

Латыпов Рустем Альбертович

**КВАНТОВЫЙ ФОРМАЛИЗМ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПИСАНИЯ ПРОСТРАНСТВ СОСТОЯНИЙ  
КОНЦЕПТОВ И СОЧЕТАНИЙ КОНЦЕПТОВ**

В статье рассматриваются некоторые основные понятия квантово-когнитивного подхода к анализу концептов и некомпозиционной семантики сочетаний концептов: наблюдаемая, базовое состояние, собственное состояние, измерение. Отмечается возможность графического и матричного представлений состояний некомпозиционных концептуальных систем, позволяющих моделировать изменения состояний концептов в результате контекстуального взаимодействия.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/2/2016/4-1/37.html](http://www.gramota.net/materials/2/2016/4-1/37.html)

Источник

**Филологические науки. Вопросы теории и практики**

Тамбов: Грамота, 2016. № 4(58): в 3-х ч. Ч. 1. С. 120-127. ISSN 1997-2911.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/2.html](http://www.gramota.net/editions/2.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/2/2016/4-1/](http://www.gramota.net/materials/2/2016/4-1/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [phil@gramota.net](mailto:phil@gramota.net)

его настолько гармонично, насколько переводчику удалось интегрировать содержание текста в принимающую культуру, сделать достоянием этой культуры.

Заключая, подчеркнем, что метакогнитивная деятельность переводчика чрезвычайно разнообразна. В данной статье мы рассмотрели одно из ее проявлений. Между тем, не вызывает сомнений, что в свете современной когнитивной парадигмы гуманитарных наук в целом и переводоведения в частности, исследование метаперевода является важнейшим источником сведений о познавательной, мыслительной деятельности переводчика-субъекта, предназначение которого – создание произведений, символическая ценность и реальная ценность которых оказывают существенное влияние на взаимопонимание личностей, принадлежащих различным лингвокультурам.

#### Список литературы

1. Авдонина М. Ю., Бурукина О. А., Жабо Н. И. Индивидуальное коннотативное поле текста: проблемы перевода // Университетское переводоведение: Восьмые Федоровские чтения. СПб., 2007. Вып. 8. С. 5-18.
2. Барбери М. Элегантность ежика / пер. с франц. Н. Мавлевич и М. Кожевниковой. М.: Иностранка, 2012. 400 с.
3. Захарова Н. В. Роль комментируемого слова в проекции текста читателя: автореф. дисс. ... к. филол. н. Тверь, 2014. 15 с.
4. Кашкин В. Б. Метакогнитивные исследования перевода // Университетское переводоведение: Десятые Федоровские чтения. СПб., 2009. Вып. 10. С. 230-242.
5. Котурова М. П., Баженова Е. А. Культура научной речи: текст и его редактирование. Пермь, 2007. 282 с.
6. Кушнина Л. В. Гармония и дисгармония как переводческие категории (в рамках концепции переводческого пространства) // Университетское переводоведение: Восьмые Федоровские чтения. СПб., 2007. Вып. 8. С. 240-245.
7. Barber M. L'elegance du herisson. Paris: edition du Gallimard, coll. Folio, 2006. 414 p.
8. Bilodeau I. Le Rôle des traducteurs dans l'introduction de Margaret Atwood au Japon. Mémoire présenté au Département d'Études françaises? Montréal – Québec – Canada, 2009.

#### META-TRANSLATION ACTIVITY AS A COGNITIVE PROCESS

**Kushnina Lyudmila Veniaminovna**, Doctor in Philology  
Perm National Research Polytechnic University  
lkushnina@yandex.ru

**Plastinina Nina Anatol'evna**  
Nizhnevartovsk State University  
nina.plastinina2011@yandex.ru

The article deals with the problem of meta-translation activity in the light of the conception of translation space and harmony. The cognitive essence of meta-translation is considered by the example of such genres as translator's preface and translator's annotation to the translated literary text. In the functional-stylistic aspect the essence of annotation is described in terms of peripheral text. From the perspective of cognitive linguistics translator's annotation is interpreted as an impetus for the formation in the consciousness of the recipient of a new conceptual and literary world view.

*Key words and phrases:* meta-translation; meta-text; meta-translation activity; translation space; harmony; literary text; preface; annotation; peripheral text.

УДК 81-119

*В статье рассматриваются некоторые основные понятия квантово-когнитивного подхода к анализу концептов и некомпозиционной семантики сочетаний концептов: наблюдаемая, базовое состояние, собственное состояние, измерение. Отмечается возможность графического и матричного представлений состояний некомпозиционных концептуальных систем, позволяющих моделировать изменения состояний концептов в результате контекстуального взаимодействия.*

*Ключевые слова и фразы:* квантовый формализм; состояние; концепт; сочетание; квантовая сущность; некомпозиционная семантика.

**Латыпов Рустем Альбертович**, к. пед. н., доцент  
Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина  
rustem.latyпов@gmail.com

#### КВАНТОВЫЙ ФОРМАЛИЗМ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПИСАНИЯ ПРОСТРАНСТВ СОСТОЯНИЙ КОНЦЕПТОВ И СОЧЕТАНИЙ КОНЦЕПТОВ

Квантовая механика в последнее время стала использоваться не только в физике, но и в других различных областях знания, таких как психология, биология, экономика, а также в когнитивной лингвистике [2; 3] и даже

в правоведении [1]. Существует одно очевидное сходство между когнитивной наукой и квантовой физикой: обе науки занимаются наблюдениями, которые в фундаментальном плане являются вероятностными. Благодаря этому сходству использование квантовой механики в сфере когнитивной науки является вполне убедительным, так как квантовая механика была специально разработана, чтобы изучать случайные переменные. На более высоком уровне обобщения квантовая механика объясняет распределения вероятностей результатов измерений, используя такие основные понятия, как а) **наблюдаемая**  $A$  и б) **состояние**  $\psi$  (состояние системы, в отношении которой осуществляется измерение) [18]. Экспериментатор принимает решение, какое измерение необходимо сделать (иначе говоря, какой вопрос задать), и это, в свою очередь, влечет за собой выбор какой-то наблюдаемой  $A$ . Несмотря на свое название, «наблюдаемая» не является «наблюдаемой» *per se*, так сказать, в обыденном смысле слова, то есть «объектом наблюдения». Она ассоциируется с некоторым множеством значений  $v(A)$ , являющихся возможными результатами, которые можно получить, измеряя  $A$ .

Стоит задать вопрос, почему квантовый формализм можно рассматривать в качестве хорошего инструмента описания как ментального лексикона человека [15], так и пространства состояний концептов и их сочетаний. В общем, для того чтобы получить вероятность некоторого результата, волновая функция  $|\psi\rangle$  (вектор начального состояния) записывается в плане некоторого множества базисных состояний  $\{|\phi_i\rangle\}$ , которые выбираются таким образом, чтобы они хорошо соответствовали той переменной, которую надо измерить. Представление  $|\psi\rangle$  может быть получено путем ее разложения в виде линейной суперпозиции (т.е. соответствующим образом взвешенной суммы) одного множества базисных состояний (полученных через обращение к выбору аппарата измерения (контекста), его ориентации, состояния и т. д.). Мы обнаруживаем, что:  $|\psi\rangle = \sum_i c_i |\phi_i\rangle$ , где член выражения, обозначающий вес  $c_i$ , представляет «вклад» каждого компонента базиса в реальное состояние. Выбор базисных состояний определяется той наблюдаемой, над которой проводится измерение, и процедурой квантования, которая связывает наблюдаемую  $A$  с ее соответствием в квантовом формализме –  $\hat{A}$  (оператором); при условии успешного выбора мы обнаруживаем, что  $\hat{A}$  удовлетворяет равенству собственного значения  $\hat{A}|\phi_i\rangle = a_i|\phi_i\rangle$  (т.е. суперпозиция не вырождена) и спектр оператора, представляющего наблюдаемую, в отношении которой проводится измерение, является вещественным.

Особый интерес представляет взаимосвязь между оператором и множеством его собственных функций. Квантовая механика ввела новое математическое понятие – понятие оператора. Понятие оператора, действующего на волновую функцию, придало новый статус физическим величинам в квантовой механике. Например, в классической механике скорость соответствует величине, которая является атрибутом движущегося тела. Но оператор, который замещает «скорость» в квантовой механике, не является «атрибутом», и функция, на которую воздействует оператор, не соответствует наблюдаемой физической величине. Наблюдаемые являются собственными значениями операторов. Так, оператор «скорость», воздействующий на суперпозицию собственных функций, придает различные возможные значения физической величине «скорость» [20, р. 128].

Простой пример поможет лучше понять то, как понятие оператора используется в квантовой механике. Скажем, нам надо измерить положение в пространстве (координаты) квантовой частицы. Чтобы сделать это, нам придется использовать соответственно позиционный оператор  $\hat{Y} = (Y_x, Y_y, Y_z)$ , который будет соответствовать экспериментальным условиям, позволяющим измерить координаты квантовой частицы в трехмерном пространстве координат. Экспериментальное применение этого оператора ведет к уравнению собственного значения:  $\hat{Y}_a|y\rangle = y_a|y\rangle$ , где  $(a = x, y, z)$ . Данное уравнение имеет неограниченный непрерывный спектр, соответствующий той идее, что пространство представляет собой континуум и что каждое из этих трех измерений положения является коммутирующим.

По определению, действие оператора на собственную функцию воспроизводит ту же самую функцию, умноженную на некоторое число [5, с. 115]. Функции, переходящие под действием оператора в себя, называются собственными функциями данного оператора, а численные множители, на которые они умножаются, – собственными значениями оператора. Каждому оператору соответствует определенный набор собственных значений, который называется спектром [6, с. 285]. Все измерения подразумевают выбор измерительного устройства, выбор вопроса, на который требуется дать ответ, выбор соответствующего контекста. В этом смысле ответ, т.е. результат измерения, не открывает перед нами доступа к данной реальности. Нам приходится решать, какое измерение произвести над системой и какой вопрос наши эксперименты зададут ей. Следовательно, существует неустранимая множественность представлений системы, каждое из которых связано с определенным набором операторов [Там же, с. 289].

Рассматривая в качестве примера концепт *PET* (домашний питомец), Д. Аэртс и М. С. Де Бьянки отмечают, что «когда он не находится под влиянием какого-либо конкретного контекста, то он находится в базовом состоянии, которое представляет собой своего рода базовый прототип концепта. Но как только концепт *PET* подвергается контекстуализации, например, в контексте фразы “Did you see the type of pet he has? This explains that he is a weird person.” (Вы видели, каких питомцев он держит дома? Это подтверждает, что он странный человек.) Его состояние изменяется таким образом, что его предыдущее базовое состояние перестает играть роль прототипа» [10, р. 59]. **Базовое состояние** формализуется как функция  $\mu$ , которая отображает актуализированные экземпляры-конкретизации концепта на градуированную шкалу членства, тем самым сообщая им определенный вес членства [13]. Например, в базовом состоянии вес концепта *FISH* (Рыба)  $\mu$  (guppy) будет

относительно низким по сравнению с такими экземплярами-конкретизациями, как *herring* (селедка), *goldfish* (золотая рыбка) или *trout* (форель). Когда концепт *FISH* находится в контексте, например,  $e = \langle \text{The fish is a pet} \rangle$ , то вес членства  $\mu$  (guppy) повышается. Воздействие контекста  $e$  на состояние  $|A\rangle$  (кет-вектор), моделирующее концепт  $A$ , представлено проектором  $P_e^A$ . Допустим, что  $|A\rangle$  моделирует базовое состояние концепта  $A$ , а  $|B\rangle$  моделирует базовое состояние концепта  $B$ , тогда контекст  $e$ , действующий на сочетание концептов  $AB$  может быть записан следующим образом:  $(P_e^A \otimes P_e^B) (|A\rangle \otimes |B\rangle) = (P_e^A |A\rangle) \otimes (P_e^B |B\rangle)$ . Формула показывает, как контекст воздействует на базовые состояния отдельных концептов  $A$  и  $B$ . Данное состояние отражает композиционную семантику, так оно является произведением двух состояний, каждое из которых подвергалось воздействию контекста через оператор проекции. Если  $e = \langle \text{The fish is a pet} \rangle$ , а сочетание концептов *PET FISH*, то состояние, которое является произведением  $P_e^{\text{pet}} |PET\rangle \otimes P_e^{\text{fish}} |FISH\rangle$ , представляет собой  $\langle \text{the pet being a fish and a fish being a pet} \rangle$ . Только в том случае, когда результатом влияния контекста на состояние сочетания концептов является то, что и *PET*, и *FISH* интерпретируются как *guppy*, семантика сочетания является **некомпозиционной**. Причина этого явления заключается в том, что подобное поведение сущностей является типичным для квантово-запутанных состояний сложных систем, которые невозможно разложить на отдельные состояния, соответствующие отдельным их подсистемам. Как отмечает Е. В. Падучева, «смыслы отдельных слов в составе предложения не просто “прикладываются” один к другому. Во-первых, смыслы взаимопроникают один в другой, притом в разных случаях по-разному. Во-вторых, при соединении в единое целое неизбежно происходит преобразование смыслов частей» [4, с. 3-4].

Запутанность является одной из характерных качеств квантовых сущностей. Если две квантовые сущности находятся в запутанном состоянии, это означает, что изменение состояния одной из квантовых сущностей неизбежно вызывает соответствующее изменение состояния другой. Так, например, в предложении *The pet eats the food* (Питомец ест корм) изменение состояния (коллапс) концепта *PET* индуцирует изменение состояния концепта *FOOD*, и наоборот, так как эти концепты находятся в запутанном состоянии, локализованные в предложении *The pet eats the food*. Таким образом, возникает так называемый *guppy*-эффект, который является следствием запутанности, при котором контекстуальное влияние одного из концептов оказывает влияние на другие концепты в данной комбинации. Буквально, если в комбинации *pet-fish pet* становится *guppy*, то тогда и *fish* локализуется в актуализированном варианте *guppy*, в силу того, что эти концепты находятся в запутанном состоянии [8; 9].

Состояние запутанности в квантовой механике описывается математически в виде тензорного произведения гильбертовых пространств. Так, если  $H_1$  обозначает гильбертово пространство первой сущности, которая вступила во взаимодействие, а  $H_2$ , соответственно, гильбертово пространство, описывающее пространство всех возможных состояний второй сущности, тогда новая эмерджентная сущность будет описываться пространством, которое является тензорным произведением  $H_1 \otimes H_2$ . В отношении концептосферы задача описания того, что происходит, когда концепты сливаются в одно, неразрывное целое и функционируют как новая единая сущность, носит название проблемы запутанных состояний концептов. Возникшая новая эмерджентная сущность называется «смесью» отдельных гильбертовых пространств исходных взаимодействующих сущностей [12, p. 196].

Отметим, что в формализме квантовой механики запутанные или суперпозитивные состояния не являются абсолютным типом состояний: они определяются только в отношении какого-либо измерения (воздействия контекста). Это означает, что если производится измерение  $A$ , то в отношении этого измерения каждое возможное состояние исследуемой квантовой сущности (концепта) будет либо суперпозитивным, либо собственным. Если состояние является суперпозитивным, то это означает, что количественные параметры, которые подлежат измерению, являются потенциальными (т.е. не имеют конкретного значения). Если состояние является собственным, то это означает, что количественные параметры, которые будут измеряться, являются актуализированными (т.е. имеют конкретное количественное значение). Результатом измерения является переход суперпозитивного состояния в состояние собственное. Проводимое измерение (в квантово-механическом понимании этого термина) также может изменить предшествующие собственные состояния концепта, переводя их в суперпозиционные состояния.

Следует отметить, что для каждого концепта существует одно специфичное состояние, которое называется «базовым состоянием», когда отсутствует влияние какого-либо контекста. Когда концепт взаимодействует с каким-либо специфичным контекстом, он сразу же непосредственно проектируется из базового состояния на другое состояние. Это означает, что базовое состояние является чисто теоретическим конструктом. Никто не переживает концепт в его базовом состоянии, так как всегда существует какой-либо актуализирующий контекст. Свойства концепта, которые присущи ему в базовом состоянии, являются типичными, характеризующе-атрибутивными свойствами концепта. Влияние контекста на состояние концепта может быть таким, что даже типичные свойства концепта могут исчезать, если концепт трансформируется в новое состояние под влиянием контекста.

Так, рассматривая концепт *ISLAND* (Остров), Л. Габора, Э. Рош и Д. Аэртс отмечают, что «свойство “surrounded by water” (Окруженный водой) является типичным, характеризующе-атрибутивным свойством, которое является актуализированным в базовом состоянии концепта *ISLAND*. Но если мы применим контекст “kitchen” (Кухня) к данному концепту, то в собственном состоянии концепта *ISLAND* по отношению к указанному контексту отсутствует свойство “surrounded by water” как актуализированное свойство (возможно

лишь как потенциальное). Используя терминологию квантовой механики, мы различаем состояния суперпозиции концепта в отношении конкретного, специфичного контекста, которые подвержены изменению состояния под влиянием этого контекста, и собственные состояния в отношении данного контекста, которые уже не подвержены изменению под влиянием данного контекста. В состоянии суперпозиции в отношении к какому-либо контексту множество релевантных свойств концепта и их значений не является актуализированным, в то время как в собственном состоянии концепта в отношении данного контекста эти свойства уже являются актуализированными. В этом смысле всегда имеет место “взгляд” (либо из другого концепта, либо из какого-либо внешнего стимула): концептам требуется “наблюдение”, “взгляд извне”, то есть воздействие какого-либо контекста, чтобы стать актуализированными, локализоваться в какой-либо форме» [17, p. 98].

Так, различие между концептом *PET* в базовом состоянии и в «возбужденном» состоянии можно оценить, подвергая концепт воздействию другого контекста, а именно сознанию человека, когда его просят выбрать наилучший экземпляр-конкретизацию этого концепта среди нескольких возможных вариантов выбора. Различия между этими двумя состояниями проявятся в том, что гораздо чаще выбор будет падать на такие экземпляры, как *snake* (змея) и *spider* (паук) в контексте фразы “Did you see the type of pet he has? This explains that he is a weird person”. Как пишут Д. Аэртс и М. С. Де Биянки, «процесс помещения концепта *PET* в контекст других концептов называется **приготовлением состояния**. Когда человека (испытуемого в эксперименте) просят выбрать хороший экземпляр концепта, т.е. сделать выбор между *dog* (*собака*), *cat* (*кошка*), *guppy* (*гуппи*), *rabbit* (*кролик*), *snake* (змея), *spider* (паук) и т.д., такого рода контекст называется **измерением**. Различные экземпляры-конкретизации, из которых человек должен сделать выбор, определяют собственные состояния (eigenstates) семантической наблюдаемой, которая подвергается измерению человеком. Сущность, подвергаемая измерению, является **концептом, находящимся в каком-либо состоянии**. В процессе измерения происходит следующее: когда испытуемому дается стимул, заключающийся в необходимости сделать выбор между экземплярами-конкретизациями *snake*, *spider* и т.д., то состояние исследуемой сущности редуцируется (происходит “коллапс”), переходя в **собственное состояние** (eigenstate) измеренной наблюдаемой. Собственные состояния – это именно различные экземпляры концепта, например *snake*, *spider* и т.д.» [11, p. 82].

В квантовой теории состояние сущности (в когнитивной науке это, соответственно, концепты) описывается вектором состояния над полем комплексных чисел  $C$  – так называемым гильбертовым пространством  $H$ . Внутреннее произведение  $\langle \cdot | \cdot \rangle$  отображает два вектора  $|\phi\rangle$  и  $|\psi\rangle$  на комплексное число  $\langle \phi | \psi \rangle$ . Мы рассматриваем гильбертовы пространства, которые имеют конечную размерность, и обозначим  $H_n$  гильбертово пространство, которое является  $N$ -мерным векторным пространством.

Наблюдаемая является измеряемым количеством исследуемой сущности (концепта) и в квантовой теории представлена оператором  $A$ , действующим на вектор гильбертова пространства, то есть  $A: |\psi\rangle \rightarrow A|\psi\rangle$ . Если гильбертово пространство является  $N$ -мерным, то оператор  $A$  может быть исчерпывающе описан посредством его собственных векторов количества  $N$   $|a_i\rangle$  и связанных (действительных) собственных значений  $a_i: A|a_i\rangle = a_i|a_i\rangle$  для всех  $i \in \{1, \dots, N\} \equiv I_n$  [12].

Когда мы измеряем наблюдаемую  $A$  в практическом эксперименте, скажем, давая возможность концепту взаимодействовать с сознанием человека, согласно определенному протоколу, то мы можем получить одно из  $N$  собственных значений  $a_i$ ,  $a \in I_n$ . Если все собственные значения являются отличными друг от друга, то считается, что спектр  $A$  является невырожденным.

В общем, измерение наблюдаемой  $A$  представляет собой процесс, во время которого состояние сущности испытывает скачкообразный переход (в отличие от унитарной эволюции), который называется «коллапсом» волновой функции, т.е. переход из начального состояния  $|\psi\rangle$  в конечное состояние, которое представляет собой один из собственных векторов  $|a_i\rangle$  наблюдаемой  $A$ , связанных с собственными значениями  $a_i$ ,  $i \in I_n$ . Данный процесс не носит характера преддетерминированности, то есть мы можем описывать его как вероятностный процесс посредством правила Борна: вероятность  $P$  перехода начального состояния  $|\psi\rangle$  в состояние  $|a_i\rangle$  вычисляется как квадрат длины вектора  $P_i|\psi\rangle$ , т.е. квадрат длины начального вектора состояния после его проекции на собственное пространство наблюдаемой  $A$ , соответствующей собственному значению  $a_i$ , которое равно  $||P_i|\psi\rangle||^2$ . Об этом процессе пишет С. Хокинг: «...на какой-то стадии измерительного процесса унитарная эволюция квантового состояния нарушается, в результате чего и осуществляется актуализация вероятностей [7, с. 153]. Способность какой-либо системы к актуализации содержащихся в ней возможностей (посредством некоторой модификации линейной динамики квантовой механики) существует в природе, но осуществляется в заметной степени лишь в системах с очень высоким уровнем ментальности [Там же, с. 155].

Итак,  $A|\psi\rangle = a_i|a_i\rangle$ , где  $A$  – наблюдаемая (концепт),  $|\psi\rangle$  – вектор начального состояния. После проекции на собственное пространство  $A$  происходит переход в собственное состояние  $|a_i\rangle$  (один из экземпляров-конкретизаций концепта, например, *spider*, *snake* и т.д.), где  $a_i$  – собственное значение (вес экземпляра концепта).

В смысловом пространстве концепта свойства концепта, как и сами концепты (и их сочетания), можно представить в геометрической форме в виде проекций вектора состояния концепта (концептов) на определенный (задаваемый исследователем) базис [16, p. 156].

В экспериментах по свободным ассоциациям испытуемым предлагается слово-стимул, в ответ на которое они должны сказать любое слово, которое первое пришло на ум. Так, ассоциативный эксперимент со словами *bat* (бита, летучая мышь) и *boxer* (боксер) описан в работе [19].

Вероятности ассоциаций представлены в Таблице 1 и Таблице 2.

Таблица 1.

## Вероятности ассоциаций слова VAT в эксперименте свободных ассоциаций

Слово-ассоциат	Вероятность
Ball (мяч)	0,25
Cave (пещера)	0,13
Vampire (вампир)	0,07
Fly (полет)	0,06
Night (ночь)	0,06
Baseball (бейсбол)	0,05
Bird (птица)	0,04
Blind (слепой)	0,04
Animal (животное)	0,02
.....	.....

Из таблицы можно видеть, что эти вероятности представляют два отчетливо определенных смысла концепта *VAT*, имеющего вербальный номинант – слово-стимул *bat*, а именно «спортивный смысл» и «животный смысл». Суммарная вероятность припоминания «спортивного смысла» составляет  $p_s = 0,25 + 0,05 = 0,3$ . Остальные слова-ассоциаты являются релевантными для «животного смысла» концепта *VAT*, то есть  $p_a = 0,7$ .

Семантика концепта *VAT*, таким образом, определяется в плане смыслов, что позволяет в данном случае моделировать смысловое пространство как 2-мерное гильбертово пространство; при этом базисные векторы  $|Sp\rangle$  и  $|An\rangle$  которого соответствуют двум возможным смыслам («спортивный» и «животный»). Предполагается, что отношения между смыслами таковы, что они являются ортогональными (соответственно, и базисные векторы являются ортогональными).



**Рис. 1.** На схеме представлено 2-мерное собственное пространство, заданное двумя базисными векторами, наблюдаемой *A* (концепт *VAT*), где вектор  $|VAT\rangle$  – начальное состояние концепта  $|\psi\rangle$ ,  $|An\rangle$  и  $|Sp\rangle$  – собственные векторы. Соответственно,  $b_{sport}$  и  $b_{animal}$  – собственные значения.

На схеме концепт *VAT* представлен в 2-мерном векторном пространстве. Предполагается, что вектор на схеме является единичным (т.е. имеющим длину, равную единице), что означает то, что он может представлять вероятность того, что один из двух смыслов будет актуализирован и, соответственно, испытуемый припомнит слово-ассоциат либо с «животным смыслом», либо со «спортивным смыслом». Вероятности высчитываются исходя из проекции вектора начального состояния на базисные векторы, которые соответствуют двум возможным смыслам. Длины проекций  $b_{animal}$  и  $b_{sport}$  являются квадратными корнями, соответственно,  $b_{animal}^2 + b_{sport}^2 = 1$ . Таким образом, вероятность актуализации конкретного смысла соотносится к длине проекции на соответствующий базисный вектор:  $b_{sport} = \sqrt{P_{sport}}$  и  $b_{animal} = \sqrt{P_{anim}}$ .

Такое квантовоподобное представление позволяет естественным образом моделировать неопределенность (в данном случае двусмысленность) эксперимента свободных ассоциаций как квантовую суперпозицию двух смыслов [13]. Запишем кет-вектор состояния концепта *VAT* как сумму  $|VAT\rangle = b_{sport}|Sp\rangle + b_{animal}|An\rangle$ . В данном выражении  $b_{sport}$  и  $b_{animal}$  являются скалярами, которые представляют вероятность того, будет ли продуцирован в эксперименте свободных ассоциаций «животный смысл» или «спортивный смысл». Данные рамки могут быть расширены и применены для моделирования сочетаний слов.

Квантовая теория использует понятие тензорного произведения для моделирования сложных некомпозитивных систем. Как можно моделировать сочетания концептов? Имеется две системы *A* и *B*. Состояние сложной

системы  $A \oplus B$  может быть получено как тензорное произведение исходных состояний. Базисные векторы или «базисные состояния» представляют все возможные состояния комбинированной (объединенной) системы.

Концепт *BAT* может быть представлен как суперпозиция двух смыслов: «спортивного»  $|Sp\rangle$  и «животного»  $|An\rangle$ . То же самое можно сказать о концепте *BOXER* (см. Таблицу 2, в которой слова-ассоциаты, релевантные для спортивного смысла концепта *BOXER*, выделены жирным шрифтом). Тензорное произведение может быть записано в матричной форме:

$ boxer\rangle \otimes  bat\rangle$		$ A\rangle$	$ S\rangle$
$\rightarrow$	$ A\rangle$	$(a_a b_a)$	$a_a b_s$
	$ S\rangle$	$(a_s b_a)$	$a_s b_s$

Таблица 2.

**Вероятности ассоциаций слова BOXER в эксперименте свободных ассоциаций**

Слово-ассоциат	Вероятность
<b>Fighter (боец)</b>	0,14
<b>Gloves (перчатки)</b>	0,14
<b>Fight (бой)</b>	0,09
Dog (собака)	0,08
<b>Shorts (шорты)</b>	0,07
<b>Punch (удар кулаком)</b>	0,05
<b>Tyson (Тайсон)</b>	0,05
.....	.....

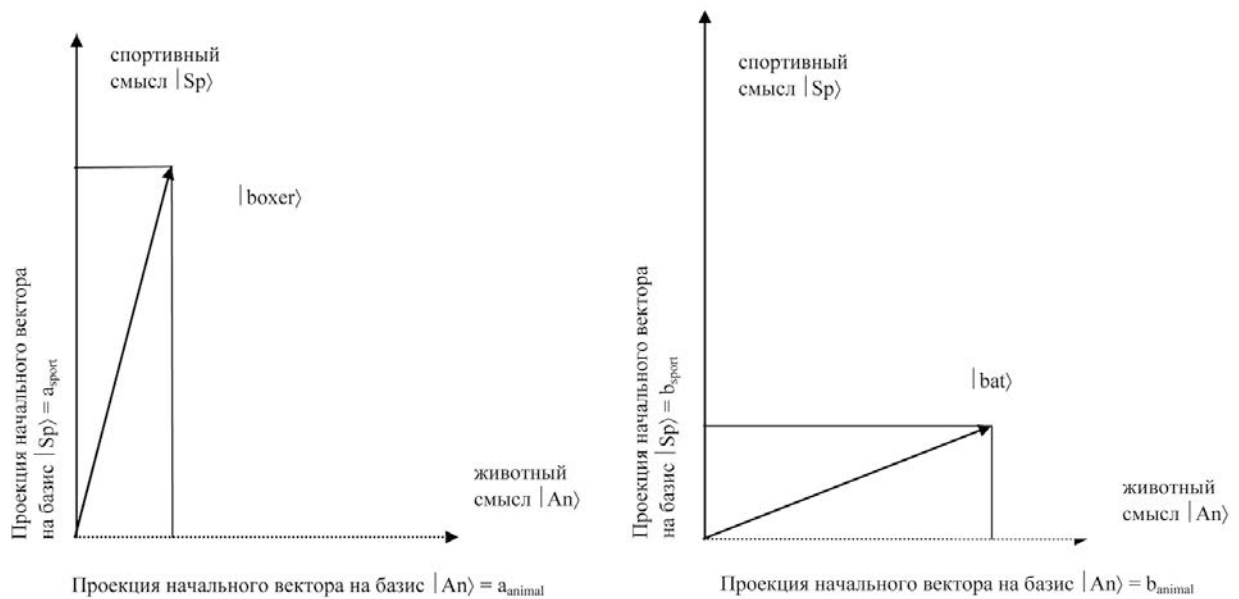


Рис. 2. Отдельные пространства состояний двух взаимодействующих квантовых систем *A* (*boxer*) и *B* (*bat*).

Матричная форма дает возможность наглядно представить некопозиционные системы. Составная система, которая не может быть факторизована, является некопозиционной системой и называется запутанной. Рассмотрим состояние сложной системы *boxer bat*, которое можно записать в виде формулы  $x|AS\rangle + y|SA\rangle$ , где  $x^2 + y^2 = 1$ . Такое сложное состояние может быть записано в матричной форме:

	$ A\rangle$	$ S\rangle$
$ A\rangle$	(0	$x)$
$ S\rangle$	$y)$	(0)

Данное состояние представляет ситуацию, когда человек сделает выбор только одной из двух возможных интерпретаций, соответствующих состояниям  $|AS\rangle$  и  $|SA\rangle$  с соответствующими вероятностями  $x$  и  $y$ . Состояние  $|SA\rangle$  будет соответствовать ситуации, в которой субъект атрибутирует «спортивный смысл» слову

*boxer* и «животный смысл» слову *bat*, что соответствует интерпретации «a small furry black animal with boxing gloves on» (маленькое пушистое животное в боксерских перчатках). Базисное состояние  $|AS\rangle$ , с другой стороны, репрезентирует «животный смысл» слова *boxer* (порода собак) и спортивный смысл слова *bat*. В этом случае интерпретация может быть следующей: «a toy bat for a boxer dog» (игрушечная палка для собаки породы боксер) или «a bat to beat boxer dogs with» (палка для битья собаки породы боксер).

Состояние, представленное в матрице, является **некомпозиционным**, потому что оно не может быть факторизовано в отдельные индивидуальные векторы  $|boxer\rangle \in A$  и  $|bat\rangle \in B$ . Сложное состояние имеет форму, которая может быть записана как  $0|AA\rangle + x|AS\rangle + y|SA\rangle + 0|SS\rangle$ . Данный результат означает, что если сочетание концептов *BOXER* и *BAT* имеет состояние, которое представлено в матричной форме,

	$ A\rangle$	$ S\rangle$
$ A\rangle$	0	x
$ S\rangle$	y	0

то оно не может быть факторизовано (разложено) на два не связанных друг с другом и не взаимозависимых состояния, одно из которых соответствует  $|boxer\rangle$ , а другое –  $|bat\rangle$ . Таким образом, это является случаем сложной системы, состоящей из более чем одной ментальной сущности. Для простоты, мы ограничились рассмотрением сложной системы, состоящей из двух компонентов, которые могут находиться только в двух различных состояниях: в когнитивной науке это будет соответствовать сочетанию двух концептов, допуская, что при редукции и проекции актуализируется только один из двух потенциально возможных экземпляров-конкретизаций. В этом случае гильбертово пространство является 4-мерным комплексным пространством  $H_4 = C_4$ , и поскольку имеется только две ментальные сущности (концепта), сочетание можно описать как тензорное произведение, где первое 2-мерное гильбертово пространство ассоциируется с первой сущностью, а второе идентичное гильбертово пространство, соответственно, со второй сущностью:  $H_2 \otimes H_2 = C^2 \otimes C^2$ . Наблюдаемая  $A$ , получаемая в результате произведения, также может быть записана как тензорное произведение  $A = A_1 \otimes A_2$ , где оператор  $A_1$  воздействует на первую сущность, а оператор  $A_2$  – на вторую сущность. Их произведение соответствует коинцидентному наблюдению над сущностью, которая является сочетанием этих двух ментальных сущностей.  $A_1 \otimes A_2$  имеет невырожденный спектр собственных значений. В  $H_4$  мы задаем четыре базисных вектора  $|\mu, \nu\rangle \equiv |\mu\rangle_1 \otimes |\nu\rangle_2$ ,  $\mu, \nu \in \{1,2\}$ . В общем виде состояние  $|\psi\rangle$  системы, состоящей из двух сущностей, можно записать в вышеуказанном собственном базисе как суперпозицию  $|\psi\rangle = c_1 |1, 1\rangle + c_2 |1,2\rangle + c_3 |2,1\rangle + c_4 |2,2\rangle$ . Измерение  $A$  может привести к четырем различным результатам, ассоциированным с вероятностями.

Когда объединяются два концепта, находящиеся в запутанном состоянии, возникает совершенно новый концепт, который невозможно понять только исходя из свойств двух отдельных концептов, сочетанием которых является новый «сотворенный» (эмерджентный) концепт. Д. Аэртс и С. Соццо пишут: «...допустим, что первой ментальной сущностью является концепт *ANIMAL* (Животное). Измерение данного концепта заключается в том, что человека – испытуемого – просят сделать выбор, является ли животное “a horse” (лошадь) или “a bear” (медведь). Это означает, что в данных условиях эксперимента концепт *ANIMAL* задается как система суперпозиции двух состояний, с двумя возможными результатами измерения:  $\{H, B\}$ . Вторая ментальная сущность – это концепт *ACTS* (действия). Измерение заключается в том, что человека просят сделать выбор между звуками, которые издает животное: “growls” (рычит) или “whinnies” (ржет). Это означает, что в данных условиях эксперимента концепт *ACTS* задается как система суперпозиции двух состояний, с двумя возможными результатами измерения:  $\{G, W\}$  (двухмерное пространство). Рассмотрим далее сложную систему, образуемую обеими ментальными сущностями, находящуюся в состоянии, определяемом сочетанием концептов, а именно: *ANIMAL ACTS*. В этом случае мы будем рассматривать совместное (коинцидентное) измерение, заключающееся в том, что человека просят сделать выбор между четырьмя возможными результатами измерения: *The horse growls. The horse whinnies. The bear growls. The bear whinnies*. Мы видим, что система из двух концептов является системой суперпозиции четырех состояний. Четыре возможных результата измерения:  $\{HG, HW, BG, BW\}$  (четырёхмерное пространство)» [14, p. 121]. Запутанность двух концептов – это выражение из связи через смысл. Очевидно, что когда человек будет выбирать экземпляры-конкретизации концептуального бленда *ANIMAL ACTS*, то он не будет соединять простым «логико-классическим» способом экземпляры-конкретизации концептов *ANIMAL* и *ACTS*, взятых по отдельности. Контекстуальное взаимодействие может привести к тому, что те сущности, которые выступают контекстами друг для друга, оказывают столь сильное взаимное влияние, что результатом их интеракции является, соответственно, возникновение новой эмерджентной сущности, которая обладает свойствами, отличными от свойств взаимодействующих сущностей. Степень их слияния может быть настолько сильной, что обращение к одному из конституентов неизбежно ведет к одновременному воздействию и на другой конституент. Это являет собой **эмерджентный творческий процесс**, выражение качественного изменения контекста измерения ментальной сущности, когда увеличение уровня потенциальности требует, соответственно, определения дополнительных измерений.



В заключение отметим, что для осознания того, как концепты проявляются, теория концептов должна включать в себя понимание того, как рождается смысл в результате взаимодействия с элементами, которые мыслятся как внешние по отношению к смыслу, т.е. элементами контекста. В той мере, как состояние квантовой системы (сущности) переходит в состояние коллапса под влиянием измерения, в той же мере концепт актуализируется в сознательном опыте человека в том случае, когда конкретная ситуация индуцирует его актуализацию, то есть переход в более конкретное, локализованное состояние.

Направлением дальнейшего исследования может являться применение квантового формализма для моделирования пространств состояний различных концептов и концептуальных блендов как эмерджентных сущностей.

#### *Список литературы*

1. **Иванский В. П.** О новой правовой парадигме: информационно-квантовая (когнитивная) теория права // Современное право. 2014. № 2. С. 4-11.
2. **Латыпов Р. А.** О моделировании динамики изменений состояний концептов как квантовых сущностей // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2015. № 5 (47): в 2-х ч. Ч. II. С. 97-102.
3. **Латыпов Р. А., Комиссарова Г. Н.** Об исследовании концептов как квантовых сущностей // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Тамбов: Грамота, 2013. № 3 (21): в 2-х ч. Ч. I. С. 99-104.
4. **Падучева Е. В.** Принцип композиционности в неформальной семантике // Вопросы языкознания. 1999. № 5. С. 3-24.
5. **Пригожин И., Стенгерс И.** Время. Хаос. Квант. К решению парадокса времени. М.: Едиториал УРСС, 2003. 240 с.
6. **Пригожин И., Стенгерс И.** Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
7. **Хокинг С.** Большое, малое и человеческий разум. СПб.: Торгово-издательский дом «Амфора», 2014. 191 с.
8. **Aerts D., Czachor M., D'Hooghe B.** Toward a Quantum Evolutionary Scheme: Violating Bell's Inequalities in Language // Evolutionary Epistemology, Language and Culture. Dordrecht: Springer, 2006. P. 453-478.
9. **Aerts D., Czachor M., D'Hooghe B., Sozzo S.** The Pet-Fish Problem on the World Wide Web [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/pdf/1006.1930v1.pdf> (дата обращения: 12.01.2016).
10. **Aerts D., De Bianchi M. S.** The Unreasonable Success of Quantum Probability I: Quantum Measurements as Uniform Fluctuations // Journal of Mathematical Psychology. 2015. Vol. 67. P. 51-75.
11. **Aerts D., De Bianchi M. S.** The Unreasonable Success of Quantum Probability II: Quantum Measurements as Universal Measurements // Journal Mathematical Psychology. 2015. Vol. 67. P. 76-90.
12. **Aerts D., Gabora L.** A Theory of Concepts and their Combinations: A Hilbert Space Representation // Kybernetes. 2005. № 34. P. 192-221.
13. **Aerts D., Gabora L.** A Theory of Concepts and their Combinations: The Structure of the Sets of Contexts and Properties // Kybernetes. 2005. № 34. P. 167-191.
14. **Aerts D., Sozzo S.** Quantum Structure in Cognition: Why and How Concepts Are Entangled // Quantum Interaction. Lecture Notes in Computer Science. 2011. № 7052. P. 116-127.
15. **Bruza P., Kitto K., Nelson D., McEvoy C.** Is there Something Quantum-like about the Human Mental Lexicon? // Journal of Mathematical Psychology. 2009. № 53 (5). P. 363-377.
16. **Busemeyer J. R., Bruza P. D.** Quantum Models of Cognition and Decision. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 407 p.
17. **Gabora L., Rosch E., Aerts D.** Toward an Ecological Theory of Concepts // Ecological Psychology. 2008. № 20 (1). P. 84-116.
18. **Khrennikov A. et al.** Quantum Models of Psychological Measurement: An Unsolved Problem [Электронный ресурс]. URL: <http://arxiv.org/pdf/1403.3654v1.pdf> (дата обращения: 12.01.2016).
19. **Nelson D., McEvoy C., Schreiber T.** The University of South Florida, Word Association, Rhyme and Word Fragment Norms // Behavior Research Methods, Instruments and Computers. 2004. № 36. P. 408-420.
20. **Prigogine I., Stengers I.** Entre le Temps et L'éternité. Ferce-sur-Sarthe: Flammarion, 2001. 233 p.

#### **QUANTUM FORMALISM AS A TOOL TO DESCRIBE THE STATE SPACES OF CONCEPTS AND CONCEPT COMBINATIONS**

**Latypov Rustem Al'bertovich**, Ph. D. in Pedagogy, Associate Professor  
*Syktvykar State University named after Pitirim Sorokin*  
*rustem.latypov@gmail.com*

The article examines certain basic conceptions of quantum-cognitive approach to the analysis of the concepts and non-compositional semantics of concept combinations: the observable, basic state, proper state, measurement. The author identifies the possibility for graphical and matrix representation of the non-compositional conceptual system states allowing modeling the changes of concept states under contextual interaction.

*Key words and phrases:* quantum formalism; state; concept; combination; quantum essence; non-compositional semantics.