такое взаимодействие происходит, то суперпозиция разрушается — «декогерирует», в

²Сеть таких ветвящихся дорог представляет собой матрицу возможного будущего, ориентировка в

которой и управление которой есть задача «возможностного» мышления [7].

результате чего из этих состояний остаётся одно [55].

В этом контексте утверждение о квантовой неопределённости в поведении человека вызывает закономерный вопрос: как такое возможно, если законы квантовой физики действуют только в микромире атомов, молекул и элементарных частиц? Если бы такой организм каким-то образом и попал в несколько состояний одновременно, то взаимодействие со светом, воздухом, землей или водой заставило бы его отбросить все состояния кроме одного, видимого глазом. Поэтому планеты, машины, деревья, птицы, коты и футбольные мячи, например, не наблюдаются в двух местах одновременно, как в знаменитом парадоксе Шредингера [49].

Различные модели «квантового мозга» подвержены этой же критике. Поддерживать квантовую запутанность и суперпозицию на уровне атомов нетрудно – для этого годятся, например, ядерные спины в различных химических соединениях, хорошо экранированные от внешней среды [50]. Проблемы возникают при переходе от микро- к макромиру обычного поведения, на котором вещи всегда находятся в «классических» состояниях.

Не факт, а возможность. Проблема объяснения макроскопических квантовых эффектов вытекает из особой интерпретации квантовой суперпозиции как сосуществования системы в

двух состояниях одновременно. Несмотря на ее абсурдность, эта интерпретация обычно привлекается как сама собой разумеющаяся, как это сделано в начале раздела. С таким пониманием объяснить квантовые свойства макроскопического понимания, включая свободу выбора, действительно трудно. Для этого, в частности, строятся теории многих миров – альтернативных реальностей, загадочным образом порождающих наблюдаемые явления [11]. Парадоксальная противоестественность таких теорий хорошо продаётся как в ведущих научных изданиях [23; 39], так и в кинотеатрах (см., например, фильмы «Алиса в Стране чудес», Tim Burton, 2010; и «Алиса в Зазеркалье», James Bobin, 2016) [40].

Решение проблемы возможно и без подобной мистификации, но для этого нужно другое понимание квантовых состояний, изложенное в разделах «Квантовая неопределённость» и «Место для свободы выбора». При этом суперпозиция (1) характеризует не фактическое, а возможное состояние системы, будь то атом в эксперименте Штерна-Герлаха или человек на перекрёстке дорог. Состояния $|0\rangle$ и $|1\rangle$ при этом обозначают именно такие, потенциальные варианты будущего [30; 31]. Эта потенциальность и составляет ключевое отличие квантовой неопределённости от классической как показано на рисунке 4.

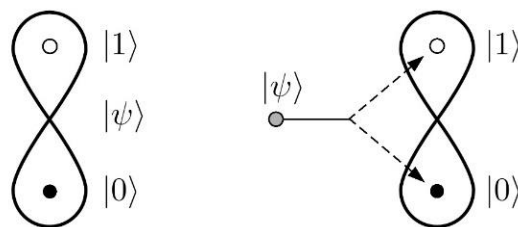


Рис. 4. Понимание квантовой неопределённости (1) как одновременного сосуществования состояний $|1\rangle$ и $|0\rangle$ (слева) и как потенциально возможных состояний (справа)

При таком понимании квантовых состояний парадокс Шредингерского кота исчезает. Суперпозиция вариантов «жив» $|1\rangle$ и «мертв» $|0\rangle$

описывает не одновременное нахождение в этих состояниях, а объективную возможность кота перейти в любое из них в будущем. То же самое

относится к решениям человека о выборе дороги на развилке или мнения по данному вопросу. Неопределённости будущего положения как атома серебра, так и человека на рисунке 3 тогда описываются одним и тем же состоянием (1) без расставания со здравым смыслом.

Усиление квантовой неопределённости. Понимание квантовой неопределённости как объективной многовариантности будущего позволяет понять механизм свободного поведения с позиций науки. При этом живые организмы представляются как колоссальные усилители такой многовариантности с атомного масштаба на масштаб повседневного поведения. Какие из моделей «квантового мозга» при этом окажутся верными, покажет время.



Рис. 5. Стайное поведение скворцов как пример усиления квантовой неопределённости свободного выбора с уровня особи на уровень коллективного организма

Этот режим коллективного поведения повсеместно наблюдается в живой природе и является её характерным свойством [33; 41]. Он достигается в особом режиме, когда взаимодействие между элементами системы достаточно сильно, чтобы сохранять целостность стаи, и в то же время достаточно слабо, чтобы не подавлять инициативу особей. Во многих случаях сложные системы с непредсказуемым поведением самостоятельно приходят именно в этот «критический» режим [21]. Такая самоорганизация в процессе принятия коллективных решений и является механизмом усиления квантовой неопределённости с атомного до макроскопических масштабов живой природы [53].

Эксперименты и математическое моделирование

Нейронное упреждение произвольных решений. Прямое отношение к описанной теории имеют эксперименты Бенджамина Либета о нейрофизиологическом упреждении произвольных действий человека [35]. В этих экспериментах показано, что снимаемый с головного мозга электрический сигнал опережает осознание человеком собственного спонтанного решения о простых двигательных действиях на 0,3-0,9 секунды. Этот результат иногда интерпретируется как доказательство иллюзорности свободы выбора и воли, дополняющее механистическую картину мира.

В действительности же опережающий нейронный сигнал является признаком процесса самоорганизации нервной системы. Этот процесс, начинающийся на атомно-молекулярном масштабе, усиливается до уровня отдельных нервных клеток и нейронных ансамблей, достигая сознания лишь на верхнем этаже психической иерархии. Измеренная задержка представляет собой характерный временной масштаб этого процесса.

Такое понимание многоуровневой самоорганизации дополняет представленную модель свободного выбора. Так, в подготовке мыследательностных продуктов сознание напрямую не участвует; такой подготовкой занимаются нижележащие, бессознательные уровни психики, нисходящие до масштаба квантовых состояний элементарных частиц организма. Как отмечено самим Либетом [36], функция сознания при этом сводится к принятию решений о разрешении («1») или запрещении («0») этого предложения. Эта возможность выбора и есть квантовая неопределённость, состояние которой описывается выражением (1). В этой связи именно кубитные квантовые состояния занимают важнейшее место в структуре естественной психики [15; 16].

Свободный выбор в других формах жизни. Универсальность механизма принятия решений посредством многоуровневой самоорганизации указывает на то, что свободный выбор должен быть доступен не только для человека, но и для других форм жизни. Это ожидание подтверждается экспериментальными исследованиями принятия решений, в том числе, приматами и другими млекопитающими, птицами, рептилиями и насекомыми [13]. Имеются данные о принятии решений деревьями, в которых альтернативами являются стратегии выживания в условиях ограниченного светового потока [27]. Генетически-непредопределенные решения также принимаются одноклеточными организмами (например, решения о старте следующей фазы клеточного цикла на основе оценки окружающей среды) и вирусами (о различных стратегиях размножения внутри заражённой клетки), в том числе в коллективном режиме [51]. Вывод о всеобщности свободного выбора в живой природе [13; 22]

согласуется с представленным взглядом на природу этого явления.

Математическое моделирование. Фундаментальное тождество квантово-физических и когнитивно-поведенческих неопределённостей открывает возможности для математического моделирования последних. Как и в квантовой физике, такое моделирование может быть лишь вероятностным, так как каждое свободное решение непредсказуемо по определению. Статистика наблюдаемых решений, тем не менее, может быть предсказана сколь угодно точно. Обычные прогнозы востребованности товаров на рынке, например, работают именно в этом вероятностном режиме [14]. В этом смысле представленный взгляд на природу свободных решений имеет прямое практическое значение.

Первое и главное следствие состоит в том, что для моделирования квантовых неопределённостей необходима соответствующая теория вероятности. Классическая теория вероятности Колмогорова [9], к сожалению, для этого не годится. В противном случае в физике начала 20 века так называемая «квантовая революция» была бы не нужна; эксперименты типа Штерна-Герлаха моделировались бы классическими вероятностями, описывающими незнание свойств частиц, ответственных за наблюдаемые события. Отмеченная выше невозможность такого объяснения означает неприменимость Колмогоровской вероятности в этой задаче.

Со стороны психологии к этому выводу подошли И.И. Гуревич и И.М. Фейгенберг в 1977 году [6]. Как отмечено в их прорывной работе, средства классической вероятности не позволяют описывать такие фундаментальные свойства естественного мышления, как

- принципиальная непредсказуемость;
- недоступность психических состояний для прямого измерения;
- влияние измерений на измеряемую величину.

Эти и другие свойства, однако, во многом аналогичны свойствам квантово-физических систем, для описания которых уже имеется подходящий математический аппарат. Очищенная от физической специфики, квантовая физика, по существу, есть теория вероятности, изначально

приспособленная для моделирования психических процессов.

Первые квантово-физические модели сознания и принятия решений построены в СССР в начале 80х годов [42; 43], однако широкое развитие эти идеи получили спустя два десятилетия на Западе в работах Д. Аертса, Дж. Бузмеера, А.Ю. Хренникова и других первопроходцев. За прошедшее время на основе квантовой теории вероятности построены модели многих типов иррациональных решений, неклассических равновесий в играх, неклассической экономики и неравновесных социальных процессов, биологической эволюции, семантики поведения и естественного языка [18; 24; 34]. Большинство этих моделей, однако, построены в математически-формальном ключе [20], и до сих пор не имеют психологической интерпретации и практического применения. Дальнейшее развитие этого направления нуждается в сопряжении психологии, биологии и нейрофизиологии, поведенческих и когнитивных наук, социологии, экономики, кибернетики, информатики и других дисциплин.

Свобода, случайность и предопределенность

Свободный выбор и предопределенность.

Может показаться, что внесение в научную картину мира свободного выбора так, как это предложено выше, противоречит работе детерминированных законов природы, многократно проверенных на практике. В самом деле, какого порядка и предсказуемости можно ожидать где-либо в природе, если даже на её микроскопическом масштабе имеет место массовый произвол случайных решений? Если теория выбивает почву из-под имеющихся понятий и методов работы, то на деле от неё больше вреда, чем пользы. В отношении представленной концепции, однако, это разумное опасение легко развеять.

Соотношение свободы и предопределенности видно на элементарном примере двухвариантного решения, рассмотренного в предыдущих разделах. Такой свободный выбор предполагает наличие альтернативных вариантов действия, ведущих к различным результатам. Для

человека на развилке дорог (рисунок 3 справа) такими вариантами является движение к дереву (1) или к дому (0); в эксперименте Штерна-Герлаха (рисунок 3 слева) такими вариантами являются движения частицы вверх или вниз. Каждый из этих вариантов представляет собой закон, или алгоритм движения – предопределённую последовательность состояний системы с предсказуемым результатом. При этом произвол субъекта ограничен выбором из этой пары вариантов. После выхода из ситуации выбора частица, например, попадает в жестко детерминированный (законом Ньютона) сценарий и не может развернуться и полететь обратно. То же самое верно и для человека, всегда ограниченного объективными обстоятельствами и законами природы, не позволяющими ему, например, обходиться без воздуха или пройти сквозь стену.

Таким образом свобода относится к выбору между данными вариантами, но не к произвольному созданию вариантов поведения. Набором рассматриваемых вариантов можно управлять косвенно, например, любое из решений поехать (1) или не поехать (0) в командировку порождает на этот срок множество поведенческих неопределённостей, отсутствующих в другом варианте будущего. Тем не менее, их состав всегда обусловлен объективными законами природы, не подвластными произволу человека.

Свободный выбор и случайность. Другой аспект соотношения свободы и предопределённости возникает при переходе от индивидуального к коллективному масштабу событий. Выбор места жительства каждым конкретным человеком может быть свободен, не предопределен никаким алгоритмом и, следовательно, абсолютно непредсказуем. Вместе с тем, распределение людей по районам, городам и странам подчиняется объективным законам (демографии, экономики, социальной психологии и т.д.) и на определенных промежутках времени может быть предсказано достаточно точно. Таким образом полная свобода индивидуального поведения несколько не противоречит предопределенности усреднённых величин, значимых на коллективном уровне. Именно с такими статистически-вероятностными предопределенностями и

работает квантовая физика, используя для этого соответствующий математический аппарат.

В обычной вероятностной терминологии, решение каждого человека о месте жительства является случайным событием, а число жителей каждого конкретного города – случайной величиной. Отсюда видно, что свобода выбора не исключает случайность, а является ее обратной стороной: то, что переживается субъектом как свободный, осмысленный, волевой выбор, снаружи выглядит как случайное событие. В этой связи утверждение о том, что «за каждой случайностью стоит непознанная закономерность» лучше сформулировать так: *за каждой случайностью стоит субъект, запустивший соответствующую закономерность актом свободного выбора.*

Заключение

Представленная концепция обнаруживает для свободного выбора место в физической картине мира, незнакомое большинству исследователей современности и классиков прошлого. В этой связи предыдущие разделы открывают большие возможности для установления новых связей с имеющимися моделями психологии, нейрофизиологии и когнитивных наук. В этой статье представлены лишь некоторые из наиболее важных таких связей. Соотношения квантовой природы свободного выбора с принципами управления поведением и их биологическим воплощением, а также с основными моделями эмоциональных переживаний и субъективного смысла установлены в работах [15; 16; 48].

Основным препятствием к использованию представленного подхода является инерция мышления, привыкшего работать в материалистической, абсолютно predetermined картине мира. Как и любая другая, эта картина отбирает и поддерживает лишь те экспериментальные и теоретические результаты, которые согласуются с принципом predeterminedности (детерминизма). Столетия такого отбора в английской, немецкой и американской науке сделали эту картину весьма устойчивой к «неудобным» фактам и доводам здравого смысла. Так, ввиду отсутствия онтологических оснований для свободы выбора, на Западе всерьез

рассматриваются возможности наделения машин правосубъектностью наравне с человеком, проводятся их пилотные испытания. Представленный подход обнаруживает физическую несостоятельность этих идей [17; 37].

В силу меньшего возраста и некоторой самостоятельности, отечественная психологическая мысль более свободна. В частности, развитая С.Л. Рубинштейном и А.В. Брушлинским психология субъекта прямо утверждает способность человека к свободному поведению и творческой мысли. К сожалению, и эти теории не имеют естественнонаучного основания. В частности, основополагающий принцип «психологической детерминации», согласно которому «внешние причины действуют через внутренние условия» [3; 12], легко имитируется машиной: такими «внутренними условиями» являются состояния нейронных сетей, скрытые от их пользователей [17]. Даже после размежевания с марксистской философией, отечественная психология во многом остается под гнетом мировоззренческого детерминизма западной культуры [47].

Представленная теория позволяет исследователю выйти за рамки детерминистического мышления, оставаясь на прочном естественнонаучном фундаменте. При этом свобода выбора дополняет вышеупомянутый принцип психологического детерминизма в согласии с требованиями здравого смысла, построенного на понятиях о добре и зле, творчестве и смысле, свободе поведения и ответственности человека за свои поступки, в отсутствие свободы выбора теряющих всякое содержание. Как показано в предыдущем разделе, это заключение не подрывает существующих теорий и методов исследования подобно тому, как квантовая физика не опровергает классическую; она лишь дает более полное описание мира, сопрягая в нем жесткую алгоритмику и свободный выбор. Детерминированные законы классической психофизики при этом возникают как предельный случай, получаемый «макроскопическим» усреднением индивидуальных субъективных поведений к обезличенной статистике случайных событий.

Вполне возможно, что сложность живых организмов и их сообществ потребует для своего исследования более развитого понятийного и

математического аппарата чем тот, что используется для моделирования элементарных физических систем. Тем не менее, квантовая теория предоставляет для этого первые и необходимые основы, заложенные столетие назад огромным усилием мысли. Осмысление и использование этих результатов в контексте психологической науки могло бы сэкономить нам десятки лет напряженной работы.

Литература:

1. Александров А.Д. О смысле волновой функции // Доклады Академии Наук СССР. 1952. № 2 (85). С. 291–294.
2. Аллахвердов В.М. Сознание и проблема свободы воли // Журнал высшей нервной деятельности. 2017. № 6 (67). С. 734–738.
3. Брушлинский А.В. Психология мышления и кибернетика. М: Мысль, 1970.
4. Брушлинский А.В. Психология субъекта. ред. Знаков В.В., Санкт-Петербург: Алетейя, 2003.
5. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1968.
6. Гуревич И.И., Фейгенберг И. М. Какие вероятности работают в психологии? М.: Наука, 1977. С. 9–21.
7. Знаков В.В. Понимание будущего и возможностное мышление // Ярославский психологический вестник. 2023. № 56(3). С. 20–26.
8. Кастлер Г. Возникновение биологической организации. М: Мир, 1967.
9. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука, 1974.
10. Мелик-Гайказян И.В. Информационные процессы и реальность. М: Наука, 1998.
11. Менский М.Б. Квантовые измерения, феномен жизни и стрела времени // Успехи Физических Наук. 2007. № 4 (177). С. 415–425.
12. Рубинштейн С.Л. Бытие и Сознание. Человек и Мир. 2003.
13. Скотникова И.Г. Принятие решения – ключевое звено психической деятельности под ред. А.Л. Журавлев [и др.]. Институт психологии РАН, 2021.С. 162–200.
14. Скотникова И.Г. Парадигма вероятностного прогнозирования в психологии // Познание и переживание. 2021. № 2 (1). С. 6–27.
15. Суров И.А. Управленческая функция и биологический носитель в квантовой модели эмоционального смысла // Сибирский психологический журнал. 2023. (89). С. 44–64.
16. Суров И.А. Какая разница? Прагматическая формализация смысла // Искусственный интеллект и принятие решений. 2023. № 1. С. 78–89.
17. Суров И.А. Субъектность естественного и искусственного интеллекта. Материалы Всероссийской научной конференции «Человек, субъект, личность: перспективы психологических исследований», ИП РАН, 2023.С. 226–231.
18. Суров И.А., Алоджанц А.П. Модели принятия решений в квантовой когнитивистике. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018.
19. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т.8. М.: Мир, 1966.
20. Atmanspacher H., Römer H., Walach H. Weak Quantum Theory: Complementarity and Entanglement in Physics and Beyond // Foundations of Physics. 2002. № 3(32). Pp. 379–406.
21. Bak P. How Nature Works: the science of self-organized criticality. Copernicus, 1999.
22. Balázs G., Oudenaarden A. Van, Collins J. J. Cellular decision making and biological noise: From microbes to mammals // Cell. 2011. № 6 (144). Pp. 910–925.
23. Boyd R.W., Chan K.W.C., O’Sullivan M.N. Quantum weirdness in the lab // Science. 2007. № 5846(317). Pp. 1874–5.
24. Busemeyer J. R., Bruza P. D. Quantum Models of Cognition and Decision. Cambridge University Press, 2012.
25. Conway J. H., Kochen S. The Free Will Theorem // Foundations of Physics. 2006. №36. Pp. 1441–1473.
26. Gerlach W., Stern O. Der experimentelle Nachweis der Richtungsquantelung im Magnetfeld // Zeitschrift für Physik. 1922. № 1(9). Pp. 349–352.

27. Gruntman M. Decision-making in plants under competition // *Nature Communications*. 2017. № 1(8). Pp. 1–8.
28. Harari Y. N. *Homo Deus. A Brief History of Tomorrow*. Harper Collins, 2017.
29. Heisenberg W. *Physics und Philosophy. The Revolution in Modern Science* Penguin Books, 1958.
30. Jaeger G. «Wave-packet reduction» and the quantum character of the actualization of potentia // *Entropy*. 2017. № 10(19). С.513.
31. Jaeger G. A Realist View of the Quantum World // *Activates Nervosa Superior*. 2019. № 1–2 (61). Pp. 51–54.
32. James W. Are we automata? // *Mind*. 1879. №4. Pp. 1–22.
33. Jensen H. *Self-organized criticality: emergent complex behavior in physical and biological systems* / H. Jensen, Cambridge University Press, 1998.
34. Khrennikov A. *Ubiquitous Quantum Structure. From psychology to finance*. Heidelberg: Springer, 2010.
35. Libet B. Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action // *Behavioral and Brain Sciences*. 1985. № 4(8). Pp. 529–539.
36. Libet B. Do We Have Free Will? // *Journal of Consciousness Studies*. 1999. № 8–9(6). Pp. 47–57.
37. Melnikova E.N., Surov I. A. Legal status of artificial intelligence from quantum-theoretic perspective // *Brics Law Journal*. 2023. №4(10). Pp. 5–34.
38. Merali Z. *Are Humans the Only Free Agents in the Universe?* New York: Springer, 2013. Pp. 81–94.
39. Merali Z. Quantum physics: What is really real? // *Nature*. 2015. № 7552(521). Pp. 278–280.
40. Mermin N.D. Quantum mysteries for anyone // *The Journal of Philosophy*. 1981. № 7(78). Pp. 397–408.
41. Muñoz M.A. Colloquium: Criticality and dynamical scaling in living systems // *Reviews of Modern Physics*. 2018. № 3(90). Pp. 31001–30.
42. Orlov Y.F. A quantum model of doubt // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1981. № 1(373). Pp. 84–92.
43. Orlov Y.F. The wave logic of consciousness: A hypothesis // *International Journal of Theoretical Physics*. 1982. № 1(21). Pp. 37–53.
44. Pylkkänen P.T.I. *Mind, Matter and the Implicate Order*. Springer, Berlin Heidelberg, 2007.
45. Stapp H.P. *Mind, Matter and Quantum Mechanics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004.
46. Stapp H.P. *Quantum Theory and Free Will*. Cham: Springer International Publishing, 2017.
47. Suppes P. The Transcendental Character of Determinism // *Midwest Studies in Philosophy*. 1993. № 1(18). Pp. 242–257.
48. Surov I.A. Natural Code of Subjective Experience // *Biosemitotics*. 2022. № 1(15). Pp. 109–139.
49. Trimmer J.D. The Present Situation in Quantum Mechanics: A Translation of Schrödinger's «Cat Paradox» Paper // *Proceedings of the American Philosophical Society*. 1980. №5 (124). Pp. 323–338.
50. Weingarten C.P., Doraiswamy P.M., Fisher M.P.A. A New Spin on Neural Processing: Quantum Cognition // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2016. № 10. Pp. 1–5.
51. Weitz J.S. Collective decision making in bacterial viruses // *Biophysical Journal*. 2008. №6(95). Pp. 2673–2680.
52. Wendt A. *Quantum Mind and Social Science*. Cambridge University Press, 2015.
53. Yukalov V I., Sornette D. Self-organization in complex systems as decision making // *Advances in Complex Systems*. 2014. № 3–4 (17). Pp. 1450016.
54. Zeilinger A. The message of the quantum // *Nature*. 2005. № 7069(438). Pp. 743–743.
55. Zurek W.H. Decoherence and the Transition from Quantum to Classical // *Physics Today*. 1991. №10(44). Pp. 36–44.

QUANTUM CONCEPT OF FREE CHOICE

©Ilya A. Surov

PhD (physics and mathematics), senior researcher, ITMO University,

Saint Petersburg, Russia,

ilya.a.surov@itmo.ru

Natural science is usually believed to preclude the possibility of voluntary intervention in the action of natural laws, questioning the existence of freedom of choice and freedom of will. The paper presents a solution to this problem based on quantum theory. With the simplest example experiment on a particle's motion in a magnetic field, it is shown that free decisions – that is, decisions not predetermined by any algorithm of nature – routinely occur in microscopic processes in full accord with the laws of physics. This "quantum uncertainty", understood as the objective multivariance of the future, reveals a place for free choice in the physical worldview. Such freedom does not contradict the deterministic laws of nature but complements them in accord with normal human ethics. This understanding refines the classical principle of psychological determination based on the quantum-theoretic concept of probabilistic regularity. Standard mathematical means of quantum theory then allow for quantitative modeling of statistical patterns in such free decision-making. Finally, the presented concept of free choice is aligned with the mechanics of self-organization in complex systems, experiments on unconscious initiation of voluntary action, and capabilities for free decision in other forms of life.

Keywords: free choice, free will, indeterminism, psychological determination, quantum uncertainty, probabilistic regularity

REFERENCES

1. Aleksandrov A.D. (1952). O smysle volnovoi funktsii [About the meaning of the wave function]. Doklady Akademii Nauk SSSR [Proceedings of the USSR Academy of Sciences], V. 85. № 2. pp. 291–294.
2. Allakhverdov V.M. (2017). Soznanie i problema svobody voli [Consciousness and the problem of free will]. Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti [Journal of Higher nervous activity]. V. 67. № 6. Pp. 734–738.
3. Brushlinskiy A.V. (1970). Psikhologiya myshleniya i kibernetika [Psychology of thinking and cybernetics]. Moscow: Mysl'.
4. Brushlinskii A.V. (2003). Psikhologiya sub'ekta [Psychology of the subject] Znakov V.V. (ed.). Sankt-Peterburg: Aleteiya.
5. Viner N. (1968). Kibernetika ili upravlenie i svyaz' v zhitvotnom i mashine [Cybernetics or control and communication in an animal and a machine]. Moscow: Sovetskoe radio.
6. Gurevich I.I., Feigenberg I.M. (1977). Kakie veroyatnosti rabotayut v psikhologii? [Which probabilities work in psychology?]. In Gurevich I.I., Zhuravlyov G.E. Veroyatnostnoe prognozirovaniye deyatel'nosti cheloveka [Probabilistic prognosis of human activity]. Moscow: Nauka. Pp. 9–21.
7. Znakov V.V. (2023). Ponimanie budushchego i vozmozhnostnoye myshlenie [Understanding the future and possible thinking]. Yaroslavskii psikhologicheskii vestnik [Yaroslavl Psychological Bulletin]. V. 3. № 56. Pp. 20–26.
8. Kastler G. (1967). Vozniknovenie biologicheskoi organizatsii [The emergence of a biological organization]. Moscow: Mir.
9. Kolmogorov A.N. (1974). Osnovnye ponyatiya teorii veroyatnostei [Basic concepts of probability theory]. Moscow: Nauka.
10. Melik-Gaikazyan I.V. (1998). Informatsionnye protsessy i real'nost' [Information processes and reality]. Moscow: Nauka.
11. Menskii M.B. (2007)/ Kvantovye izmereniya, fenomen zhizni i strela vremeni [Quantum measurements, the phenomenon of life and the arrow

- of time]. Uspekhi Fizicheskikh Nauk [Achievements of the Physical Sciences]. V.177. № 4. Pp. 415–425.
12. Rubinshtein S.L. (2003). Bytie i Soznanie [Being and Consciousness. Man and the World]. Saint Petersburg: Piter.
 13. Skotnikova I.G. (2021). Prinyatie resheniya – klyuchevoe zveno psikhicheskoi deyatel'nosti [Decision-making is a key link of mental activity]. In Zhuravlev A.L. (ed.) Razrabotka ponyatii v sovremennoi psikhologii [The development of concepts in modern psychology]. Moscow: Institut psikhologii RAN. Pp. 162–200.
 14. Skotnikova I.G. (2021). Paradigma veroyatnogo prognozirovaniya v psikhologii [The paradigm of probabilistic forecasting in psychology]. Poznanie i perezhivanie [Cognition and Experience]. V. 1. № 2. Pp. 6–27.
 15. Surov I.A. (2023). Upravlencheskaya funktsiya i biologicheskii nositel' v kvantovoi modeli emotSIONAL'nogo smysla [Managerial function and biological carrier in the quantum model of emotional meaning]. Sibirskii psikhologicheskii zhurnal [Siberian Psychological Journal]. V.89. Pp. 44–64.
 16. Surov I.A. (2023). Kakaya raznitsa? Pragmaticheskaya formalizatsiya smysla [What's the difference? Pragmatic formalization of meaning]. Iskusstvennyi intellekt i prinyatie reshenii [Artificial intelligence and decision-making]. № 1. Pp. 78–89.
 17. Surov I.A. (2023). Sub"ektnost' estestvennogo i iskusstvennogo intellekta [Subjectness of natural and artificial intelligence]. Materialy Vserossiyskoi nauchnoi konferencii «Chelovek, sub"ekt, lichnost': perspektivy psikhologicheskikh issledovaniy» (g. Moskva, 11-14 noyabrya 2023 g.) [Man, subject, personality: perspectives of psychological research]. Moscow: Publ. IPRAN. Pp. 226–231.
 18. Surov I.A., Alodzhants A.P. (2018). Modeli prinyatiya reshenii v kvantovoi kognitivistike [Models of decision making in quantum cognition]. Saint Petersburg: ITMO University.
 19. Feinman R., Leiton R., Sends M. (1966). Feinmanovskie lektsii po fizike [Feynman Lectures on Physics]. V. 8. Moskva: Mir.
 20. Atmanspacher H., Römer H., Walach H. (2002). Weak Quantum Theory: Complementarity and Entanglement in Physics and Beyond // Foundations of Physics. № 3(32). Pp. 379–406.
 21. Bak P. (1999). How Nature Works: the science of self-organized criticality. Copernicus.
 22. Balázs G., Oudenaarden A. Van, Collins J.J. (2011). Cellular decision making and biological noise: From microbes to mammals // Cell. № 6(144). Pp. 910–925.
 23. Boyd R.W., Chan K.W.C., O'Sullivan M.N. (2007). Quantum weirdness in the lab // Science. № 5846(317). Pp. 1874–5.
 24. Busemeyer J.R., Bruza P.D. (2012). Quantum Models of Cognition and Decision. Cambridge University Press.
 25. Conway J.H., Kochen S. (2006). The Free Will Theorem // Foundations of Physics. №36. Pp. 1441–1473.
 26. Gerlach W., Stern O. (1922). Der experimentelle Nachweis der Richtungsquantelung im Magnetfeld // Zeitschrift für Physik. № 1(9). Pp. 349–352.
 27. Gruntman M. (2017). Decision-making in plants under competition // Nature Communications. № 1(8). Pp. 1–8.
 28. Harari Y.N. (2017). Homo Deus. A Brief History of Tomorrow. Harper Collins.
 29. Heisenberg W. (1958). Physics und Philosophy. The Revolution in Modern Science Penguin Books.
 30. Jaeger G. (2017). «Wave-packet reduction» and the quantum character of the actualization of potentia // Entropy. № 10(19). Pp.513.
 31. Jaeger G. (2019). A Realist View of the Quantum World // Activitas Nervosa Superior. № 1-2 (61). Pp. 51–54.
 32. James W. (1879). Are we automata? // Mind. №4. Pp. 1–22.
 33. Jensen H. (1998). Self-organized criticality: emergent complex behavior in physical and biological systems / H. Jensen, Cambridge University Press.
 34. Khrennikov A. (2010). Ubiquitous Quantum Structure. From psychology to finance. Heidelberg: Springer.
 35. Libet B. (1985). Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action

- // Behavioral and Brain Sciences. № 4(8). Pp. 529–539.
36. Libet B. (1999). Do We Have Free Will? // *Journal of Consciousness Studies*. № 8–9(6). Pp. 47–57.
37. Melnikova E.N., Surov I.A. (2023). Legal status of artificial intelligence from quantum-theoretic perspective // *Brics Law Journal*. №4(10). Pp. 5–34.
38. Merali Z. (2013). *Are Humans the Only Free Agents in the Universe?* New York: Springer. Pp. 81–94.
39. Merali Z. (2015). Quantum physics: What is really real? // *Nature*. № 7552(521). Pp. 278–280.
40. Mermin N.D. (1981). Quantum mysteries for anyone // *The Journal of Philosophy*. № 7(78). Pp. 397–408.
41. Muñoz M.A. (2018). Colloquium: Criticality and dynamical scaling in living systems // *Reviews of Modern Physics*. № 3(90). Pp. 31001–30.
42. Orlov Y.F. (1981). A quantum model of doubt // *Annals of the New York Academy of Sciences*. № 1(373). Pp. 84–92.
43. Orlov Y.F. (1982). The wave logic of consciousness: A hypothesis // *International Journal of Theoretical Physics*. №1(21). Pp. 37–53.
44. Pylkkänen P.T.I. (2007). *Mind, Matter and the Implicate Order*. Springer, Berlin Heidelberg.
45. Stapp H.P. (2004). *Mind, Matter and Quantum Mechanics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
46. Stapp H.P. (2017). *Quantum Theory and Free Will*. Cham: Springer International Publishing.
47. Suppes P. (1993). The Transcendental Character of Determinism // *Midwest Studies in Philosophy*. № 1(18). Pp. 242–257.
48. Surov I.A. (2022). Natural Code of Subjective Experience // *Biosemitotics*. № 1(15). Pp. 109–139.
49. Trimmer J.D. (1980). The Present Situation in Quantum Mechanics: A Translation of Schrödinger's «Cat Paradox» Paper // *Proceedings of the American Philosophical Society*. №5(124). Pp. 323–338.
50. Weingarten C.P., Doraiswamy P.M., Fisher M.P.A. (2016). A New Spin on Neural Processing: Quantum Cognition // *Frontiers in Human Neuroscience*. № 10. Pp. 1–5.
51. Weitz J.S. (2008). Collective decision making in bacterial viruses // *Biophysical Journal*. №6(95). Pp. 2673–2680.
52. Wendt A. (2015). *Quantum Mind and Social Science*. Cambridge University Press.
53. Yukalov V.I., Sornette D. (2014). Self-organization in complex systems as decision making // *Advances in Complex Systems*. № 3-4(17). Pp. 1450016.
54. Zeilinger A. (2005). The message of the quantum // *Nature*. № 7069(438). Pp. 743–743.
55. Zurek W.H. (1991). Decoherence and the Transition from Quantum to Classical // *Physics Today*. № 10(44). Pp. 36–44.