



# OSTIS-2014

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.822:514

## ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОРОЖДЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ЗНАНИЙ (ТАПАЗ-2) И ДАЛЬНЕЙШАЯ МИНИМИЗАЦИЯ СЕМАНТИЧЕСКИХ ИСЧИСЛЕНИЙ

Гордей А.Н.

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**alieks2001@yahoo.com**

При помощи геометрического метода объясняется приоритет модели мира над языковой картиной мира, излагается новая версия теории автоматического порождения архитектуры знаний (ТАПАЗ-2), предлагается алгебраический аппарат для исчисления семантики предметных областей и процедурального представления и преобразования знаний в искусственных интеллектуальных системах, приводятся примеры формального описания русской глагольной семантики в зависимости от суперпозиции процессов познания.

**Ключевые слова:** модель мира, семантический код, стереотип, геометрическая модель, семантический примитив, семантический классификатор, формализованная теория, набор аксиом.

Существуют такие понятия, как "виновник", "орудие", "продукт труда" <...> Мы находимся здесь в сфере различных категорий, по видимости онтологических, а по существу семантических.

*Т. Котарбинский [Котарбинский, 1975]*

### Введение

На рубеже XX – XXI веков проблема построения больших баз знаний на основе универсальных семантических классификаторов, несмотря на все попытки ее обойти или свести к недостаткам аппаратного обеспечения, в исследованиях по компьютерному моделированию интеллектуальной деятельности стала центральной. Д. Ленат, автор программы EURISCO'83, по этому поводу выразился определенно: «Рецепт повышения способности программы к рассуждению по аналогии так же, как и общего прогресса в программах искусственного интеллекта, заключается в том, чтобы расширить базу знаний <...> записать целую энциклопедию в форме, доступной для машины, но не в виде текста, а в виде системы структурированных, многократно проиндексированных фрагментов» [Ленат, 1986]. Понятная и решаемая при соответствующем уровне развития вычислительной техники проблема оказалась связанной с другой давней и трудной, с которой до программистов уже столкнулись математики, логики, философы и лингвисты, и на которую неоднократно обращали внимание многие специалисты на заре становления и развития искусственного интеллекта как отдельной отрасли научного знания, а именно: проблемой вложения семантики в формализмы представления. «Чего

только не делалось, чтобы не принимать во внимание значение, избежать его и отделаться от него. Напрасные попытки – оно, как голова Медузы, всегда в центре языка, околдовывая тех, кто его созерцает» [Бенвенист, 1974]. Отметим лишь несколько драматических эпизодов. «Заслуга семантического анализа, – писал Г.-Г. Гадамер, – мне видится в фиксации всеобщих структур языка, повлекшей за собой отказ от ложного идеала однозначности знака (соответственно символа) и от возможности логической формализации языковых выражений» [Гадамер, 1991]. Однако в конце 60-х годов XX века С. Амарел пришел к выводу о том, что эффективность решения задачи зависит от формы ее представления [Amarel, 1968], т.е. в неявном виде высказал мысль о том, что правильное представление задачи есть, по сути дела, ее решение. Вывод хорошо согласовывался с общенаучным пониманием доказательства как сведения сложных высказываний (теорем) к простым (аксиомам)<sup>1</sup>, т.е. переводу скрытых тавтологий в явные [Бурбаки, 1963], и имел резонанс. В частности, М. Минский идею замены эвристики алгоритмическим представлением знаний воспринял «как уход от традиционных подходов и физиологов-бихевиористов и ориентирующихся на математическую логику ученых в области

<sup>1</sup> «Доказательство *more geometrico* (по геометрическому методу) считалось философами всех веков высшим достижением науки» [Рейхенбах (2), 1985].

искусственного интеллекта, которые пытаются представить знания в виде совокупности отдельных простых фрагментов» [Минский, 1978]. Тем не менее, ученик М. Минского Т. Виноград, несмотря на все отчаянные усилия продвинуться в данном направлении, вынужден был констатировать: «Никто еще не оперирует системами, которые бы не сводились к изолированным примерам» [Winograd, 1980], а «существующие системы, даже лучшие из них, часто напоминают карточный домик <...> В качестве результата возникает крайне хрупкая структура, коллапсирующая при малейшей попытке поколебать область и даже отдельные примеры из области, для которой она построена» [Bobrow, et al., 1977]. Вхождение в парадокс Рассела, неизбежно возникающее из-за совпадения объекта и инструмента исследования<sup>1</sup> при отсутствии формализованной семантической метатеории<sup>2</sup>, явно ощущается в следующем высказывании Т. Винограда: «Язык есть процесс коммуникации между людьми, и он сложнейшим образом переплетен со знаниями о мире, которыми эти люди располагают. Знания эти не являются простой сводкой определений и аксиом – полных, четких и последовательных. Скорее, они представляют собой совокупность понятий, выработанных для того, чтобы манипулировать мыслями. На самом деле они несовершенны, в сильной степени избыточны и часто непоследовательны. Не существует такого замкнутого множества «примитивов», исходя из которого можно было бы определить все, что угодно. Определения «циркулярны», циклически связаны между собой, значения каждого из них зависят от других понятий» [Виноград (1), 1976]. Т. Виноград осознавал, что в практическом плане от семантики требуется «преобразователь, который может работать с синтаксическим анализатором и выдавать данные, приемлемые для логической дедуктивной системы. Если имеются синтаксический анализатор для грамматики английского языка и дедуктивная система на базе знаний о конкретном предмете, роль семантики сводится к тому, чтобы заполнить пространство между ними» [Виноград (2), 1976]. Однако как добиться этого с помощью математики, где также совпадают объект и инструмент исследования, никто не знал. Логический парадокс, обнаруженный Б. Расселом в 1902 году в основаниях арифметики Г. Фреге – первой попытке теоретико-множественных построений<sup>3</sup>, чуть не довел автора логики предикатов и основателя логической семантики [Фреге, 2000] до самоубийства. Злополучный парадокс Г. Фреге безуспешно

<sup>1</sup> В обоих случаях – естественного языка: на эту трудность лингвистического анализа неоднократно указывали Л. Ельмслев [Ельмслев, 1960] и У. Вейнрейх [Вейнрейх, 1970; 1981].

<sup>2</sup> «Для исключения из аксиоматической теории таких противоречий нужно точно описать ее язык, т.е. множество предложений теории и множество используемых при их построении символов. Так мы избежим противоречий, возникающих из коллизии теории и ее метатеории, т.е. из включения метатеоретических утверждений в теорию. Это побуждает нас ввести еще большую точность в построение математических теорий и ведет к понятию *формализованной теории*, в которой не только свойства элементарных понятий заданы точным аксиоматическим способом, но точно определен также язык теории» [Расева и др.(2), 1972].

<sup>3</sup> Содержание парадокса и наш комментарий относительно включения наблюдателя в созданную им модель мира см. в заключении настоящей статьи.

пытался разрешить до конца жизни, и на протяжении всего XX века математика через формализацию метаязыка с трудом избавлялась от противоречий в ее основаниях. Ни исчисления предикатов [Фреге, 1997], ни булевы алгебры [Сикорский, 1969], ни псевдофизические и модальные логики [Кандрашина и др., 1989], ни теория множеств в версии Г. Кантора [Кантор, 1985] не смогли формализовать языковую семантику: математика по-прежнему не располагала собственными средствами преобразования выражений, а логика – собственными средствами их представления<sup>4</sup>. К чести белорусской науки, прогресс в данной сфере во многом обязан работам В.В. Мартынова по семантическому кодированию [Мартынов, 1966]. Создатель «Универсального семантического кода (УСК)» так охарактеризовал свое творение: «Это система, способная формировать новые понятия и строить гипотезы о причинах и следствиях ситуаций. И то и другое реализуется в системе в результате формальных преобразований цепочек. Таким образом, языки типа УСК представляют собой дедуктивные системы, семантика которых не задается, а исчисляется. В итоге УСК располагает собственными средствами представления и преобразования семантики» [Мартынов (1), 2009]. Первая версия УСК появилась в 1974 году [Мартынов, 1974], в 1977 – вторая [Мартынов, 1977] в 1984 – третья [Мартынов, 1984], в 1988 – четвертая [Мартынов, 1988], в 1995 – пятая [Martynov, 1995], в 2001 – шестая [Мартынов (3), 2001]. В версиях совершенствовался алгебраический аппарат, предлагался уточненный список «несуществующих», по мнению Т. Винограда, исходных семантических примитивов и, тем самым, сужался перечень задач по оснащению компьютера энциклопедическими базами знаний, который в окончательном виде насчитывал пять пунктов:

«1. Исчислить примитивы, т.е. семантически неразложимые ключевые слова и правила их комбинаторики.

2. Установить необходимый и достаточный набор формальных характеристик, составляющих «словарную статью».

**3. Определить набор семантических операций, позволяющий исчислять предметные области любого вида** (выделено нами – А.Г.).

4. Выработать эвристические правила обучения работе с такой системой.

5. Разработать систему взаимных отсылок на семантической основе» [Мартынов (1), 2001].

Достигнутые успехи уже в 1993 году позволили сотрудникам научно-исследовательского центра «Семантика» под руководством В.В. Мартынова приступить к интенсивному поиску способов расширения базового семантического классификатора до энциклопедических баз знаний. Оказалось, что мультипликация сложных цепочек

<sup>4</sup> Более подробно об этом [Гордей (1), 1998].

УСК не обеспечивает вход в предметную область, поскольку превышает порог глубины Ингве [Ингве, 1965]: при числе умножений больше восьми формула не читалась и не воспринималась [Гордей (1), 1995]. В 1994 году нами впервые была предложена процедура исчисления предметных областей в виде особо ориентированного графа ранжирования сложных цепочек [Гордей (2), 1995]. Применение процедуры потребовало установления одно-однозначного (векторного) перехода между макропроцессами в базовом семантическом классификаторе и привело к созданию теории автоматического порождения архитектуры знания (ТАПАЗ), основу которой составили формализованная теория, семантический двойник, таблица семантических элементов (макропроцессов), алгоритм ролей индивидов и граф поиска гипонимов через гиперонимы [Гордей (3,5), 1998]. В.В. Мартынов по этому поводу писал: «Решая задачу "исчисления семантики", Гордей отказался от представления знаний на основе построения цепочек типа "если..., то..." (стимул – реакция) и вместо этого обратился к построению известным образом организованных кортежей компонентов (может быть использована и другая терминология, которая в любом случае относится к числу неопределяемых понятий). Фактически это означало ограничение семантических построений простыми расширенными цепочками (в смысле УСК) без преобразования их в сложные <...>. Кроме принятых в УСК операции совмещения (\*) и операции приложения (дополнения) (–) он вводит операцию "взятия внутреннейности" (~) <...>. Исчисление простых расширенных цепочек построено у Гордея на основании так называемых транспозиционных преобразований цепочек по С.Н. Фурсу. При этом Гордей семантизировал эти преобразования на основе построенной им модели мира <...>. Главным достижением Гордея как автора нового варианта теории семантического кодирования является проект использования ее для исчисления семантики предметных областей. Это пока еще проект, но в случае его выполнения мы должны получить чрезвычайно полезный инструмент для работающих систем искусственного интеллекта» [Мартынов (1), 1998].

## 1. Теория автоматического порождения архитектуры знаний: ТАПАЗ-2

Новую версию ТАПАЗ отличает от предыдущей упрощение алгебраического аппарата, увеличение правил интерпретации типовых совмещений индивидов и минимизация семантических исчислений. Количество операций на цепочках семантического кода сокращено до двух. Теперь это алгебра, вида:

$$A = \langle M, *, \sim \rangle$$

В предыдущей версии операция взятия внутреннейности, обозначавшаяся символом ~ (волна), использовалась для разграничения физических и информационных процессов, поскольку на

предельно абстрактном семантическом уровне физический процесс рассматривался как воздействие одного индивида на другой посредством своей оболочки, а информационный – посредством своей среды [Гордей (2), 2005]. Вместе с тем, совмещение индивида со своей средой интерпретировалось как его аннигилирование [Гордей (1), 1998], поэтому пришлось разграничивать внешнюю и внутреннюю среду индивида, чтобы совмещение индивида со своей внешней средой трактовать как аннигилирование, а совмещение со своей внутренней средой – как переход физического процесса в информационный [Гордей (2), 1998]. Такой формальный прием устанавливал параллелизм и симметрию физических и информационных процессов. Действительно, для передачи информации необходим материальный носитель, который оказывает на объект физическое воздействие, а по изменениям, происходящим в предметах после их физического взаимодействия, можно судить о характере самого взаимодействия. Например, во время обучения (информационного процесса) учитель использует голосовые связки, напрягая их, он увеличивает амплитуду звуковых волн (материального носителя) и может оглушить учеников, т.е. оказать на них физическое воздействие; столкновение металлических шаров во время метания – физический процесс, но по вмятинам на шарах можно получить информацию о силе их столкновения. Иными словами, выдвигание в процессе на первый план физической или информационной составляющей производится наблюдателем и зависит от его точки зрения точно так же, как описание угла куба в трехмерном пространстве в виде  $\curvearrowright$  (вилки) или  $\rightarrow$  (стрелки) [Уинстон, 1980]. Учитывая требование одно-однозначного соответствия между представлением и содержанием<sup>1</sup>, выражения с оператором взятия внутреннейности у первого индивида передавали информационный процесс, без оператора взятия внутреннейности – физический. При этом все выражения с оператором взятия внутреннейности и без оператора взятия внутреннейности, имевшие одинаковые наборы аргументов, были алгебраически и геометрически равносильны: совмещение индивидов предполагало совмещение их границ и внутренностей, равно как и совмещение внутренностей индивидов предполагало совмещение их границ.

Дальнейшее исследование показало, что совмещение индивида со своей средой при условии продолжения протекания процесса может быть рассмотрено как переход физического процесса в информационный<sup>2</sup>. Например, если бурлящая в

<sup>1</sup> «Каждой цепочке (комбинации элементарных символов) должен соответствовать один и только один смысл» [Мартынов (1), 1988].

<sup>2</sup> Попутно отметим, что подобный переход Г. фон Вригту представлялся непостижимым: «Допустим, меня спросили, как я повернул ручку, и я отвечаю, что ухватился за ручку правой рукой и повернул ее по часовой стрелке. В этом случае также верно утверждение, что совершая эти действия, я вызвал поворачивание ручки. Но если меня спросят, как я повернул руку, то сказать, что я вызвал это путем сокращения и расслабления особой группы мускулов, не будет правильно. Ведь если я случайно не обладаю специальными знаниями по анатомии, я не знаю, ни какие это мускулы, ни как их сокращать, не поворачивая руки» [Вригт (1), 1986].

пробирке соляная кислота выплеснется и обожжет руку, то она окажет на руку физическое воздействие, однако если причиной бурления кислоты станет растворенный в ней цинк (совмещенный со своей средой и таким образом аннигилированный как свободный элемент), который по своим свойствам ни до, ни после реакции сам руку не обожжет, то по отношению к руке он осуществит информационное действие: цинк, так сказать, «заставит» кислоту обжечь руку<sup>1</sup>. Серьезным изучением синергетических связей ученые занялись не так давно [Хакен, 2001; 2003], [Николис и др., 1990], [Пригожин и др., 1986], [Капра, 2002], хотя о наличии подобных связей неоднократно высказывались многие деятели искусств<sup>2</sup>, а у древних людей наивная синергетика составляла основу мировоззрения<sup>3</sup>. В современной теоретической семантике принято говорить о наивной языковой картине мира и семантических примитивах [Вежбицка, 2001], однако определение значения слова *аннигиляция* в словаре иностранных слов в русском языке примитивным не назовешь, оно явно заимствовано из физики: «превращение в ничто, уничтожение – превращение электрона и позитрона при столкновении в 2 или 3 фотона; при этом происходит превращение материи из одной формы (электрон, позитрон) в другую форму – электромагнитное излучение (фотоны)» [Словарь иностранных слов, 1996]. Ср.: «**АННИГИЛЯЦИЯ** пары частица - античастица (от позднелат. *annihilatio* – уничтожение, исчезновение) – один из видов взаимопревращения элементарных частиц. Термином «А.» первоначально наз. эл.-магн. процесс превращения электрона и его *античастицы* – позитрона при их столкновении в эл.-магн. излучение (в фотоны, или  $\gamma$ -кванты). Однако этот термин неудачен, т. к. в процессах А. материя не уничтожается, а лишь превращается из одной формы в другую» [Физическая энциклопедия, 1988]. В этой связи обратим внимание на то, как понимается соотношение физических и информационных процессов в оптоэлектронике: «В качестве материальных объектов информационных процессов в оптоэлектронике выступают электроны, свободные или входящие в состав атомов, молекул или твердых тел, а также фотоны, взаимодействующие с

<sup>1</sup> Ср. с рассуждением Г. фон Вригта: «Допустим, что некто может "подсмотреть", что происходит в моем мозгу, и выделить нервное событие или совокупность событий *N*, которые, как мы считаем, должны появляться при поднятии руки. Я говорю наблюдателю: "Я могу вызвать в своем мозгу событие *N*. Смотри". Затем я поднимаю руку, и наблюдатель следит за тем, что происходит в мозгу. Он видит событие *N*. Однако если он одновременно видит мое действие, он обнаруживает, что оно совершается долей секунды позже, чем появляется *N*. Строго говоря, он будет наблюдать результат моего действия, хотя моя рука поднимается чуть позже, чем происходит *N*» [Вригт (2), 1986].

<sup>2</sup> Особенно показателен в этом отношении роман Станислава Лема «Солярис» и снятый по его мотивам одноименный фильм Андрея Тарковского. См.: [Лем, 1988].

<sup>3</sup> «Для первобытного человека безопасность мира заключается в упорядоченности обычных явлений. Любое исключение из этого представляется ему тающим угрозой актом произвола, который, стало быть, необходимо испугать, ибо он является не просто синопическим нарушением обычного порядка вещей, но вместе с тем и предзнаменованием нежелательных событий в дальнейшем <...> Для нас такой способ группирования фактов, конечно, бессмыслен, однако для первобытного человека он полон смысла и убедителен. *И здесь он неожиданно прав*. Его наблюдения внушают доверие. Опираясь на древнейший опыт, он знает, что такие связи существуют на самом деле <...> Внимательно наблюдая за всем выходящим за рамки обычного, он задолго до нас открыл закон образования групп и серий случаев» [Юнг, 1991].

соответствующей средой. **Взаимодействие между фотонами, атомами и электронами происходит путем поглощения одних и испускания других фотонов** (выделено нами – А.Г.)» [Карих, 2002]. Еще одним подтверждением того, что через аннигиляцию физический процесс переходит в информационный являются данные по нейрофизиологии мозга. В.В. Фролькис отмечает, что с возрастом уменьшается масса и объем головного мозга человека: в возрасте от 60 до 75 лет масса мозга снижается на 6% неравномерно в разных отделах, кора больших полушарий уменьшается на 4%, а в лобной доле на 12-15%, причем наблюдаются половые различия степени атрофии – между 40 и 90 годами у мужчин масса мозга уменьшается на 2,85 г в год, у женщин – на 2,92 г [Фролькис, 1988]. Есть и более радикальные утверждения на этот счет<sup>4</sup>, а также эпатирующие научную общественность высказывания о «квантовой сцепленности мозга и внешнего мира» [Уилсон, 1998], которые, однако, оказываются не столь эпатирующими с учетом данных Б.Б. Кажинского по биологической радиосвязи [Кажинский, 1962] и В.П. Морозова по биоакустике [Морозов, 1987]. В любом случае, как утверждает акад. В.В. Фролькис, большинство исследователей мозга человека указывают на преимущественную потерю нейронов в коре, гиппокампе и мозжечке. По обобщенным данным Института геронтологии АМН СССР, с детского по позднего старческого возраста плотность расположения нейронов в различных участках коры снижается на 10-60%, «таким образом, филогенетически "новые" структуры мозга, связанные с познавательной функцией, в большей степени подвержены возрастной потере нейронов, чем филогенетически "старые" образования (ствол)» [Старение мозга, 1991].

В результате обоснования аннигиляции в качестве семантического примитива<sup>5</sup>, устанавливающего переход физического процесса в информационный, удалось сократить операцию взятия внутренности и все информационные макропроцессы описать при помощи операции совмещения \* (звездочка) и операции продления — (крышка), добившись не только параллельной и симметричной формализации информационных и физических макропроцессов, но и суперпозиции информационных процессов к физическим в базовом семантическом классификаторе.

<sup>4</sup> «Начиная с юного возраста, мужчина к моменту достижения зрелости теряет 15 процентов объема фронтальной доли, которая осуществляет контроль за вниманием, абстрактным мышлением и подавлением импульсов, и 8,5 % височной доли, управляющей памятью» [Сузарев, 1997].

<sup>5</sup> Напомним, что «ограничения должны соответствовать интуитивному представлению модели мира. Система аксиом в геометрии, принятая Гильбертом, также основана на интуитивном представлении модели мира, но, разумеется, легче воспринимается, чем соответствующая модель в семантике. Она более привычна, поскольку связана с повседневной физической деятельностью человека» [Мартынов (2), 1998]. Произвольные множества или «множества без объема», допускающие получение из одного шара в евклидовом пространстве путем разрезания и склейки методом Банаха – Тарского два других, равнообъемных шаров, здесь явно не подходят, ибо мы интуитивно понимаем, что нельзя из одного апельсина сделать два таких же при помощи одного лишь ножа [Яценко, 2002].

## 1.1. Предварительные сведения из теории множеств, геометрии и алгебры

**Множество** – собрание элементов. Пишут  $a \in A$ , если  $a$  является элементом множества  $A$ , и  $a \notin A$  в противоположном случае. Если каждый элемент множества  $A$  принадлежит множеству  $B$  и при этом  $A \neq B$ , то  $A$  является **собственным подмножеством** множества  $B$ , т.е.  $A \subset B$  или  $B \supset A$  –  $A$  **строго включено** в  $B$  или  $B$  **строго включает**  $A$ ; если каждый элемент множества  $A$  принадлежит множеству  $B$  и при этом  $A=B$ , то  $A$  является **несобственным подмножеством** множества  $B$ , т.е.  $A \subset B$  или  $B \supset A$  –  $A$  **включено** в  $B$  или  $B$  **включает**  $A$ . Некоторое фиксированное множество  $X$ , имеющее подмножества, называется **пространством**. Множество  $\emptyset$ , не имеющее элементов, называется **пустым**. Для любых множеств  $A, B$  символ  $A \cup B$  ( $A \cap B$ ) обозначает **объединение** (**пересечение**) множеств  $A, B$ , т.е. множество всех элементов, принадлежащих по крайней мере одному из множеств  $A, B$  (принадлежащих обоим множествам  $A, B$ ). Если  $A \cap B = \emptyset$ , то множества  $A, B$  **не пересекаются**. **Разность** множеств  $A, B$ , т.е. множество таких элементов из  $A$ , которые не принадлежат  $B$ , обозначается  $A \setminus B$ . Если  $f$  – функция, то запись  $f(x)$  представляет значение функции  $f$  в точке  $x$ . «Одной из важнейших операций анализа является предельный переход. В основе этой операции лежит тот факт, что на числовой прямой определено расстояние от одной точки до другой. Многие фундаментальные факты анализа не связаны с алгебраической природой действительных чисел  $\langle \dots \rangle$ , а опираются лишь на понятие расстояния» [Колмогоров и др., 1989], поэтому алгебраическая операция применима не только к числам, но и к фигурам.

**Метрическое пространство** – пара  $M, \rho$ , состоящая из некоторого множества  $M$  точек и расстояния, т.е. однозначной, неотрицательной, действительной функции  $\rho(x, y)$ , определенной для любых  $x$  и  $y$  из  $M$  и подчиненной следующим трем аксиомам:

- 1)  $\rho(x, y) = 0$ , тогда и только тогда, когда  $x = y$ ,
- 2)  $\rho(x, y) = \rho(y, x)$  (аксиома симметрии),
- 3)  $\rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$  (аксиома треугольника).

Метрическое пространство, т.е. пару  $(M, \rho)$ , обычно обозначают буквой  $R$ .

**Трехмерное арифметическое евклидово пространство  $R^3$**  есть множество упорядоченных троек действительных чисел  $x = (x_1, x_2, x_3)$  с расстоянием  $\rho(x, y) = \sqrt{(y_1 - x_1)^2 + (y_2 - x_2)^2 + (y_3 - x_3)^2}$ . В изоморфном трехмерному арифметическому евклидову пространству **трехмерном геометрическом евклидовом пространстве  $R^3$**  точки задаются непосредственно, а не представлены наборами своих координат.

**Открытый шар  $\alpha(x_0, r)$**  в пространстве  $R^3$  есть совокупность точек  $x \in R^3$ , удовлетворяющих условию

$$\rho(x, x_0) < r,$$

где  $x_0$  – центр шара, а  $r$  – его радиус;

**$\mathcal{E}$ -окрестностью  $O_\varepsilon(x)$**  точки  $x$  называется открытый шар радиуса  $\mathcal{E}$  с центром  $x$ .

**Замкнутый шар  $\alpha[x_0, r]$**  – совокупность точек  $x \in R^3$ , удовлетворяющих условию

$$\rho(x, x_0) \leq r.$$

**Граничная сфера  $\alpha'[x_0, r]$**  – совокупность точек  $x \in \alpha[x_0, r]$ , удовлетворяющих условию

$$\rho(x, x_0) = r.$$

**Замкнутый граничный шаровой слой  $\alpha''[x_0, r_0, r]$**  – совокупность точек  $x \in \alpha[x_0, r]$ , удовлетворяющих условию

$$r_0 \leq \rho(x, x_0) \leq r,$$

где  $r_0$  – радиус  $\alpha[x_0, r_0]$ ,  $r$  – радиус  $\alpha[x_0, r]$ ,  $\alpha[x_0, r_0] \subset \alpha[x_0, r]$ , причем для достаточно малой окрестности каждой точки  $x_1 \in \alpha'[x_0, r_0]$  и  $x_2 \in \alpha'[x_0, r]$  существует такая точка  $x$ , что  $x \in O_\varepsilon(x_1)$  и  $x \in O_\varepsilon(x_2)$ .

**Оператор взятия границы шара** обозначается буквой  $B$  (от англ. *boundary*).

## 1.2. Геометрическая модель<sup>1</sup>

Пусть  $R^3$  – трехмерное евклидово пространство, в котором находятся восемь замкнутых и четыре открытых шара. Открытые шары не пересекаются. Каждый открытый шар содержит в себе два замкнутых, причем один замкнутый шар вложен в другой. Вложенный замкнутый шар меньше заключающего его замкнутого шара. Замкнутый шар, заключающий вложенный замкнутый шар, меньше открытого. Каждый вложенный замкнутый шар имеет замкнутый граничный шаровой слой. Каждый замкнутый шар, заключающий вложенный замкнутый шар, имеет граничную сферу. Открытые шары границы не имеют (рисунок 1):

$$\alpha_1 \subset \alpha_2 \subset \alpha_3 \subset R^3, \alpha = X, Y, Z, W;$$

$$X \cap Y \cap Z \cap W = \emptyset;$$

$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – замкнутые шары,  $\alpha_3$  – открытый шар;

<sup>1</sup> Унаследована из предыдущей версии и предназначена для формализации, визуализации и верификации ТАПАЗ-2. Под **формализованной теорией** как основания и математического обоснования новой версии ТАПАЗ понимается «множество некоторых конечных последовательностей символов, называемых формулами и терминами, и множество некоторых простых операций, производимых над этими последовательностями» [Расёва и др.(1), 1972]. Принятые в ней правила соответствуют требованиям, предъявляемым к аксиоматическим системам в отношении непротиворечивости, независимости и полноты, и призваны, с одной стороны, преодолеть недостатки интуитивных семантических теорий, в которых нет четкой границы между тем, что очевидно, и тем, что нуждается в доказательстве, с другой стороны, исключить в иерархических построениях противоречия, возникающие при смешении уровня и метауровня – чрезвычайно острой проблемы для математики и лингвистики, в которых совпадают объект и инструмент исследования. Достоверность формализованной теории подтверждается ее интерпретацией методом Клейна через модель метрического пространства, непротиворечивость которой доказана посредством арифметической модели [Клейн, 1956], [Гильберт, 1948].

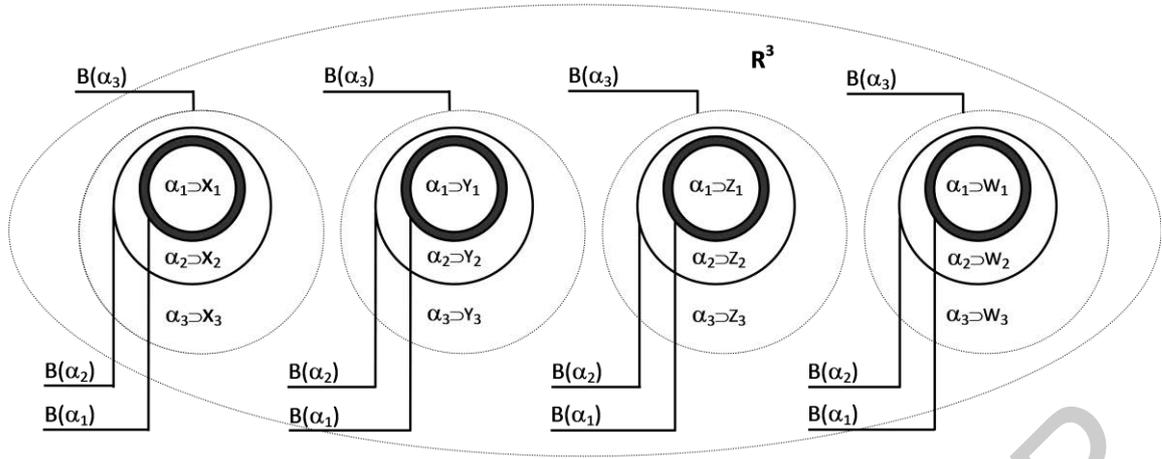


Рисунок 1.

$V(\alpha_1)$  – замкнутый граничный шаровой слой;  
 $V(\alpha_2)$  – граничная сфера;  
 $V(\alpha_3) = \emptyset$ .

### 1.3. Операция продления

Введем операцию продления  $\alpha_1$ , которую обозначим символом  $\bar{\alpha}_1$  (крышка):  $\bar{\alpha}_1$  – продление  $\alpha_1$  до  $\alpha_2$  ( $\bar{\alpha}_1 = \alpha_2 \setminus \alpha_1$ ),  $\bar{\bar{\alpha}}_1$  – продление продления  $\alpha_1$  до  $\alpha_3$  ( $\bar{\bar{\alpha}}_1 = \alpha_3 \setminus \alpha_2$ )<sup>1)</sup> (рисунок 2).

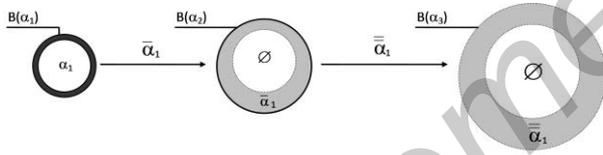


Рисунок 2.

<sup>1)</sup> Операция продления применяется к разнородным объектам (шарам с граничным шаровым слоем и шарам с граничной сферой), поэтому требуется ее переопределение. Здесь и далее (рис. 2 – 6) результаты применения операций изображены заштрихованными фигурами. Поскольку  $\bar{\alpha}_1$  и  $\bar{\bar{\alpha}}_1$  содержат внутри себя пустые объекты, а из алгебры множеств известно, что пустое множество есть подмножество любого множества, т.е. для любого множества  $A$  верно  $A \cup \emptyset = A$ , то графическими репрезентантами объектов  $\bar{\alpha}_1$  и  $\bar{\bar{\alpha}}_1$  вполне можно считать изображения рис. 3:

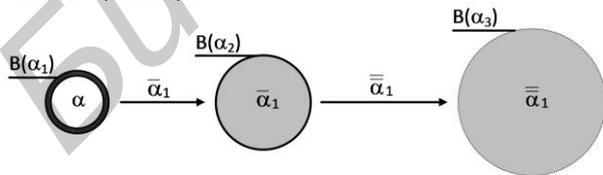


Рисунок 3.

Подобное допущение было сделано в предыдущей версии ТАПАЗ. Действительно, наличие пустых сферических полостей без границ внутри шаров или неоднородность (разреженность) их внутренностей никак не отражается на формализмах ТАПАЗ и их интерпретациях. В физическом мире открытые шары и внутренности замкнутых шаров ассоциированы с однородными нетвердыми телами, граничные сферы и замкнутые граничные шаровые слои – с разнородными твердыми. В ТАПАЗ-2, как и в ТАПАЗ-1, установлен приоритет физических эффектов над геометрическими и геометрических эффектов над алгебраическими (о приоритете «наивной физики» над геометрией см. [Whitehead, 1919]), однако сокращение операции взятия внутренности позволяет сохранить геометрический эффект пустых открытых шаров в графических представлениях, так сказать, «для чистоты метода».

Таким образом, системы объектов  $\alpha_2$  и  $\alpha_3$  являются результатом объединения шаров со своими продлениями (рисунок 4).

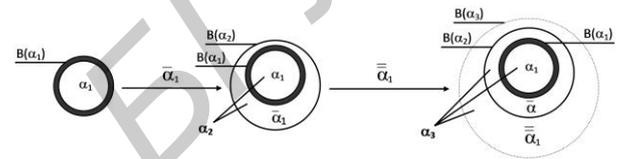


Рисунок 4.

### 1.4. Операция совмещения

Введем операцию совмещения  $\alpha_1$  и продлений  $\alpha_1$ , которую обозначим символом  $*$  (звездочка). Операция совмещения *некоммутативна*<sup>1)</sup>:

$\alpha_1 * \bar{\alpha}_1 = \bar{\alpha}_1$  – преобразование  $\alpha_1$  в продление  $\alpha_1$  (рис. 5(а));

$\bar{\alpha}_1 * \alpha_1 = \alpha_1$  – преобразование продления  $\alpha_1$  в  $\alpha_1$  (рис. 5(б)).

$(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\bar{\alpha}}_1 = \bar{\bar{\alpha}}_1$  – преобразование  $\alpha_1$  в продление  $\alpha_1$  и продления  $\alpha_1$  в продление продления  $\alpha_1$  (рис.6(а)),

$(\bar{\bar{\alpha}}_1 * \bar{\alpha}_1) * \alpha_1 = \bar{\bar{\alpha}}_1$  – преобразование продления продления  $\alpha_1$  в продление  $\alpha_1$  и продления  $\alpha_1$  в  $\alpha_1$  (рис.6(б)).

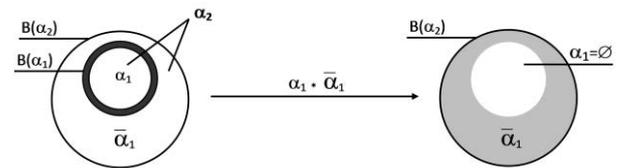


Рисунок 5а.

<sup>1)</sup> «Пусть дано некоторое множество  $M$ . Мы говорим, что в  $M$  определена *бинарная алгебраическая операция*, если всяким двум (различным или одинаковым) элементам множества  $M$ , взятым в определенном порядке, по некоторому закону ставится в соответствие вполне определенный третий элемент, принадлежащий к этому же множеству <...>. В этом определении содержится указание на порядок, в котором берутся элементы множества  $M$  при выполнении операции. Иными словами, не исключается возможность того, что паре элементов  $a, b$  из  $M$  и паре  $b, a$  будут поставлены в соответствие различные элементы из  $M$ , т.е. что рассматриваемая операция будет *некоммутативной*» [Курш (1), 1967].

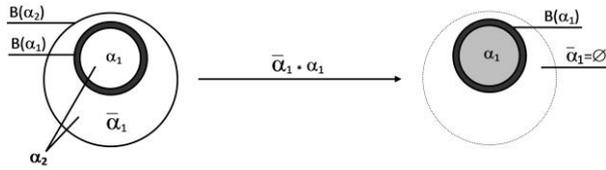


Рисунок 5б.

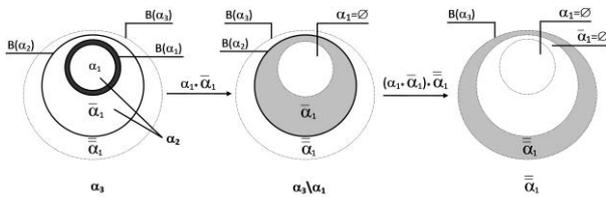


Рисунок 6а.

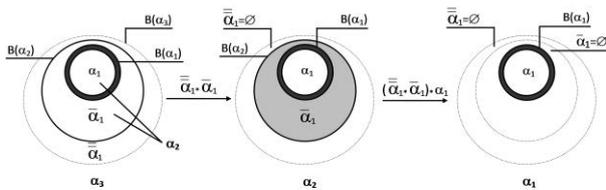


Рисунок 6б.

Операция совмещения *ассоциативна*<sup>1</sup>:  $(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\alpha}_1 \approx \alpha_1 * (\bar{\alpha}_1 * \bar{\alpha}_1)$  – преобразование  $\alpha_1$  в продление  $\alpha_1$  и продления  $\alpha_1$  в продление продления  $\alpha_1$  равносильно преобразованию продления  $\alpha_1$  в продление продления  $\alpha_1$  и  $\alpha_1$  в продление продления  $\alpha_1$ . Действительно,  $(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\alpha}_1 = \bar{\alpha}_1 * \bar{\alpha}_1 = \bar{\alpha}_1$ ,  $\alpha_1 * (\bar{\alpha}_1 * \bar{\alpha}_1) = \alpha_1 * \bar{\alpha}_1 = \bar{\alpha}_1$ . Совмещение  $\alpha_1$  с продлением продления  $\alpha_1$  возможно только при преобразовании выражений, построенных по перечисленным ниже допустимым правилам.

### 1.5. Правила построения

Пусть  $\alpha_1 = X, Y, Z, W$ . Разрешены построения такого вида<sup>2</sup>:

- $X * \bar{X}$ ; (1)
- $(X * \bar{X}) * \bar{Y}$ ; (2)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}$ ; (3)
- $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}$ ; (4)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y} * \bar{Y}$ ; (5)
- $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} * Y$ ; (6)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y} * \bar{Y} * Y$ ; (7)
- $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} * Y * \bar{Y}$ ; (8)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y} * \bar{Y} * Y * \bar{Y}$ ; (9)
- $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} * Y * \bar{Y} * \bar{Y}$ ; (10)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y} * \bar{Y} * Y * \bar{Y} * \bar{Y}$ ; (11)
- $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} * Y * \bar{Y} * \bar{Z}$ ; (12)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y} * \bar{Y} * Y * \bar{Y} * \bar{Z}$ ; (13)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y} * \bar{Y} * Y * \bar{Y} * \bar{Z}$ ; (14)
- $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} * Y * \bar{Y} * \bar{Z} * Z$ ; (15)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y} * \bar{Y} * Y * \bar{Y} * \bar{Z} * Z$ ; (16)
- $((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y} * \bar{Y} * Y * \bar{Y} * \bar{Z} * Z$ ; (17)

<sup>1</sup> Пусть дано некоторое множество  $S$ , конечное или бесконечное. Рассмотрим всевозможные однозначные отображения множества  $S$  в себя, т.е. отображения, каждое из которых ставит в соответствие всякому элементу из  $S$  вполне определенный элемент этого же множества, хотя, быть может, разные элементы из  $S$  отображаются в один и тот же элемент и, с другой стороны, в  $S$  могут существовать элементы, в которые ничто не отображается. Если умножением (здесь Курош употребляет мультипликативную терминологию – А.Г. таких отображений мы назовем их последовательное выполнение, то получим в множестве отображений ассоциативную алгебраическую операцию» [Курош (2), 1967].

<sup>2</sup> Ограничения, накладываемые на комбинаторику, связаны с правилами интерпретации типовых совмещений индивидов (см. ниже).

- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * \bar{Z}) * Z$ ; (18)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (19)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (20)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (21)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (22)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (23)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (24)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (25)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (26)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (27)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (28)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (29)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (30)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (31)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (32)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (33)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (34)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (35)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (36)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (37)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (38)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (39)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (40)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (41)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (42)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (43)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (44)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (45)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (46)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (47)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (48)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (49)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (50)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (51)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (52)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (53)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (54)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (55)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (56)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (57)
- $(((((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z$ ; (58)

### 1.6. Правила ограничения

За недостаточностью количества индивидуальных переменных для семантической интерпретации не рассматриваются:

- выражения, состоящие из менее 4-х множителей (индивидуальных переменных и их продлений); (59)
- выражения, заканчивающиеся совмещением продлений различных индивидуальных переменных. (60)

Таким образом, исключаются выражения (1) – (3), (12) – (14), (27) – (30).

### 1.7. Правила сокращения

$$(((X * \bar{X}) * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} \approx ((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} \quad (61)$$

– во всех случаях совмещения продления и продления продления одной и той же индивидуальной переменной допускается выбрасывание из выражения продления этой индивидуальной переменной с целью обозначения перехода физического процесса в информационный;

$$\begin{aligned}
 &(((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * Y \approx ((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * Y, \\
 &(((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * Y \approx ((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * Y, \\
 &(((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * Y * \bar{Y} \approx ((X * \bar{X}) * Y) * \bar{Y}, \\
 &(((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * Y * \bar{Y} \approx ((X * \bar{X}) * Y) * \bar{Y}, \\
 &((((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}) * Y) * \bar{Y} * \bar{Y} \approx \\
 &((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y},
 \end{aligned} \quad (62)$$



окружение. Ядро, его оболочка и среда образуют статическую микросистему  $\alpha_3$ , ядро и его оболочка – подсистему  $\alpha_2$  микросистемы  $\alpha_3$ . Статическая микросистема  $\alpha_3$  переводится в динамическое состояние при слиянии (совмещении) ядра с его оболочкой<sup>1</sup>. Динамическая система оказывает воздействие на ближайшие к ней статические системы. В рассматриваемой модели мира процесс развивается слева направо от микросистемы  $X_3$  к микросистеме  $W_3$ . Непосредственным инициатором процесса в микросистеме  $X_3$  и перевода ее в динамическое состояние является ядро  $X$ , которое выступает в роли *субъекта* действия. Оболочка ядра  $Y$ , на которую направлено действие, выполняет роль *объекта*, оболочка или среда ядра  $X$ , при помощи которой производится действие, – *инструмента*<sup>2</sup>, среда ядра  $Y$ , через которую осуществляется действие, выполняет роль *медиатора*. В процесс последовательно вовлекаются от двух до восемнадцати *предельных индивидов*, от двух до четырех микросистем, причем распределение ролей между микросистемами аналогично распределению ролей между предельными индивидами: микросистема  $X_3$  выполняет роль *составного субъекта*, микросистема  $W_3$  – *составного объекта*, ближайшая к  $X_3$  микросистема  $Y_3$  выполняет роль *составного инструмента*, ближайшая к  $W_3$  микросистема  $Z_3$  – *составного медиатора*. При совмещении предельных индивидов и микросистем происходит передача импульса от активного предельного индивида к пассивному, от динамической микросистемы к статической<sup>3</sup>. Поглощая активный предельный индивид и воспринимая его импульс, пассивный предельный индивид активизируется, статическая микросистема динамизируется<sup>4</sup>. Очередность совмещения предельных индивидов, как и последовательность перетекания импульса от активного предельного индивида к пассивному, в выражениях формализованной теории отмечена круглыми скобками. Например, в выражении  $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}$  скобки показывают, что, во-первых, вначале ядро  $X$  совмещается со своей оболочкой, затем оболочка  $X$ -а – со средой ядра  $Y$ , затем среда  $Y$ -а – с оболочкой  $Y$ -а, во-вторых, вначале импульс  $X$ -а накапливается в оболочке  $X$ -а, а затем передается среде  $Y$ -а, в-третьих, вначале происходит совмещение предельных индивидов, а затем передача импульса от активного предельного индивида к пассивному –  $X$  совмещается со своей оболочкой и начинает передавать ей импульс, оболочка  $X$ -а активизируется, накапливает импульс, совмещается со средой  $Y$ -а и начинает

передавать ей импульс, среда  $Y$ -а активизируется и совмещается с оболочкой  $Y$ -а. Совмещению среды  $Y$ -а с его оболочкой предшествует накопление импульса в среде  $Y$ -а, что отображается переписыванием скобок при преобразовании выражения:  $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} \rightarrow (X * (\bar{X} * \bar{Y})) * \bar{Y}$  – среда  $Y$ -а накапливает импульс и совмещается с оболочкой  $Y$ -а,  $(X * (\bar{X} * \bar{Y})) * \bar{Y} \rightarrow X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * \bar{Y})$  – среда  $Y$ -а накапливает импульс, совмещается с оболочкой  $Y$ -а и начинает передавать ей импульс,  $X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * \bar{Y}) \rightarrow X * (\bar{X} * (\bar{Y} * \bar{Y}))$  – среда  $Y$ -а совмещается с оболочкой  $Y$ -а и начинает передавать ей импульс, оболочка  $Y$ -а активизируется и накапливает импульс. Переписывание скобок изменяет порядок совмещения индивидов:  $(X * (\bar{X} * \bar{Y})) * \bar{Y}$  – оболочка  $X$ -а совмещается со средой  $Y$ -а, одновременно с ней и через нее  $X$  также совмещается со средой  $Y$ -а, затем среда  $Y$ -а – с оболочкой  $Y$ -а,  $X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * \bar{Y})$  – оболочка  $X$ -а совмещается со средой  $Y$ -а, затем среда  $Y$ -а – с оболочкой  $Y$ -а, одновременно со средой  $Y$ -а и через среду  $Y$ -а с оболочкой  $Y$ -а совмещается  $X$ ,  $X * (\bar{X} * (\bar{Y} * \bar{Y}))$  – среда  $Y$ -а совмещается с оболочкой  $Y$ -а, одновременно со средой  $Y$ -а и через среду  $Y$ -а с оболочкой  $Y$ -а совмещается оболочка  $X$ -а, одновременно с оболочкой  $X$ -а и через оболочку  $X$ -а с оболочкой  $Y$ -а совмещается  $X$ <sup>5</sup>.

### 1.11. Неконвенциональность семантического двойника

Семантический двойник не приписывается выражению, а выводится из его структуры. Исчисление семантики ведется относительно подсистемы  $Y_2$  микросистемы  $Y_3$ . Первые два предельных индивида сокращенного выражения задают исходную ситуацию, последние два – конечную. Семантический двойник вычисляется в пять этапов. На первом этапе в выражении анализируется очередность совмещения индивидов, например:  $((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y}$  – вначале ядро  $X$ -а через свою оболочку<sup>6</sup> совмещается со средой  $X$ -а, затем среда  $X$ -а – со средой  $Y$ -а<sup>7</sup>, затем среда  $Y$ -а – с оболочкой  $Y$ -а. На втором этапе рассматривается последовательность перетекания информации от активного предельного индивида к пассивному: ядро  $X$ -а передает информацию среде  $X$ -а, среда  $X$ -а накапливает ее и передает среде  $Y$ -а. На третьем этапе определяются начальная и конечная ситуации взаимодействия предельных индивидов: ядро  $X$ -а при помощи среды  $X$ -а воздействует на среду  $Y$ -а

<sup>1</sup> Примером перевода статической системы в динамическую может послужить активизация земной поверхности вследствие вулканической деятельности (совмещения глубинных слоев Земли с ее поверхностью).

<sup>2</sup> Если роль инструмента выполняет среда ядра  $X$ -а, то в этом случае роль субъекта играет ядро  $X$ -а с его оболочкой.

<sup>3</sup> Существенное изменение, внесенное Айдукевичем <...>, заключалось в том, что он предложил рассматривать комбинацию составных частей *в целом* не как равноправное соединение, а скорее как результат действия одной из этих частей на другие» [Бар-Хиллел, 1965].

<sup>4</sup> «Целесообразно классифицировать термодинамические системы соответственно характеру обмена энергии (теплоты и работы) и массы через их границы. Мы будем различать *изолированные системы*, которые не обмениваются с внешней средой ни энергией, ни массой, *закрытые системы*, которые обмениваются энергией, но не массой, и *открытые системы*, которые обмениваются и энергией, и массой» [Пригожин, 1960].

<sup>5</sup> Идея рассматривать совмещение индивидов в выражении  $(a \cdot b) \cdot c$  как темпоральную конъюнкцию «и затем», а в преобразовании выражения  $a \cdot (b \cdot c)$  – как темпоральную конъюнкцию «и одновременно» принадлежит С.Н. Фурсу. В качестве иллюстрации идеи С.Н. Фурса приводит следующий пример: «Сначала шахтер совмещается с отбойным молотком, затем система шахтер-отбойный молоток – со стеной. После совмещения системы со стеной непосредственное воздействие на стену оказывает отбойный молоток – он долбит стену, и одновременно с ним и через него стену долбит шахтер».

<sup>6</sup> Обозначающее оболочку  $X$ -а пролонгированное  $\bar{X}$  выброшено из выражения в соответствии с правилом сокращения (61).

<sup>7</sup> Такой процесс характеризуется как информационный (см. определения исходных семантических понятий).

(исходная ситуация), в результате чего преодолевается сопротивление среды Y-а и оболочка X-а начинает передавать, а среда Y-а – потреблять информацию от ядра X-а (конечная ситуация). На четвертом этапе процесс описывается относительно подсистемы Y<sub>2</sub>: если среда Y-а потребляет информацию ядра X-а, то подсистема Y<sub>2</sub> воспринимает ее. Итак, выражение ((X\* $\bar{X}$ )\* $\bar{Y}$ )\* $\bar{Y}$  обозначает восприятие Y<sub>2</sub> информации от X<sub>2</sub>. Параллельное выражение ((X\* $\bar{X}$ )\* $\bar{Y}$ )\* $\bar{Y}$  в области физических процессов обозначает *притягивание*<sup>1</sup> подсистемой Y<sub>2</sub> импульса<sup>2</sup> от подсистемы X<sub>2</sub><sup>3</sup>.

### 1.12. Интерпретация типовых совмещений индивидов

$\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при  $\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta$  (совмещение  $\alpha_1$  со своей оболочкой как результат физического воздействия  $\beta$ ) – *выхолащивание*  $\alpha_1$ ;

$\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\alpha}_1 \approx \alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при  $\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta$  (совмещение  $\alpha_1$  со своей оболочкой как результат информационного воздействия  $\beta$ ) – *перевоплощение*  $\alpha_1$ ;

$\bar{\alpha}_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при:

$\alpha_1 = \alpha$  (совмещение  $\alpha$  со своей средой) – *аннигилирование*  $\alpha$ ;

$\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta$  (совмещение  $\alpha$  со средой  $\beta$ ) – *перемещение*  $\alpha$ ;

$\bar{\alpha}_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\alpha}_1 \approx \alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при:

$\alpha_1 = \alpha$  (совмещение  $\alpha$  со средой  $\alpha$ ) – *уменьшение*  $\alpha$ ;

$\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta$  (совмещение  $\alpha$  со средой  $\beta$ ) – *транслирование*  $\alpha$ ;

$\bar{\alpha}_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  (совмещение среды  $\alpha_1$  с оболочкой  $\alpha_1$  как результат физического воздействия на среду  $\alpha_1$ ) – *формование*  $\alpha_1$ ;

$\bar{\alpha}_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\alpha}_1 \approx \alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  (совмещение среды  $\alpha_1$  с оболочкой  $\alpha_1$  как результат информационного воздействия на среду  $\alpha_1$ ) – *предрасположение*  $\alpha_1$ ;

$\bar{\alpha}_1 * \alpha_1$  после  $\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  (совмещение оболочки  $\alpha_1$  с  $\alpha_1$  как результат физического воздействия) – *формирование*  $\alpha_1$ ;

$\bar{\alpha}_1 * \alpha_1$  после  $(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\alpha}_1 \approx \alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при  $\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta$  (совмещение оболочки  $\alpha_1$  с  $\alpha_1$  как результат информационного воздействия  $\beta$ ) – *воспитание*  $\alpha_1$ ;

<sup>1</sup> Попадание метеорита, к примеру, в атмосферу Земли является следствием земного притяжения: атмосфера Земли потребляет (расщепляет) метеорит, Земля притягивает его.

<sup>2</sup> Всякий посредник, передавая импульс от одного индивида к другому, часть энергии потребляет сам (так называемое неблагоприятное влияние посредника на процесс), поэтому чем больше посредников между субъектом и объектом, тем выше потери энергии в системе и ниже коэффициент ее полезного действия.

<sup>3</sup> Ср.: «Притянуть – ...тягой приблизить, таща придвинуть. *Притянуть лодку к берегу*» [Ожегов (2), 1984]. «Воспринять – ... понять и усвоить. *Хорошо воспринять содержание книги*» [Ожегов (1), 1984]. «Восприятие – ... способность воспринимать и усваивать явления внешнего мира... *Изучать восприятия ребенка*» [Ожегов (1), 1984]. «Притягивать см. привлечь. Привлекать 1. притягивать, влечь, увлекать, тянуть, манить, звать, прельщать, соблазнять... см. вовлекать» [Александрова (5-4), 1986]. «Вовлекать, привлекать... завлекать, затягивать, втягивать... заманивать, вmeshивать, впутывать...» [Александрова (1), 1986]. «Воспринимать см. понимать (2). Понимать 2. расценивать, воспринимать, рассматривать, считать за что, усматривать что в чем» [Александрова (2-3), 1986].

$\bar{\alpha}_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при  $\alpha_1 = \alpha$  (совмещение среды  $\alpha_1$  с оболочкой  $\alpha_1$  как результат физического восстановления) – *реформование*  $\alpha_1$ ;

$\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при  $\alpha_1 = \alpha$  (совмещение  $\alpha_1$  с оболочкой  $\alpha_1$  как результат физического восстановления) – *реанимирование*  $\alpha_1$ .

$\alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  после  $(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\alpha}_1 \approx \alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при  $\alpha_1 = \alpha$  (совмещение  $\alpha_1$  с оболочкой  $\alpha_1$  как результат информационного восстановления) – *воскрешение*  $\alpha_1$

$\bar{\alpha}_1 * \alpha_1$  после  $(\alpha_1 * \bar{\alpha}_1) * \bar{\alpha}_1 \approx \alpha_1 * \bar{\alpha}_1$  при  $\alpha_1 = \alpha$  (совмещение оболочки  $\alpha_1$  с  $\alpha_1$  как результат информационного восстановления) – *воспроизведение*  $\alpha_1$

### 1.13. Архитектура физических макропроцессов

Принимание подсистемой Y<sub>2</sub> импульса<sup>4</sup> от подсистемы X<sub>2</sub>:

$$((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} \rightarrow (X * (\bar{X} * \bar{Y})) * \bar{Y} \rightarrow$$

притягивание скапливание  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub>

$$\rightarrow X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * \bar{Y}) \rightarrow X * (\bar{X} * (\bar{Y} * \bar{Y})) \rightarrow$$

ужимание присоединение  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub>

$$\rightarrow ((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * Y \rightarrow (X * (\bar{X} * \bar{Y})) * Y \rightarrow$$

вбирание накапливание  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub>

$$\rightarrow X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * Y) \rightarrow X * (\bar{X} * (\bar{Y} * Y)) \rightarrow$$

центрирование ассимилирование  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub>

$$\rightarrow ((X * \bar{X}) * Y) * \bar{Y} \rightarrow (X * (\bar{X} * Y)) * \bar{Y} \rightarrow$$

перевбирание концентрирование  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub>

$$\rightarrow X * ((\bar{X} * Y) * \bar{Y}) \rightarrow X * (\bar{X} * (Y * \bar{Y})) \rightarrow$$

центрифугирование диссимилирование<sup>5</sup>  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub>

Проведение подсистемой Y<sub>2</sub> импульса от подсистемы X<sub>2</sub> через подсистему Z<sub>2</sub>:

$$\rightarrow ((Y * \bar{Y}) * \bar{Z}) * \bar{Z} \rightarrow (Y * (\bar{Y} * \bar{Z})) * \bar{Z} \rightarrow$$

подведение наращивание  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> к Z<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> на Z<sub>2</sub>

$$\rightarrow Y * ((\bar{Y} * \bar{Z}) * \bar{Z}) \rightarrow Y * (\bar{Y} * (\bar{Z} * \bar{Z})) \rightarrow$$

прижимание подсоединение  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> к Z<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> к Z<sub>2</sub>

$$\rightarrow ((Y * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z \rightarrow (Y * (\bar{Y} * \bar{Z})) * Z \rightarrow$$

введение нагнетание

<sup>4</sup> Сокр.: imp.

<sup>5</sup> Перемещение стрелки макропроцессов от *диссимилирования* → *подведения* к *диссимилированию* → *выделению* при катастрофическом воздействии подсистемы X<sub>2</sub> на подсистему Y<sub>2</sub> с возможным дальнейшим переходом физического процесса в информационный:

$$\rightarrow ((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} \rightarrow (X * (\bar{X} * \bar{Y})) * \bar{Y} \rightarrow$$

выделение разуплотнение  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub>

$$\rightarrow X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * \bar{Y}) \rightarrow X * (\bar{X} * (\bar{Y} * \bar{Y})) \rightarrow$$

отжимание отделение  
Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub> Y<sub>2</sub> imp X<sub>2</sub>

$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ в } Z_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ в } Z_2$
$\rightarrow Y * ((\bar{Y} * \bar{Z}) * Z) \rightarrow Y * (\bar{Y} * (\bar{Z} * Z)) \rightarrow$	
вжимание	соединение
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ в } Z_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ с } Z_2$
$\rightarrow ((Y * \bar{Y}) * Z) * \bar{Z} \rightarrow (Y * (\bar{Y} * Z)) * \bar{Z} \rightarrow$	
проведение	распространение
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ через } Z_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ в } Z_2$
$\rightarrow Y * ((\bar{Y} * Z) * \bar{Z}) \rightarrow Y * (\bar{Y} * (Z * \bar{Z})) \rightarrow$	
выжимание	разъединение <sup>1</sup>
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ из } Z_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ и } Z_2$

Применение подсистемой  $Y_2$  импульса от подсистемы  $X_2$  по подсистеме  $W_2$  через подсистему  $Z_2$ :

$\rightarrow ((Z * \bar{Z}) * \bar{W}) * \bar{W} \rightarrow (Z * (\bar{Z} * \bar{W})) * \bar{W} \rightarrow$	
затрагивание	обволакивание
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow Z * ((\bar{Z} * \bar{W}) * \bar{W}) \rightarrow Z * (\bar{Z} * (\bar{W} * \bar{W})) \rightarrow$	
обжимание	формование
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow ((Z * \bar{Z}) * \bar{W}) * W \rightarrow (Z * (\bar{Z} * \bar{W})) * W \rightarrow$	
вскрытие	наполнение
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow Z * ((\bar{Z} * \bar{W}) * W) \rightarrow Z * (\bar{Z} * (\bar{W} * W)) \rightarrow$	
сжатие	формирование
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow ((Z * \bar{Z}) * W) * \bar{W} \rightarrow (Z * (\bar{Z} * W)) * \bar{W} \rightarrow$	
пронизывание	переполнение
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow Z * ((\bar{Z} * W) * \bar{W}) \rightarrow Z * (\bar{Z} * (W * \bar{W})) \rightarrow$	
разжимание	выхолащивание
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow ((Z * \bar{Z}) * \bar{W}) * \bar{W} \rightarrow (Z * (\bar{Z} * \bar{W})) * \bar{W} \rightarrow$	
пробивание <sup>2</sup>	вздвигание
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow Z * ((\bar{Z} * \bar{W}) * \bar{W}) \rightarrow Z * (\bar{Z} * (\bar{W} * \bar{W})) \rightarrow$	
распускание	аннигилирование
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$

Восстановление подсистемой  $Y_2$  импульсом от подсистемы  $X_2$  через подсистему  $Z_2$  подсистемы  $W_2$ :

<sup>1</sup> Перемещение стрелки макропроцессов от *разъединения* → *затрагивания* к *разъединению* → *выведению* при катастрофическом воздействии подсистемы  $Y_2$  на подсистему  $Z_2$  с возможным дальнейшим переходом физического процесса в информационный:

$\rightarrow ((Y * \bar{Y}) * Z) * \bar{Z} \rightarrow$	$(Y * (\bar{Y} * \bar{Z})) * \bar{Z} \rightarrow$
выведение	осаживание
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ из } Z_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ на } Z_2$
$\rightarrow Y * ((\bar{Y} * Z) * \bar{Z}) \rightarrow$	$Y * (\bar{Y} * (Z * \bar{Z})) \rightarrow$
оттеснение	отсоединение
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ от } Z_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ от } Z_2$

<sup>2</sup> Начало катастрофического воздействия подсистемы  $Z_2$  на подсистему  $W_2$ .

$\rightarrow ((W * \bar{W}) * \bar{W}) * \bar{W} \rightarrow (W * (\bar{W} * \bar{W})) * \bar{W} \rightarrow$	
рекристаллизование	реинтегрирование
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow (W * ((\bar{W} * \bar{W}) * \bar{W}) * \bar{W} \rightarrow W * (\bar{W} * (\bar{W} * \bar{W})) \rightarrow$	
регенерирование	реформование
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow ((W * \bar{W}) * W) * \bar{W} \rightarrow (W * (\bar{W} * W)) * \bar{W} \rightarrow$	
рекуперирование	реабилитирование
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$
$\rightarrow (W * ((\bar{W} * W) * \bar{W}) * \bar{W} \rightarrow W * (\bar{W} * (W * \bar{W})) \rightarrow$	
реактивирование	реанимирование
$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$	$Y_2 \text{ imp } X_2 \text{ W}_2$
через $Z_2$	через $Z_2$

### 1.14. Архитектура информационных макропроцессов

Принимание подсистемой  $Y_2$  информации<sup>3</sup> от подсистемы  $X_2$ :

$((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} \rightarrow (X * (\bar{X} * \bar{Y})) * \bar{Y} \rightarrow$	
воспринимание	запоминание
$Y_2 \text{ inf } X_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2$
$\rightarrow X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * \bar{Y}) \rightarrow X * (\bar{X} * (\bar{Y} * \bar{Y})) \rightarrow$	
осмысливание	понимание
$Y_2 \text{ inf } X_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2$
$\rightarrow ((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * Y \rightarrow (X * (\bar{X} * \bar{Y})) * Y \rightarrow$	
перенимание	заучивание
$Y_2 \text{ inf } X_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2$
$\rightarrow X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * Y) \rightarrow X * (\bar{X} * (\bar{Y} * Y)) \rightarrow$	
обдумывание	усваивание
$Y_2 \text{ inf } X_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2$
$\rightarrow ((X * \bar{X}) * Y) * \bar{Y} \rightarrow (X * (\bar{X} * Y)) * \bar{Y} \rightarrow$	
прочувствование	созерцание
$Y_2 \text{ inf } X_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2$
$\rightarrow X * ((\bar{X} * Y) * \bar{Y}) \rightarrow X * (\bar{X} * (Y * \bar{Y})) \rightarrow$	
переживание	изведывание <sup>4</sup>
$Y_2 \text{ inf } X_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2$

Проведение подсистемой  $Y_2$  информации от подсистемы  $X_2$  через подсистему  $Z_2$ :

$\rightarrow ((Y * \bar{Y}) * \bar{Z}) * \bar{Z} \rightarrow (Y * (\bar{Y} * \bar{Z})) * \bar{Z} \rightarrow$	
сообщение	рекламирование
$Y_2 \text{ inf } X_2 \text{ Z}_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2 \text{ Z}_2$
$\rightarrow Y * ((\bar{Y} * \bar{Z}) * \bar{Z}) \rightarrow Y * (\bar{Y} * (\bar{Z} * \bar{Z})) \rightarrow$	
внушение	констатирование
$Y_2 \text{ inf } X_2 \text{ Z}_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2 \text{ Z}_2$

<sup>3</sup> Сокр.: inf.

<sup>4</sup> Перемещение стрелки макропроцессов от *изведывания* → *сообщения* к *изведыванию* → *отвержению* при катастрофическом воздействии подсистемы  $X_2$  на подсистему  $Y_2$ :

$\rightarrow ((X * \bar{X}) * \bar{Y}) * \bar{Y} \rightarrow (X * (\bar{X} * \bar{Y})) * \bar{Y} \rightarrow$	
отвержение	изглаживание
$Y_2 \text{ inf } X_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2$
$\rightarrow X * ((\bar{X} * \bar{Y}) * \bar{Y}) \rightarrow X * (\bar{X} * (\bar{Y} * \bar{Y})) \rightarrow$	
пересмысливание	изживание
$Y_2 \text{ inf } X_2$	$Y_2 \text{ inf } X_2$

$\rightarrow ((Y * \bar{Y}) * \bar{Z}) * Z \rightarrow (Y * (\bar{Y} * \bar{Z})) * Z \rightarrow$   
 объяснение пропагандирование  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2$   
 $\rightarrow Y * ((\bar{Y} * \bar{Z}) * Z) \rightarrow Y * (\bar{Y} * (\bar{Z} * Z)) \rightarrow$   
 доказывание удостоверение  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2$   
 $\rightarrow ((Y * \bar{Y}) * Z) * \bar{Z} \rightarrow (Y * (\bar{Y} * Z)) * \bar{Z} \rightarrow$   
 ниспослание вещание  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2$   
 $\rightarrow Y * ((\bar{Y} * Z) * \bar{Z}) \rightarrow Y * (\bar{Y} * (Z * \bar{Z})) \rightarrow$   
 просветление явление<sup>1</sup>  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2$

Применение подсистемой  $Y_2$  информации от подсистемы  $X_2$  по подсистеме  $W_2$  через подсистему  $Z_2$ :

$\rightarrow ((Z * \bar{Z}) * \bar{W}) * \bar{W} \rightarrow (Z * (\bar{Z} * \bar{W})) * \bar{W} \rightarrow$   
 информирование заинтересовывание  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow Z * ((\bar{Z} * \bar{W}) * \bar{W}) \rightarrow Z * (\bar{Z} * (\bar{W} * \bar{W})) \rightarrow$   
 уверение предрасположение  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow ((Z * \bar{Z}) * \bar{W}) * W \rightarrow (Z * (\bar{Z} * \bar{W})) * W \rightarrow$   
 наставление обучение  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow Z * ((\bar{Z} * \bar{W}) * W) \rightarrow Z * (\bar{Z} * (\bar{W} * W)) \rightarrow$   
 убеждение воспитание  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow ((Z * \bar{Z}) * W) * \bar{W} \rightarrow (Z * (\bar{Z} * W)) * \bar{W} \rightarrow$   
 проницание преисполнение  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow Z * ((\bar{Z} * W) * \bar{W}) \rightarrow Z * (\bar{Z} * (W * \bar{W})) \rightarrow$   
 преобразование перевоплощение  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow ((Z * \bar{Z}) * \bar{W}) * \bar{W} \rightarrow (Z * (\bar{Z} * \bar{W})) * \bar{W} \rightarrow$   
 донимание<sup>2</sup> зомбирование  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow Z * ((\bar{Z} * \bar{W}) * \bar{W}) \rightarrow Z * (\bar{Z} * (\bar{W} * \bar{W})) \rightarrow$   
 умопомрачение умалишение  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$

<sup>1</sup> Перемещение стрелки макропроцессов от явления  $\rightarrow$  информирования к явлению  $\rightarrow$  затемнению при катастрофическом воздействии подсистемы  $Y_2$  на подсистему  $Z_2$ :

$\rightarrow ((Y * \bar{Y}) * \bar{Z}) * \bar{Z} \rightarrow (Y * (\bar{Y} * \bar{Z})) * \bar{Z} \rightarrow$   
 затемнение шифрование  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2$   
 $\rightarrow Y * ((\bar{Y} * \bar{Z}) * \bar{Z}) \rightarrow Y * (\bar{Y} * (\bar{Z} * \bar{Z})) \rightarrow$   
 дискредитирование дезавуирование  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 Z_2$

<sup>2</sup> Начало катастрофического воздействия подсистемы  $Z_2$  на подсистему  $W_2$ .

Восстановление подсистемой  $Y_2$  информацией от подсистемы  $X_2$  через подсистему  $Z_2$  подсистемы  $W_2$ :

$\rightarrow ((W * \bar{W}) * \bar{W}) * W \rightarrow (W * (\bar{W} * \bar{W})) * W \rightarrow$   
 вспоминание воссоздание  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow W * ((\bar{W} * \bar{W}) * W) \rightarrow W * (\bar{W} * (\bar{W} * W)) \rightarrow$   
 возобновление воспроизведение  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow ((W * \bar{W}) * W) * \bar{W} \rightarrow (W * (\bar{W} * W)) * \bar{W} \rightarrow$   
 репродуцирование рекультивирование  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$   
 $\rightarrow W * ((\bar{W} * W) * \bar{W}) \rightarrow W * (\bar{W} * (W * \bar{W})) \rightarrow$   
 возрождение воскрешение  
 $Y_2 \text{ inf } X_2 W_2 \quad Y_2 \text{ inf } X_2 W_2$   
 через  $Z_2$  через  $Z_2$

### 1.15. Список ролей индивидов<sup>3</sup>

а) субъект: б) инструмент:  
 $((\alpha * \alpha) * \alpha) * \alpha$ ; – активатор  
 $(\alpha * (\alpha * \alpha)) * \alpha$ ; – супрессор  
 $\alpha * ((\alpha * \alpha) * \alpha)$ ; – усилитель  
 $\alpha * (\alpha * (\alpha * \alpha))$ ; – преобразователь  $\alpha * (\alpha * (\alpha * \alpha))$ ;  
 в) медиатор:  
 – ориентир  $((\alpha * \alpha) * \alpha) * \alpha$ ;  
 – локус  $(\alpha * (\alpha * \alpha)) * \alpha$ ;  
 – транспортер  $\alpha * ((\alpha * \alpha) * \alpha)$ ;  
 – адаптер  $\alpha * (\alpha * (\alpha * \alpha))$ ;  
 – материал  $\alpha * (\alpha * (\alpha * W))$ ;  
 – прототип  $((\alpha * \bar{W}) * \alpha) * \alpha$ ;  
 $(\alpha * (\bar{W} * \alpha)) * \alpha$ ;  
 $\alpha * ((\bar{W} * \alpha) * \alpha)$ ;  
 $\alpha * (\bar{W} * (\alpha * \alpha))$ ;  
 – источник  $(\alpha * (\bar{W} * \alpha)) * \alpha$ ;  
 $\alpha * ((\bar{W} * \alpha) * \alpha)$ ;  
 $(\alpha * (\bar{W} * \alpha)) * \alpha$ ;  
 $\alpha * ((\bar{W} * \alpha) * \alpha)$ ;  
 $(\alpha * (\bar{W} * \alpha)) * \alpha$ ;  
 $\alpha * ((\bar{W} * \alpha) * \alpha)$ ;  
 г) объект: д) продукт:  
 $((\alpha * \alpha) * \alpha) * \alpha$ ;  $((\alpha * \alpha) * \alpha) * W$ ;  
 $(\alpha * (\alpha * \alpha)) * \alpha$ ;  $(\alpha * (\alpha * \alpha)) * W$ ;  
 $\alpha * ((\alpha * \alpha) * \alpha)$ ;  $\alpha * ((\alpha * \alpha) * W)$ ;  
 $\alpha * (\alpha * (\alpha * \alpha))$ ;  $\alpha * (\alpha * (\alpha * W))$ .

<sup>3</sup> Предельный индивид, играющий соответствующую роль, заключен в квадрат.

1.16. Таблица семантических элементов (макропроцессов)\*

		I	II	III	IV	
A	a	1 воспринимание	2 запоминание	3 осмысливание	4 понимание	
		притягивание 57	скапливание 58	ужимание 59	присоединение 60	
	b	5 перенимание	6 заучивание	7 обдумывание	8 усваивание	
		вбирание 61	накапливание 62	центрирование 63	ассимилирование 64	
	c	9 прочувствование	10 созерцание	11 переживание	12 изведывание	
		перевбирание 65	концентрирование 66	центрифугирование 67	диссимилирование 68	
	d	13 отвергание	14 изглаживание	15 переосмысливание	16 изживание	
		выделение 69	разуплотнение 70	отжимание 71	отъединение 72	
B	a	17 сообщение	18 рекламирование	19 внушение	20 констатирование	
		подведение 73	наращивание 74	прижимание 75	подсоединение 76	
	b	21 объяснение	22 пропагандирование	23 доказывание	24 удостоверивание	
		введение 77	нагнетание 78	вжимание 79	соединение 80	
	c	25 ниспослание	26 вещание	27 просветление	28 явление	
		проведение 81	распространение 82	выжимание 83	разъединение 84	
	d	29 затемнение	30 шифрование	31 дискредитирование	32 дезавуирование	
		выведение 85	осаживание 86	оттеснение 87	отсоединение 88	
	C	a	33 информирование	34 заинтересовывание	35 уверение	36 предрасположение
			затрагивание 89	обволакивание 90	обжимание 91	формование 92
		b	37 наставление	38 обучение	39 убеждение	40 воспитание
			вскрытие 93	наполнение 94	сжимание 95	формирование 96
c		41 пронимание	42 преисполнение	43 преобразование	44 перевоплощение	
		пронизывание 97	переполнение 98	разжимание 99	выхолащивание 100	
d		45 донимание	46 зомбирование	47 умопомрачение	48 умалишение	
		пробивание 101	вздымание 102	распускание 103	аннигилирование 104	
D	a	49 воспоминание	50 воссоздание	51 возобновление	52 воспроизведение	
		рекристаллизование 105	реинтегрирование 106	регенерирование 107	реформование 108	
	b	53 репродуцирование	54 рекультивирование	55 возрождение	56 воскрешение	
		рекуперирование 109	реабилитирование 110	реактивирование 111	реанимирование 112	

\* Заштрихованы физические макропроцессы.

A – группа активизации;  
B – группа эксплуатации;  
C – группа трансформации;  
D – группа нормализации;

a – подгруппа *среда-оболочка*;  
b – подгруппа *оболочка-ядро*;  
c – подгруппа *ядро-оболочка*;  
d – подгруппа *оболочка-среда*;

I – ряд инициации;  
II – ряд аккумуляции;  
III – ряд амплификации;  
IV – ряд генерации.

### 1.17. Процесс как индикатор предметной области

Знаки макропроцессов *лечить, ремонтировать, настраивать* соотносятся со знаком макропроцесса *реформовать* как гипонимы с гиперонимом. Гиперонимы процессов и производные от них гиперонимы имен устанавливают изоморфизм предметных областей и создают структуру знания, гипонимы процессов с производными от них гипонимами имен заполняют ячейки структуры знания конкретным содержанием.

Предлагается следующая процедура поиска гипонимов через гиперонимы:

а) из закрытого списка (1) гиперонимов структуры знания поочередно выбирается один,

который определяется как активный (например, гипероним *реформовать*);

б) с активным гиперонимом в порядке следования макропроцессов таблицы семантических элементов сопоставляются остальные гиперонимы списка (1), которые определяются как уточняющие (активный гипероним обозначает процесс, уточняющие – способ его реализации), например:

*реформовать – наращивать → реформовать при помощи наращивания;*

*реформовать – соединять → реформовать при помощи соединения;*

*реформовать – обволакивать → реформовать при помощи обволакивания;*

в) составляется список (2) производных гипонимов:

реформовать при помощи наращивания → согреть<sup>1</sup>;

реформовать при помощи соединения → воссоединять;

реформовать при помощи обволакивания → подкрашивать<sup>2</sup>;

г) из списка (2) производных гипонимов поочередно выбирается один, который определяется как активный производный;

д) с активным производным гипонимом списка (2) в порядке следования макропроцессов таблицы семантических элементов сопоставляются уточняющие гиперонимы списка (1):

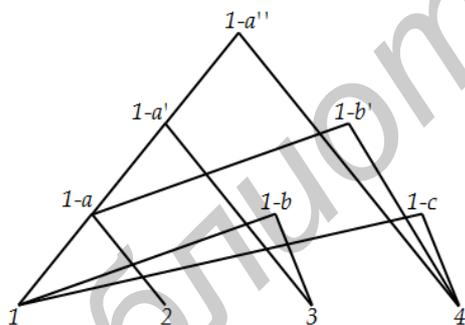
согреть – соединять → согреть при помощи соединения;

согреть – обволакивать → согреть при помощи обволакивания;

е) составляется список (3) производных гипонимов второй степени и т.д.

После того, как найден представляющий ту или иную предметную область гипоним процесса, исчисление семантики самой предметной области осуществляется в соответствии с закрытым списком производных от гипонима процесса гипонимов имен субъекта → активатора → супрессора → усилителя → преобразователя → ориентира → локуса → транспортера → адаптера → материала → прототипа → источника → объекта → продукта.

Процедура поиска гипонима через гипероним может быть представлена в виде графа, матрицы или системы векторов. С помощью графа отношения активного гиперонима и уточняющих гиперонимов представляются следующим образом:



где 1 – активный гипероним; 2, 3, 4 – уточняющие гиперонимы; 1-a, 1-b, 1-c – производные гипонимы, причем 1-a – активный производный гипоним; 1-a' и 1-b' – производные гипонимы второй степени, причем 1-a' – активный производный гипоним второй степени; 1-a'' – активный производный гипоним третьей степени.

## Заключение

ТАРАЗ-2, как и ее предыдущая версия, представляет собой динамическую модель пульсирующей Вселенной<sup>3</sup> и обладает необходимым

и достаточным набором формальных средств для исчисления семантики предметных областей и построения энциклопедических баз знаний в искусственных интеллектуальных системах. Все описанные в семантическом классификаторе макропроцессы являются центробежными и центростремительными и как фрагменты события не зависят от точки зрения наблюдателя<sup>4</sup>. Векторный (одно-однозначный) переход между макропроцессами, когда один процесс становится условием протекания второго, был достигнут благодаря формализмам с неконвенциональной семантикой. Главное, что отличает ТАПАЗ-2 от ее прототипа – минимизация исчислений при повышении семантической мощности классификатора, комбинаторика которого покрывает ядро процессуальной семантики<sup>5</sup>. По сравнению с предыдущей версией количество формул сокращено почти в 2 раза (58 вместо 113), упрощена алгебра и введены правила ограничения, но количество семантических элементов в таблице не только не уменьшилось, наоборот, в ней оказались заполненными все пустые ячейки. Был дополнен список ролей индивидов и ряд интерпретаций их типовых совмещений. Это открыло новые перспективы для семантических исчислений. Исследование показало, что один информационный процесс переходит в другой лишь через физический, что остановить переход способна лишь двойная аннигиляция, что полного стирания информации при аннигиляции не происходит и что, наконец, процесс восстановления информации всегда активизирует индивид, который, превращаясь в субъекта, инициирует цепи других директивных событий. В обязательно четном числе посредников между субъектом и объектом всегда выделялись четверки, в которых один индивид играл роль субъекта, другой – объекта, третий – инструмента и четвертый – медиатора<sup>6</sup>. Четырех участников было необходимо и достаточно для оптимального хода события, остальные лишь понижали коэффициент полезного действия – закон сохранения четности в акциональной семантике действовал неукоснительно. В этой связи обращаем внимание на недопустимость произвольного аппликативного наращивания множителей в формализмах ТАПАЗ. Отношения *часть-целое* в ТАПАЗ сведены к отношениям *частей в пределах целого*. Иными словами, во избежание парадокса Рассела один и тот же индивид не может одновременно квалифицироваться как субъект и объект. Вместо этого

уравнений Эйнштейна предполагают Вселенную не вечно равную самой себе, а находящуюся то в сжатии, то в расширении» [Пригожин, 1989]. См. также: [Вайнберг, 1981], [Девис, 1985].

<sup>4</sup> Наблюдатель, при всем желании, не может включить себя в созданную им модель мира, поскольку такая попытка приводит к парадоксу Рассела. Напомним его содержание: «Большинство множеств не являются элементами самих себя. Например, множество всех котов не является элементом самого себя, потому что оно само не кот. Возможны, однако, и такие множества, которые принадлежат сами себе как элементы, – например, множество всех множеств. Рассмотрим теперь множество А всех таких множеств X, что X не есть элемент X. Согласно определению, если А есть элемент А, то А также и не есть элемент А, и если А не есть элемент А, то А есть элемент А. В любом случае А есть элемент А и А не есть элемент А» [Мендельсон, 1971]. Однако наблюдатель может выразить свое отношение к миру, и в этом отношении – суть его веры.

<sup>5</sup> Примеры сведения содержания частотных словарей к базовым семантическим исчислениям см.: [Мартынов (2), 2009].

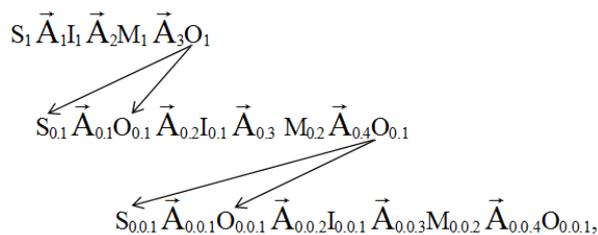
<sup>6</sup> Ср. с законом сохранения СРТ-четности в физике [Пескин и др., 2001].

<sup>1</sup> Наращивание импульса предполагает *нагревание* индивида.

<sup>2</sup> *Подкрашивать* означает восстанавливать покрытие при помощи нового аналогичного покрытия.

<sup>3</sup> «С 1922 года для математиков стало ясно, что естественные следствия из

он рекурсивно разлагается на две части, одна из которых играет роль субъекта, а другая – объекта, т.е. наращивание множителей происходит ступенчато<sup>1</sup>:



где S – субъект,  $\bar{A}$  – акция, I – инструмент, M – медиатор, O – объект.

В.В. Мартынов неоднократно подчеркивал, что «множество примитивов должно не постулироваться, а рекурсивно исчисляться, для чего примитивы должны быть распределены в семантическом поле по степени близости» [Мартынов (2), 2001]. Этому требованию ТАПАЗ-2 отвечает в полном объеме, конструктивный дизайн которой позволяет давать несколько решений даже обычных житейских задач, например, по очистке яйца от скорлупы: в подгруппе *среда-оболочка* – раздробить; в подгруппе *оболочка-ядро* – ввести расщепляющий реагент; в подгруппе *ядро-оболочка* – разжать изнутри расширением объема ядра. Последний способ чаще всего используют птицы, когда высидывают птенцов.

ТАПАЗ-2 – один из возможных проектов исчисления семантики. Несмотря на то, что этот проект по ряду показателей превосходит аналоги, а в исчислении предметных областей их не имеет, он не претендует на исключительность. Языковая семантика многогранна и допускает различные способы формализации. Однако все способы, подобно евклидовым и неевклидовым геометриям, должны быть непротиворечивы и эффективны в решении стоящих перед ними задач, и те, кто спорят с этим, по меткому выражению Г. фон Рейхенбаха, лишь «путают строгость метода с ограниченностью цели» [Рейхенбах (1), 1985].

## Библиографический список

- [Александрова (1), 1986] З.Е. Александрова, З.Е. Словарь синонимов русского языка / З.Е. Александрова. – М.: Русский язык, 1986. – С.64.
- [Александрова (2), 1986] Александрова, З.Е. Словарь синонимов русского языка / З.Е. Александрова. – М.: Русский язык, 1986. – С.77.
- [Александрова (3), 1986] Александрова, З.Е. Словарь синонимов русского языка / З.Е. Александрова. – М.: Русский язык, 1986. – С.386.
- [Александрова (4), 1986] Александрова, З.Е. Словарь синонимов русского языка / З.Е. Александрова. – М.: Русский язык, 1986. – С.412.
- [Александрова (5), 1986] Александрова, З.Е. Словарь синонимов русского языка / З.Е. Александрова. – М.: Русский язык, 1986. – С.422.
- [Бар-Хиллел, 1965] Бар-Хиллел, И. Новые результаты в теоретической лингвистике / И. Бар-Хиллел // Математическая логика и ее применения. – М.: Мир, 1965. – С.275.
- [Бенвенист, 1974] Бенвенист, Э. Общая лингвистика / Э. Бенвенист. – М.: Прогресс, 1974. – С.136.
- [Бурбаки, 1963] Бурбаки, Н. Очерки по истории математики

/ Н. Бурбаки. – М.: Изд-во иностр. лит, 1963. – 292 с.

[Вайнберг, 1981] Вайнберг, С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной / С. Вайнберг. – М.: Энергоиздат, 1981. – 209 с.

[Вейнрейх, 1970] Вейнрейх, У. О семантической структуре языка / У. Вейнрейх // Новое в лингвистике. – М.: Прогресс, 1970. – Вып. V. – С.163-249.

[Вейнрейх, 1981] Вейнрейх, У. Опыт семантической теории / У. Вейнрейх // Новое в зарубежной лингвистике. – М.: Прогресс, 1981. – Вып. X. – С.50-176.

[Вежицка, 2001] Вежицка, А. Из книги "Семантические примитивы" / А. Вежицка // Семиотика: Антология / Сост. Ю.С. Степанов. – М.: Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2001. – С.242-270.

[Виноград (1), 1976] Т. Виноград, Т. Программа, понимающая естественный язык / Т. Виноград. – М.: Мир, 1976. – С.48.

[Виноград (2), 1976] Виноград, Т. Программа, понимающая естественный язык / Т. Виноград. – М.: Мир, 1976. – С.51.

[Вригт (1), 1986] Вригт, Г.Х. Логико-философские исследования: Избр. тр. / Г.Х. фон Вригт. – М.: Прогресс, 1986. – С.100-101.

[Вригт (2), 1986] Вригт, Г.Х. Логико-философские исследования: Избр. тр. / Г.Х. фон Вригт. – М.: Прогресс, 1986. – С.109-110.

[Гадамер, 1991] Гадамер, Г.-Г. Актуальность прекрасного / Г.-Г. Гадамер. – М.: Искусство, 1991. – С.61.

[Гильберт, 1948] Гильберт, Д. Основания геометрии / Д. Гильберт. – М.-Л.: Гостехиздат, 1948. – 492 с.

[Гордей (1), 1998] Гордей, А.Н. Дедуктивная теория языка / А.Н. Гордей. – Мн.: Белорусская наука, 1998. – С.26.

[Гордей (2), 1998] Гордей, А.Н. Дедуктивная теория языка / А.Н. Гордей. – Мн.: Белорусская наука, 1998. – С.33.

[Гордей (3), 1998] Гордей, А.Н. Дедуктивная теория языка / А.Н. Гордей. – Мн.: Белорусская наука, 1998. – 46 с.

[Гордей (1), 1995] Гордей, А.Н. Когнитивный подход к обучению знакам / А.Н. Гордей // Компьютерные программы в обучении белорусскому и иностранному языкам: материалы II Респ. конф., Минск, 23-24 февр. 1995 г. / МГЛУ; редкол.: А.А. Габис [и др.]. – Мн., 1995. – С.18-20.

[Гордей (1), 2005] Гордей, А.Н. Основания комбинаторной семантики / А.Н. Гордей // Слово и словарь = Vocabulum et vocabularium. – Гродно: ГрГУ, 2005. – С.32-35.

[Гордей (2), 2005] Гордей, А.Н. Основания комбинаторной семантики / А.Н. Гордей // Слово и словарь = Vocabulum et vocabularium. – Гродно: ГрГУ, 2005. – С.35.

[Гордей (4), 1998] Гордей, А.Н. Принципы исчисления семантики предметных областей / А.Н. Гордей. – Мн.: БГУ, 1998. – С.3-19.

[Гордей (5), 1998] Гордей, А.Н. Принципы исчисления семантики предметных областей / А.Н. Гордей. – Мн.: БГУ, 1998. – 156 с.

[Гордей (2), 1995] Гордей, А.Н. Процедуральная семантика и исчисление предметных областей / А.Н. Гордей // Язык: семантика, синтактика, прагматика: материалы I Междунар. науч. конф., Минск, 21-22 июня. 1994 г. / МГЛУ; ред.: Д.Г. Богусевич [и др.]. – Мн., 1995. – Ч.1. – С.16-17.

[Девис, 1985] Девис, П. Случайная Вселенная / П. Дэвис. – М.: Мир, 1985. – 160 с.

[Ельмслев, 1960] Ельмслев, Л. Прологомены к теории языка / Л. Ельмслев // Новое в лингвистике. – М.: ИЛ, 1960. – Вып. 1. – С.264-389;

[Ингве, 1965] Ингве, В. Гипотеза глубины / В. Ингве // Новое в лингвистике. – М.: Прогресс, 1965. – Вып. IV. – С.126-138.

[Кажинский, 1962] Кажинский, Б.Б. Биологическая радиосвязь / Б.Б. Кажинский. – Киев: Изд-во АН УССР, 1962. – 168 с.

[Кандрашина и др., 1989] Кандрашина, Е.Ю. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах / Е.Ю. Кандрашина, Л.В. Литвинцева, Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1989. – 328 с.

[Кантор, 1985] Кантор, Г. Труды по теории множеств / Г. Кантор. – М.: Наука, 1985. – 430 с.

[Капра, 2002] Капра, Ф. Дао физики / Ф. Капра. – К.: «София», М.: ИД «Гелиос», 2002. – 352 с.

[Карих, 2002] Карих, Е.Д. Оптоэлектроника / Е.Д. Карих. – Мн.: БГУ, 2002. – С.5-6.

[Клейн, 1956] Клейн, Ф. О так называемой неевклидовой геометрии / Ф. Клейн // Об основаниях геометрии. – М.: ГИТТЛ, 1956. – С.253-303.

[Колмогоров и др., 1989] Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М.: Наука, 1989. – С.57.

[Котарбинский, 1975] Котарбинский, Т. Трактат о хорошей работе / Т. Котарбинский. – М.: Экономика, 1975. – С.31.

[Курош (1), 1967] Курош, А.Г. Теория групп / А.Г. Курош. – М.: Наука, 1967. – С.15.

[Курош (2), 1967] Курош, А.Г. Теория групп / А.Г. Курош. – М.: Наука, 1967. – С.17.

[Лем, 1988] Лем, С. Солярис. Непобедимый. Звездные дневники Ийона Тихого / С. Лем; пер. с польск.: Д. Брускина,

<sup>1</sup> Ср. с идеями «ступенчатого кодирования» [Скороходько, 1978].

- А. Громовой; послесл. Е. Парнова. – М.: Правда, 1988. – 477 с.
- [Ленат, 1986] Ленат, Д.Б. Искусственный интеллект / Д.Б. Ленат // Современный компьютер: сб. науч.-популяр. статей / под ред. В.М. Курочкина. – М.: Мир, 1986. – С.182.
- [Мартьянов (1), 2009] Мартьянов, В.В. В центре сознания человека / В.В. Мартьянов. – Мн.: БГУ, 2009. – С.62.
- [Мартьянов (2), 2009] Мартьянов, В.В. В центре сознания человека / В.В. Мартьянов. – Мн.: БГУ, 2009. – С.92-113.
- [Мартьянов (3), 2009] Мартьянов, В.В. В центре сознания человека / В.В. Мартьянов. – Минск: БГУ, 2009. – 272 с.
- [Мартьянов, 1966] Мартьянов, В.В. Кибернетика. Семiotика. Лингвистика / В.В. Мартьянов. – Мн.: Наука и техника, 1966. – 148 с.
- [Мартьянов (1), 1998] Мартьянов, В.В. О книге А.Н. Гордея "Дедуктивная теория языка" / В.В. Мартьянов // Дедуктивная теория языка / А.Н. Гордей. – Мн.: Беларуская навука, 1998. – С.3-5.
- [Мартьянов (2), 2009] Мартьянов, В.В. О книге А.Н. Гордея "Дедуктивная теория языка" / В.В. Мартьянов // Дедуктивная теория языка / А.Н. Гордей. – Мн.: Беларуская навука, 1998. – С.4.
- [Мартьянов (1), 2001] Мартьянов, В.В. Основы семантического кодирования. Опыт представления и преобразования знаний / В.В. Мартьянов. – Мн.: ЕГУ, 2001. – С.42.
- [Мартьянов (2), 2001] Мартьянов, В.В. Основы семантического кодирования. Опыт представления и преобразования знаний / В.В. Мартьянов. – Мн.: ЕГУ, 2001. – С.116.
- [Мартьянов (3), 2001] Мартьянов, В.В. Основы семантического кодирования. Опыт представления и преобразования знаний / В.В. Мартьянов. – Мн.: ЕГУ, 2001. – 140 с.
- [Мартьянов, 1974] Мартьянов, В.В. Семантические основы информатики / В.В. Мартьянов. – Мн.: Наука и техника, 1974. – 192 с.
- [Мартьянов, 1977] Мартьянов, В.В. Универсальный семантический код. Грамматика. Словарь. Тексты / В.В. Мартьянов. – Мн.: Наука и техника, 1977. – 191 с.
- [Мартьянов, 1984] Мартьянов, В.В. Универсальный семантический код: УСК-3 / В.В. Мартьянов. – Мн.: Наука и техника, 1984. – 134 с.
- [Мартьянов (1), 1988] Мартьянов, В.В. Универсальный семантический код: УСК-4 / В.В. Мартьянов. – Мн.: Наука и техника, 1988. – С.4.
- [Мартьянов (2), 1988] Мартьянов, В.В. Универсальный семантический код: УСК-4 / В.В. Мартьянов. – Мн.: Наука и техника, 1988. – 30 с. – (Препринт / Ин-т языкознан. АН БССР; №2).
- [Мендельсон, 1971] Мендельсон, Э. Введение в математическую логику / Э. Мендельсон. – М.: Наука, 1971. – С.8.
- [Минский, 1978] Минский, М. Структура для представления знаний / М. Минский // Психология машинного зрения. – М.: Мир, 1978. – С.249.
- [Морозов, 1987] Морозов, В.П. Занимательная биоакустика: Язык эмоций в мире животных и человека / В.П. Морозов. – М.: Знание, 1987. – 208 с.
- [Николис и др., 1990] Николис, Г. Познание сложного / Г. Николис, И. Пригожин. – М.: Мир, 1990. – 342 с.
- [Ожегов (1), 1984] Ожегов, С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. – М.: Русский язык, 1984. – С.85.
- [Ожегов (2), 1984] Ожегов, С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. – М.: Русский язык, 1984. – С.520.
- [Пескин и др., 2001] Пескин, М.Е. Введение в квантовую теорию поля / М.Е. Пескин, Д.В. Шрёдер. Ижевск: Изд-во РХД, 2001. – 783 с.
- [Пригожин, 1960] Пригожин, И. Введение в термодинамику необратимых процессов / И. Пригожин. – М.: Иностран. лит., 1960. – С.19.
- [Пригожин, 1989] Пригожин, И. Переоткрытие времени / И. Пригожин // Вопросы философии. – 1989. – № 8. – С.18.
- [Пригожин и др., 1986] Пригожин, И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. – 431 с.
- [Расёва и др.(1), 1972] Расёва, Е. Математика метаматематики / Е. Расёва, Р. Сикорский. – Мн.: Наука, 1972. – С.9.
- [Расёва и др.(2), 1972] Расёва, Е. Математика метаматематики / Е. Расёва, Р. Сикорский. – Мн.: Наука, 1972. – С.174.
- [Рейхенбах (1), 1985] Рейхенбах, Г. Философия пространства и времени / Г. Рейхенбах. – Мн.: Прогресс, 1985. – С.16.
- [Рейхенбах (2), 1985] Рейхенбах, Г. Философия пространства и времени / Г. Рейхенбах. – Мн.: Прогресс, 1985. – С.18-19.
- [Сикорский, 1969] Сикорский, Р. Булевы алгебры / Р. Сикорский. – Мн.: Мир, 1969. – 376 с.
- [Скороходько, 1978] Скороходько, Э.Ф. Лингвистические проблемы проектирования информационных систем / Э.Ф. Скороходько. – Киев, 1978. – 263 с.
- [Словарь иностранных слов, 1996] Словарь иностранных слов в русском языке. – М.: Ювенс, 1996. – С.54.
- [Старение мозга, 1991] Старение мозга / Под общей редакцией академика АН УССР В.В. Фролькиса. – Л.: Наука, 1991. – С.14.
- [Сухарев, 1997] Сухарев, В.А. Психология интеллекта / В.А. Сухарев. – Донецк: Сталкер, 1997. – С.4.
- [Уилсон, 1998] Уилсон, Р. Квантовая психология / Р. Уилсон. – Киев: София, 1998. – 224 с.
- [Уинстон, 1980] Уинстон, П. Искусственный интеллект / П. Уинстон. – М.: Мир, 1980. – 520.
- [Физическая энциклопедия, 1988] Физическая энциклопедия: [в 5 т.] / Гл. ред. А.М. Прохоров, редкол.: Д.М. Алексеев [и др.]. – М.: Советская энциклопедия. – 1988. – Т.1. – С.85.
- [Фреге, 1997] Фреге, Г. Избранные работы / Г. Фреге. – М.: Дом интеллектуальной книги: Русск. феноменол. об-во, 1997. – 160 с.
- [Фреге, 2000] Фреге, Г. Логика и логическая семантика: Сборник трудов / Под ред. З.А. Кузичевой: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 512 с.
- [Фролькис, 1988] Фролькис, В.В. Старение и увеличение продолжительности жизни / В.В. Фролькис. – Л.: Наука, 1988. – 239 с.
- [Фурс, 1999] Фурс, С.Н. Введение в аксиоаналитику / С.Н. Фурс. – Мн.: Беларуская навука, 1999. – 67 с.
- [Хакен, 2001] Хакен, Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности / Г. Хакен. – М.: Изд-во Per Se, 2001. – 353 с.
- [Хакен, 2003] Хакен, Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии / Г. Хакен. – Москва-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003. – 320 с.
- [Юнг, 1991] Юнг, К.-Г. Архаический человек / К.-Г. Юнг // Архетип и символ. – М.: Ренессанс, 1991. – С.167-168.
- [Ященко, 2002] Ященко, И.В. Парадоксы теории множеств / И.В. Ященко // Библиотека «Математическое просвещение». – М.: МЦНМО, 2002. – Вып. 20. – 40 с.
- [Amarel, 1968] Amarel, S. On the Representation of Problem of Reasoning about Action / S. Amarel // Machine Intelligence. – 1968. – №3.
- [Bobrow et al., 1977] Bobrow, D.G. An Overview of KRL, a Knowledge Representation Language / D.G. Bobrow, T. Winograd // Cognitive Science. – 1977. – Vol. 1. – №1. – P.11.
- [Martynov, 1995] Martynov, V.V. Universal Semantic Code: USC-5 / V.V. Martynov. – Minsk: MSLU, 1995. – 21 p. – (Pre-print / MSLU; №4).
- [Whitehead, 1919] Whitehead, A.N. An Enquiry concerning the principles of natural knowledge / A.N. Whitehead. – Cambridge: University Press, 1919. – 200 p.
- [Winograd, 1980] Winograd, T. Extended Inference Models in Reasoning by Computers Systems / T. Winograd // Artificial Intelligence. – 1980. – XIII. – № 1. – P.5-26.
- [Wolniewicz, 1982] Wolniewicz, B. A Formal Ontology of Situations / B. Wolniewicz // Studia Logica. – 1982. – T.41. – №4. – P.381-413.

## THEORY OF THE KNOWLEDGE ARCHITECTURE AUTOMATIC FORMATION (TKAAF-2) AND FURTHER MINIMIZATION OF SEMANTIC CALCULUS

Aliaksandr Hardzei

*Belarusian State University,  
Minsk, Republic of Belarus*

alieks2001@yahoo.com

To clarify the priority of the «world model» to the «language picture of the world», geometric methods are applied. The new version of the Theory of the Knowledge Architecture Automatic Formation (TKAAF-2) are stated, and algebraic tools for the calculus of the semantic in different fields of knowledge and procedural representing and transformation knowledge for artificial intelligence systems are determined. The examples of formal description of the Russian verbal semantics are given according to their dependence on the superposition of the cognitive processes.

**Key words:** world model, semantic code, stereotype, geometric model, semantic primitive, semantic classifier, formalized theory, scope of axioms.