

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие авторов	5
Введение	6
Г л а в а 1. Человеческая психика, язык и происхождение сознания	7
1.1. Выготский	7
1.2. Леонтьев	7
1.3. Лурия язык и сознание	12
1.4. Рассуждения о сознании: мейнстрим современной науки	12
1.5. Комментарий к концепции ДжДжейниса	17
1.6. Нейрофизиологические исследования	26
1.6.1. Состояние исследований на данный момент (27). 1.6.2. Теория глобального рабочего пространства (29). 1.6.3. Иерархическая временная память (31). 1.6.4. Выводы параграфа 1.6 (35).	
1.7. Прикладная семиотика	35
Г л а в а 2. Структура знака и картина мира	39
2.1. Функционирование знака	39
2.2. Картина мира и проблема гетерогенности сознания	42
2.3. Рациональная картина мира	45
2.4. Взаимодействие рациональной картины мира с житейской и мифологической	45
2.5. Картина мира современного человека: проблема разрушения гетерогенности сознания.	45
2.6. Экспериментальное исследование	46
Г л а в а 3. Картина мира в научном дискурсе	47
3.1. Картина мира как научный концепт	48
3.2. Научная картина мира: гносеологический аспект концепта	52

3.2.1. Научная и «ненаучные» КМ (54). 3.2.2. Общенаучная и частнонаучные КМ (55). 3.2.3. КМ, формируемыми естественны- ми и гуманитарными науками (57).	
3.3. Гуманитарный дискурс: структурный аспект концепта КМ	60
3.4. Гуманитарный дискурс: функциональный аспект концепта КМ . . .	65
3.5. Выводы	67
Г ла в а 4. М о д е л ь картины м и р а	69
4.1. М о д е л ь картины м и р а . Синтаксический уровень	70
4.1.1. Знак — базовый элемент картины мира (70). 4.1.2. Имено- вание (76). 4.1.3. Процедуры самоорганизации (77). 4.1.4. Типы картин мира (82). 4.1.5. Планирование и типы картин мира (84).	
4.2. М о д е л ь картины м и р а . Семантический уровень	86
4.2.1. Образная компонента знака (87). 4.2.2. Исследование ал- горитма \mathfrak{A}_{th} работы образной компоненты (94). 4.2.3. Алгоритм формирования пары «образ — значение» нового знака (104).	
4.3. М о д е л ь функций	114
4.3.1. М о д е л ь функции целеполагания на синтаксическом уровне (114). 4.3.2. Синтез плана поведения (119).	
4.4. Некоторые приложения	122
4.4.1. Планирование согласованных перемещений (122). 4.4.2. Принятие диагностических решений (129).	
Список литературы	141

Предисловие авторов

О чём эта монография, её цель и целевая аудитория.

Авторы

Введение

зачем моделировать целеполагание и сознание

Глава 1

ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ПСИХИКА, ЯЗЫК И ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЗНАНИЯ

В этой первой, вводной, главе будут представлены основные положения Выготского, Леонтьева и Лурии, касающиеся специфики человеческой психики, языка и сознания. Большинству психологов этот материал знаком, но для специалистов по ИИ мы постарались представить базовые идеи школы Выготского в достаточно полном виде, поскольку именно на них мы опираемся в моделировании целеполагания.

1.1. Выготский

1.2. Леонтьев

Приведем выдержки из работы А. Н. Леонтьева «Первобытное сознание (выделения шрифтом наши). «Говоря о первобытном сознании, мы имеем в виду сознание людей на первоначальных этапах развития общества, когда люди, уже владевшие примитивными орудиями, вели совместную борьбу с природой; когда они имели общий труд, общую собственность на средства производства и общую собственность на его продукт; когда, следовательно, не существовало еще общественного разделения труда и отношений частной собственности.

Его характеристика вытекает из тех главных особенностей, которые присущи деятельности человека в рассматриваемых условиях. Первая из них состоит в том, что новое, общественное по своей природе строение деятельности первоначально не охватывало всех видов ее. Круг сознаваемого ограничивался лишь отношениями индивида, которые непосредственно являлись отношениями процесса материального производства. «Производство идей, представлений, сознания первоначально непосредственно вплетено в материальную деятельность и в материальное общение людей...» — говорит Маркс. Поэтому, например, сфера половых отношений вовсе не была представлена в примитивных языковых значениях, о чем ясно свидетельствует тот факт, что все сексуальные термины первоначально были асексуальными. По этой же причине названия домашних животных появились раньше, чем диких; то же и с названиями растений. Иначе говоря, на заре развития человека **сфера языковых значений еще сосуществовала с гораздо более широкой сферой инстинктивных, биологических смыслов**, так же как еще сосуществовали наряду с общественно опосредован-

ванными отношениями людей к природе и их еще многочисленные инстинктивные связи с ней.

Другая черта, характеризующая сознание в эту самую раннюю пору его развития, состоит в том, что даже в узких пределах сознаваемого не было еще полноты его. Первоначально сознаваемое было узко ограничено.

Наконец, мы находим ту черту первобытного сознания, которая определяет собой его общее строение, как бы общую формуцию его, сохраняющуюся на всем протяжении существования первобытной общины.

Первоначально люди вовсе не сознают своих отношений к коллективу. Появляется лишь начало сознания того, что человек вообще живет в обществе. На дальнейших этапах, когда сознание людей, как мы увидим, делает важные шаги в своем развитии, языковые значения, формирующиеся в совместной трудовой деятельности людей, отражают уже не только их отношения к природе, а также и друг к другу. Но так как отношения отдельных участников коллективного труда к условиям и средствам производства остаются в общем одинаковыми, мир одинаково отражается как в системе языковых значений, образующей сознание коллектива, так и в сознании отдельных индивидов — в форме этих же значений. Психологически это связано с тем, что **смысл сознаваемого явления для отдельного человека и его смысл для коллектива в целом, фиксированный в языковых значениях, совпадают между собой.** Такая нерасчлененность в сознании смыслов и значений возможна потому, что круг сознаваемого еще долго остается ограниченным теми отношениями людей, которые непосредственно являются и отношениями всего коллектива, а с другой стороны, потому, что сами языковые значения являются недостаточно расчлененными.

Условие, которое подготавливает расчленение смыслов и значений, состоит со стороны развития самого сознания в расширении круга сознаваемого, к чему необходимо приводит развитие труда — его орудий, форм и трудовых связей участников производства. Первое важное изменение, происходящее в направлении расширения круга сознаваемого, вызывается фактом усложнения трудовых операций и самих орудий труда. Производство все более требует от каждого участника труда целой системы соподчиненных действий, а следовательно, и целой системы сознаваемых целей, которые вместе с тем входят в единый процесс, в единое сложное действие. Психологически такое слияние в единое действие отдельных частных действий представляет собой превращение последних в операции. При этом **то содержание, которое прежде занимало структурное место сознаваемых целей этих частных действий, занимает в строении сложного действия структурное место условий его выполнения. А это значит, что теперь и операции, и условия действия также могут входить в круг сознаваемого.** Только они входят в него существенно иначе, чем собственно действия и их цели.

Современные исследования показывают, что **всякая деятельность физиологически представляет собой динамическую функциональную систему**, управляемую сложными и многообразными сигналами, поступающими как со стороны внешней среды, так и со стороны самого организма. Эти сигналы, поступающие в разные взаимосвязанные нервные центры, в том числе проприоцептивные, синтезируются. Участие тех или иных нервных центров и характеризует структуру деятельности с неврологической ее стороны. Деятельность может протекать на разных этажах нервной системы, при участии различных ее «уровней». Эти уровни, однако, неравноправны. Один из них является ведущим, в то время как другие играют роль фона («фоновые уровни», по терминологии Н. А. Бернштейн). При этом замечательно, что, как это специально подчеркивает Бернштейн, **сознаваемыми всегда являются чувствительные сигналы наиболее высокого, ведущего уровня**. Это **сознаваемое содержание и управляет деятельностью, строение которой может быть различно**. Сам же ведущий уровень ее определялся тем, что Н. А. Бернштейн называет задачей, т. е. как раз тем, что по нашей терминологии должно быть названо **целью** (задачей мы называем несколько другое, это цель, данная в определенных условиях).

Хотя описанные отношения установлены для вполне развитого сознания, они позволяют понять также и историческое происхождение возможности осознания не только содержания, занимающего в деятельности структурное место цели, но также и способов деятельности и условий, в которых она протекает.

Необходимость осознания операций создается уже переходом к изготовлению дифференцированных орудий, особенно составных. Самые ранние орудия, как об этом свидетельствуют археологические находки, могли еще быть результатом простого «прилаживания» естественных предметов к условиям трудового действия (например, «естественная ретушь» универсальных каменных орудий в процессе самого употребления их). Другое дело — производство специализированных орудий. Их изготовление необходимо требует выделения и осознания операций. Ведь производство такого орудия имеет в качестве своей цели именно трудовую операцию, ту, которая овеществлена в данном орудии. Итак, трудовые операции, первоначально формировавшиеся в ходе простого приспособления к наличным внешним условиям, приобретают в связи с их усложнением другой генезис: **когда цель действия входит в другое действие как условие его выполнения, то первое действие превращается в способ осуществления второго, в сознательную операцию**. Это и создает огромное расширение **сфера сознаваемого**. Легко понять все значение этого факта для дальнейшего развития человеческой деятельности.

Со стороны строения сознания человека формирование сознательных операций обозначает собой новый шаг в его развитии. Этот шаг состоит в возникновении наряду с презентированным в

нем содержанием также содержания «сознательно контролируемого» и переходов одного в другое. Чтобы избежать здесь недоразумения, следует только отметить, что описываемое отношение сознания сохраняется, как мы видели, и в развитых его формах; оно, однако, не схватывается сразу нашим самонаблюдением. Когда, например, человек читает, то ему кажется, что и выраженные в книге мысли, и внешняя графическая форма их выражения, т. е. самий текст, одинаково сознаются — как то, так и другое. В действительности же это не вполне так; в действительности презентированным в сознании являются только мысли, их выражение, внешняя же сторона текста может лишь оказаться сознаваемой, что обычно и бывает при пропусках, грубых опечатках и т. п. Однако если читающий спрашивает себя, сознает ли он также и внешнюю сторону текста, и этим смешает цель с содержания текста на эту именно его сторону, то он, конечно, ясно сознает ее. Такого рода незамечаемые превращения операций в действие — в данном примере превращение восприятия текста как способа чтения в восприятие его как самостоятельного, целенаправленного внутреннего действия — и создают иллюзию бесструктурности «поля» сознания.

Расширение круга сознавания путем включения в него предметных условий, средств и способов действия не исчерпывает этого процесса. Имеет место еще одно существенное изменение деятельности, которое приводит к тому, что сознаваемой становится не только сфера непосредственного производства, но и других отношений людей. Необходимость этого изменения создается появлением относительно устойчивого технического разделения труда, которое выражается в том, что **отдельные люди приобретают фиксированные производственные функции**, т. е. постоянно занимаются выполнением определенного круга действий. Естественное следствие этого (опять-таки уже описанное в старой психологии) состоит в том, что происходит как бы сдвиг мотива на цель этих действий. **Действие теперь тоже преобразуется, но уже превращаясь не в операцию, как мы видели это выше, а в деятельность, теперь имеющую самостоятельный мотив. Благодаря этому мотивы также вступают в круг сознаваемого.**

Подобные сдвиги мотивов постоянно наблюдаются и на высших ступенях развития. Это те обычные случаи, когда человек под влиянием определенного мотива принимается за выполнение каких-либо действий, а затем выполняет их ради них самих, в силу того что мотив как бы смешился на их цель. А это значит, что данные действия превратились в деятельность. Мотивы деятельности, имеющие такое происхождение, являются сознательными мотивами. Их осознавание совершается, однако, не само собой, не автоматически. Оно требует некоторой специальной активности, некоторого специального акта. Это акт отражения отношения мотива данной конкретной деятельности к мотиву деятельности более широкой, осуществляющей более широкое, более общее жизненное отношение, в которое включена данная конкретная деятельность. Первоначально возникшая в результате факти-

чески происходящего сдвига мотивов на сознательные цели, **процесс осознания мотивов становится далее как бы общим механизмом сознания**. Поэтому и те мотивы, которые соответствуют первичным биологическим отношениям, могут также сознаваться, могут входить в круг сознаваемого.

Этот факт имеет двоякое значение.

Во-первых, он делает психологически понятным, как может на известном этапе общественно-исторического развития становиться сознательным не только отражение сферы, непосредственно материального производства, но также и сферы других человеческих отношений. Во-вторых, факт сдвига мотивов на цели действий делает психологически понятным, как могут возникать новые потребности и как меняется самый тип их развития.

Предпосылкой всякой деятельности является та или иная потребность. Сама по себе потребность, однако, не может определить конкретную направленность деятельности. **Потребность получает свою определенность только в предмете деятельности: она должна как бы найти себя в нем. Поскольку потребность находит в предмете свою определенность** («**определяется**» в нем), **данный предмет становится мотивом деятельности, тем, что побуждает ее**. В деятельности животных круг возможных мотивов строго ограничен наличными природными предметами, отвечающими их биологическим потребностям, а всякий шаг в развитии самих потребностей обусловлен изменением их физической организации. Иначе обстоит дело в условиях общественного производства людьми предметов, служащих средствами удовлетворения их потребностей. Производство не только доставляет потребности материала, говорит Маркс, но оно доставляет и материалу потребность.

Что это, однако, значит психологически? Сам по себе факт удовлетворения потребности посредством новых предметов — средств потребления — может привести лишь к тому, что данные предметы приобретут соответствующий биологический смысл и их восприятие будет в дальнейшем побуждать деятельность, направленную на овладение ими. Речь же идет о производстве предметов, служащих средствами удовлетворения потребности. А для этого требуется, чтобы потребление — в какой бы форме оно ни происходило — вело к отражению средств потребления как того что должно быть произведено. Психологически это и значит, что предметы — средства удовлетворения потребностей — должны сознаваться как мотивы, т. е. должны выступить в сознании как внутренний образ, как потребность, как побуждение и как цель.

Связь между сознанием мотивов и развитием потребностей, конечно, не исчерпывается фактом сознания мотивов, отвечающих естественным потребностям. **Решающий психологический факт состоит в сдвиге мотивов как раз на такие цели действия, которые непосредственно не отвечают естественным, биологическим потребностям**. Рождение новых высших мотивов и формирование соответствую-

щих им новых специфических человеческих потребностей представляет собой весьма сложный процесс. Этот процесс и происходит в форме сдвига мотивов на цели и их осознания.

Итак, уже в условиях первобытного общества развитие процесса материального производства и складывающихся в этом процессе взаимных отношений людей друг к другу создает необходимость полного расширения сферы сознаваемого. **По мере того как все большее число сторон и отношений человеческой жизни начинают определяться общественно, т. е. становятся общественными по своей природе, сознание все более приобретает характер всеобщей формы психического отражения человеком действительности.** Это, конечно, не значит, что вся действительность фактически входит теперь в сферу сознаваемого: это значит только, что все может входить в эту сферу.

Содержание, занимающее в действии структурное место цели, всегда презентировано, т. е. всегда сознается актуально. Иначе сознается, как мы видели, то содержание, которое входит в структуру деятельности как условия действия и как отвечающие этим условиям операции. Наконец, еще иначе сознаются мотивы деятельности. Таким образом, уже с этой функциональной и описательной своей стороны сознание выступает перед нами отнюдь не как бескачественное и однородное «психическое пространство», ограниченное только своим «объемом» и ясностью своего «свечения», но как характеризующееся определенными соотношениями, определенной исторически сформировавшейся структурой».

1.3. Лурия язык и сознание

To be done

1.4. Рассуждения о сознании: мейнстрим современной науки

Комментарий к концепции Деннета про Деннета «... растущую способность организмов созидать будущее можно представить в виде последовательности шагов. ... различные этажи Башни порождения и проверки знаменуют важные успехи в развитии познавательной способности... ». На нижнем этаже располагаются те, кого Деннет называет «дарвиновскими созданиями» - существа «с жестко фиксированной конструкцией». На втором Ц «обладающие свойством фенотипической пластичности», «конструкция отдельных организмов-кандидатов не определялась полностью при рождении; в ней присутствовали элементы, которые могли быть откорректированы событиями, происходившими во время полевых испытаний».

«... эти особи, сталкиваясь с окружающей средой, совершали разнообразные действия, опробывая их одно за другим, пока не находили то, которое срабатывало. Они обнаруживали это, только получив положительный либо отрицательный сигнал от окружающей среды, который корректировал вероятность повторного совершения этого действия в другой раз». Как известно, впервые этот механизм теоретически постулировал и экспериментально исследовал родоначальник бихевиоризма Торндайк. В истории психологии этот механизм получил название закона подкрепления. «Мы можем называть этот подкласс дарвиновских созданий скриннеровскими созданиями, поскольку, как любил отмечать психолог-бихевиорист В.Ф.Скиннер, такое «оперантное научение» не является простым аналогом дарвиновского естественного отбора, а служит дополнением к нему: «Там, где заканчивается врожденное поведение, начинается врожденная модифицируемость процессов выработки условных рефлексов» (1953, с. 83). Ассоциализм, бихевиоризм, коннекционизм Ц их исторический и алфавитный порядок позволяет проследить эволюцию моделей одного простого вида научения, которое может быть названо ABC или начальным научением (первые буквы английских слов «associationism», «behaviorism», «connectionism» образуют аббревиатуру ABC, которая в то же время означает «начатки», «основы» чего-либо). Нет сомнений в том, что большинство животных способны к ABC-научению, т.е. они могут начать видоизменять (или переконструировать) свое поведение в соответствующих направлениях в результате долгого и устойчивого процесса дрессировки или формирующего воздействия со стороны окружающей среды».

В биологии и психологии традиция различать живые существа по степени предопределенности поведения врожденными программами берет свое начало в работах Северцева ... : «У высших позвоночных животных широко распространены действия, которые в отличие от наследственных рефлексов и инстинктов мы имеем полное право отнести к типу, который мы обозначали условно термином "разумный"; в низшей форме эти действия подходят под тип простых условных рефлексов; у более высоко стоящих животных они усложняются настолько, что приближаются к действиям, которые мы у человека обозначаем как произвольные и разумные действия. В отличие от инстинкта эти действия не наследственны и этим отличаются от инстинктов и рефлексов; наследственными признаками являются здесь не самые действия как таковые, а только некоторая высота психической организации. С биологической точки зрения, т. е. с точки зрения приспособляемости животных, мы имеем здесь фактор чрезвычайной важности, биологическое значение которого до сих пор не было достаточно оценено: значение его состоит в том, что он в весьма значительной степени повышает пластичность животных по отношению к быстрым изменениям среды. При изменении внешних условий животное отвечает на него не изменением своей организации, а быстрым изменением своего поведения и в очень большом числе случаев может приспособиться к

новым условиям весьма скоро». «Существует несколько отличных друг от друга способов приспособления животных к окружающей среде, посредством которых они приспособляются к изменениям протекающим с различной скоростью. Эти типы приспособления до известной степени независимы друг от друга, т.е. в одних эволюционных рядах сильнее развиты одни, в других — другие. Указанное распределение можно выразить такой классификационной схемой:

I Наследственные приспособления к очень медленным изменениям среды:

- II) наследственные изменения строения животных;
- I2) наследственные изменения поведения без изменения строения (рефлексы и инстинкты);

II Ненаследственные приспособления к сравнительно быстрым изменениям среды:

- III) функциональные изменения строения животных;
- II2) изменения поведения животных «разумного» типа.

Эволюция «приспособлений» посредством изменения поведения без изменения организации пошла в дивергирующих направлениях по двум главным путям и в двух типах животного царства достигла своего высшего развития. В типе членистоногих прогрессивно эволюционировали наследственные изменения поведения, инстинкты. Но этот сложный и совершенный аппарат инстинктивной деятельности является вместе с тем и крайне громоздким. В типе хордат эволюция пошла по другому пути, инстинктивная деятельность не достигла очень большой высоты, но зато приспособление посредством индивидуального изменения поведения, деятельность разумного типа стала развиваться прогрессивно и в высокой степени повысила пластичность организмов: над наследственной приспособляемостью появилась надстройка индивидуальной приспособляемости поведения. У человека эта надстройка достигла максимальных размеров, и благодаря этому человек является существом, приспособляющимся к любым условиям существования, создающим себе, так сказать, искусственную среду Ц среду культуры и цивилизации».

Как видим, Северцов описывает третий этап в развитии приспособительной способности как выход за пределы биологической эволюции в область культурного развития.

Именно это принципиальное изменение, описанное Выготским как переход от приспособления к среде к ее конструированию, оказалось в 30-х 20-х в центре внимания культурно-исторической теории Выготского. Дальнейшее развитие похода Выготского в 50-х 20-х в работах Леонтьева и Лурье позволило сформулировать представления о происхождении сознания в антропогенезе, структуре элемента сознания, развитии в онтогенезе функции именования и «второй реальности» языка как пространства безопасной пробы («мысленного

эксперимента»). Обзор этих фундаментальных положений отечественной психологии дан в 1 главе и здесь мы напоминаем об этом лишь для того, чтобы обратить внимание читателя на то, что созданная в начале 21в теория Деннета повторяет логику рассуждений Выготского, Леонтьева и Лурии. Правда, у Деннета нет экспериментальных работ, которыми так интересны исследования школы Выготского, а степень проработанности понятийного аппарата значительно ниже, чем в даже в самых первых работах Выготского, не говоря уже о современном состоянии культурно-исторического похода Ц после 80 лет его развития в общей, нейро-, пато-, детской и педагогической психологии. Поэтому для нас разбор концепции Деннета необходим лишь для того, чтобы соотнести созданную нами модель сознания, базирующуюся на культурно-историческом подходе отечественной психологии, с последними достижениями мировой науки, к числу которых, судя по количеству цитирования и индексу Хирша, относятся работы Деннета.

Итак, вот описание человеческой психики, предложенное этим автором.

«Более совершенная система включает в себя предварительный отбор среди всех возможных видов поведения или действий, позволяющий отбраковывать по-настоящему глупые шаги до того, как их рискнут совершить «в реальной жизни». Мы, люди, являемся созданиями, способными к этому особому усовершенствованию, но в этом мы не одноки. Мы можем назвать владельцев этого третьего этажа Башни попперовскими созданиями, поскольку, как однажды ясно сформулировал философ сэр Карл Поппер, это конструктивное усовершенствование конструкции «позволяет нашим гипотезам умирать вместо нас». В отличие от скриннеровских созданий, многие из которых выживают только потому, что совершают удачные первые шаги, попперовские создания выживают потому, что они достаточно умны, чтобы делать свои первые шаги, не полагаясь на удачу. Как должен происходить этот предварительный отбор у попперовских агентов? Должен существовать некий фильтр, и любой такой фильтр должен быть равнозначен чему-то вроде внутренней среды, в которой можно выполнять безопасные испытания, т.е. чему-то внутреннему, структурированному таким образом, что поощряемые им суррогатные действия чаще оказываются теми действиями, которые получили бы благословение в реальном мире, будь они совершены. Короче говоря, внутренняя среда, чем бы она ни была, должна содержать большое количество информации о внешней среде и ее регулярностях.

Мы дошли до попперовских созданий Ц созданий, мозг которых в потенциале наделен умением осуществлять во внутренней среде предварительный отбор, так что же происходит дальше? Без сомнения, множество разных вещей, но мы сосредоточим наше внимание на одном конкретном новшестве, возможности которого мы ясно видим. Среди преемников попперовских созданий есть такие, внутренняя среда которых формируется из пригодных для этого частей внешней среды.

Немногие из нас могли бы заново изобрести колесо, но нам этого и не нужно, так как мы получаем конструкцию колеса из культуры, в которой воспитываемся. Мы можем назвать это под-под-множество дарвиновских созданий грегорийскими созданиями, поскольку британский психолог Ричард Грегори, на наш взгляд, является ведущим теоретиком в области изучения роли информации в создании умных существ. Грегорийское создание берет орудия ума из окружающей среды (культуры).

Антropологи давно отмечали, что начало использования орудий сопутствовало значительному росту интеллекта. Использование орудий является признаком интеллекта в двух отношениях: интеллект требуется для того, чтобы распознавать и сохранять орудие (не говоря уже об его изготовлении), но не только, ибо орудие передает интеллект тем, кому посчастливилось его (орудие) получить. Чем лучше сконструировано орудие (чем больше информации вложено в него при его изготовлении), тем больше потенциального интеллекта оно передает тому, кто его использует. К числу наиболее важных орудий, напоминает нам Грегори, относятся те, которые он называет орудиями ума, т.е. слова. Слова и другие орудия ума предоставляют грегорийскому созданию внутреннюю среду, позволяющую ему строить еще более искусные генераторы и тестеры движений».

Как видим ничего нового или хотя бы дополнительного по отношению к представлениям Выготского, Леонтьева и Лурии о роли культуры, языка и орудийной деятельности в функционировании человеческой психики в концепции Деннета нет. Удивительно, что даже важнейшие достижения американской психологии 20в Ц работы Дж.Брунера и его школы Ц оказались забыты.

В 1978? Брунер по результатам цикла экспериментальных исследований в Африке делает вывод:

«Уникальным свойством человека является то, что его индивидуальное развитие зависит от истории его вида в целом — но не той истории, которая закодирована в генах и хромосомах, а, скорее, той, которая отражена в культуре, внешней по отношению к человеческому телу и по своему охвату превышающей опыт каждого отдельного человека. человеческая эволюция стала в меньшей степени делом клыков и когтей и в большей — использования и совершенствования орудий, выражавших силу более развитого мозга, который в свою очередь также совершенствовался. Без орудий мозг приносил мало пользы независимо от того, сколько кубических сантиметров составлял его объем. По мере стабилизации человеческих групп орудия становились все более сложными и стандартными по форме, так что исчезла необходимость изобретать их заново, чтобы выжить, нужно было лишь овладевать навыками, необходимыми для их использования. Короче говоря, начиная с некоторого момента основным средством человеческой эволюции стала передача посредством культуры тех навыков, которые были

необходимы для использования ранее изобретенных приемов, орудий и средств.

Роль культуры в деле помощи развитию умственных способностей ее носителей состоит, по существу, в том, что она предоставляет в их распоряжение некоторые системы средств, которыми они, вооруженные соответствующими навыками, имеют возможность оперировать сами. Это, прежде всего, средства, усиливающие действия: молотки, рычаги, ломы, колеса, а также, что еще важнее, программы действий, в которые эти орудия включаются. Затем имеются средства, усиливающие работу органов чувств, способы рассматривания и фиксирования событий с помощью различных устройств от сигнализации дымом костров до фотографий и диаграмм, фиксирующих мгновенное состояние действия, микроскопов, увеличивающих видимые размеры. И наконец, самое главное — существуют мощные средства усиления умственных процессов. Это способы мышления, использующие сначала обиходный язык, затем некоторым образом оформленные рассуждения, впоследствии — языки математики и логики и, наконец, приобретающие даже автоматических помощников в виде устройств, которые сами подводят необходимые итоги. Культура — это создатель, хранитель и передатчик систем усиления природных возможностей и устройств, необходимых для того, чтобы пользоваться этими системами».

Безразличие к полноценным научным теориям сознания, созданным поколением-двумя ранее, выглядит странно, но отрадно знать, что в целом разумные, хотя и размытые и непроработанные, представления о сознании и развитии психики, предложенные Деннетом, все же завоевали признание широких кругов англоязычной научной общественности.

1.5. Комментарии к концепции ДжДжейниса

... про джейниса

В большом потоке современной литературы по проблеме сознания (см. обзоры в ...) нас привлек подход Джейниса, который содержит интересное дополнение к концепции сознания школы Выготского, хотя и демонстрирует все слабости «наивного», внеконцептуального взгляда на предмет («ползучий эмпиризм» - так назывался подобный способ познания когда-то).

Джейнис в некотором смысле продолжает работы Выготского и Леонтьева, прослеживая появление сознания в антропогенезе. Он обнаруживает связь сознания с языком: «А какой есть код лучший, чем человеческий язык?» (ср. с представлением Выготского о естественном языке как об универсальной знаковой системе). Он, как и Леонтьев, выводит необходимость появления сознания («со-знания») из задачи управления совместной деятельностью: «Причиной, по которой двухпалатный разум мог существовать в те времена, было эволюционное давление, побуждающее к возникновению нового типа социального

контроля, чтобы перейти от маленьких групп охотников-собирателей к большим основанным на аграрной культуре городам и селениям». И, наконец, как и Выготский, Джейнс, обращая внимание на различия между психическими функциями, непроизвольными и неопосредованными языком, и функциями, произвольными по протеканию и опосредствованными по строению, придает особое значение этапу внешнего опосредствования при формировании способности принимать решение и управлять собой: «После того, как галлюцинаторные голоса больше не говорили людям, что делать, видимо, должны были развиться различные другие пути распознавания посланий от богов для принятия решений. Мы называем эти методы прорицанием. Простейший тип — бросание жребия...» (здесь Джейнс почти дословно повторяет Выготского в описании роли процедуры бросания жребия, хотя нет сомнений в том, что с работами Выготского 30х годов он не знаком). Как и Леонтьев, Джейнс привязывает появление сознания в антропогенезе к времени появления орудий труда: «мы знаем, что язык это не только коммуникация, но он также действует как орган восприятия, направляя внимание и удерживая внимание на отдельном объекте или задаче, делая возможным усовершенствование изготовления орудий».

Собственно говоря, если бы вклад Джейнса сводился только к «изобретению велосипеда», о его концепции можно было бы и не упоминать, тем более, что ничего сопоставимого по теоретической и экспериментальной проработанности с теорией ВПФ Выготского и концепцией происхождения сознания Леонтьева этому автору создать не удалось. Но у Джейнса есть интересный для нас момент, связанный с выделением двух этапов в развитии человеческой психики в историогенезе: этап, названный им «двуухпалатным разумом» и этап современного сознания.

Остановимся кратко на предложенных автором описаниях.

О «нулевом» этапе, когда общественное сознание, опирающееся на язык, уже есть, а индивидуального сознания, ведущего диалог с «голосом личного бога» или со своим алтер-эго, еще нет: «Двуухпалатный разум ... позволял большой группе людей иметь при себе указания вождя или царя в виде словесных галлюцинаций, вместо присутствия лично вождя на протяжении всего времени. Я думаю, эти словесные галлюцинации развились вместе с эволюцией языка в течение неандертальской эпохи в качестве поддержки внимания и настойчивости в выполнении задач, но потом превратились в способ управления большими группами».

О первом этапе: «Эта психика ранних времен, например, во времена Илиады, представляла собой то, что называется двухпалатным разумом (*bicameral mind*), используя метафору двухпалатного законодательного собрания. Это подразумевает просто то, что человеческая психика в те времена состояла из двух частей: части, принимающей решения, и ведомой части; и ни одна из них не была сознательной в том смысле, в котором я описываю сознание. И здесь я бы хотел напомнить вам

о пространной критике сознания, с которой я начал свой рассказ, демонстрирующей, что человек способен говорить и понимать, обучаться, решать проблемы, и делать большую часть того, что делаем мы, но не обладать сознанием. Это мог делать двухпалатный человек. В своей повседневной жизни он полагался на привычки, но когда возникала некая проблема, требующая нового решения, или ответа более сложного, чем могла обеспечить привычка, то стресс, вызванный необходимостью принятия решения, был достаточен, чтобы спровоцировать слуховые галлюцинации. ... Там, где существует письменность позже 3000 до н. э., мы можем видеть эти двухпалатные цивилизации более ясно. В Месопотамии глава государства представлял собой деревянную статую. Тот, кого мы могли назвать царем, был на самом деле первым распорядителем при этой статуе бога. Клинописные тексты буквально описывают, как люди приходили к идолам-статуям, задавали им вопросы, и получали указания от них».

О втором, современном этапе: «Экклезиаст ... начинает со слов «И увидел я, что преимущество мудрости перед глупостию... » (2:13) — метафорическое использование «видения». ... Мы могли бы обратиться дальше к Новому Завету и заметить еще большую важность сознательной интернализации и изменений поведения изнутри, что находится в контрасте с законом Моисея, который формировал поведение извне».

Как можно видеть, вначале способность к целеполаганию возникает как неопосредованная, действующая в ситуации прямого влияния указаний лидера, присутствующего рядом и направляющего своими словами внимание индивида на объект совместной деятельности (ср.: указательный жест взрослого в эксперименте Выготского по формированию произвольного внимания у детей). Что делать, на что обращать внимание, как вести себя в сложившихся обстоятельствах — эти вопросы не возникают и цели остаются не присвоенными индивидом, они пока функционируют лишь в пространстве коммуникации, оставаясь достоянием общественного сознания.

Далее, эта способность функционирует уже как внешнеопосредованная психическая функция — человек в ситуации принятия решения задает вопрос вслух и вопрос этот обращен не к себе, а к некому надмирному разуму, имеющему однако вполне ощутимое земное представительство («глава государства представлял собой деревянную статую с драгоценностями в глазах, надущенную, богато украшенную, вовлеченную в ритуалы, сидящую за большим столом», ср.: «двоев в комнате — я и Ленин, фотографией на белой стене»). Получаемый ответ имеет форму приказа, к исполнению которого человек немедленно и приступает. Здесь мы имеем дело с разрывом в протекании привычной деятельности, регулируемой установкой, и «вхождением» препятствия в поле сознания, как это описывал Д.Узнадзе. Поскольку речь идет о таком специфическом объекте как собственное Я («что МНЕ делать с этим?», а не «что положено делать с ЭТИМ?»), то объективируется именно Я как субъект жизнедеятельности, а текущая ситуация может

быть рассмотрена как элемент целостной жизни данного индивида. Таким образом, собственные действия, не выводимые автоматически из текущей ситуации, становятся первым объектом самосознания, а сами объекты, выступающие целями, Ц первыми объектами индивидуального сознания. Если это так, то самосознание и индивидуальное сознание возникают одновременно, именно в ситуации принятия решения, а продуктом их работы оказываются выдвинутые цели. Аппарат индивидуального сознания, который благодаря языку обеспечивает «удвоение мира» (Лурия), позволяет сформировать представление о текущей и о желаемой ситуациях и оперировать в пространстве мысленного эксперимента. Неудивительно, что результаты этого экспериментирования на материале только мыслимого, физически не существующего, оказываются представлены в словах, произносимых «голосом разума».

Остается открытым вопрос о том, кому принадлежат эти слова вначале Ц ведь этот процесс может быть описан и как внутриличностный, и как коммуникативный. Подобно тому, как, согласно Выготскому, младенец от матери обучается самому принципу знакового опосредствования, приучаясь вычленять в собственной активности то, что мать сочтет знаком для себя с тем, чтобы использовать эти знаки сначала для управления матерью, а затем и самим собой, взрослый человек может получать указания из культуры (например, из священных текстов) о том, на что именно нужно обращать внимание в своей жизни, в каких именно случаях нужно останавливаться, прерывая цепь автоматизмов, и какие исходы из таких ситуаций возможны теоретически. Более того, поскольку священные тексты являются внешними по отношению к любому человеку (они появились до него и существуют независимо от него), то они не только функционально, но и структурно становятся похожи на «тексты» матери. Тогда ситуация первоначального выделения себя как субъекта жизнедеятельности может выглядеть так. Есть некто, кто видит в моих повседневных рефлекторных дерганьях какой-то особый смысл и заботиться обо мне в сложных для меня ситуациях. Если я научусь от него различать эти ситуации, то я смогу и «соломку подстелить» - сразу кинуться к нему за помощью или даже самому позаботиться о себе так, как это сделал бы он, окажись он рядом Ц как мать в комнате ребенка. Но, так или иначе, вопрос о том, откуда на нулевом этапе берутся цели для совместной деятельности «в голове» у лидера и откуда на первом этапе - «в голове» у каждого индивида, есть ли в реальности тот, кто как мать следит за уже взрослым человеком, оценивает ситуации с точки зрения их влияния на всю жизнь человека и своим вниманием к нуждам человека обучает его выдвижению целей и принятию решений, представляется нам выходящим за рамки научного исследования и потому дальнейшее обсуждение проблемы «голосов разума», проводимое Джейнсом нам не представляется продуктивным.

За этапом внешнеопосредованного принятия решений следует этап интериоризированных средств целеполагания Ц с развитым внутрен-

ним планом и набором психотехник, позволяющих легко переходить к целепорождению и облегчать процесс принятия решений.

Собственно говоря, нам эта схема хорошо знакома по эксперименту Леонтьева, посвященного развитию высших форм запоминания: вначале мы имеем дело с неопосредствованной функцией, затем в результате обучения возникает возможность опираться на внешние средства, наконец, происходит «врашивание» орудий психической деятельности и появляется ВПФ Ц социальная по происхождению, опосредствованная по строению, произвольная по протеканию.

Вот такой ВПФ целеполагания и является с нашей точки зрения сознание. Во всяком случае, для ИИ сознание интересно именно в качестве механизма порождения целей и поддержки их достижения. При этом само функционирование механизма целеполагания невозможно без «пространства» (тут мы совершенны согласны с Джейном) ментальной репрезентации мира, так что моделирование сознания есть одновременно и моделирование картины мира.

Для психологии же моделирование сознания как картины мира и как процесса целеполагания может представлять интерес как инструмент проверки гипотез, касающихся этих понятий. Так, предположения о происхождении сознания могут стать гипотезами, когда появится возможность проводить их проверку в ходе компьютерного эксперимента.

А.Ю. Антоновский Человек расколотый: (Конструктивистская интерпретация самосознания)

При помощи субъектной схемы можно ввести «центральную» пространственно-временную координатную систему Ц «Я» (или, ради удобства безличности, - Эго). И здесь не обойтись без вспомогательных конструктов тела, головы, мозга, к которым добавляется разного рода *притяжательные схемы мое/не-мое, предложные локальные дифференции, выраженные предлогами места: мысли - в моей голове, а боли Ц в моей ноге, выражения деиксиса (здесь/там)*. При этом части речи, которые конституируют (грамматический) субъект, не имеют субстратной основы, они лишены этого в силу своей грамматической и синтаксической функции - связывать и различать слова, а не вещи.

В нашей модели личностный смысл Ц т.е. то, что характеризует не вещь, а связь субъекта к ней Ц также выявляется в тексте через местоимения и т.п.

Эго (субъект, самость) Ц не имеет под собой никакого «субстанционального», «субстратного» начала, а является лишь схемой различения, кодом, фикцией Ц организовать порядок в хаосе переживаний. Эго-схема - средство самоописания, само-представления (для коммуникативной экстернализации) переживаний. Немецкий исследователь Т. Метцингер называет эту схему даже особым органом с функцией само-отдифференциации . Все, что происходит, распределяется по бинарным значениям: всякое событие, его причина приписывается либо «мне», либо миру; оно

пространственно близко либо далеко от Эго, современно ему или нет. То, какое из этих, Эго-соотнесенных значений выбирается или приписывается событию, определяет то, достигает оно порога осознания или нет, транслируется ли оно дальше в коммуникации. «Ментальные модели самости следует интерпретировать не столько как «внутренних представителей-заместителей» и духовные образы себя самого, но как все более совершенствующиеся **орудия, которые используются организмами в борьбе за переработку информации** (*Informationsverarbeitungskrieg*). Th. Metzinger. Schimpansen, Spiegelbilder, Selbstmodelle und Subjekte. Der Moment der Selbsterkenntnis. Paderborn, 1993. С. 3.

Имя знака «Я». «Я» Ц всего лишь слово, инструмент или символ для операций само-ограничения системы в ее внешнем мире, то есть отбора релевантных, «заслуживающих переживания» событий. Благодаря этой конструкции сознание предстает самому себе (то есть переживается им в его дискретных актах) как нечто целостное, как отнесенное к какому-то единому основанию, а не просто как последовательность ежесекундно сменяющихся переживаний. Расколотость тогда следуют понимать как применение одной «Эго-концепции» вне контекстуального учета, сопоставления, конкуренции с другой «Эго-схемой». Расколотость не может переживаться внутренне, но всегда Ц лишь внешним наблюдателем.

Иметь два знака с различающимися образами, значениями и смыслами, но одинаковыми именами невозможно, если оба эти знака являются элементами одной картины мира. Можно сравнивать два знака Ц из своей и чужой км, но в отношении имени «Я» это абсурдно.

Способность делить мира на Я и не-Я для живых существ представляется столь очевидной, что Д.Деннет вводит понятие «минимальная самость»: «происхождение сложных форм жизни на этой планете состояло в рождении наиболее примитивного сорта самости, и, каким бы эгоистичным не казался нам этот сорт самости, он препятствовал голодному лобстеру поедать самого себя. Это и есть Ц минимальная самость, ведь где-то она должна начинаться» D.C. Dennet. The Origins of the Selves. Cogito 3. 1989. С. 166. Отметим, что если в данном случае можно говорить о самости (self), отнесении чего-то (в данном случае, частей тела) к «своему» (ср.: своя территория или своя самка), то о самосознании в психологическом смысле здесь говорить невозможно. Если не использовать слово «сознание» как синоним любого продукта психического отражения, а применять его строго терминологически - лишь по отношению к той форме психического отражения, которая своим инструментом имеет человеческий язык с его номинативной функцией (Выготский) Ц то самосознание можно рассматривать как элемент сознания с именем «я», который содержит в себе роли, сознательно исполняемые человеком (то, что выявляет методика «Кто я?» или анкеты социологов и кадровых служб), образ Я (совокупность характеристик переживаний, действий и представлений, составляющих

опросниковые методики) и самоотношение (выявляемое как опросниковые, так и проективными методиками, волящее Я («я знаю, что я делаю и для чего я это делаю»).

Любой другой элемент сознания в динамике своего функционирования, в деятельности, оказывается соотнесен через сеть смыслов с ролями, свойствами и самооценкой, представленными в знаке с именем «Я». Отметим, что необходимо различать «описательное» самосознание (знак с именем «Я») и действующие, волящее Я, осуществляющее целепорождение, планирование и контроль за текущей деятельностью. Приведем удачное с нашей точки зрения описание этого факта несовпадения Я и самосознания, предложенное Д.Джейнисом: «Кто осуществляет самонаблюдение? Как тело с его органами чувств (на которое я ссылаюсь как на «Я» («I»)) видит физически, так автоматически развивается аналог «Я» для отношения к этому психическому типу «видения» в умственном пространстве. Аналог «Я» — это второе важнейшее свойство сознания. Его не надо путать с собственной личностью (*self*), которая является объектом сознания при дальнейшем развитии. Аналог «Я» бессодержателен, что, я думаю, имеет сходство с Кантовским «трансцендентным это». Как телесно я могу перемещаться в окружающем мире, осматривая то и это, так же аналог «Я» учится «перемещаться» в умственном пространстве, концентрируясь на той или иной вещи». Как нам представляется деятельное, волящее Я является не сущностью, а функцией: оно возникает в деятельности и представляет собой движение в знаковом пространстве.

«Минимальная самость» Деннета в нашей модели представлена в виде трех сетей Ц значений (социально-коммуникативных сценариев), образов (процедур, обусловленных предметной логикой) и смыслов (аффективных нарративов) Ц не связанных между собой и потому бесполезных для задач целеполагания и планирования. Только увязывание каждого из элементов этих сетей в единый четырехвершинный знак с именем (словом) как вершиной тетраэдра позволяет нам моделировать работу того, что в теории деятельности называется сознанием, а в работе Антоновского и ряда других авторов названо рефлексивным Я.

«Человеческие организмы ... принадлежат определенному классу перерабатывающих информацию систем, а именно, к классу генераторов моделей самих себя (*Selbstmodellgeneratoren*). От тех, кто принадлежит другим классам систем, генераторов моделей самих себя отличает способность внутренне **порожденные ими пространства репрезентаций дополнять моделями самих себя**. Благодаря этому данные пространства становятся центризованными пространствами репрезентаций: они теперь похожи на **фиксированные внутренние географические карты мира, которые ориентированы на интересы и потребности их индивидуального пользователя**. Так на стене в метрополитене вывешивают фиксированный план города с маленькой красненькой стрелочкой и указанием «**ВЫ НАХОДИТЕСЬ ЗДЕСЬ**». Эта маленькая красненькая стрелочка и есть

«модель самости пользователя карты города», модель Ц которая еще раз специфицирует позицию, а тем самым, и интересы возможного пользователя такого внешнего репрезентата.» Th. Metzinger. Цит. изд. S. 10.

Это можно понимать как измерение, горизонт, благодаря которому все вещи и события в мире получают то или иное значение (в нашей терминологии Ц смысл), а, следовательно, и единообразие. Эта функция Ц характерна и для минимального, и для вербального Эго. Но у вербального Эго эта упорядочивающая функция более специфична. «Я» - «центр нарративной гравитации», то есть - тема коммуникации. «Я» - не просто одна из сторон различения. Оно всегда учитываются, всегда подразумевается где-то на заднем плане во всех речевых актах, незримо присутствует во всех разнородных повседневных ситуациях, тем самым их обобщая.

ожидаемая тождественность «Я» функциональна, ибо накладывает ответственность, требует выполнения обещаний, а главное Ц редуцирует комплексность контингентного, потому что так уже было и, следовательно, должно повториться.

Опыты Газзаниги на больных с рассеченной комиссией. В одном из опытов Р.С. были предложены картинки, которые проецировались ему по отдельности в каждое полушарие. Левому предлагались изображения куриной лапки, а в правом было предложено изображение зимней заснеженной улицы. После того, как пациент одновременно взглянул на обе картинки, ему предложили несколько новых изображений и попросили выбрать из них те, что были содержательно связаны с первыми. Его левое полушарие (правой рукой) «указало» на картинку с курицей, имеющую очевидную связь с предшествующим изображением куриной лапки, что пациент и пояснил вербально. Правое же полушарие (левой рукой) указало на изображение лопаты, связанное с предшествующим образом заснеженной улицы, на которой, по мнению пациента, следовало расчистить снег. Однако эту связь правое полушарие не смогло объяснить словами. Все это было бы понятно и объяснимо, если бы не одно «но».

Левое полушарие «знало» только об изображении куриной лапки и не имело никакой информации о заснеженной улице и поэтому «констатировало с удивлением» непонятный для него (ибо управляемый правым полушарием) выбор картинки с лопатой. И на этом «выбор» правого полушария левое прореагировало: пациент устно - «своим левым полушарием» - заявил, что на картинку с лопатой он указал потому, что лопатой, как правило, расчищают грязные курятники.

Это означает, что сознание в действительности раздваивается, трансформируясь в два практически независимые, односторонним образом коммуницирующие сознания. Но это раздвоение приводит к тому, что **одна его часть анализирует анализ, осуществляя**

ленный другой его частью, рассматривает фактически внешнюю для нее реальность как свою собственную деятельность.

Это означает для нас, что моделирование сознания возможно Ц в рамках созданной для него картины мира ИА, наделенный самосознанием, может интерпретировать задачи, предложенные ему человеком, как свою собственную реальность, как то, что возникло из реальности его «невербального знания», «правого полушария».

В правое полушарие пациента визуально проецируются изображения деревянного полена и спичек. На основе воспринятых образов правое полушарие не в состоянии прийти к заключению, что изображение горящего костра (предлагающееся пациенту на выбор среди других) находится в содержательной связи с двумя, продемонстрированными прежде (полена и спичек). Другой пример: когда слова «иголка» и «палец» именно в виде слов проецировались в правое полушарие, то пациент (J. W.) не мог отобрать слово «кровь» из предложенных ему на выбор. Наиболее интересно здесь то, что при этом правое полушарие безо всяких затруднений могло дать определение слову «кровь» или «кровотечение».

На этом основании можно предположить, что **какие-то иные системы, оперирующие параллельно языку, осуществляют логический вывод**. Выраженная и разветвленная языковая система, способная давать родовидовые определения, не является тем не менее достаточной для познания.

В ИИ этот факт отражается как наличие двух инструментов Ц семантической сети имен и логико-грамматических отношений на них. Создание трехкомпонентной сети картины мира, в которой подсети значений, образов и смыслов привязаны к именам, на которых и реализуются грамматические связи, позволит смоделировать работу сознания.

С философско-языковой точки зрения (так полагал, к примеру, Л. Витгенштейн), под значением слова следует понимать совокупность всех возможных контекстов или ситуаций, в которых это слово может встречаться. Именно те левополушарные области мозга, где *репрезентируются* так называемые мысленные или квази-визуальные (не путать с визуальными) *образы, соотносятся с возможными ситуациями-контекстами употребляемого слова*, которые в момент активизации соответствующих нейронных ансамблей (в отличие от актуально-визуальных образов) не имеют непосредственных источников или коррелятов во внешнем мире мозга, в актуально воспринимаемой реальности. Этот и многие другие опыты показывают, что визуальные и квази-визуальные образы активируются и репрезентированы в разных сферах и разными нейронными ансамблями. Таким образом, выясняется, что **«интерпретатор» представляет собой сложную систему, включающую в себя не только субсистему вербальной репрезентации, но и квази-визуальный центр интеграции, который, веро-**

ятно, соучастует в процессах логического вывода. Именно в этой (тоже левополушарной) области, где могут активироваться квази-визуальные образы или образцы, могли бы «локализоваться» и целостности значений слов, то есть типические ситуации или контексты, в которых слова должны применяться, что и делает возможным процессы логического вывода.

В нашей модели эта связь образа и значения реализуется в процедуре планирования на сетях, когда от сценария, которым задается значение, поиск переходит на сеть образов, в которых и реализуется предметная логика ситуации.

Основная проблема статьи формулировалась в вопросе, существует ли вообще единое сознание? Или оно состоит из нескольких соотносящихся элементов или модулей, некоторые из которых в принципе могли бы функционировать самостоятельно?

В нашей модели все три сети существуют независимо друг от друга, но при целеполагании и планировании функционируют совместно Ц благодаря связи с именами (словами) и семантическим отношениям на них.

Другая рассмотренная нами проблема состояла в том, воспроизводит ли, отражает ли сознание внешнюю реальность или само создает свой внешний мир, конструирует фиктивные события, дает фиктивные объяснения этих событий. Мы рассматривали самосознание как некую схему «интерпретации» или «селекции», которой пользуется сознание для отбора тех или иных данных, предоставляемых другими модулями мозга. Благодаря этому выстраиваются фиктивные, но кажущиеся непротиворечивыми идентичности: истории, биографии, рассказы.

В нашей модели эту роль интерпретатора, создающего нарратив, играет третья сеть Ц сеть смыслов.

1.6. Нейрофизиологические исследования

В последнее время исследования в области поиска нейрофизиологических коррелятов когнитивных функций вошли в список приоритетных направлений практически во всех развитых странах. В 2013 г. в США была анонсирована программа BRAIN INITIATIVE, а в 2014 г. под эгидой Департамента здравоохранения был запущен один из проектов данной программы под названием BRAIN [108]. В 2013 г. в ЕС стартовал один из двух мегапроектов The Human Brain project (НВР, Проект моделирования мозга человека), объединяющий более 100 институтов из 24 стран [58]. Оба эти проекта, как и многие менее крупные со схожей тематикой, имеют своей основной целью составление подробной карты участков головного мозга с указанием той когнитивной психической функции, за которую преимущественно отвечает та или иная область. Построение такой карты возможно только при наличии модели, которая бы на основе нейрофизиологических

данных о строении головного мозга (как коры, так и подкорковых древних структур), предсказывала бы, какой вклад вносит определенная область в формирование интересующей функции. Подобные проекты базируются на огромном фактическом материале, накопленном за десятилетия проведения исследований строения мозга млекопитающих, и призваны заполнить пробел между сведениями о работе нейронов и их ансамблей и психологическими описаниями высших когнитивных функций.

Поиск когнитивных коррелятов и описание общих нейрофизиологических оснований высших психических функций находится пока только в самом начале. Большинство тех работ в этой области, где проводится не только анализ фактического материала, но и приводится нейронная модель работы исследуемого процесса, ограничиваются попытками осветить только некоторые аспекты исследуемой функции. Примером могут служить многочисленные работы по моделям внимания, которые успешно объясняют и предсказывают только такие эффекты, как слепота к изменениям, ограниченность ресурса внимания, временные характеристики и т. п. [32].

1.6.1. Состояние исследований на данный момент. Попытки сформулировать базовые принципы, на основе которых необходимо проводить построение нейрофизиологических моделей предпринимались в ряде работ как в России (работы А. М. Иваницкого [38, 101]), так и за рубежом (Д. М. Эдельмен (G. M. Edelman) [150]) с 70 гг. XX в. Так гипотеза повторного входа (или информационного синтеза) предполагает наличие некоторого замкнутого контура, состоящего из определенных участков и структур головного мозга (зрительная кора, ассоциативная кора, гиппокамп, гипotalамус, лобная кора). Прохождение сигнала по такому контуру активирует взаимосвязанные нейронные ансамбли, которые хранят информацию о значимости сигнала. Поступающие от них нервные импульсы возвращаются обратно в проекционную кору и накладываются на еще сохраняющийся там след стимульного возбуждения. Только при успешном замыкании такого контура возникает ощущение и поступивший сигнал интерпретируется в контексте КМ субъекта (рис. 1.1).

Другой взгляд на базовые принципы организации моделей высших психических функций и картины мира субъекта содержится в так называемой теории рабочего пространства Б. Дж. Баарса (B. J. Baars) [29]. В ее нейронной реализации [35] утверждается, что существует некоторое множество нейронов рабочего пространства, которые связаны с большим количеством автономных участков коры головного мозга. Эти участки коры, реализующие простые когнитивные функции, конкурируют за активацию нейронов рабочего пространства. Активация некоторого подмножества этих нейронов приводит к подавлению активации других таких нейронов и распространению самоподдерживающейся активности практически на всю кору. Таким образом, информа-

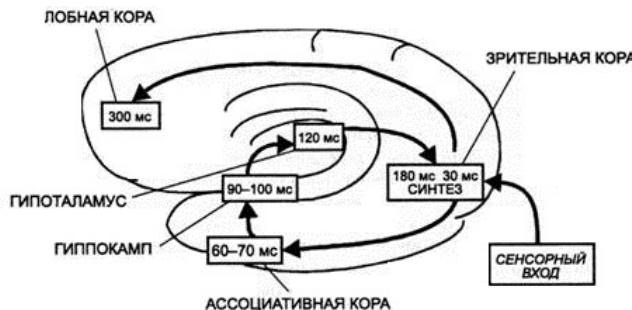


Рис. 1.1. Круг ощущений по А. М. Иваницкому (источник [38])

ция от захватившего глобальный ресурс когнитивного процесса становится доступной другим автономным процессам. Такая модель хорошо объясняет эффекты последовательности и избирательности высших психических функций, однако ничего не проясняет в механизмах их реализации. Подробнее см. подпараграф 1.6.3.

Идея нейронов рабочего пространства схожа с описанием нейронов сознания известным отечественным нейрофизиологом Е. Н. Соколовым [121]. Соколов вводит понятие гештальт—пирамид, состоящих из нейронов-детекторов отдельных признаков. Вершиной такой пирамиды служит нейрон, гештальт—детектор, представляющий некоторый сложный объект в картине мира субъекта.

Среди последних работ на тему базовых принципов можно выделить исследование Дж. Хокинса (J. Hawkins) [67], где высказывается идея о том, что работа коры головного мозга базируется на множестве шестислойных колонок нейронов, организованных в иерархию и выполняющих достаточно простой набор элементарных функций. К таким функциям относятся фильтрация за счет подавления слабого сигнала и предсказание формы следующей порции сигнала, поступающего с нижних слоев иерархии. В описании модели используется множество марковских цепей, элементы которых представляют низкоуровневые признаки. Каждая марковская цепь служит для вычисления вероятности наличия высокоуровневого признака на текущий момент. Подтверждение наличия признака проводится за счет вероятностного вывода (распространения свидетельств), аналогичного выводу в баёсовских сетях доверия. Построенная Хокинсом модель иерархической временной памяти (HTM, Hierarchical temporal memory) хорошо решала задачи по моделированию восприятия, была применена в некоторых работах по распознаванию [16] и легла в основу нескольких коммерческих проектов (Grok, Sighthound и др. [110]). Несмотря на свою высокую перспективность, попыток дальнейшего развития модели для построения описания более сложных функций на данный момент предпринято не было.

Идея иерархической организации большого количества одинаковых достаточно простых базовых элементов используется практически во всех попытках построить нейрофизиологические модели когнитивных функций. Из отечественных работ здесь можно отметить исследования В. Я. Сергина [114, 115, 147], в которых вводится концепция объемлющих характеристик. Концептуальная модель Сергина предполагает наличие обратных связей в небольшом участке коры головного мозга, замкнутых на ту же область. Их наличие обеспечивает механизм процесса автоотождествления, который постулируется как основа всех когнитивных функций. Временные характеристики образующихся циклов на разных уровнях иерархии хорошо согласуются с экспериментом и могут объяснить некоторые психические феномены, однако математической модели в работах автора представлено не было.

Иерархия нейроподобных элементов встречается и в некоторых других отечественных работах. Так в [11, 103] делается попытка построить иерархию элементов, которые бы могли кодировать поступающие сигналы в некоторые семантические структуры с использованием обратных связей и «внутренних экранов». В этих работах используются те же идеи повторного входа, однако, реальных экспериментов, моделирующих хотя бы простейшие когнитивные функции, представлено пока не было.

1.6.2. Теория глобального рабочего пространства. Одной из основных теорий, которая предлагает объяснение некоторым особенностям работы высших когнитивных функций и которая на данный момент является самой распространенной в европейских работах, является теория Баарса [28, 30].

Центральной идеей в теории глобального рабочего пространства (ГРП, Global workspace) Баарса является тот факт, что содержание высших психических функций доступно всем более низкоуровневым психическим процессам, таким как внимание, мышление, память и речь (рис. 1.2). В связи с тем, что доступ к этому содержанию ограничен единственным потоком, теория ГРП естественным образом объясняет последовательную природу сознательного опыта.

Теория ГРП была изначально представлена в версии классной доски, когда отдельные, квази—независимые процессы сообщаются с центральным общедоступным ресурсом. Такая архитектура была впервые реализована в вычислительной модели взаимодействующих программных агентов С. Франклина (S. Franklin)

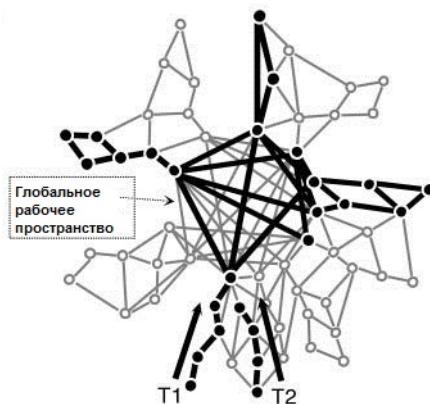


Рис. 1.2. Реализация теории глобального рабочего пространства в работе Дехане ([35])

и А. Грессера (A. Graesser) [63].

С. Дехане (S. Dehaene) с коллегами [35] предложили нейронную реализацию архитектуры глобального рабочего пространства, так называемое нейронное глобальное рабочее пространство (НГРП). Дехане, ссылаясь на нейрофизиологические данные о существовании стадии процесса восприятия с низкой пропускной способностью [34], постулирует общедоступность сигнала, поступающего с задних областей зрительной коры в НГРП и активирующего нейроны с длинными аксонами, распространяющими активность практически на всю кору. Возбужденные нейроны подавляют активность остальных нейронов рабочего пространства, которые перестают обрабатывать поступающие сигналы.

В своей модели Дехане с коллегами использовали простейшие спайковые нейроны, выдающие спонтанную активность при превышении уровня деполяризации мембранны некоторого порога. Эти нейроны организованы в простые трехслойные колонки соединенные с сетью таламуса, через которую поступает входной сигнал (рис. ??). Колонки в свою очередь связаны в иерархию, в которой присутствуют как близко действующие восходящие каналы распространения сенсорной информации, так и дальнодействующие нисходящие модулирующие связи, что согласуется с анатомическими и нейрофизиологическими данными [62, 107]. Первый тип связей реализуется с помощью AMPA-рецепторов, а второй — с помощью NMDA-рецепторов. Наиболее вероятен случай, когда глобальная активность обуславливается «резонансом» [148] между восходящей сенсорной информацией и нисходящим сигналом.



Рис. 1.3.

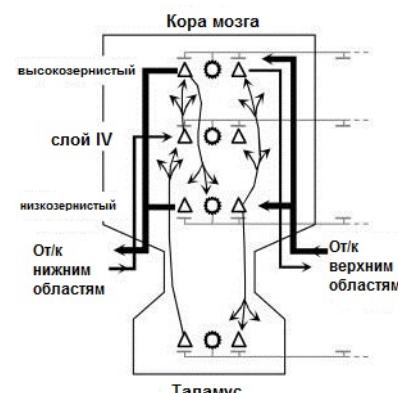


Рис. 1.4.

Для моделирования эффектов внимания (мигание внимания), была реализована простая четырехуровневая иерархия, в которой конкурировали два типа сигналов T_1 и T_2 (рис. 1.3), обрабатываемые невзаимодействующими параллельными перцептивными областями A_i и B_i . По достижении сигналами T_1 и T_2 ассоциативных областей C и D начинается конкуренция между ними за активизацию соответствующих колонок рабочего пространства.

Модель порогового спайкого нейрона (зависимость напряжения на мембране нейрона V от емкости мембранны C_m и силы тока по времени) задавалась следующей формулой:

$$C_m dV/dt = -g_{Leak}(V - V_{rest}) - I_{NaP} - I_{KS} - I_{GABA} - \\ - I_{AMP}A - I_{NMDA} - I_{SRA} - I_{input} - I_{neuromodul}, \quad (1.1)$$

где g_{Leak} означает емкость утечки, а I_x — соответствующие веществам и типам нейромедиаторов x токи, I_{SRA} — ток адаптации в спайковой модели, I_{input} — ток в момент подачи сигнала, $I_{neuromodul}$ — суммарные нейромодулирующие токи. Каждая таламо—кортикальная колонка была представлена 80 активными нейронами и 40 тормозными, схема связей между которыми представлена на рис. 1.4.

Такая нейронная структура позволила Дехане с коллегами довольно успешно смоделировать известный психологический эффект мигания внимания [143], который заключается во временном прерывании процесса восприятия сигналов с сохранением их обработки на нижних уровнях. Идея временного подавления активности небольшого количества нейронов глобального пространства достаточно просто объясняет этот эффект. Подбор временных характеристик порогового уравнения поляризации мембрани нейрона позволяет достаточно точно повторить временные характеристики этого явления. Однако смещение акцентов на модель нейрона, а не на общие характеристики коры головного мозга является и основным препятствием для построения моделей более сложных эффектов и процессов в рамках этого подхода.

1.6.3. Иерархическая временная память. Смещение акцентов на рассмотрение общих свойств строения коры головного мозга было предпринято в работах Дж. Хокинса и Д. Георга [64, 67]. Хокинс постулирует, что основным инструментом построения картины мира субъекта является кора головного мозга, которая имеет одинаковое колоночное строение во всех своих областях и использует пространственно—временную иерархию для хранения построенной модели действительности, так называемую временную иерархическую память (ИВП).

Хокинс предлагает моделировать работу неокортекса с помощью узлов, организованных в дерево и использующих один и тот же алгоритм обучения и вывода, за счет которого происходит сохранение пространственных шаблонов и их последовательностей. Прямой выход каждого узла состоит из представления тех или иных активных в данный

момент последовательностей. Пространственные шаблоны фиксируют совпадение во времени последовательностей дочерних узлов. Иерархия узлов организована таким образом, что узлы более высокого уровня хранят шаблоны, представляющие большие масштабы пространства и большие промежутки времени, чем узлы более низкого уровня.

Математическое описание ИВП дано Георгом в виде порождающей модели (рис. 1.5). Каждый узел N^i (i — индекс узла) иерархии содержит множество синхронных шаблонов $c_1^i, c_2^i, \dots, c_{|C|}^i$ и множество марковских цепей $g_1^i, g_2^i, \dots, g_{|G|}^i$, где $|C|$ — общее количество шаблонов в узле, $|G|$ — общее количество марковских цепей в узле. Каждая марковская цепь g_k^i определена на подмножестве множества синхронных шаблонов этого узла. Например, марковская цепь $g_1^{1,1}$ узла $N^{1,1}$ состоит из 4 синхронных шаблонов: $c_1^{1,1}, c_3^{1,1}, c_4^{1,1}$ и $c_7^{1,1}$. Синхронный шаблон c_j^i узла представляет одновременно активированные марковские цепи дочерних узлов. Например, шаблон $c_1^{2,1}$ узла $N^{2,1}$ на рис. 1.5 определяется двумя марковскими цепями $g_1^{1,1}$ и $g_2^{1,2}$ дочерних узлов $N^{1,1}$ и $N^{1,2}$ соответственно. Синхронный шаблон, который задается путем отбора марковской цепи в высокоуровневом узле, активирует свои составляющие марковские цепи низкоуровневых дочерних узлов. Для конкретных синхронного шаблона и марковской цепи, которая активна в высокоуровневом узле, задаются конкурирующие последовательности синхронных шаблонов путем отбора активированных марковских цепей дочерних узлов.

Процесс обучения ИВП на пространственно—временных данных представляет собой процесс построения синхронных шаблонов и марковских цепей в каждом узле на каждом уровне иерархии. Базовый алгоритм обучения состоит из двух операций:

- сохранение некоторого фиксированного количества случайно выбранных генерируемых синхронных шаблонов;
- построение набора марковских цепей на множестве синхронных шаблонов путем обучения достаточно большой матрицы переходов.

В дальнейшем примере будет рассматриваться только тот случай, когда в один и тот же момент времени активен только один шаблон, хотя в работе авторов были реализованы и тот случай, когда активировалось определенное разреженное количество шаблонов.

Механизм вывода в сети ИВП основывается на распространении нового факта из одного узла сети вверх на все остальные. Распространение нового факта приводит к обновлению состояний узлов. Информация также распространяется и вниз по иерархии, обеспечивая механизмы внимания, сегментации и заполнения пропущенных фрагментов. В качестве алгоритма, реализующего вывод, Хокинсом был выбран алгоритм байесовского распространения степени уверенности.

В общем случае, сигнал, пришедший в узел ИВП с нижнего уровня, представляет функцию доверия на множестве дочерних марковских

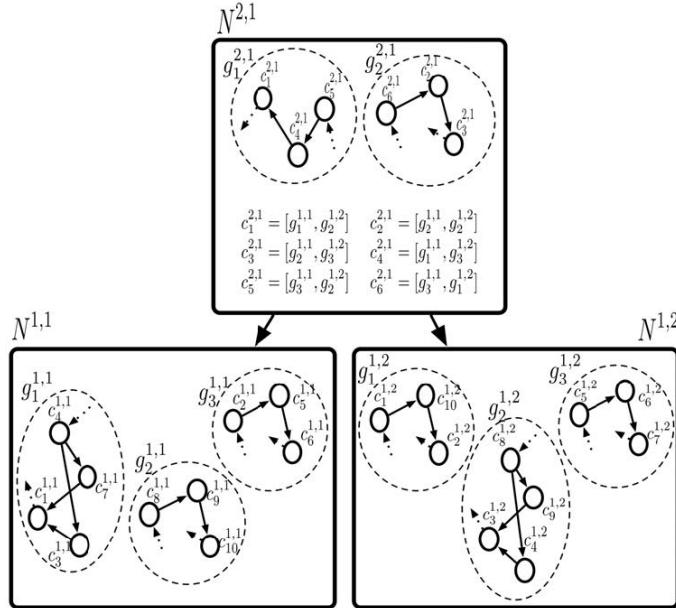


Рис. 1.5. Порождающая модель ИВП. Приведена простая двухуровневая порождающая модель ИВП, состоящая из трех узлов ([67])

цепей. Данный узел преобразует этот сигнал в собственную функцию доверия на множество своих синхронных шаблонов. Основываясь на истории полученных ранее сигналов, он вычисляет уровень доверия для каждой своей марковской цепи. Формируемый таким образом сигнал передается далее вверх по иерархии. В обратном направлении узел получает от родительских узлов функцию доверия на множество своих марковских цепей. Далее марковские цепи шаг за шагом «разворачиваются» с целью вычисления исходящего распределения вероятности на множестве синхронных шаблонов. Исходя из этого вычисляется функция уровня доверия узла на множестве дочерних марковских цепей. Формируемый таким образом сигнал передается дочерним узлам.

В качестве примера в работе авторов приводится узел, содержащий 5 синхронных шаблонов и 2 марковские цепи (рис. 1.6). Вероятностная матрица переходов марковской цепи g_r обозначается как $P(c_i(t)|c_j(t-1), g_r)$. Как было сказано ранее, каждый узел получает на вход сигнал от дочерних узлов ($\lambda^{\text{child index}}$) и отправляет сигналы родительским узлам (λ). В обратном направлении, узел получает сигналы от родительских узлов (π) и отправляет обратные сигналы дочерним узлам ($\pi^{\text{child index}}$) (рис. 1.7). Поступивший в момент времени t с нижнего ровня факт обозначается $-e_t$, а с верхних уровней $+e_t$.

Итоговая восходящая вероятность синхронного шаблона c_i в момент времени t вычисляется как произведение тех частей сообщения,

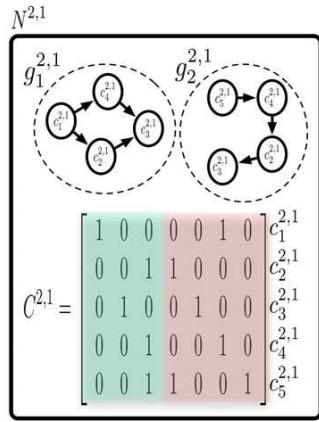


Рис. 1.6. Структура узла ИВП, входные и выходные данные узла ([67])

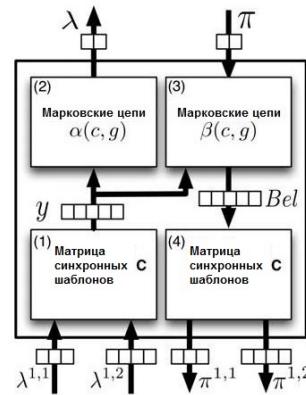


Рис. 1.7.

которые соответствуют этому шаблону:

$$y_t(i) = P(\neg e_t | c_i(t)) \propto \prod_{j=1}^M \lambda_t^{m_j}(r_i^{m_j}), \quad (1.2)$$

где $r_i^{m_j}$ обозначает номер марковской цепи j -го дочернего узла. Восходящая вероятность марковской цепи g_r в момент времени t вычисляется через специальную переменную состояния α :

$$\begin{aligned} \lambda_t(g_r) &= P(\neg e_0^t | g_r(t)) = \sum_{c_t(t) \in C^k} \alpha_t(c_i, g_r), \\ a_t(c_i, g_r) &= P(\neg e_t | c_i(t)) = \sum_{c_i(t-1) \in C^k} P(c_i(t) | c_j(t-1), g_r) \alpha_{t-1}(c_j, g_r), \\ \alpha_0(c_i, g_r) &= P(\neg e_0 | c_i(t=0)) P(c_i(t=0) | g_r), \end{aligned} \quad (1.3)$$

где символом $\neg e_0^t$ обозначена последовательность входных сигналов с момента времени 0 по момент времени t . Последовательность вычисления α представляет из себя процесс обновления переменной динамического программирования.

Степень уверенности для синхронного шаблона c_i вычисляется с помощью сообщений от родительских узлов и с использованием переменной состояния β :

$$Bel_t(c_i) \propto \sum_{g_r \in G^k} \beta_t(c_i, g_r),$$

$$\begin{aligned}\beta_t(c_i, g_r) &= P(\neg e_t | c_i(t)) \sum_{c_j(t-1) \in C^k} P(c_i(t) | c_j(t-1), g_r) \beta_{t-1}(c_j, g_r), \\ \beta_0(c_i, g_r) &= P(\neg e_0 | c_i(t=0)) P(c_i | g_r) \pi_0(g_r).\end{aligned}\quad (1.4)$$

В свою очередь, посылаемый дочерним узлам сигнал вычисляется как

$$\pi^{m_j}(g_r) \propto \sum_i I(c_i) Bel(c_i), \quad (1.5)$$

где

$$I(c_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } g_r^{m_i} - \text{часть шаблона } c_i, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (1.6)$$

В модели Георга собраны практически все существенные для построения картины мира принципы, однако математическое описание с использованием марковских цепей оказывается слишком громоздким, чтобы можно было изучать какие-либо математические свойства узлов и их иерархий. Идея с матричным представлением, которая и используется в программной реализации ИВП, выглядит более перспективной.

1.6.4. Выводы параграфа 1.6. В большом количестве работ нейрофизиологов, посвященных построению нейронных моделей тех или иных психических процессов, выделяются следующие основные свойства «физиологической реализации» КМ:

- существуют ансамбли нейронов одинаковой структуры, являющиеся элементарными ячейками для описания процессов, протекающих в коре головного мозга (колонки неокортекса),
- колонки организованы в иерархию, обладающую обратными связями,
- колонки хранят в себе пространственно—временные шаблоны, нарабатываемые с течением времени.

1.7. Прикладная семиотика

Среди многих исследований, заложивших основы построения моделей картин мира, следует отметить отечественное направление в искусственном интеллекте появившееся в конце 90 гг. XX в. благодаря работам Д. А. Поспелова, А. М. Мейстеля, Г. С. Осипова и др. [89, 92, 98, 99, 140, 141, 156]. Данное направление получило название прикладная семиотика и уходило корнями в первые семиотические модели конца 60 гг. [87]. Основная идея этого направления заключалась в использовании знакового описания когнитивных процессов, картины мира, для построения интеллектуальных систем представления знаний. Знак при этом определялся как исходный элемент любой семиотической системы и включал в себя три аспекта:

- имя знака или синтаксический аспект знака,
- содержание знака или семантический аспект знака,
- назначение знака или прагматический аспект знака.

2*

Данное определение хорошо реализуется в виде фреймовой структуры, в которой имя фрейма соответствует имени знака, имена обычных слотов, связанные с ними ограничения, условия, области определения значений — содержанию знака, а слоты, содержащие в качестве значений имена присоединенных процедур — назначению знака [98].

Одной из основных задач, формулируемых в прикладной семиотике была задача изучения природы и свойств отношений моделирования, которые возникают между системой знаков и той областью реального мира, которая с помощью нее описывается. Объектами изучения прикладной семиотики являются не знаки и знаковые системы сами по себе, а их применение в системах представления знаний при решении различных практических задач.

Введение понятия семиотической системы, в которой состояния соответствуют фиксированным формальным системам, а смена состояний определяется изменением договоренностей об аспектах знака, позволяет моделировать процессы, протекающие в открытых, динамических системах. При этом под сменой состояния подразумевается изменение параметров формальной системы: аксиом, правил вывода, стратегий поиска решений и т. д. Все вышесказанное формализуется следующим определением [94].

Определение 1 Семиотической системой W называется упорядоченная восьмерка множеств:

$$W = \langle T, R, A, P, \tau, \rho, \alpha, \pi \rangle, \quad (1.7)$$

где T — множество основных символов, R — множество синтаксических правил, A — множество знаний о предметной области, P — множество правил вывода решений (прагматических правил), τ — правила изменения множества T , ρ — правила изменения множества R , α — правила изменения множества A , π — правила изменения множества P .

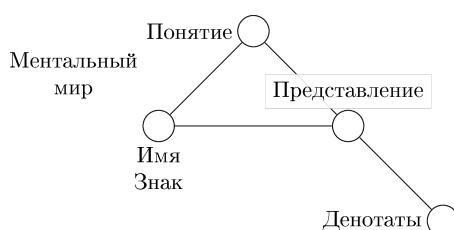


Рис. 1.8. Треугольник Фреге

рассмотрим, каким образом в сознании субъекта возникает представление о денотатах. При этом представление — это интегрированный образ (в

именно в семиотике, в том числе прикладной, были сформулированы первые схемы образования нового знака. Приведем такую схему в случае моделирования знака с помощью треугольника Фреге (рис. 1.8) [81, 142]. В реальном мире имеются такие сущности как объекты, процессы, все они называются денотатами. В результате отражения этих сущностей в сознании субъекта возникает представление о денотатах. При этом представление — это интегрированный образ (в

психологии — гештальт), скрывает за собой денотат, делая его недоступным непосредственно.

Сталкиваясь с различными денотатами, человек накапливает определенную информацию о них. Некоторые из них он не различает, считая их проявлением одной и той же сущности, другие чем-то отличаются друг от друга. Для реализации такого различия и вводятся специфические имена, связанные с представлениями о том или ином виде сущности. На основе врожденной у человека процедуры выявления сходства — различия формируется и понятие о сущностях с данным именем.

Таким образом, наблюдение за единичным экземпляром сущности вызывает необходимость сформировать процедуру ее узнавания, дать ей имя, а затем сформировать обобщенное представление об этой сущности (понятие). Со связями между именем, представлением и понятием ассоциированы процедуры, характерные для мышления человека.

Связь «имя — понятие» позволяет с одной стороны активизировать в памяти все сведения о свойствах данной сущности, а с другой, действуя в обратном направлении, позволяет по имплицитному описанию определить имя сущности. Связь «представление — понятие» позволяет по представлению сущности найти информацию о ее свойствах и наоборот. Наконец, связь «имя — представление» необходима для соотнесения представления о денотате с его именем, примером работы которой могут служить алгоритмы распознавания образов.

В прикладной семиотике дается и первое определение знака, позволяющее использовать его для построения моделей картины мира субъекта.

Определение 2 Информационная единица, структурой которой является треугольник Фреге, где вершины отождествляются с именем, понятием и представлением, называется знаком.

Компоненты знака могут иметь свою, достаточно сложную, структуру. Так, знак может содержать информацию о связях наследования, при этом множество знаков с отношениями наследования образуют иерархическую структуру. При этом типов отношений наследования может быть несколько: «элемент — класс», «часть — целое», «вид — род» — отличающихся тем, какие свойства наследуются. Таким образом, в прикладной семиотике впервые описываются отношения на множестве знаков и их свойства. Кроме отношения наследования в прикладной семиотике вводятся и горизонтальные типы отношений, например отношение «причина — следствие». Система знаков с иерархическими и одноуровневыми отношениями называется *семиотической сетью*, в которой каждая вершина может быть в свою очередь сетью.

Важным понятием, которое вводится в прикладной семиотике, является понятие активности сети знаков (по аналогии с понятием активности баз знаний С. К. Дулина [24]). На семиотической сети специальными процедурами определяются те ее участки, для которых

имеется некоторое «напряжение», т. е. существует диссонанс. При задании некоторой меры такой рассогласованности и при достижении ее критического уровня, запускаются отдельные процедуры по устранению диссонанса. Для их активации вводится специальный тип знаков, *метазнаки*, у которых денотатами служат определенные фрагменты сети знаков. Формируется так называемый метауровень описания.

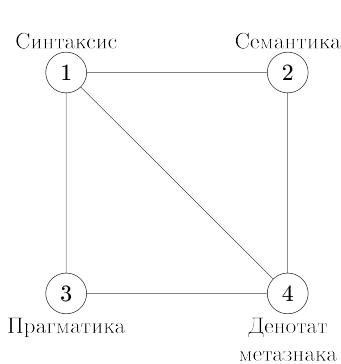


Рис. 1.9. Квадрат Поспелова

ющим компоненты знака.

Наличие метауровня позволяет ввести внутреннюю интерпретируемость, а также снабжает знаковые системы свойством рефлексии, что является ключевым моментом на пути моделирования высших когнитивных функций, протекающих в картине мира субъекта деятельности.

С введением метауровня треугольник Фреге превращается в более сложную структуру, называемую квадратом Поспелова [141] (рис. 1.9). Первая вершина квадрата определяет синтаксис, вторая — семантику, или понятие о знаке, третья соответствует прагматике — тем процедурам, которые связаны с этим знаком. Новая, четвертая вершина соответствует фрагменту некоторой структуры на множестве знаков и играет роль денотата метазнака. Стороны квадрата и его диагональ соответствуют различным процедурам, связываю-

Г л а в а 2

СТРУКТУРА ЗНАКА И КАРТИНА МИРА

В первой главе мы ввели базовые психологические представления, на которых основываются наши работы; далее мы дадим общий, пока тоже психологический, абрис ядра нашей модели — представление об устройстве знака — и опишем особенности функционирования различных вариантов картины мира, которые определяются строением знака как элемента представлений о реальности, составляющих сознание в его статике.

2.1. Функционирование знака

Мы, вслед за А.Н.Леонтьевым, исходим из того, что любая деятельность имеет некий индивидуальный смысл для субъекта, значение в жизни микро/макро социума и объективно-вещное, пространственно-временное содержание. С помощью имени это единство фиксируется и далее для сознания выступает как знак, с помощью которого человек, как это описывает Л.С.Выготский, управляет своими познавательными функциями — ощущением, восприятием, мышлением, вниманием, памятью, воображением. Смысл, значение и образ являются тремя аспектами того единства психического отражения, которым оперирует человек как субъект деятельности. Действительно, образ без смысла построить невозможно (поскольку незачем), что отражается в психологии тезисом о пристрастности восприятия; образ без значения для человека означает незавершенность процесса категоризации как актуалгенеза перцепта; значение без смысла отражает состояние невключенности субъекта в деятельность, наличие у него лишь т.н. знаемого мотива.

Назначение объекта, его образ и отношение к этому объекту могут не осознаваться (т.е. не связываться именем и не вступать через это имя в отношения с другими знаками) и тогда эти способы психического отражения объекта выглядят так: функциональное значение объекта (возможность совершить с его помощью определенную операцию, использовать его для решения определенной задачи), перцепт (образ восприятия, включенного в инстинктивную программу поведения) и биологический смысл объекта (его способность удовлетворять определенную потребность). Такое отражение позволяет осуществлять переход («планирование») между двумя компонентами знания об объекте: от биологического смысла к перцепту — выбор конкретного объекта, наилучшим образом удовлетворяющего заданным критериям, от пер-

цепта к функциональному значению — выбор способа использования конкретного объекта, от функционального значения к биологическому смыслу — выбор «мишени» для конкретного действия. Такой способ отражения не позволяет строить многоходовые планы, поскольку три аспекта знания об объекте связаны лишь попарными отношениями и нужен «внешний наблюдатель», чтобы увидеть, что это три стороны одного «треугольника» знания.

Появление имени реализует как раз этот взгляд сверху на плоскость «треугольника знания», а множество имен позволяет иметь вторую плоскость, перемещение в которой позволяет проигрывать возможные исходы цепочки действий, не переходя к самим действиям, но учитывая появление после каждого действия нового объекта и, соответственно, новых условий деятельности. Условно можно представить себе знак в виде тетраэдра, где вершина «Имя» является «воротами» к основанию — «треугольнику знания». При этом, когда образ, смысл и назначение объекта как элементы не просто знания, а знака входят в сознание они трансформируются — благодаря тому, что теперь их использование опосредовано именем: сам объект уже приобретает значение (становится социально значимым предметом), личный опыт действия с ним отражается в личностном смысле, а само событие восприятия объекта переживается как дублирование в образе предмета, признаваемого человечеством объективно существующим.

Итак, знаки функционируют в двух плоскостях — в плоскости имен и в плоскости психологического содержания. Если убрать имена, то связи между элементами психологического содержания будут устанавливаться непосредственно, так как они функционируют у животных. Так, шимпанзе Келера устанавливал отношение между коробками, своим ростом и подвешенным к потолку бананом. Не имея языка, шимпанзе не может свой опыт успеха по решению проблемной ситуации «лапы коротки», зафиксировать, обобщить (ведь слово «лапы» обозначает любые конечности, а не только данного шимпанзе) и передать другим в виде знания.

У человека для предметов и ситуаций, не выделенных культурой и не зафиксированных в именах знаков, сохраняется способ внезнаковой фиксации опыта решения задач. Дело в том, что новое знание не всегда фиксируется в знаках: процесс фиксации опыта не опосредован культурными концептами, то и отношение к предмету или ситуации как к «условному знаку» адресованному «посвященному», не возникает. Тогда структура ЗНАЧЕНИЕ-СМЫСЛ-ОБРАЗ может сформироваться в совместной деятельности как психологическое содержание сигнала — того, что объективно указывает на значимый объект, но никем не подается как знак. Значение при этом существует как выработанный данной группой способ действия в определенной ситуации, смысл отражает опыт индивидуального успеха/неудачи при реализации данного операционального состава деятельности, а образ представляет собой сенсомоторную программу. То, как именно формируется в этом

случае поле общего знания для участников совместной деятельности, исследовано в работах И.О.Александрова и Н.Е.Максимовой на материале совместной игры в «крестики-нолики» [].

Семантическая сеть имен принадлежит всем, опирается на законы языка и содержит представления об устройстве мира в данной культуре или субкультуре (профессиональной, например). Слой психических содержаний принадлежит индивиду, а перемещение между двумя слоями есть процесс осознавания.

В построенной модели работы со знаками организована так:

- от какого-либо из элементов психологического содержания знака необходимо подняться к его имени;
- от него необходимо пройти по семантической сети к нескольким именам, связанным с исходным именем существующими в данной предметной области классификационными структурами; спуститься от каждого к элементам психологического содержания данных знаков (к значению, к образу или к смыслу); проверить каждый из знаков на пригодность в данной ситуации и приемлемость для субъекта деятельности;
- приняв решение, связать исходный знак и найденный знак одной из направленных связей — «это то, что я искал» (категоризация, связь между исходным значением и найденным образом), «это то, что я хочу/не хочу» (интерпретация, связь между исходным образом и найденным смыслом), «это то, что я имел в виду» (концептуализация, связь между исходным смыслом и найденным значением), «зачем мне это?» (оценка, связь между исходным значением и найденным смыслом), «что именно я хочу?» (опредмечивание потребности, связь между исходным смыслом и найденным образом), «это что?» (узнавание, связь между исходным образом и найденным значением).

Если на любой из перечисленных выше вопросов-отношений можно ответить сразу, без поиска на семантической сети имен, то мы имеем то, что Узнадзе называл деятельностью установки. Если на уровне установки возникает препятствие и автоматическое узнавание, опредмечивание или оценка оказываются невозможны, актуализируются утверждения-отношения, которые в принципе не реализуемы вне структуры знака, т.е. требуют обращения к имени. Именно этот выход в область знаний, накопленных «в ходе общественно-исторического развития» - со всеми отношениями между предметами и их свойствами — обеспечивает резкий скачок в эффективности человеческого интеллекта, т.е. мышления, опосредованного знаками, речевого мышления, (Выготский).

Итак, при решении задач, требующих осознавания результатов опыта, имена опосредуют связи между психическими отражениями предметов и, благодаря своей включенности, во-первых, в предметные классификации и описания, а, во-вторых, в систему языковых

значений, позволяют субъекту сознания встраивать свой опыт в опыт человечества, опираясь таким образом на последний и пополняя его.

2.2. Картина мира и проблема гетерогенности сознания

кажется, что живем в век рациональности, однако... Успенский с Лотманом про два типа, Глебкин короткий обзор, Романов (Историческое развитие культуры - найти), Петров про три типа и мб кто-то еще...

Сознание современного человека может утрачивать часть своей гетерогенности. Человек может обладать такой структурой сознания, в которой один из трех механизмов работает в ослабленном режиме: для кого-то оперирование приемами рацио может быть малодоступно, кто-то может плохо ориентироваться в сценариях обыденной жизни, кому-то формирование личностных смыслов может даваться с трудом. Происхождение таких дефектов в жизни конкретного человека, являясь предметом психотерапии, для настоящего исследования не представляет интереса, но сам факт возможности существования затруднений в работе на одной из семантических сетей для нас важен.

Прежде чем перейти к рассмотрению последствий подобных затруднений и описанию дефектных картин мира, обратим внимание на проблему использования индивидом культурных институций для задачи восполнения эффективности плохо работающих механизмов своего сознания. Представляется, что такие институции как религиозность, здравый смысл и рациональность в здоровой культуре работают с индивидуальным сознанием в соответствии со схемой поэтапного формирования умственных действий Гальперина. Напомним, что в практике школьного психолога коррекция дисфункции осуществляется через «развертку» страдающего механизма (например, произвольного внимания) с опорой на внешние средства, когда все автоматизированные ранее операции, протекающие «в уме», заново вводятся в сознание и реализуются на внешних предметах с проговариванием ожидаемых результатов и сравнении с ними реально достигнутых. Только после того, как ребенку удается под сознательным контролем — своим и психолога - научиться правильно выполнять всю необходимую последовательность действий, наступает пора повторного сворачивания действий и перевода их на уровень неосознаваемых автоматических операций.

Религиозность по своей исходной функции есть механизм порождения смыслов. Способность оперировать мифом как инструментом осмыслиения места конкретного события в целостности жизни человека возникает в результате освоения и присвоения религиозных практик, принятых в данном обществе. Если для общественного сознания миф работает как стимулятор групповой сплоченности и фасилитатор принятия каждым человеком общей для группы цели, то для индивиду-

ального сознания создание нарратива о себе и своей жизни служит инструментом реинтеграции Я (ср.: сказкотерапия и ... спросить ларису). Таким образом, при ослаблении функции порождения личностных смыслов или в условиях возросших требований к этой функции в ситуации серьезных жизненных перемен человек может обращаться к институту религии и заново — «разворачивая», отрабатывая и «сворачивая» отдельные операции, входящие в состав деятельности интерпретации (осмыслиения) событий - обучаться связывать эмоциональную, когнитивную и поведенческую сферы своей жизни.

Отметим, что религия как общественный институт может использоваться и для коррекции двух других механизмов — механизма конформизма (здравого смысла и житейской опытности) и механизма rationalности (познавательной активности и толерантности). Для каждого, чьи темпераментальные или характерологические особенности затрудняют следование правилам общежития, религиозная практика предоставляет возможность «поупражняться в послушании» - как через участие в строго регламентированной совместной деятельности - обрядах, так и через присвоение ценностей коллективизма. Для того же, кто исповедует ценности новизны и принятия идентичности, но в силу наличия враждебных установок и категорического стиля восприятия и мышления, не справляется со «взятыми на себя обязательствами», присоединение то к одной, то к другой системе верований, позволяет пережить опыт интереса к непонятному и принятия непривычного. Разумеется, в этих двух случаях коррекция будет скорее поведенческой, чем личностной - ни в случае задачи корректировки характера, ни в случае необходимости корректировки стиля мышления, глубокого воздействия на личность религия оказать не сможет.

Здравый смысл как механизм формирования значений связан с включением человека в совместную деятельность. Функционирование в рамках сценариев обыденной жизни, где каждый участник выступает только в предписанной сценарием роли и не пытается действовать с позиций строгой логики или личного приятия/отторжения, требует умения не вовлекаться в происходящее личностно, действовать в рамках «должностных инструкций» и «соблюдать порядок». Уважение к закону, с одной стороны, и умение понимать интересы партнеров, с другой, - т.е. весь спектр социальности - формируются именно в такой ролевой активности.

Очевидно, что есть культуры, более эффективно развивающие у своих носителей эти умения, и есть культуры, в которых такая «невовлеченность» трактуется как черствость или глупость. Критика культуры, принявшей «закон и порядок» в качестве высшей ценности, может идти не только снаружи, от представителей других культур, но и возникать изнутри, в текстах ее ярких представителей. Так, у ле Корбюзье мы можем увидеть выпады не столько против современных ему методов европейского градостроительства, сколько требование перехода к принципиально иной позиции в проектировании общественной жизни:

«Деспот — это не человек. Это — План. Правильный, реалистический, точный план, который один только в состоянии обеспечить решение вашей проблемы, план, установленный ясно, во всей полноте, в его непременной гармонии. Этот план был хорошо составлен вдали от криков ярости в офисе мэра или ратуши, от воплей электората или ламентаций жертв общества. Он был составлен спокойными и светлыми умами. Требуется учесть только общечеловеческие истины. Можно игнорировать весь поток текущих указаний, все существующие обычаи и каналы». «Сколько из тех пяти миллионов [те, кто приехали из сельской местности в Париж, чтобы пробиться в городе] — просто труха под ногами, черный комок нищеты, неудачи, человеческого мусора?». Дома и города должны «появляться должным образом оборудованными, блистательно новыми, с фабрики, из цеха, безупречными изделиями ровно жужжащих машин» (ссылка на статью Ревзина). Диктат не обычая или сочувствия, а чистой рациональности — этот призыв конструктивизма отражает попытку ликвидировать гетерогенность общественного сознания за счет избавления его не только от эмоциональных оценок, но и от давления «общепринятого». Для культуры «здравого смысла» старой Европы это призыв революционный, но одновременно привычный, вписанный в традицию критики сословно-ролевых практик общества со стороны Просвещения. Ослабление работы механизма конформизма ведет к ослаблению социальности как таковой, и тогда прогрессизм Французской революции или технократизм американских авианалетов дает не менее кровавый результат, чем архаичность русского бунта. Включение человека в систему распределения ролей, налагающих разнообразные обязательства и требующих отложить в сторону все сомнения, касающиеся логичности и осмысленности исполняемых сценариев, — эта практика, в том или ином виде осуществляемая любым обществом, позволяет человеку усилить работу того механизма сознания, который связан с формированием системы значений как аккумуляторов общественно-исторического опыта.

Включение в систему ролевых отношений может выступать как вспомогательное средство и при дефицитарности механизма смыслопорождения, и при неуверенной работе механизма рациональности. Смысловое бессилие может быть отчасти скомпенсировано «честным исполнением роли», когда человек, участвуя в социально значимом деле, проникается переживанием важности и ценности того, чему посвящены усилия коллектива. Для того же, кто слабо связан с реальностью на предметном уровне, связь с ней на социальном является главной опорой «адекватности». Разумеется, при этом неизбежны «колебания вместе с линией партии», но при этом человек может развивать в себе и некоторые интересы, как это случалось с героиней чеховской «Душечки» при освоении роли жены директора театра или роли опекунши гимназиста.

Рациональность обеспечивает внимание и интерес к новому, к тому, что еще не зафиксировано на уровне значений и существует пока в

2.5. Картина мира современного человека: проблема разрушения гетерогенности сознания45

абстрагированных образах. Логика предмета вместо «очевидностей» житейской опытности или волонтеризма личного переживания — это то, что делает рациональность привлекательной для многих и полезной для экономического процветания общества. Однако предметная логика становится доступна человеку только при «искреннем отношении к истине» (М.Вертгеймер), поэтому рациональностью легко жертвуют в пользу здравого смысла, даже не замечая подмены — вместо поиска истины практикуется высказывание мнения. Образование, в принципе направленное на формирование научных понятий, в культуре рациональности парадоксальным образом оказывается главным инструментом такой подмены и проводником житейских понятий. Когда каждому вменяется в обязанность чем-то интересоваться, быть открытым новому и составлять свое суждение обо всем, с чем он сталкивается в жизни, тогда жесткая, неподатливая среда научного знания начинает обходиться стороной даже в сфере образования, а, отчасти, и в самой науке. Если в 30е годы 20 века Выготский описывал процесс выстраивания житейских понятий в систему под влиянием образца, задаваемого научными понятиями, то теперь мы можем констатировать обратный процесс — бытовление научных понятий за счет изъятия принципа системности даже в высшей школе. Общеобразовательная же школа в явном (как в финской системе) или неявном (как в российской системе) виде и вовсе отказалась от задачи перевода мышления ребенка на стадию формальных операций (Пиаже) и обобщения в истинные понятия (Выготский). Таким образом, теперь заботу о механизме здравого смысла взяла на себя школа, а рациональность опять, как в доаристотелевские времена, стала частным делом. При том, что и религиозность как средство взаимодействия с Абсолютом, не имеет своего определенного места в общественном сознании, ситуация складывается довольно опасная — истина и Бог отвергнуты, остается лишь диктат мнений. Конструкция явно неустойчивая для общества и неблагоприятная для нормального функционирования индивидуального сознания.

2.3. Рациональная картина мира

2.4. Взаимодействие рациональной картины мира с житейской и мифологической

(добавить детали про МКМ из Усп.-Лот.)

2.5. Картина мира современного человека: проблема разрушения гетерогенности сознания

2.6. Экспериментальное иссл-е км

Г л а в а 3

КАРТИНА МИРА В НАУЧНОМ ДИСКУРСЕ

Научный дискурс представляет собой особую сферу речевой практики, субъектами которой выступают представители научного сообщества, средством — различные формы научной коммуникации, а предметом — результаты деятельности по производству и потреблению научного знания. Нормативную основу научного дискурса составляет исторически сформировавшийся комплекс регулятивных принципов, следование которым оптимизирует процесс создания, трансляции и использования знаний. В этот комплекс входят: объективность, установка на поиск истины, концептуальность (теоретичность), эмпиричность, логичность, методологичность, обоснованность, критицизм и креативность [49]. Коммуникативный канон научного дискурса включает в себя, наряду с логичностью изложения и доказательством истинности утверждений, предельную абстракцию предмета речи [45]. Используемые в научном дискурсе концепты являются отражением инструментов познания и его результатов. «Выделение концептов является решающим для создания терминологической базы в любой области знания. Они распределяют все другие языковые единицы по соответствующим категориям и классам, служат фильтрами для всех обсуждаемых в конкретной науке объектов, состояний и связей и потому необходимы для ее поступательного развития. Они также определяют границы поля данной науки, выделяют его составные части и ориентиры, по которым изучаются объекты и явления, в эти части включенные. ... В соответствии с этим главная функция научных концептов состоит в презентации максимально релевантных для науки или научной парадигмы смыслов, ассоциаций, знаний, опыта, научных понятий» [70]. Положение и динамика положения определенного концепта в понятийной системе науки могут рассматриваться как маркеры роли соответствующих ментальных образований в развитии и оформлении научного знания, что отражается на языковом уровне в трансформации системы лексических средств, обозначающих научные концепты, — терминов: «Терминологическое поле со временем изменяется, отражая достижение нового знания, в нем появляются новые и утрачиваются существовавшие единицы, наблюдается перемещение единиц в рамках поля, обретение ими нового статуса» [116]. В настоящей работе предпринимается попытка проследить закономерности использования в научном дискурсе концепта, обозначаемого с помощью словосочетания

«картина мира» (КМ), на настоящий день весьма популярного и встречающегося в самых разнообразных контекстах.

3.1. Картина мира как научный концепт

В наиболее общем виде КМ может быть определена как «синтез знаний людей о природе и социальной реальности» [123]. Предельно широкая общая трактовка позволяет представителям конкретной научной дисциплины или школы определять концепт КМ таким образом, чтобы он мог быть использован в качестве инструмента решения определенной исследовательской задачи. Широта и часто случайность использования понятия крайне высокой степени абстракции, каким является КМ, приводит к ситуации даже не терминологического плюрализма (когда у термина фиксируется несколько одновременно используемых значений), а просто к смысловому разнобою, когда неизвестно, как пишет Ю.Л.Воротников, «какой именно смысл вкладывается в это понятие пишущими и как, собственно, следовало бы истолковывать его читающим» [21]. Поэтому первой чертой, которая не может не обратить на себя внимание при знакомстве с функционированием концепта КМ, является отсутствие не только единственного для научного дискурса вообще, но и единого хотя бы для определенного его предметного сегмента конвенционального зафиксированного значения. Стандартным сопровождением термина КМ в научной публикации является указание на незавершенность процесса формирования стоящего за ним понятия. По мнению одних авторов, это открывает возможность дальнейшей работы по осмыслению картины мира [51]. По мнению же других, перспектива корректной концептуализации понятия КМ представляется в принципе маловероятной, поскольку оно «не подлежит строгому научному анализу по причине метафизичности, расплывчатости и принципиальной невозможности его дифференцировать» [135]. Полемизируя с данной точкой зрения, О.В.Первушина отмечает: «Несмотря на кажущуюся метафоричность и субъективность, КМ вполне предметно воплощает стремление человека систематизировать определенное представление о мире, о месте в нем, то есть придать некую завершенность размышлению и восприятию по поводу окружающего пространства, времени, объектов путем заключения их в «раму» и расположения в этом пространстве определенным образом» [79].

Между тем история использования понятия КМ в научных исследованиях может быть, по мнению Г.В.Платонова, прослежена еще с начала XVIII в. До середины XIX в. оно употреблялось в основном эпизодически. В конце XIX - начале XX вв. о картине мира более или менее определенно стали говорить физики, когда им потребовалось осмыслить накопленные разрозненные факты о действительности (по: [51]).

Согласно описанию Т.Ф.Кузнецовой, в истории развития понятия КМ можно выделить два основных этапа: в XIX в. ему даются

трактовки в философско-мировоззренческом духе, а для XX века и особенно для его второй половины характерно представление о КМ как о научно-философской системе представлений об общих свойствах и закономерностях мира (природы, социальной среды). В начале этого научно-философского этапа КМ исследовалась только в естествознании, что приводило к фактическому отождествлению понятий «КМ» и «естественнонаучная КМ». При этом в формировании представлений о научной КМ определяющую роль играла физика со своим понятийным и методологическим аппаратом; однако постепенно лидирующие позиции физики стала оспаривать биология. В отечественной литературе вопрос о картине мира активно дискутировался, преимущественно по философским проблемам естествознания, начиная с 50-х годов. Пик интереса к представлению реальности в виде КМ, частнонаучной и естественнонаучной КМ приходится на конец 60-х — начало 70-х годов. В 80-е годы интерес к этому понятию убывает, хотя нехватка его очень остро ощущается исследователями, занятymi философскими проблемами специальных наук. К началу 1990-х гг. отмечается новый импульс для его использования, имеющий теперь социальный характер: «В условиях появления уникальных объектов исследования — районов Арала, Чернобыля и др. — возросло значение не общих объяснений, а конкретного знания событий и, вместе с тем, субстратно-событийного метода, который состоит в анализе социального явления как такового в его видимой событийной форме. Тот же социальный фактор вызвал интерес исследователей, занимающихся проблемой картины мира, выйти за рамки научно-философских проблем и рассмотреть возможности, которые для ее построения содержатся в арсенале искусства» [54].

Систематизация представлений о концепте КМ может происходить в категориях параметров, свойств и функций, типологии КМ.

1. Параметры описания КМ: Среди параметров описания КМ Д.Ф.Юлаев выделяет: функции (адаптивная и регуляторная); процессы (отбор, рекомбинация, репликация, ассимиляция, выражение, рационализация); свойства (синтаксические и семантические); структура и уровни (сознательный - бессознательный, ядерный - поверхностный, синхрональный - диахрональный); при этом к наиболее важным ядерным структурам картины мира относятся константы (социокультурные установки, регулятивы), существующие латентно, но способные активироваться в соответствующих условиях (диахрональный пласт картины мира) или проявляющие себя актуально (синхрональный пласт) [151].
2. Свойства и функции КМ: В философской литературе можно обнаружить описания свойств картины мира, к которым относятся: ее метасистемный характер, определяющей способ отнесения к миру [151]; синтетичность [152]; целостность, «картинность» отображения реальности [27]; «голографичность», объемность фиксируемого в ней образа реальности [80] и т.д.

Функции картины мира вытекают из природы и предназначения в человеческой жизнедеятельности мировидения, составной частью которого и является картина мира. Мировидение имеет две базисные функции – интерпретативную (осуществлять видение мира) и вытекающую из нее регулятивную (служить ориентиром в мире, быть универсальным ориентиром человеческой жизнедеятельности). .. Картина мира – стержень интеграции людей, средство гармонизации разных сфер человеческой жизнедеятельности, их связи между собой. Картина мира как целостный образ действительности опосредует все акты человеческого мировосприятия и миропредставления. Она лежит в основе всех актов миропонимания, позволяя осмысливать локальные ситуации в мире, совершающиеся в нем события, помогая осуществлять построение субъективных образов объективных локальных ситуаций [90].

3. Классификации КМ: Согласно Р.С.Халимулиной, особенности картин мира позволяют выделить два основных критерия классификации:

- по исторической эпохе: мифологическая, ренессансная, рационалистическая КМ;
- по парадигме мировоззрения: мифологическая, религиозная, научная, философская КМ [129].

В.В.Марычев также предлагает два основания для классификации КМ:

По особенностям структуры и формам существования:

- монистические картины мира, содержащие единственный, центральный образ мира, который выстроен в соответствии с единственным доминантным смыслом жизнедеятельности или со смыслом деятельности, выделенный рядом с другими видами деятельности;
- мозаичные картины мира, которые содержат ряд картин мира, несогласованных осознанно друг с другом;
- полифокусные картины мира, противоположные мозаичным картинам мира, в которых соприсутствуют осознанно согласованные фрагменты, выстроены смысловые рамки, границы

По субъекту:

- общая картина мира есть общепринятая мировоззренческая система, характеризующаяся содержанием категорий, понятий и моделей современной культуры;
- групповая картина мира используется группой как схема, модель действительности, к которой группа относится как целостный субъект;

- личностная картина мира существует на основаниях осваиваемых человеком жизненных миров и формулируется как картина жизни человека [80].

В.И.Постовалова указывает на четыре возможные класса субъектов КМ: «1) отдельный человек (эмпирический субъект), 2) отдельная группа людей (сообщество), 3) отдельный народ (народы), 4) человечество в целом», а также предлагает выделить по предмету два типа КМ: целостные, в которых речь идет о мире в целом (мифологические, религиозные, философские, а из числа научных – физическая КМ) и локальные, отражающие фрагмент, срез или аспект универсума (большинство частнонаучных КМ) [90].

В приложении к интересующей нас проблеме (функционирование концепта «картина мира» в научном дискурсе) существенными представляются следующие общие характеристики КМ:

- Происхождение из практики субъекта (в качестве которого может выступать общность или индивид);
- Целостность: потребность в «картине мира» появляется, когда возникает возможность и необходимость представить полученный субъектом в ходе его практики опыта как единого целого, как гештальт, что метафорически может быть описано как «охватить взглядом»;
- Наличие структуры, в которой могут выделяться отдельные компоненты.
- Функция опосредования практики: формируясь, картина мира начинает определять отношения субъекта к реальности.

В соответствии с этими характеристиками можно выделить три основных аспекта бытования в научном дискурсе концепта КМ: гносеологический (картина мира как способ упорядочения и организации знания), структурный (картина мира как сложное образование) и функциональный (картина мира как средство отношения к реальности). Похожим образом В.Д.Мансурова говорит о существовании гносеологического, онтологического и функционального аспекта КМ [77]. Данное разделение не может быть строгим, поскольку процесс получения знания невозможно отделить от процесса оформления полученного знания в виде определенной структуры, а с другой стороны, любая форма практики, опосредуемая картиной мира, отражается познавательной сферой субъекта. Однако предлагаемое условное разделение в определенном отношении оказывается оправданным, поскольку, как показал проведенный нами анализ, в различных дисциплинах и отраслях науки на первый план может выдвигаться один из выделенных аспектов концепта «картина мира».

3.2. Научная картина мира: гносеологический аспект концепта

Научная картина мира выступает основой систематизации научного материала в рамках определенной дисциплины, а также при установлении междисциплинарных связей, определяет проблемный стержень дисциплины, детерминирует основное направление развертывания научного материала и логику его изложения [80].

В энциклопедической статье «Научная картина мира» В.С.Степин указывает, что научная КМ как целостный образ научного исследования формируется посредством представлений: 1) о фундаментальных объектах, из которых полагаются построенными все другие объекты, изучаемые соответствующей наукой; 2) о типологии изучаемых объектов; 3) об общих особенностях их взаимодействия; 4) о пространственно-временной структуре реальности. Далее перечисляются формы и функции научной КМ:

Формы научной КМ:

- общенаучная как обобщенное представление о Вселенной, живой природе, обществе и человеке, формируемое на основе синтеза знаний, полученных в различных научных дисциплинах;
- социальная и естественнонаучная КМ как представления об обществе и природе, обобщающие достижения соответственно социально-гуманитарных и естественных наук;
- специальные КМ мира (дисциплинарные онтологии) — представления о предметах отдельных наук (физическая, химическая, биологическая и т.п. картины мира). В последнем случае термин «мир» применяется в специфическом смысле, обозначая не мир в целом, а предметную область отдельной науки (физический мир, биологический мир, мир химических процессов).

Функции научных КМ:

- научные КМ систематизируют научные знания, объединяя их в сложные целостности;
- выступают в качестве исследовательских программ, определяющих стратегию научного познания;
- обеспечивают объективацию научных знаний, их отнесение к исследуемому объекту и их включение в культуру;
- онтологический статус научных КМ выступает необходимым условием объективации конкретных эмпирических и теоретических знаний научной дисциплины и их включения в культуру;
- через отнесение к научной КМ специальные достижения науки обретают общекультурный смысл и мировоззренческое значение.

В качестве основной функции общенаучной КМ здесь указана ее способность выполнять роль исследовательской программы в междисциплинарных взаимодействиях, основанных на переносах представлений из одной области знаний в другую. Для этого общенаучная КМ

выявляет сходные черты дисциплинарных онтологий, тем самым формирует основания для трансляции идей, понятий и методов из одной науки в другую. Например, «обменные процессы» между квантовой физикой и химией, биологией и кибернетикой, породившие целый ряд открытий 20 в., направлялись и регулировались общеначальной картиной мира [124].

При рассмотрении функций научной КМ часто особо подчеркивается и выдвигается роль исследовательского инструмента, организующего дальнейший научный поиск например: «По нашему мнению, научная картина мира выступает не просто как форма систематизации знания, но и как исследовательская программа, которая определяет постановку задач эмпирического и теоретического анализа и выбор средств их решения» [46]; «картина мира интерпретируется не только как обобщенный опыт ранее проведенных научных исследований, но и как особый конструкт, понятие, выступающее методом научного познания по отношению к любой науке» [39] и др. Выделяется также рефлексивный аспект гносеологической функции, который заключается в том, что использование категории КМ позволяет делать предметом исследования саму исследовательскую деятельность [3].

Научная КМ исторична, в связи с чем существует отдельная тема описания исторических форм ее развития. При этом в качестве критерия выделения выступает специфическая целостная парадигмальная установка, характерная для научного мышления той или иной стадии развития науки. Например, Л.Н.Цой выделяет в науке нового времени пять таких доминирующих научных КМ:

- схоластическая, в рамках которой природы и общество трактуются как некий шифр, то есть текст поддающийся (или нет) прочтению, расшифровке и пониманию (Г.Галилей, И.Кеплер);
- механистическая, в пределах которой природа и общество характеризуются как механизм, машина, все детали которой выполняют строго предназначенные для них, характерные функции (И.Ньютон);
- статистическая — общество и природа мыслятся как баланс, равнодействующая различных сил — природных, экономических, политических и т.д. (Ч.Дарвин);
- системная, где природа и общество характеризуются главным образом как организованные системы, подсистемы, состоящие из элементов способных к изменению, но обеспечивающих целостность и жизнестойкость, как подсистем, так и больших систем в целом (В.И.Вернадский);
- диатропическая картина мира — такой способ познания, в рамках которого реальность бытия трактуется как полифония ярмарки, буйно растущий сад, где возникают флюктуации, объединения и разъединения сил, образующие ряды тропов, признаков сущего, позволяющие видеть мир многомерно, полицентрично, изменчиво [138].

Устоявшейся на сегодняшний день является трехэтапная схема развития науки; согласно описанию М.А.Мокиенко и В.Н.Фадеевой, они характеризуются следующим образом:

1. Классическая наука (XVII–XIX вв.), исследуя свои объекты, стремилась при их описании и теоретическом объяснении устранить по возможности все, что относится к познающему субъекту. Такое устранение рассматривалось как необходимое условие получения объективных и истинных знаний о мире. Классическая стадия имела своей парадигмой механику, ее картина мира строится на принципе жесткого (лапласовского) детерминизма, ей соответствует образ мироздания как часового механизма.
2. Неклассическая наука (первая половина XX в.), исходный пункт которой связан с разработкой релятивистской и квантовой теории, отвергает объективизм классической науки, отбрасывает представление реальности как чего-то не зависящего от средств ее познания, субъективного фактора. Она осмысливает связи между знаниями объекта и характером средств и операций деятельности субъекта. Экспликация этих связей рассматривается в качестве условий объективного и истинного описания и объяснения мира. С неклассической наукой связана парадигма относительности, дискретности, квантования, вероятности, дополнительности.
3. Постнеклассическая наука (вторая половина XX – начало XXI вв.) характеризуется постоянной включенностью субъективной деятельности в «тело знания». Она учитывает соотнесенность характера получаемых знаний об объекте не только с особенностью средств и операций деятельности познающего субъекта, но и с ее ценностно-целевыми структурами. Постнеклассической стадии соответствует парадигма становления и самоорганизации [71].

В текущей литературе концепт КМ обсуждается также в плане соотношения

1. между научной и другими типами КМ, а также между множеством КМ внутри научной, в частности,
2. между общенаучной и частнонаучными КМ и
3. между КМ, формируемыми естественными и гуманитарными науками.

3.2.1. Научная и «ненаучные» КМ. Научной КМ могут быть противопоставлены «ненаучные», к которым относят «наивную» [19], [139], культурологические и религиозные [138], религиозные и философские [80]; художественную и религиозную [120] и т.п.; основанием для разделения при этом служит наличие у разных видов картины мира специфических основной проблемы и основных способов решения этой проблемы [80].

В самом общем виде научная КМ отличается от остальных тем, что строит свои представления о мире на основе причинно-следственных

связей, т.е. представляет все явления окружающего мира как имеющие свои причины и развивающиеся по определенным законам. Специфика научной КМ определяется характеристиками науки как профессиональной деятельности, направленной на получение новых знаний, обладающей качеством самоценности, имеющей рациональный характер (требования логичности и доказуемости) и опирающейся на экспериментальный метод, стремящейся к созданию целостного системного знания [71].

3.2.2. Общенаучная и частнонаучные КМ. Общенаучная КМ чаще всего представляется в качестве некоего проекта, реализация которого затруднено в силу принципиальных причин: «в перспективе введение понятия «картина мира» было нацелено на обобщенное представление о мире или на некую общую онтологию и мировоззрение, научное не только в том, что оно вырабатывается научной философией, но и в том, что оно выработано всей совокупностью наук. Однако поскольку этот синтез наук еще не свершился в настоящее время и частные науки обладают значительной самостоятельностью, возникло определенное противоречие между построением общенаучной картины мира и частнонаучными картинами мира» [54].

В отсутствии построенной общенаучной КМ, как уже отмечалось, ее функции приписываются одной из частнонаучных КМ: «Например, для всего классического естествознания это была физическая картина мира, разработанная в механике Ньютона. «Механицизм» по существу и означает ни что иное как признание и утверждение физической картины мира как общенаучной для всех других наук (химии, биологии, геологии, астрономии, физиологии, и даже социологии и политологии). В неклассическом естествознании на статус общенаучной картины мира по-прежнему претендовала физическая картина мира, однако уже та, которая лежала не в основе классической механики, а в основе теории относительности и квантовой механики. ... Для неклассического естествознания общенаучной картиной мира стал в конечном счете синтез физической, биологической и теоретико-системной картин мира. Современное же постнеклассическое естествознание пытается дополнить этот синтез идеями целесообразности и разумности всего существующего. По степени своей общности современная общенаучная картина мира все ближе приближается к философской онтологии» [36].

Цибулевский А.Ю. полагает, что основу синтеза всего научного знания может составить системология: «За последние четверть века в естествознании возникло, оформилось и активно развивается масштабное междисциплинарное движение (иногда называемое теорией динамических систем), направленное на исследование сложных открытых систем (космических, биологических, социальных и др.). В его структуре представлено множество теорий, концепций и гипотез, но стратегическими, безусловно, являются системология и синергетика. Именно последние во главу угла ставят изучение общих закономерно-

стей возникновения и эволюции сложных систем различной природы, выявление фундаментальных принципов их организации и функционирования» [134].

Пример программы построения постнеклассической общенаучной КМ можно найти и в работе Л.А.Гореликова: «Целостный образ действительности формируется в процессе творческих усилий философии с целью логического синтеза потенциалов религии и искусства, научного и обыденного сознания. Предпосылкой создания такой универсальной модели бытия должно стать построение на основе социокультурных императивов рационального мышления общенаучной картины мира, представленной единством физической, биологической и социально-научной картин мира и раскрывающей предельно широкие связи земного бытия в пространстве и времени. В контексте выявления универсальных зависимостей современной научной картины мира философская рефлексия должна установить в круге специальных дисциплин наиболее перспективную отрасль знания, в содержании которой наука преодолевает в максимальной степени фрагментарность своих взглядов и выражает целостный строй действительности в предельно концентрированном виде, раскрывая внутреннее единство естественно-научных и духовно-нравственных потенциалов общественной жизни» [18].

Постнеклассическая наука стремится преодолеть рамки между научным и ненаучными способами отношения к действительности, поэтому трансформируется и отношение к ранее не имевшему перспектив в качестве ведущего при построении общенаучной КМ гуманитарному знанию: «Гуманитарная картина мира — это наддисциплинарная система научных и вненаучных знаний, которая определяет целостное видение мира сквозь призму фундаментальных гуманистических ценностей, креативных качеств сознания человека, человекоразмерности и природообразности, гармоничной связи человека с Миром и выполняет мировоззренческую и миросберегающую функции. ... разработка в системе картин мира, еще одной, гуманитарной КМ - не просто добавляет к имеющимся КМ соответствующие частные знания, а, напротив, выступает в виде интегрирующего блока общего знания, непротиворечиво объединяющего научные и вненаучные знания, гуманитарную и негуманитарную культуру на базе общих антропных и социальных принципов гармонии» [53].

На роль объединителя научных и вненаучных форм познания делает заявку синергетика как новая исследовательская парадигма: синтез любых знаний предполагается совершить благодаря использованию в качестве единого понятийно-категориального аппарата вырабатываемых здесь понятий, которые, с точки зрения представителей данного направления, настолько универсальны, что позволяют стирать границы между наукой, искусством и религией: «достаточно широкое распространение получил язык креативной триады, применяемый в космогонических мифах и различных (преимущественно восточных) фило-

софских учениях. Понятия хаоса, логоса, инь, ян, космоса получили хождение и в научной среде. Изменился язык науки, на смену однозначному понятию приходит многозначный символ, концепт. А если язык науки становится символичен, то неизбежно сближение науки с искусством и религией» [47].

3.2.3. КМ, формируемыми естественными и гуманитарными науками. Однако более распространенным в настоящее время остается представление о целесообразности поддержания границ научного знания и реализации потенциала тех специфических методов и средств, которые отличают научный способ познания от других. Более того, до сих пор нет полной уверенности в том, что на современном уровне развития наука готова отказаться от противопоставления естественнонаучной и гуманитарно-научной КМ по их предметам и по явно несовпадающим представлениям о критериях научности.

По мнению Л.А.Гореликова, «Наиболее явно такое разномыслие обнаруживается в математической «строгости», формальной «нейтральности» естественных и технических наук и субъективной «возвышенности», идеальности гуманитарных и социальных дисциплин» [18]. Такой типично гуманитарной науке как история, - указывает В.С.Шмаков, - присущи эпистемологические особенности, которые входят в противоречие с естественнонаучными стандартами: субъективность, индивидуальность, автономность, анонимность, историзм; кроме этого, необходимо учитывать в специфике формирования исторической картины мира и философские представления, лежащие в основе существующей парадигмы научного мышления, мировоззренческие позиции ученого и научного сообщества [152]. По оценке Е.А.Кроткова, возможности теоретического моделирования как одного из ведущих методов «благополучных в эпистемическом отношении» наук не могут быть полноценно реализованы при изучении специфического «универсума гуманитарного дискурса», поскольку его составляют явления, наделенные особыми (нефизическими) свойствами, многие из которых изменяются от одной социальной группы к другой, от эпохи к эпохе», имеют качества многоаспектности и многофакторности. «По этой причине возможности формулирования номологических высказываний, построения теорий в этой области знаний пока весьма ограничены» [60].

Безотносительно к проблеме возможности ликвидации разрыва между естественнонаучным и научно-гуманитарным знанием или все-поглощающего синтеза всех форм знания вообще, в приложении к несравненно более узкому вопросу о функционировании концепта КМ в научном дискурсе можно сказать, что противопоставление естественных и гуманитарных наук оказывается в определенной степени оправданным. Анализ источников выявляет следующую специфику использования концепта КМ: для естественнонаучного подхода характерно отношение к КМ как к результату специально организованной познавательной деятельности совокупного субъекта, в роли которого

выступает научное сообщество, для гуманитарного — как к предмету познания, существующему независимо от познающего субъекта. Данное различие очевидным образом проявляется при сравнении двух определений КМ. Одно из них — уже частично приводившееся, принадлежит философу А.Г.Спиркину, для которого естественные науки являются универсальным эталоном познавательной практики: КМ — это синтез знаний людей о природе и социальной реальности; создание общей КМ — задача всех областей знания [123]. Другое сформулировала гуманитарий-лингвист В.М.Постовалова: КМ — это исходный глобальный образ мира, лежащий в основе мировидения человека, представляющий сущностные свойства мира в понимании ее носителей и являющийся результатом всей духовной активности человека [90]. Очевидно расхождение по отмеченному критерию: в первом случае КМ предстает как планомерно разрабатываемый специальными исполнителями и средствами проект; во втором — как ментальное образование, автономное не только от наблюдателя, но и в значительной степени от воли и действий своего носителя, и неопределенное по источникам своего происхождения.

Следует уточнить, что о роли концепта КМ в дискурсе естественных наук можно говорить скорее условно, поскольку на самом деле здесь он практически не встречается в первичных научных публикациях, посвященных описанию результатов исследований, то есть, не входит в необходимый инструментарий исследовательской деятельности. Потребность в нем возникает при осуществлении рефлексии научного познания, где он встраивается в ряд таких понятий, как «парадигма», «методологические установки», «эпоха развития» и т.п. Поэтому достаточно часто концепт КМ появляется в публикациях, затрагивающих вопросы причин, условий и форм принципиальных изменений, парадигмальных сдвигов, «революций» в науке, например: «В одном случае трансформация картины мира происходит без изменения идеалов и норм исследования. В этом смысле показательны революция в медицине, связанная с открытием Вильямом Гарвеем большого и малого кругов кровообращения (1628); революция в математике в связи с открытием дифференциального исчисления (И. Ньютон и Г. В. Лейбниц); открытие кислородной теории Лавуазье; переход от механической картины мира к электромеханической в связи с открытием теории электромагнитного поля и т.д. Все эти революции не привели к смене познавательных установок классической физики, идеалов и норм исследования. В то же время в других случаях происходили радикальные изменения в самой картине мира, в системе идеалов и норм науки. Так, открытие термодинамики и последовавшая в середине XX в. квантово-механическая революция привели не только к переосмыслению научной картины мира, но и к полному парадигмальному сдвигу, меняющему стандарты, идеалы и нормы исследования. Отвергалась субъективно-объективная оппозиция, менялись способы описания и обоснования знания, признавались вероятностная природа изучаемых

систем, нелинейность и бифуркационность развития... Наука превратилась в непосредственную производительную силу общества. Перемены произошли и в общественном разделении труда» [128].

Как правило, изменения КМ проявляются в привнесении новых компонентов и последующей перестройке системы научных представлений, включающей в себя образование новых центров развития познания, переосмысление в рамках новой периферии и/или смещение на периферию развития дисциплины тех компонентов, которые выполняли такую центральную функцию в прежней КМ. Иными словами, при смене набора познавательных средств не столько меняется глубина и ширина представлений об исследуемом предмете, сколько перестраивается система предметов исследования. Описание когнитивных и мировоззренческих сдвигов, происходящих в столь широких масштабах, требует применения особого исследовательского аппарата, формируемого в рамках философско-методологической подсистемы науки. Именно поэтому тексты, в которых термин КМ применяется в отношении естественнонаучного знания, относятся к категории методологических, ср.: «Формирование синергетического видения мира в геологии означает смену парадигмы и концептуальный переход от картины мира, организованной на идеях бытия, стабильности, порядка, где системы поддерживали свое равновесие посредством отрицательной обратной связи (гомеостазис) к картине мира, основанной на идеях становления, самоподдерживаемого развития, хаоса, генерирующего новые упорядоченные эволюционирующие структуры, быстрых процессов эволюции благодаря нелинейной положительной обратной связи, коэволюции, то есть взаимно согласованной эволюции различных сложных систем» [154].

Другая сфера применения концепта КМ в имеющем отношение к естественным наукам дискурсе связана с формированием корпуса вторичных публикаций — прежде всего, учебных, а также справочных и реферативных, где он выполняет функции средства синтеза устоявшихся в определенной дисциплине знаний и базы для проведения систематизации понятийного аппарата.

В качестве типичной в этом отношении можно сослаться на публикацию В.С.Даниловой и Н.Н.Кожевникова [6], в которой выдвинута задача построения географической КМ как части общенаучной. Сама эта задача видится как дидактическая необходимость представления накопленной разнообразной информации в таком виде, чтобы она была, как некая обобщенная картина, доступна для «охвата взглядом»: ««географическая научная картина мира» - это научный термин философии науки, который тесно связан с формирующимся в настоящее время курсом «История и философия науки». ...Географическая картина мира строится на основе идей физической географии, которые могут быть обобщены на всю Метагалактику. Везде, где есть «геологическая жизнь», происходит формирование рельефа, можно говорить о различного рода стоках, хотя их носителями могут быть азот, жидкий

кислород и другие вещества. Присутствие атмосфер позволяет говорить о климате. То есть развитие представлений о «географической картине мира» ... обладает значительным эвристическим потенциалом и весьма продуктивно». Здесь же описывается и программа построения географической КМ, которая при отвлечении от предметной специфики может служить макетом для построения частнонаучной КМ вообще: «Для формирования географической картины мира необходимо рассмотреть три отдельных блока проблем: 1) Уточнение исходных терминов, понятий, основных концептуальных идей. 2) Сравнительный анализ целостных, системных концепций, которые могут быть использованы в качестве структуры географической картины мира. 3) Выявление основных контуров географической картины в контексте современной общенаучной картины мира».

Итак, концепт КМ в его аспекте, имеющим отношение к стандартам получения научного знания, реализуется прежде всего в методологической составляющей естественнонаучного дискурса. Преобладающее значение структурного и функционального аспектов КМ более характерно для гуманитарного знания.

3.3. Гуманитарный дискурс: структурный аспект концепта КМ

В типичных научных работах гуманитарной направленности исследование КМ конкретизируется в задаче моделирования предмета, существующего независимо от исследователя.

Ярким отличием от описанного для естественнонаучного дискурса положения термина КМ является его активное использование в первичных научно-гуманитарных публикациях. Так, поиск на портале *dissertCat* дал в качестве результата ссылки всего на 67 048 документов, содержащих термин «картина мира», что свидетельствует о крайне широкой его представленности в научном дискурсе. Анализ 500 диссертационных работ, защита которых состоялась в 2000-2015 гг., показал следующее распределение использования термина по научным специальностям:

- филология: 381
- философия: 46
- культурология: 35
- педагогика: 25
- психология: 7
- история: 3
- социология: 1
- антропология: 1

Даже с учетом того, что к категории философских работ относится некоторая часть, рассматривающая проблемы КМ в контексте естественных наук, совершенно очевидным является абсолютное домини-

рование гуманитарного знания в плане использования конструкта КМ, а высокая частотность именно в первичных публикациях свидетельствует о его актуальности как средства приобретения нового знания в соответствующих дисциплинах.

В этом отношении и отмеченное выше отсутствие устоявшихся и общепринятых представлений о содержании терминов, в которых участвует словосочетание «картина мира» может рассматриваться как одно из проявлений активного процесса становления концепта КМ в гуманитарном дискурсе. Так, в языкоznании, где, судя по приведенным нами данным, концепт КМ оказывается наиболее востребованным, активное обсуждение соотношения высокочастотных для лингвистических текстов терминов «языковая КМ» и «концептуальная КМ» не привело до настоящего времени к консенсусу взглядов ([13], [17] и др.).

В современной лингвистике КМ понимается как совокупность знаний о мире, запечатленных в лексике, фразеологии, грамматике [78].

Н.С.Новикова и Н.В.Черемисина выделили комплекс бинарных оппозиций, определяющих систематику языковых КМ.

1. Универсальная и идиоэтническая.
2. И в универсальной, и в идиоэтнической картине мира различаются миры материальный (реальный) и духовный (ментальный); эмпирический и рациональный; миры пространственные и временные.
3. Как в универсальной, так и в идиоэтнической языковых картинах мира противопоставляются миры реальный и фантастический, реальный и мифологический, земной и небесный, природы и человека.
4. В пределах общей идиоэтнической языковой картины мира противопоставляются общенациональная (общезвестная) языковая картина мира и языковые картины мира, ограниченные социальной сферой - территориально (диалекты, говоры) и профессионально (подъязыки наук и ремесел); выделяется множество "возможных миров соответствующих тем или иным стереотипным ситуациям".
5. В функционировании идиоэтнической языковой картины мира противопоставляются мир речи взрослых людей и мир детской речи.
6. В индивидуальной языковой картине мира и во всех текстах одного автора, т.е. в макротексте идиостиля, также можно выделить более частные миры: внешний и внутренний [83].

Выше уже говорилось об условности выделения рассматриваемых гносеологического, структурного и функционального аспектов концепта КМ как изолированных друг от друга. В определениях языковой КМ, разумеется, присутствуют указания на ее происхождение в практике субъекта и на то, как ее характеристики влияют на деятельность субъекта-носителя. В публикациях дефиниции языковой КМ, приводимые при постановке проблемы исследования, содержат пере-

числение всех указанных аспектов, например: «языковая картина мира - ментально-лингвальное образование, информация об окружающей действительности, запечатленная в индивидуальном или коллективном сознании и репрезентирующаяся средствами языка. ... В процессе деятельности человек познает объективный мир и фиксирует результаты познания в слове. Совокупность этих знаний, представленных в языковой форме, и является языковой картиной мира» [25]. Однако в качестве предмета собственно исследовательской деятельности в языкоznании выделяется именно структурный аспект языковой КМ.

В качестве компонентов структуры КМ в языкоznании могут выступать образования различного рода: лексические единицы и их отдельные компоненты («лексическая» /«морфологическая КМ» Л.Вайсбера); слова, формативы и средства связи между предложениями, а также синтаксические конструкции (Б.А.Серебренников); термины и онимы (Н.А.Максимчук); концепты (Д.С.Лихачев); концептуальные системы (Р.И.Павиленис), концептуальные области (Ю.С.Степанов, В.П.Нерознак, В.А.Маслова); этнолингвистические стереотипы (Б.Потье) и пр. [5], [33], [73], [113].

Одним из самых распространенных способов членения языковой КМ является полевой подход: ««Поле» отражает определенный «участок» нашего мира и весьма рельефно раскрывает смысловые особенности лексических единиц» [85].

Принципы полевой концепции изложены в работе И.А.Стернина: «Поле представляет собой инвентарь элементов, связанных между собой системными отношениями Поле образуется из составных частей — микрополей, число которых должно быть не меньше двух. Поле имеет вертикальную и горизонтальную организацию. Вертикальная организация — структура микрополей, горизонтальная — взаимоотношение микрополей. В составе поля выделяются ядерные и периферийные конституенты. Ядро консолидируется вокруг компонента-доминанты. ... Граница между ядром и периферией является размытой, нечеткой. ... Разные поля отчасти накладываются друг на друга, образуя зоны постепенных переходов, что является законом полевой организации системы языка [125].

Описаны и исследуются такие разновидности, как поля парадигматические, синтагматические, ассоциативные, понятийные, морфосемантические, функционально-семантические, мотивационные и др. [40].

Приводимые ниже примеры свидетельствуют о пронизанности современных научных представлений о языке идеей структурированного пространства:

- пространство медиадискурса формируется за счет зон пересечения медиа с другими дискурсами; общественная коммуникация спонтанно или намеренно организуется в определенные прагматически и тематически сфокусированные пространства — дискурсы, особые, «возможные миры»; ... дискурсивное юридическое ме-

диапространство будут составлять тексты, рожденные на стыке юридического дискурса и дискурса другого типа [117];

- континуум институционального спортивного дискурса представляет собой сложное многоплановое образование ... Ядром СД является дискурс «профессиональных» и отчасти «полупрофессиональных» участников спортивной деятельности (спортсменов, тренеров, судей, администраторов, врачей, механиков и т.д.), ближнюю периферию составляют спортивно-учебный и спортивно-научный дискурсы, ... дальняя же периферия включает в себя разновидности СД, объединенные лишь общей содер- жательной базой («отнесенность к спортивной деятельности»), и характеризуется вариативностью всех остальных дискурсивных характеристик [50].

Закономерным образом такого рода пространственные представления оформляются с помощью метафоры «картина»: «спортивная языковая картина мира представляет собой совокупность определенных компонентов, в которую входят представления, понятия, концепты из данной области человеческой деятельности. Вербализуясь, данные компоненты формируют сложное структурно-смысловое образование, отражающее спортивный континуум» [112].

Культурологические дисциплины также пользуются концептом КМ в качестве средства оформления представлений о структуре исследуемых феноменов. Так, Ю.Н.Гирин в КМ авангарда как «культурной целостности» выделяет в качестве взаимодополняющих компонентов «комплексы мифологем, культурных архетипов, кодов, представлений, идеологем, стростков смыслов»; при этом структуропорождение рассматривается в качестве имманентного свойства КМ, реализующейся в разной мере на разных этапах развития культуры: «Сама утопистская тенденция авангардистской эпохи изначально вела от «распыленной» картины мира, от космистской, метафизической тотальности к дисциплинирующей дух «сделанности», «порядку», конструктивистской строгости и лаконизму, к замкнутости, коллективистской сомкнутости и единению» [14].

Культурологические разновидности концепта КМ тяготеют к метафорам многомерности, параметричности, составности самого моделируемого пространства: «Культурная картина мира — понятие, которое ... трактуется как наиболее общий образ мира, включающий в себя логические и образные представления в форме системы художественных констант и динамических структур и цепочек (дискурсивных практик, кодов и т.д.) ... В каждой культуре складывается специфический строй сознания, где эти и другие универсалии обретают как общий, так и специфический вид. Это и есть основные параметры культурной картины мира [54]. А.Я.Гуревич при описании исторически обусловленных картин мира применяет образ координатной сетки, образуемой основными универсальными категориями культуры, при посредстве которых люди воспринимают действительность и строят образ мира, существую-

ющий в их сознании [25]. С.В.Лурье выделяет в этнической КМ два уровня: 1) базовый - систему этнических констант, то есть «бессознательных комплексов, складывающихся в процессе адаптации человеческого коллектива (этноса) к окружающей природно-социальной среде, и определяющих собой характер действия человека в мире, который специфичен для культуры данного народа», и 2) уровень ценностных доминант: смыслы, значения, отношения, представления, рефлексии, которые представляют собой стремление человека наделить смыслами, значениями предметы, вещи, явления, устанавливая связи между ними и тем самым создавая целесообразную структуру мира [57].

Значимость структурного аспекта концепта КМ проявляется и при описании ее функций, главной из которых называется дифференциация, упорядочивание, структурирование окружающего мира с целью «придать смысл и значение явлениям и феноменам действительности для осуществления целесообразной предметно-практической деятельности» [79]. Таким образом, средством структурирования пространства культурной КМ выступает наделение ее фрагментов смыслом, в другом варианте называния — «миропонимание» [127]. Другим принципом организации является оппозиционность: «для всех людей, по-видимому, характерна бинарная оппозиция (основной инструмент при описании или реконструкции КМ) ... У любого народа будет свое представление о добре и зле, о нормах и ценностях» [60].

Активно исследуемым предметом в культурологии является художественная картина мира, под которой понимается «эмоционально-логическая основа мировоззрения личности, сложное универсальное образование, которое используется во всех видах искусства и включает в равной мере культурную, концептуальную, эмоциональную составляющие, репрезентованные в их знаковой форме» [86]. В художественной КМ наиболее отчетливо, по сравнению с другими формами КМ, выражен эмоциональный компонент; реализацией художественной КМ является художественный текст [100].

Членение художественной картины мира зависит от авторских установок, например: «Трехчастная картина мира, по мнению большинства художников, состоит из верхней (небесной), средней (человеческой), нижней (подземной) сфер» [51]. Ю.М.Лотман указывал на пространственные координаты художественной реальности как наиболее значимые элементы структуры картины мира; запечатленная в словесной форме, «пространственная картина мира многослойна: она включает в себя и мифологический универсум, и научное моделирование, и бытовой «здравый смысл» [48].

Приведенные примеры наглядно демонстрируют существование в языкоznании и культурологии выраженного тренда на разработку прежде всего структурного аспекта концепта КМ.

3.4. Гуманитарный дискурс: функциональный аспект концепта КМ

Способность КМ оказывать регулирующее воздействие на текущую деятельность субъекта характерен, как мы говорили, для методологического подхода к концепту в рамках естественнонаучного дискурса. Там научным КМ придают функцию формирования перспективных исследовательских программ. В стихийном же своем виде данный аспект феномена КМ реализует себя в практике субъекта и становится предметом исследования в тех гуманитарных дисциплинах, которые направлены прежде всего на изучение свойств субъекта, форм и факторов его поведения. Применение концепта КМ в данном случае призвано служить средством для перехода от разрозненных данных о наблюдаемой активности субъекта к построению эмпирической или теоретической модели, непротиворечиво объясняющей специфику этой активности, например: «Можно сказать, что картина мира выполняет роль некой карты-схемы жизненного пространства и времени человека, отношений между объектами жизнеустроительного и жизнедестинного порядка, управляемых определенными, разделяемыми именно этим человеком правилами... картина мира представляет собой основу, фундамент мировосприятия, опираясь на который человек действует в мире» [20].

При функциональном подходе принципиальное значение придается регуляторной функции КМ, как можно видеть на следующих примерах: «Эколого-гуманистическая картина мира ребенка есть синкретичное предметно-чувственное образование, выступающее не как пассивно-отражательное, а как активно-конструирующее начало построения им пространства собственных отношений с окружающим миром на основе качественного преобразования освоенных им эколого-гуманистических знаний, умений, навыков» [72]; «Качественная структура социальной картины мира проявляется в отношении к социальной действительности: отношение к проводимым реформам, отношение к взаимодействию между государством и человеком, отношение к положению страны в мире, а также эмоциональном отношении к ситуации в стране» [9] и т.п.

Кроме того, закономерным образом здесь на первый план выходит специфика порождающего КМ опыта, который, формируясь, начинает определять параметры дальнейшего взаимодействия человека с данной сферой реальности. В связи с этим обстоятельством логика образования новых терминов, включающих в себя формант «КМ», заключается в том, что обозначение, характеризующее сферу человеческой практики, служит определителем и для описываемой исследователем формы КМ, например: социальная реальность — социальная КМ [9], медиа-реальность — медиа КМ [56] или журналистская КМ [77], гендерная реальность — гендерная КМ [54], [8], ценностная составляющая жизни человека — аксиологическая КМ [1], правовая культура — пра-

вовая КМ [55], педагогическая практика — педагогическая КМ [126] и т.п. Дробление может происходить вплоть до сенсорных модальностей, и тогда выделяются, например, перцептивная КМ индивида [74], его визуальная КМ [20] и далее — цветовая КМ [136]. Подобного рода терминологические новообразования призваны зафиксировать существование относительно автономных сред жизненной практики человека, в каждой из которых он реализует свойственные именно данной среде механизмы и сценарии поведения. Соответственно многообразию жизненных сред предполагается наличие у субъекта пересекающихся или непересекающихся КМ, в каждой из которых аккумулируется, систематизируется и интерпретируется специфический опыт. Сюда же относятся и случаи выделения таких разновидностей индивидуальной КМ, как рациональная, житейская и мифологическая [130].

Отметим, что исследования перечисленных выше разновидностей КМ могут относиться к различным дисциплинам — языкоznанию, культурологии, психологии, педагогике; поэтому средствами осуществляющей в них реконструкции КМ выступают свойственные для данных дисциплин методы. Однако объединить их позволяет именно актуализация функционального подхода в исследовании КМ, при которой, например, языковая КМ предстает прежде всего в качестве «контекста познавательной и практической деятельности человека» [41], источника «адаптационно-деятельностных моделей поведения личности как представителя этноса» [37] и именно в этом своем качестве вызывает интерес исследователя.

Другой исследовательский ход предполагает в качестве основания для выделения разновидностей КМ ее принадлежность определенному субъекту, вернее, типу субъектов-носителей, объединяемых интересующими исследователя особенностями. Например, В.В.Абраменкова описывает «детскую КМ» как особую систему значений, представлений, отношений ребенка к окружающей среде, другим людям и себе самому в определенной социальной ситуации развития [10]. Имеются работы, в которых моделируются КМ молодежи [56], зрелых и пожилых людей [119]. С помощью концепта КМ систематизируются представления о психологических особенностях людей, имеющих экстремальный опыт, например, детей, оставшихся без попечения родителей [153], подростков, воспитывавшихся в семьях с алкогольной зависимостью [122] или людей, переживших землетрясение [79]. В исторических работах встречаются такие варианты, как, например, «КМ человека Древней Руси»; здесь также подчеркивается, что КМ, отражая жизненные позиции людей, их ценностные ориентации, принципы различных сфер деятельности, определяет тем самым своеобразие восприятия и интерпретации любых событий и явлений [15].

Помимо специфики опыта в качестве факторов формирования субъективной КМ выступают особенности субъекта, его половозрастные, когнитивные, эмоционально-мотивационные и др. свойства личности [9]. В некоторых случаях речь может идти о ярко выраженной спе-

цификае КМ, и тогда в тексте появляются такие обозначения, как «враждебная» КМ [55], [111]; «пессимистическая», «шизоидная» КМ [61], «толерантная» КМ [2] или «КМ суицидента» [84] и т.п.

Итак, спецификой описанного варианта применения концепта КМ является направленность на его функциональную составляющую, связанную с регулятивной функцией КМ как ментального образования.

Если обсуждать функционирование концепта КМ в гуманитарном дискурсе в целом, то, по-видимому, выявленное нами различие можно попытаться объяснить как следствие особенностей выделения предмета. Лингвистику и культурологию интересует, если можно так выразиться, «ставшая» КМ, в которой следы имевшего место формирования обнаруживаются в деталях описываемого исследователем «ландшафта»: «Процесс структурирования научно-нормативной КМ заключается в формировании вокруг базовых (ключевых) терминов и имен собственных терминологических и ономастических структур, проявляющих основные предметно-логические ... связи термина и ассоциативно-культурные отношения онима. При этом все знание, составляющее содержание научно-нормативную КМ, может быть расположено в рамках пространственных и временных координат» [73]. Психология и педагогика (и не только они) пытаются найти способы исследования КМ в процессе ее функционирования и формирования, что открывает возможности для установления закономерностей, описывающих причинно-следственные и реципрокные связи в системе «КМ — деятельность», учета факторов и форм реализации КМ в практике конкретных субъектов. Такого рода подход соответствует общей направленности на получение знания с практической целью, а именно для организации поддерживающей оптимальное развитие и функционирование среды или коррекции неблагоприятных условий.

Нам удалось осветить только небольшую часть многограновой и разнообразной проблематики, связанной с функционированием в научном дискурсе концепта КМ. Описанные в настоящей работе закономерности являются результатом абстрагирования от множества, в ряде случаев существенных, деталей, которые необходимо учесть при дальнейшей разработке темы. Ее необходимость можно проиллюстрировать следующим высказыванием: «Понятие картины мира действительно важно для современной науки, и оно требует четкого определения, поскольку неопределенность данного понятия и вольное обращение с ним не позволяет представителям разных дисциплин понять друг друга и достичь согласованности в описании мира средствами разных наук» [69].

3.5. Выводы

1. Обзор научной литературы показал популярность термина КМ, что свидетельствует о выраженном интересе к обозначаемому с его помощью концепте как средстве познавательной деятельно-

3*

сти. Однако, как отмечают специалисты–методологи, в настоящий момент следует говорить о недостаточной разработанности и сформированности данного концепта, и о необходимости приведении его содержания к требованиям, предъявляемым научным понятиям.

2. К общим моментам содержания концепта КМ в научной литературе можно отнести такие характеристики, как порождение ее в ходе взаимодействия субъекта с реальностью; собственно «картинность», то есть способность представлять отражаемое в виде некоторой целостности; наличие структуры; способность на основе отражения опыта предшествующего взаимодействия субъекта с реальностью опосредовать дальнейшее взаимодействие. В соответствие с этими характеристиками можно выделить следующие аспекты применения концепта КМ: гносеологический, структурный и функциональный (регуляторный).
3. В актуальном научном дискурсе наблюдаются различия в использовании концепта КМ в зависимости от дисциплинарной принадлежности публикаций. В самом общем виде различия сводятся к тому, рассматривается ли КМ как результат познавательной деятельности и ее рефлексии (философский и естественнонаучный дискурс) либо же как объективная данность, требующая своего изучения (гуманитарный дискурс).
4. Степень актуализированности выделенных аспектов концепта КМ находится в зависимости от дисциплинарной принадлежности дискурса: для естественнонаучного дискурса характерна разработка прежде всего гносеологического аспекта, для гуманитарных дисциплин, исследующих КМ на уровне знаковых систем (пример: филология), — структурный, для гуманитарных дисциплин, занимающихся реконструкцией КМ действующих субъектов (пример: psychology), — функциональный.

Г л а в а 4
МОДЕЛЬ КАРТИНЫ МИРА

4.1. Модель картины мира. Синтаксический уровень

Исследование феномена целенаправленного поведения и моделирование такового входит в число важнейших проблем искусственного интеллекта. Одной из основных задач в этой области является синтез целенаправленного поведения в условиях как статической, так и динамической среды. Эта задача рассматривается как задача поиска, имеющая комбинаторный характер, а основные усилия при ее решении направлены на борьбу с вычислительной сложностью.

Первой и важнейшей фазой синтеза целенаправленного поведения является выдвижение цели — целеполагание, которое, тем не менее, в исследованиях по искусственному интеллекту обычно не рассматривается — цель или множество целей считаются заданными. Связано это, по-видимому, с ограниченностью символического подхода, культивируемого в искусственном интеллекте. Пути преодоления этого ограничения представлены в настоящей работе.

Для этого будут введены и изучены некоторые конструкции, а именно знак и его компоненты: имя, образ, значение и личностный смысл. Эти конструкции отнесем к, условно говоря, внешнему или синтаксическому уровню картины мира субъекта поведения. Внутренний или семантический уровень содержит основные процедуры, интерпретирующие синтаксические конструкции внешнего уровня.

Описание семантического уровня выходит за пределы настоящей работы; заметим лишь, что образы на семантическом уровне интерпретируются процедурами распознавания образов и некоторыми алгебраическими конструкциями над ними, значения и личностные смыслы — множествами правил и стратегиями их применения (хорошо известными в искусственном интеллекте). Поэтому пока что вместо детального описания семантического уровня будем апеллировать к знаниям читателя в области распознавания образов и представления знаний.

Вначале уточним понятие знака и покажем, что элементарный шаг возникновения или модификации картины мира субъекта действования можно представить как процесс формирования (или актуализации) знака. Затем будет описан процесс самоорганизации на множестве знаков, который становится возможным благодаря наличию в структуре каждого знака четырех компонент. Это позволит далее рассмотреть различные известные в психологии феномены, в частности, различные типы картин мира субъектов и важнейшие функции сознания: рефлексию, осознание мотива и целеполагание.

4.1.1. Знак — базовый элемент картины мира. По представлениям психологов [131, 132] когнитивные функции субъекта, носителя картины мира, работают в двух «режимах»: биологическом и культурном. В первом режиме базовой отправной точкой работы психики является сигнал — абиотический стимул, используемый субъектом как указатель на определенный биотический стимул, при этом психические

функции работают на распознавание биологически значимой ситуации удовлетворения некоторой потребности (физиологической или социальной). Во втором режиме определяющую роль играет знак — материальный объект, его свойство или некоторое явление, используемые субъектом как указатель на смысл события, т.е. на собственное желание или желание другого. Знак в этом случае связывает природное и культурное явления, а психические функции работают над задачей понимания сообщения. В данной главе будет рассмотрен внешний, синтаксический уровень модели картины мира, в которой когнитивные функции выполняются именно в знаковом, культурном «режиме».

По А.Н. Леонтьеву [43] представление каждого объекта или процесса в картине мира включает три компоненты: *образ явления, его значение и личностные смыслы* субъекта, связанные с этим явлением. Для краткости далее вместо словосочетания представление каждого явления в картине мира будет использоваться словосочетание элемент картины мира.

Образ явления представляет собой процедуру обнаружения и отделения этого явления от других, которая реализуется либо низкоуровневыми физиологическими механизмами восприятия, либо высокоуровневыми действиями, требующими специального предварительного акта планирования. Значение представляет собой выработанные в рамках культурно-исторического процесса коллективом, которому принадлежит данный субъект, общепринятые способы использования данного явления в деятельности субъекта, в том числе наборы ситуаций с участием данного явления, в которых принято совершать определенные действия. Наконец, личностный смысл определяет отношение данного явления к той или иной потребности субъекта, которая может быть удовлетворена с помощью набора действий, определяемых самим субъектом на основе своего опыта.

Образ потенциального элемента картины мира, его значение и смыслы могут не связываться в единое целое, и тогда не происходит формирования (в филогенезе) или актуализации (в микротекстах) знака. В таком случае психическое отражение фиксирует для субъекта не личностный, а *биологический смысл* объекта, не образ мышления, но образ восприятия (*перцепт*), и *функциональное значение* объекта в решаемой задаче вместо значения, выработанного в ходе общественно-исторической практики. Такое внезнаковое отражение реальности позволяет осуществлять лишь «парные» переходы между двумя компонентами знания о явлении:

- от перцепта к функциональному значению — выбор способа использования конкретного объекта,
- от функционального значения к биологическому смыслу — выбор «цели» для конкретного действия,
- от биологического смысла к перцепту — выбор конкретного объекта, удовлетворяющего заданным критериям.

Поскольку три аспекта знания об объекте связаны в этом случае лишь парными зависимостями, то нужен «внешний наблюдатель», чтобы увидеть, что это три компонента отражения одного явления реального мира [131].

До момента связывания в знак три компоненты будем называть перцептом, биологическим смыслом и функциональным значением соответственно. Связывание упомянутых трех компонент в единую структуру позволяет перейти к рассмотрению явления как целостного и существующего независимо от текущего состояния действующего субъекта. Такое связывание становится возможным благодаря именованию возникающей структуры, что приводит к конструкции, называемой *знаком*. При этом знак и его компоненты становятся элементами языковой системы, т.е. осуществляется включение знака в картину мира субъекта (чего не происходит без именования). Сам объект приобретает при этом устойчивое и общепринятое значение, личный опыт действования с ним отражается в личностном смысле как компоненте знака, а событие восприятия объекта, представляющее собой в простейшем случае отражение в симультанном «рисунке» процедуры воспроизведения свойств объекта моторикой воспринимающего органа, фиксируется как образ явления.

Процесс формирование нового знака.

Следуя [97] приведем схему процесса формирования (актуализации) знака.

0. Локализация явления. Происходит это в пространстве, в котором наряду с четырьмя измерениями физического пространства–времени существует пятое квази–измерение — измерение значений [44]. При этом субъект определяет положение явления относительно самого себя. Это значит, что он должен реализовывать функцию самосознания (рефлексию), знать свои «координаты» в этом пространстве, т.е. пребывать, как говорят психиатры, в состоянии ясного сознания (уметь определить не только физические, но и социальные параметры самого себя и ситуации, в которой он оказался).
1. Формирование перцепта. Основано на работе процедуры воспроизведения свойств явления моторикой воспринимающего органа (для живых существ) или на обработке методами распознавания образов информации, снимаемой с датчиков (для искусственных систем).
2. Порождение на основе прошлого опыта или на основе прецедентов в виде множества пар «перцепт — функциональное значение» и сформированного на шаге 1 перцепта — функционального значения явления.
3. Оценка специальным механизмом степени близости функционального значения, полученного на стадии 2 к функциональному значению, полученному на стадии 0; в случае недостаточной бли-

зости — переход к шагу 1 и продолжение формирования перцепта (в психологии сенсорно-перцептивных процессов этот механизм получил название «сенсорная уверенность»).

4. Стадии 1–3 выполняются до получения степени близости, достаточной с точки зрения специального механизма, упомянутого на шаге 3.
5. Получение субъектом из культурной среды, аккумулированной в системе естественного языка, пары «имя знака — значение» и оценка специальным механизмом степени близости функционального значения, построенного на стадии 4 к значению, полученному из культурной среды; в случае недостаточной близости — переход к шагу 1 и продолжение формирования перцепта.
6. Связывание имени из пары «имя знака — значение» с перцептом, построенным после завершения выполнения шагов 1–5. С этого момента перцепт превращается в образ.
7. Формирование личностных смыслов знака на основе прецедентов действий с явлением.
8. Связывание имени из пары «имя знака — значение» со сформированным личностным смыслом. С этого момента функциональное значение превращается в значение, а биологический смысл — в личностный смысл.
9. Продолжение отображения «биологический смысл — перцепт» включением в область определения отображения личностного смысла, полученного в предыдущем пункте, а в область значений — образа из шага 6.

В результате образован знак, соответствующий явлению. При этом следует отметить, что в следствие шага 2 формирование знака вне культурной среды невозможно. Далее будет дано уточнение приведенной схемы.

Компоненты знака и процедуры связывания.

Итак, пусть:

- A — множество смыслов (как личностных, так и биологических),
- M — множество значений,
- P — множество признаков объектов.

Тогда:

- $a \subseteq A$ — подмножество множества личностных смыслов (возможно пустое),
- $m \subseteq M$ — подмножество множества значений (функциональное либо культурно-историческое),
- $p \subseteq P$ — подмножество множества признаков (перцепт либо образ) (рис. 4.1).

Переходы от множества признаков P к его различным подмножествам реализуются благодаря наличию у субъекта действования встроенных процедур распознавания образов. Процесс формирования знака начинается с работы именно этих процедур. Благодаря им происходит

переход от универсального множества свойств P к его подмножеству, представляющему рассматриваемое явление и отделяющему его от остальных. На первом этапе формирования знака этот процесс приводит к формированию образа восприятия или перцепта. На внутреннем или семантическом уровне построению перцепта соответствует последовательное применение некоторого множества процедур распознавания образов, чему посвящен параграф ??.

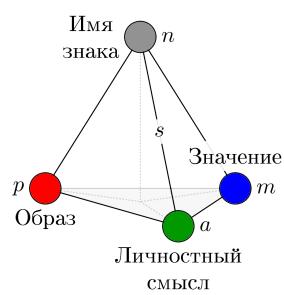


Рис. 4.1. Знак и его структура

знаку, которые некоторым образом связываются с личностным смыслом a . Эти связи определяются некоторыми функциональными значениями s , которые некоторым образом связываются с значением m .

Введем далее отображения связывания. Заметим, что эти отображения являются частичными функциями из булевых алгебр P , M и A в булевые алгебры M , A и P соответственно. Наша цель — продемонстрировать, каким образом эти отображения строятся субъектом деятельности. Разумеется, будем полагать, что субъект уже обладает минимальным опытом, т.е. ранее выполнял какие-то действия.

Первое из таких отображений $\Psi_p^m : 2^P \rightarrow 2^M$ — процедура связывания образа (или перцепта) p с (функциональным) значением m так, что $\Psi_p^m(p^{(i)}) = m^{(i)}$, где $p^{(i)} \in 2^P$, $m^{(i)} \in 2^M$, 2^P и 2^M — булевы алгебры P и M соответственно.

Второе отображение $\Psi_m^a : 2^M \rightarrow 2^A$ связывает значения (или функциональные значения) с личностными (или биологическими) смыслами таким образом, что $\Psi_m^a(m^{(i)}) = a^{(i)}$, где $m^{(i)} \in 2^M$, $a^{(i)} \in 2^A$, 2^A — булевая алгебра A . Отображение $\Psi_a^p : 2^A \rightarrow 2^P$ связывает личностные (или биологические) смыслы с образом (перцептом) так, что $\Psi_a^p(a^{(i)}) = p^{(i+1)}$, где $a^{(i)} \in 2^A$, $p^{(i+1)} \in 2^P$.

Все перечисленные выше процедуры являются итерационными (верхние индексы в скобках соответствуют номеру итерации). Действуя на основе приведенной в начале настоящего параграфа схемы рассмотрим стадии формирования знака предмета в микрогенезе или стадии актуализации знака.

Что касается значения m , то на первом этапе формирования знака подмножество m из M есть функциональные назначения предмета, т.е. способы его использования, далее превращающиеся в значения. Итерационная процедура формирования функционального значения подробно описана в параграфе ??.

Подмножество a множества личностных смыслов A возникает благодаря опыту действования с предметом. Всякое подмножество личностных смыслов a будем интерпретировать как множество таких действий с предметом, соответствующим специальным механизмом оценены как успешные. Этот «специальный» механизм есть одна из процедур самосознания и в данной работе подробно не рассматривается. Формирование личностного смысла осуществляется на основе прецедентов.

Формирование функционального значения и образа восприятия.

Как было сказано выше, считается, что субъект обладает некоторым опытом действования, который зафиксирован, в частности, в прецедентах (примерах) применения отображения $\Psi_p^m : 2^P \rightarrow 2^M$. Будем считать, что множество прецедентов есть множество упорядоченных пар вида $\langle p, m \rangle$ таких, что $\Psi_p^m(p^{(i)}) = m^{(i)}$, где $p^{(i)} \in 2^P$, $m^{(i)} \in 2^M$.

Применим для описания процесса формирования перцепта и функционального значения элементарные топологические соображения. Заметим, что (P, T_P) и (M, T_M) суть дискретные топологические пространства с топологиями $T_P = 2^P$ и $T_M = 2^M$ соответственно. Тогда отображение $\Psi_p^m : 2^P \rightarrow 2^M$ есть отображение топологического пространства (P, T_P) в топологическое пространство (M, T_M) . Пусть $N = \langle i_1, i_2, \dots, i_n \rangle$ — последовательность итераций отображения Ψ_p^m топологического пространства (P, T_P) в топологическое пространство (M, T_M) . Тогда бинарное отношение \geqslant является направлением на N , а $(\Psi_p^m|N, \geqslant)$ — последовательностью по направленному множеству N . Поскольку $\Psi_p^m(p^{(i)}) = m^{(i)}$, где $m^{(i)} \in (M, T_M)$, то Ψ_p^m — направленность в M .

Пусть m — некоторая точка в пространстве (M, T_M) , σ — система окрестностей точки m . В результате применения отображения Ψ_m^p (т.е. отображения, обратного Ψ_p^m) возникает некоторый начальный перцепт $p^{(0)}$.

В результате работы механизмов распознавания образов (рассмотрение которых здесь опущено) в (P, T_P) формируется перцепт $p^{(1)}$. Отображение Ψ_p^m ставит ему в соответствие функциональное значение $m^{(1)}$ из (M, T_M) .

Далее возможны три случая:

1. $m^{(1)} = m$,
2. $m^{(1)} \notin \sigma$,
3. $m^{(1)} \in \sigma$.

Начнем со случая 2. Для большей определенности допустим, что $p^{(1)}$ — одноэлементное множество. Тогда если $m^{(1)} \notin \sigma$, то следует выбрать, вообще говоря, другое одноэлементное множество $p^{(2)}$ и вновь применить отображение $\Psi_p^m(p^{(2)}) = m^{(2)}$. Содержательно это означает, что признак $p^{(1)}$ был выбран неудачно и не являлся существенным. С точки зрения распознавания образов требуется настройка процедур распознавания. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет получен случай 3.

В случае 3 имеет место следующее: тогда и только тогда, когда, начиная с некоторого k , последовательность (Ψ_p^m, \geqslant) по направленному множеству $(\Psi_p^m|N, \geqslant)$ остается в окрестности σ точки m , тогда она сходится к точке m . Однако топология (M, T_M) является дискретной, в которой любое множество открыто; тогда из того, что m — предел последовательности (Ψ_p^m, \geqslant) , следует, что $m^{(i)} = m$, начи-

ная с некоторого k . Этим исчерпывается и случай 1. Следовательно, $p^{(i)} = (\Psi_p^m)^{-1}(m) = \Psi_m^p(m)$.

Далее в соответствие с приведенной схемой субъект получает из внешней культурно-исторической среды пару «имя — значение» — $\langle n, m^0 \rangle$. Пусть σ^0 — система окрестностей точки m^0 в (M, T_M) . Тогда вновь следует рассмотреть три случая:

1. $m = m^0$,
2. $m \notin \sigma^0$,
3. $m \in \sigma^0$.

Если $m \notin \sigma^0$, то необходимо вновь применить процедуры распознавания и отображение Ψ_p^m до тех пор, пока не будет получен случай 3. Остается только использовать приведенные в предыдущем абзаце соображения, заменив σ на σ^0 , а m — на m^0 . Завершается эта стадия монотонным продолжением функции Ψ_p^m на множество $\{\langle p^{(i)}, m^0 \rangle\}$.

4.1.2. Именование. Будем рассматривать процедуру получения из внешней среды пары $\langle n, m \rangle$ как функцию $\mathfrak{M}(n)$, выдающую по имени n значение m . Тогда $(\Psi_p^m)^{-1}(\mathfrak{M}(n))$ есть функция, присваивающая имя n перцепту p' . Обозначим ее через $\mathfrak{P}(n)$. Иначе говоря, $\mathfrak{P}(n)$ есть функция именования перцепта. С получением имени n перцепт p' превращается в образ p . На следующем шаге выполняется именование биологических смыслов и тем самым — трансформация их в личностные смыслы.

Множество личностных смыслов, как было замечено выше, формируется на основе опыта действий субъекта деятельности с предметом, соответствующим рассматриваемому знаку, и оценки успешности этих действий с помощью механизмов самосознания. Для определенности будем полагать, что этот опыт зафиксирован в отображении $a = \Psi_m^a(m)$, т.е. в виде пары $\langle m, a \rangle$. Тогда функция $\mathfrak{A}(n)$ именования биологического смысла a' будет иметь следующий вид: $\mathfrak{A}(n) = \Psi_m^a(\mathfrak{M}(n))$. Биологический смысл a' становится личностным смыслом a (рис. 4.2). Завершается этот процесс монотонным продолжением функции Ψ_a^p на множество $\{a\}$.

Легко видеть, что имеют место следующие факты.

Утверждение 1 Если s — знак, p , m , a — его образ, значение и личностный смысл, соответственно, то тройка $\langle p, m, a \rangle$ есть неподвижная точка оператора $\Psi_a^p \Psi_m^a \Psi_p^m$.

Доказательство. Действительно, если n — имя знака s , то тогда значениями функций именования \mathfrak{P} , \mathfrak{M} и \mathfrak{A} в точке n являются соответствующие компоненты знака. В этом случае из определения процедур связывания следует, что $\Psi_p^m(\mathfrak{P}(n)) = \mathfrak{M}(n)$, $\Psi_m^a(\mathfrak{M}(n)) = \mathfrak{A}(n)$ и $\Psi_a^p(\mathfrak{A}(n)) = \mathfrak{P}(n)$. Рассмотрим пространство Z , в котором каждая точка z_i представлена тройкой $\langle p_i, m_i, a_i \rangle$. В этом пространстве действие операторов Ψ_x^y , $x, y \in \{p, m, a\}$, является поокординатным преобразованием точки, т.е. применение, к примеру, оператора Ψ_p^m к точке $z_i = \langle p_i, m_i, a_i \rangle$ означает преобразование второй координаты таким

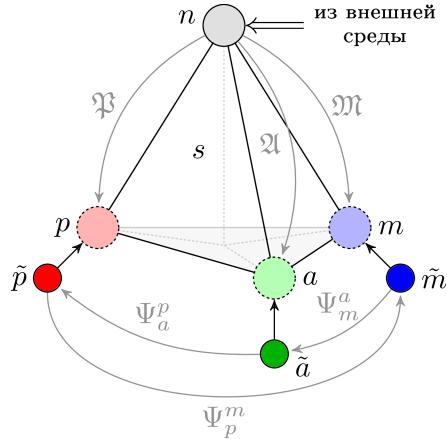


Рис. 4.2. Процедуры связывания компонент знака и функция именования

образом, что в результирующей точке $z'_i = \langle p_i, m'_i, a_i \rangle$ $m'_i = \Psi_p^m(p_i)$. Тогда последовательное покоординатное применение операторов Ψ_a^p , Ψ_m^a , Ψ_p^m к точке $\langle p, m, a \rangle$, для которой существуют указанные выше функции именования, не приведет к изменению ее координат, т.е. $\Psi_a^p \Psi_m^a \Psi_p^m(\langle p, m, a \rangle) = \langle p, m, a \rangle$, что и требовалось доказать. ■

Утверждение 2 Если s — знак, то $\Psi_m^a \Psi_p^m \Psi_a^p$, $\Psi_a^p \Psi_m^a \Psi_p^m$ и $\Psi_p^m \Psi_a^p \Psi_m^a$ — тождественные операторы.

Доказательство. Так как задан знак со своими компонентами, то выполняется условие утверждения 1 и действие оператора $\Psi_a^p \Psi_m^a \Psi_p^m$ можно записать следующим образом: $p = \Psi_a^p(a) = \Psi_a^p(\Psi_m^a(m)) = \Psi_a^p(\Psi_m^a(\Psi_p^m(p)))$, что и означает тождественность данного оператора. Аналогичным образом записывается тождественность остальных операторов. ■

Утверждение 3 Если s — знак, то $\Psi_p^m(\mathfrak{P}(n)) = \mathfrak{M}(n)$, $\Psi_m^a \Psi_p^m(\mathfrak{P}(n)) = \mathfrak{A}(n)$.

Доказательство. Данные тождества следуют из доказательства утверждения 1. ■

Подобным образом записываются еще шесть фактов такого рода.

4.1.3. Процедуры самоорганизации. Рассмотрим структуры, которые могут возникать на множестве знаков как результат их самоорганизации. Моделирование самоорганизации в картине мира позволяет операционализировать представления об «активности знаний» [99], сформировавшееся в искусственном интеллекте под влиянием предложенной Л. Фестингером в 1956 г. концепции побуждающей роли знаний в поведении человека. Согласно Л. Фестингеру, знания не просто накапливаются и используются субъектом — знания живут своей жизнью, вступают в отношения, образуют то гармоничные, со-

гласованные системы представлений, то оказываются втянуты в конфликты и противопоставляются друг другу. Последний случай, случай рассогласования в знаниях, и выступает как побуждающая поведение сила: «...взгляды и установки имеют свойство объединяться в систему, характеризующуюся согласованностью входящих в нее элементов ...существование противоречивых отношений между отдельными элементами в системе знаний, само по себе является мотивирующим фактором» [133].

Отношения и операции на множестве образов.

Пусть $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$ — множество знаков, $p = (x_1, x_2, \dots, x_g)$ и $q = (y_1, y_2, \dots, y_h)$ — образы знаков s_p и s_q соответственно ($p, q \in (2, \dots, k)$). Пусть π — множество образов знаков из S . Образы p и q из π суть множества значений признаков; индексы признаков указывают на их принадлежность тем или иным множествам признаков (доменам); так равенство $i = j$ свидетельствует о принадлежности значений признаков x_i и y_j одному и тому же множеству, например X_i .

Упорядоченные множества $\tau_p = \langle i_1, i_2, \dots, i_p \rangle$ и $\tau_q = \langle j_1, j_2, \dots, j_q \rangle$, где $i_1, i_2, \dots, i_p \in (1, \dots, g)$, $j_1, j_2, \dots, j_q \in (1, \dots, h)$, будем называть типами образов знаков s_p и s_q соответственно.

Введем оператор Pat , который для всякого знака s_p , просматривает все остальные знаки и выполняет указанные ниже действия (пополняет бинарные отношения).

1. Если для знака s_p и некоторого знака s_q ($p \neq q$) $\tau_p = \tau_q$ и $x_i = y_i$, то $R_1 := R_1 \cup \{(p, q)\}$, $R_1 \subseteq \pi \times \pi$.

Легко видеть, что отношение R_1 является отношением эквивалентности на множестве образов π . Определенные ниже отношения R_2 , R_3 , R_4 есть отношения включения, сходства и противопоставления соответственно.

2. Если для знака s_p и некоторого знака s_q $\tau_p \subset \tau_q$ и $\forall i \in \tau_p$ имеет место $x_i = y_i$, то $R_2 := R_2 \cup \{(p, q)\}$, $R_2 \subseteq \pi \times \pi$ (отношение включения).
3. Если для знака s_p и некоторого знака s_q $\tau_p \cap \tau_q \neq \emptyset$ и $\forall i \in (\tau_p \cap \tau_q)$ имеет место $x_i = y_i$, то $R_3 := R_3 \cup \{(p, q)\}$, $R_3 \subseteq \pi \times \pi$ (отношение сходства).
4. Если для знака s_p и некоторого знака s_q $\tau_p \cap \tau_q \neq \emptyset$ и $\forall i \in (\tau_p \cap \tau_q)$ имеет место $x_i \neq y_i$, то $R_4 := R_4 \cup \{(p, q)\}$, $R_4 \subseteq \pi \times \pi$ (отношение противопоставления).

По существу, приведенные определения суть процедуры порождения новых элементов отношений на множестве знаков. Стартуя всякий раз, когда множество знаков пополняется новым знаком (или когда множество знаков начинает использоваться), описанные процедуры либо формируют новое отношение, либо пополняют какое-либо из отношений на знаках новым элементом. Это означает, что взаимодействие образов различных знаков приводит к формированию на множестве образов неоднородной семантической сети [91] с четырьмя типами

отношений: эквивалентность образов, включение образов, сходство образов и противопоставление образов.

Рассмотрим в качестве примера операцию обобщения. Частичная операция обобщения Θ определена на множестве пар образов, принадлежащих отношению R_3 ; результатом работы Θ является новый образ, включающий все общие признаки исходных образов. Пусть π — множество образов, $p_1, p_2 \in \pi$, $p_1 = (x_1, x_2, \dots, x_g)$ и $p_2 = (y_1, y_2, \dots, y_h)$, тогда $\Theta : \pi \times \pi \rightarrow \pi$ так, что для всяких $p_1, p_2 \in \pi$ таких, что $(p_1, p_2) \in R_3$, $\Theta(p_1, p_2) = p_3$, где $p_3 = (z_1, z_2, \dots, z_l)$ так, что для $\forall j \exists j, k$, такие, что $z_i = x_j = y_k$.

Построенный в результате выполнения операции обобщения образ может послужить основой для формирования нового знака. Новый знак образуется аналогично формированию знака, описанному в разд. ??, с некоторыми модификациями.

1. Порождение на основе прошлого опыта или на основе прецедентов множества пар вида «образ — значение» — значения знака.
2. Получение субъектом из культурной среды, аккумулированной в системе естественного языка, пары «имя знака — значение».
3. Связывание имени из пары «имя знака — значение» с образом.
4. Формирование личностных смыслов знака на основе прецедентов действий с предметами, описываемыми обобщенным образом.
5. Связывание имени из пары «имя знака — значение» со сформированным личностным смыслом.
6. Продолжение отображения «личностный смысл — образ» включением в область определения отображения личностного смысла, полученного в предыдущем пункте, а в область значений — обрата, построенного в п.1.

В результате образуется знак, соответствующий обобщенному образу. При этом пары образов (p_3, p_1) и (p_3, p_2) пополняют отношение включения R_2 . Новый знак s_3 является для знаков s_1 и s_2 их обобщением по образам (рис. 4.3).

Отношения и операции на множестве личностных смыслов.

Как мы видели, с каждым знаком связан некоторый личностный смысл. На множествах личностных смыслов различных знаков оператор *Mean* естественным образом порождает отношения поглощения, противопоставления и агглютинации (т.е. склеивания, присоединения) смыслов. Определим эти отношения. Пусть по-прежнему $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$ — множество знаков.

Введем множество действий ACT и функцию I , отображающую множество личностных смыслов в булеван 2^{ACT} множества действий [96], т.е. функцию, каждому личностному смыслу a из 2^A ставящую в соответствие некоторое подмножество $act \in ACT$: $I : 2^A \rightarrow 2^{ACT}$ так, что для $\forall a \in 2^A I(a) = act$, $act \in 2^{ACT}$.

Для всякого знака s отображение I ставит в соответствие каждому личностному смыслу a этого знака множество действий act , приме-

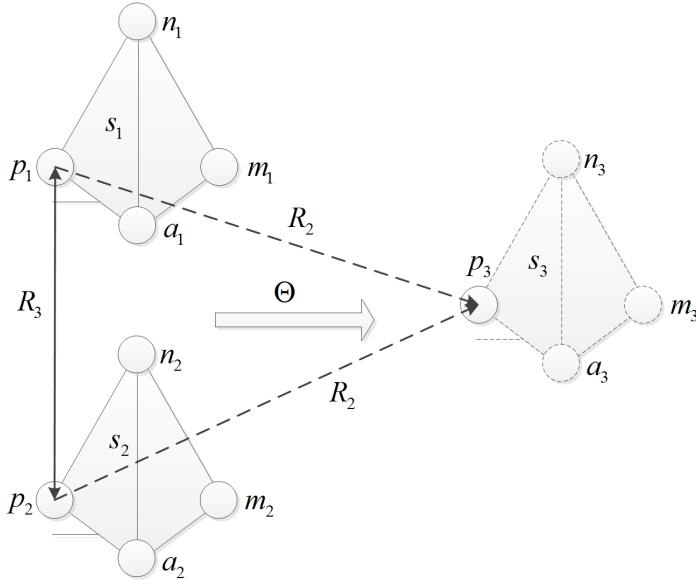


Рис. 4.3. Пример обобщения по признакам. В результате работы операции обобщения Θ пары знаков s_1 и s_2 , принадлежащих отношению сходства R_3 , формируется образ p_3 нового знака s_3 так, что пары (p_3, p_1) и (p_3, p_2) пополняют отношение включения R_2

нимых к объекту, опосредуемому знаком s . Эту функцию назовем интерпретацией.

Пусть теперь $I(a_1) = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_g)$ и $I(a_2) = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_h)$ — интерпретации личностных смыслов знаков s_1 и s_2 . Если действие α_i добавляет некоторый факт [96], а действие β_j удаляет тот же факт [96], то будем говорить, что α_i и β_j противопоставлены друг другу и принадлежат отношению $R_5 := R_5 \cup \{(\alpha_i, \beta_j)\}$, $R_5 \subseteq ACT \times ACT$ — отношению оппозиции, т.е. множеству пар действий, образующих оппозиционные шкалы в смысле [104].

Определим следующие отношения на множестве личностных смыслов:

1. $\sqsubseteq (a_1, a_2)$ или $a_1 \sqsubseteq a_2$ (читается «смысл a_2 поглощает смысл a_1 »), если $I(a_1) \subseteq I(a_2)$;
2. $\perp (a_1, a_2)$ или $a_1 \perp a_2$ («смысл a_1 противопоставлен смыслу a_2 »), если $\exists \alpha_i \in a_1, \beta_j \in a_2$, что $(\alpha_i, \beta_j) \in R_5$;
3. $\sqcup (a_1, a_2, a_3)$ — трехместное отношение агглютинации смыслов, если $I(a_1) \cup I(a_2) = I(a_3)$.

Отношения и операции на множестве значений.

Как было сказано выше, значение всякого знака отражает принятые в обществе способы использования соответствующего знаку предмета и поэтому может интерпретироваться некоторым действием. Тогда ин-

терпретация значения напрямую связана с интерпретациями элементов личностного смысла знака. Отметим, что личностный смысл, в отличие от значения, отражает индивидуальные предпочтения субъекта, в то время как значение отражает принятые в обществе способы использования соответствующего знаку предмета. В лексике языка значение, таким образом, может отражаться некоторой группой синонимичных предикатных слов: глаголом, deverбативом (т. е. отглагольным существительным), причастием, деепричастием, которые единственным образом характеризуются своим набором семантических валентностей [146].

Пусть $I = \{i_1, i_2, \dots, i_q\}$ — множество всех возможных семантических валентностей, тогда каждую группу синонимичных предикатных слов можно характеризовать каким-либо подмножеством этого множества: $I_m = \{j_1, j_2, \dots, j_k\}$, $I_m \subseteq I$. Например, группу предикатных слов движения («ехать», «бежать», «идти») можно охарактеризовать набором семантических валентностей «субъект», «средство», «направление движения», «цель», «количественная характеристика».

Пусть s — некоторый знак со значением m . Экземпляр μ значения m знака s выражается, в силу сказанного, некоторым предикатным словом и семантической валентностью. Это обстоятельство будем обозначать следующим образом: $\mu(I_m, i)$, где $\mu \in m$ — экземпляр значения знака s и $i \in I_m$ — семантическая валентность предикатного слова, характеризуемого набором I_m . На рис. 4.4 приведен пример знака s , значение m которого включает два экземпляра: $\mu_1(I_1, i_3)$ и $\mu_2(I_2, j_2)$.

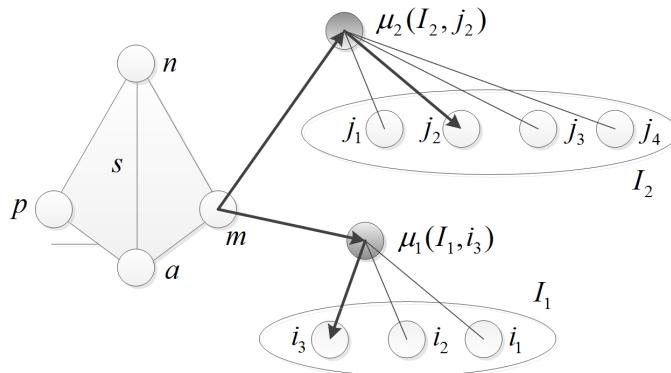


Рис. 4.4. Пример структуры значения m знака s , которое включает в себя два экземпляра $\mu_1(I_1, i_3)$ и $\mu_2(I_2, j_2)$, где $I_1 = \{i_1, i_2, i_3\}$ и $I_2 = \{j_1, j_2, j_3, j_4\}$ — наборы семантических валентностей

Рассмотрим знаки s_1 и s_2 ; $\mu_1(I_1, i)$ и $\mu_2(I_2, j)$ — экземпляры значений s_1 и s_2 соответственно. Введем оператор Des , который для всякого знака s_1 просматривает все остальные знаки и пополняет указанные ниже отношения по следующим правилам.

1. Если $I_1 = I_2$ и $i = j$, то $R'_1 := R'_2 \cup \{(\mu_1, \mu_2)\}$, $R'_2 \subseteq M \times M$.
2. Если для экземпляра значения μ_1 знака s_1 существует экземпляр значения μ_2 знака s_2 такое, что $I_1 \cap I_2 \neq \emptyset$, $I_1 \neq I_2$ и $i = j$, то $R'_2 := R'_1 \cup \{(\mu_1, \mu_2)\}$, $R'_2 \subseteq M \times M$.
3. Если для экземпляра значения μ_1 знака s_1 существует экземпляр значения μ_2 знака s_2 такое, что $I_1 = I_2$, и $i \neq j$, то $R_6 := R_6 \cup \{(\mu_1, \mu_2)\}$, $R_6 \subseteq M \times M$ — ситуационное отношение.

Аналогично отношениям R_1 и R_3 , отношения R'_1 и R'_3 являются соответственно отношениями эквивалентности и сходства на множестве значений.

С каждым экземпляром значения μ связем теперь метку τ , и будем записывать $\mu_1(\tau_1, I_1, i)$ и $\mu_2(\tau_2, I_2, j)$. На множестве меток вводится линейный порядок: для $\forall \tau_1, \tau_2$ справедливо $\tau_1 \leq \tau_2$ либо $\tau_1 \geq \tau_2$. Рассмотрим некоторое отношение на $M \times M$. Ограничение этого отношения на $M_{scen} \times M_{scen}$, где $M_{scen} \subseteq M$, будем называть сценарным отношением R_7 , если оно строится следующим образом.

4. Если $\mu_1 \in M_{scen}$, $\mu_2 \in M_{scen}$, $I_1 \neq I_2$, $i \neq j$ и $\tau_1 < \tau_2$, то $R_7 := R_7 \cup \{(\mu_1, \mu_2)\}$.

Элементарным сценарием, порожденным знаком s , будем называть множество экземпляров значений $M_{est}(s)$ такое, что для $\forall \mu_1 \in M_{est}(s)$ и $\mu_2 \in M_{est}(s)$ имеет место:

- если $\mu_1 \in m$, $\mu_2 \in m$ и $\tau_1 \geq \tau_2$, то $(\mu_1, \mu_2) \in R_7$ (в этом случае сценарное отношение R_7 определено на множестве экземпляров значения знака s , т.е. $M_{scen} = m$);
- если $\mu_1 \in m$ и $\mu_2 \notin m$ и $\tau_1 \geq \tau_2$, то $(\mu_1, \mu_2) \in R_6$.

На рис. 4.5 приведен пример элементарного сценария $M_{est}(s1)$, порожденного знаком s_1 , а именно сформированного двумя экземплярами μ_2 и μ_3 значения знака s_1 такими, что $(\mu_2, \mu_3) \in R_7$. В примере на рис. 4.5 в $M_{est}(s1)$ входят и экземпляры значений μ_1 и μ_4 такие, что $\{(\mu_1, \mu_2), (\mu_3, \mu_4)\} \subseteq R_6$, где μ_1 и μ_4 суть экземпляры значений знаков s_2 и s_3 соответственно.

4.1.4. Типы картин мира. В соответствие с предыдущим параграфом в результате работы механизмов самоорганизации на множестве знаков формируются три основных типа структур. Каждую из них в соответствии с [91] будем называть неоднородной семантической сетью или, поскольку это не приводит к недоразумениям, семантической сетью. Рассмотрим три таких сети.

1. Семантическую сеть $H_P = \langle 2^P, \mathfrak{R}_P \rangle$ на множестве образов, где $\mathfrak{R}_P = \{R_1, R_2, R_3, R_4\}$ — семейство отношений на образах.
2. Семантическую сеть $H_A = \langle 2^A, \mathfrak{R}_A \rangle$ на множестве личностных смыслов, где $\mathfrak{A} = \{R_5\}$ — семейство отношений на личностных смыслах.
3. Семантическую сеть $H_M = \langle 2^M, \mathfrak{R}_M \rangle$ на множестве значений знаков, где $\mathfrak{R}_M = \{R'_1, R'_3, R_6, R_7\}$ — семейство отношений на значениях.

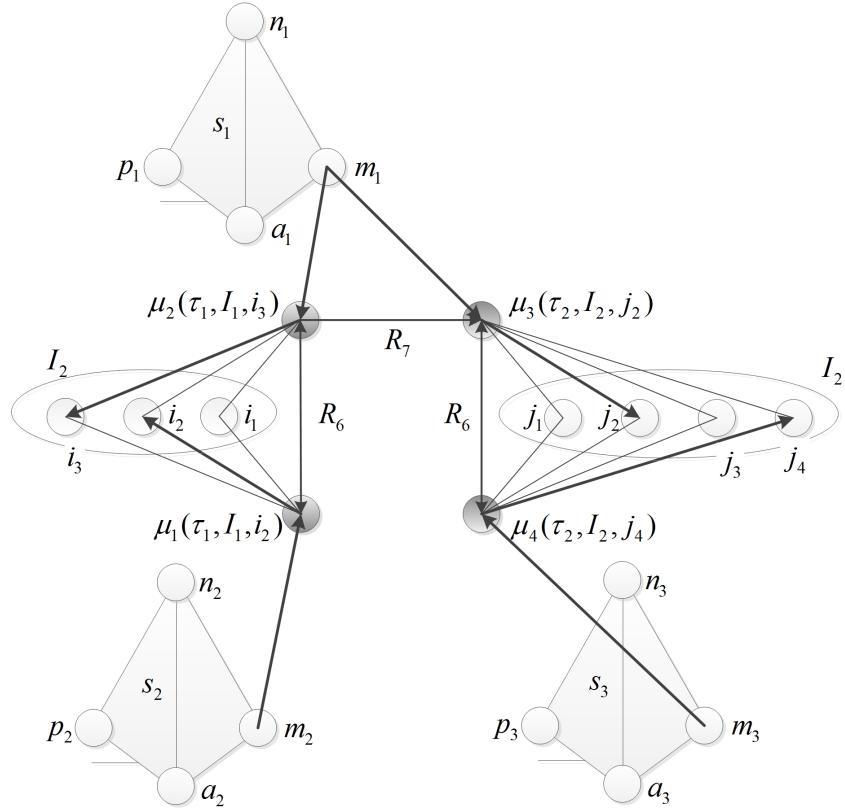


Рис. 4.5. Пример элементарного сценария $M_{est}(s_1) = \{\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4\}$, порожденного значением знака s_1 . Так как в приведенном примере пары экземпляров значений (μ_1, μ_2) и (μ_3, μ_4) принадлежат отношению R_6 , а пара (μ_1, μ_3) — отношению R_7 , то по определению эти экземпляры принадлежат элементарному сценарию $M_{est}(s_1)$

Тройку объектов $H = \langle H_P, H_A, H_M \rangle$ будем называть семиотической сетью. Переходы между сетями H_P, H_A, H_M реализуются, как следует из предыдущего, посредством процедур Ψ_m^a, Ψ_a^p и Ψ_p^m .

Уровень имен знаков может наследовать каждую из описанных выше семантических сетей. Благодаря такому наследованию можно говорить о формировании той или иной семантической сети на уровне знаков (не только на уровне их компонент).

Предлагается выделять три типа картины мира: рациональную, житейскую и мифологическую [131]. Мы видели, что на сети H_P можно определить операции обобщения (и классификации) по признакам (раздел ??). Именно эти операции характерны для рациональной картины мира. На основании этих соображений и ряда психологических

экспериментов (описание которых остается за пределами настоящего доклада) можно полагать, что именно сеть на множестве образов (и ее наследование на уровень имен знаков) лежит в основе рациональной картины мира. Здесь надо подчеркнуть важность слов «в основе». Все типы картин мира используют сети на образах, на смыслах и сценариях, но есть некоторая «управляющая» сеть, которая служит для формулирования цели, поиска подходящих действий, вызова сценариев и изменения личностных смыслов. Например, в рациональной картине мира в сети на образах выполняется выработка цели, затем в сети на значениях находятся подходящие роли в сценарии как условия выполнения действий для достижения цели, далее учитываются смыслы объектов, которые могут быть мотивами или препятствиями, или средствами для достижения цели [132]. Отметим, что могут быть описаны и вырожденные картины мира, в которых используются не три, а только две сети (например, только H_A и H_M для нигилистической картины мира [131]).

Житейская картина мира характеризуется следованием некоторым стереотипам или сценариям поведения. Таким образом, наследование на уровень имен знаков сети на значениях приводит к формированию житейской картины мира. Здесь также следует отметить, что сеть на значениях является лишь ведущей: моделирование, например, картины мира чиновников реализуется на двух сетях — сценариев и личностных смыслов. Поэтому при возникновении нового предмета потребности (например, выделение бюджета на науку и культуру) находится сценарий, в котором смысл цели из амбивалентного превращается в смысл препятствия. Поскольку в этом процессе не присутствуют образы, то речь идет о вырожденной картине мира. В общем случае в житейской картине мира выбранный сценарий (на сети значений) пополняется образами тех объектов (в том числе партнеров), которые наилучшим образом (в соответствии с оценкой на сети смыслов) могут выполнять записанные в сценарии роли (например, начальник подбирает исполнителей в новую группу для «хорошего» выполнения нового вида работ или жених и невеста составляют список гостей на свадьбу в соответствии со своими представлениями о том, как должна выглядеть «хорошая» свадьба).

В мифологической картине мира каждая роль имеет неизменный смысл и заданный образ, т.е. ведущей в этом случае является сеть на смыслах. Иначе говоря, наследование сети H_A на уровень имен знаков приводит к формированию мифологической картины мира.

4.1.5. Планирование и типы картин мира. Рассмотрим механизм планирования, реализуемый в рамках трех описанных картин мира, возникающих благодаря существованию у знака той структуры, которая была определена выше.

Начнем с житейской картины мира (КМ). Представление о желаемом связано здесь с некоторой социальной ситуацией взаимодействия

ствия, задающейся существующими в данном социуме объективными обстоятельствами (собеседование при принятии на работу может быть по-разному устроено в разных сферах деятельности, а сама ситуация возникла в относительно недавнем прошлом; свадьба существует во всех обществах, но ее организация имела большое число вариаций в истории человечества). Поэтому планирование начинается с поиска на сети значений и выбора конкретного значения, за которым стоит определенный сценарий развертывание ситуации. Сценарий же, который некто собирается разыграть, требует уточнения персонажей, объектов и их свойств, что инициирует поиск уже на сети образов. Возможные параметры объектов и исполнителей ролей должны быть рассмотрены с точки зрения их приемлемости и удобства для самого субъекта — ведь в каком костюме идти на собеседование или кого позвать в свидетели на свою свадьбу каждому приходится решать в соответствии со своей уникальной жизненной ситуацией. Это означает, что обнаруженные в ходе исследования параметры объектов должны быть оценены на сети смыслов — в данном случае это будут так называемые операциональные смыслы [137], выявляющие способность тех или иных предметов и людей играть нужные субъекту роли. После этого планирование продолжается на сети значений, где люди и вещи уже рассматриваются под определенным углом зрения, а именно как способные играть определенную роль и как удовлетворяющие запросы субъекта планирования.

В рациональной КМ планирование осуществляется в отношении возможностей изучения заинтересованного объекта. Значение выбранного на сети образов объекта уточняется в ходе рассмотрения тех ситуаций, в которых он мог бы встречаться. Так, археолог планирует поездку в тот регион, в котором происходили интересующие его как историка события, а психолог определяет те ситуации жизнедеятельности испытуемого, в которых действие интересующего его психологического механизма проявляется. Далее, на сети смыслов оцениваются и отбираются с точки зрения полезности для изучения объекта те конкретные ситуации, где он в принципе мог бы проявить себя. Например, психолог отбирает все методики, в которых интересующее его качество, например агрессивность, могло бы проявиться — не только те методики, описание которых содержит указание «направлена на изучение агрессивности», но и все методики, в которых это качество могло бы проявиться как сопутствующее или выступающее под другим именем — например, как категоричность суждений или отсутствие эмпатии. Значение различных действий с объектами наполняется, таким образом, предметным смыслом. Уточненное, операционализированное, представление об объекте превращает его в предмет исследования и, далее, на сети образов могут быть исследованы уже конкретные эмпирические процедуры, реализация которых позволит провести изучение предмета.

Третий тип планирования — планирование, порожденное поиском смысла. Оно начинается со встречи с аффектогенным событием, смысл которого, тем не менее, человеку не удается сразу определить. На сети имен возникает имя с реализованными в образе значением (ситуация с конкретными действующими лицами и объектами), но ни операционные смыслы отдельных объектов и персонажей, ни предметные смыслы совершаемых субъектом в связи с этой ситуацией действий не оказываются достаточными, чтобы исчерпать, снять возникшее у человека эмоциональное напряжение. Тогда на сети образов ищутся такие объекты, которые вместе с образом данного события могли бы быть проявлениями некой обобщенной ситуации. Обобщение осуществляется именно на образах, поэтому значение, к которому они восходят, не совпадает с исходным, предложенным извне, значением события. Переобозначение исходного события таким образом, чтобы оно приобрело смысл, т. е. интерпретация события, осуществляется в три шага. Вначале на сети образов запускается исследование связей образов, входящих в событие, с другими образами, т. е. ищутся ассоциации с образами, построенными на общем эмоциональном отклике на них. Далее на сети значений осуществляется рассмотрение тех ситуаций человеческой жизни, в которых данные объекты (образы) встречаются. Ситуации здесь оказываются максимально обобщенными, охватывающими всю жизнь человека, т. е. архетипическими, выраженными в мифах и прецедентных текстах культуры субъекта планирования. Наконец, на сети смыслов осуществляется оценивание и отбор полученных новых ролей для исходных объектов и персонажей путем создания нарратива, повествования о событии, в котором его личностный смысл для субъекта как целое определял бы круг задействованных объектов, последовательность действий персонажей и подводил бы к завершающей сцене как итогу, содержащему мораль всей истории.

4.2. Модель картины мира. Семантический уровень

Как было сказано в выводах главы ??, внутренний, семантический уровень описания картины мира субъекта деятельности с необходимостью должен быть согласован с нейрофизиологическими данными о строении коры головного мозга человека. В данной главе будет введено такое описание с рядом существенных упрощений, призванных облегчить изложение и позволяющих сконцентрироваться на изучении основных свойств возникающих математических объектов. В начале будет дано семантическое определение образной компоненты и процедуры ее функционирования в процессе восприятия, а затем будут введены описания остальных компонент знака, синтаксические определения которых давались в главе ?. В конце главы дано описание одной из основных функций картины мира — процедуры образования нового знака на семантическом уровне и приведены результаты исследования процесса формирования и связывания образа и значения нового знака.

4.2.1. Образная компонента знака. Основные принципы работы образной компоненты.

Далее будем рассматривать модель образной компоненты знака, которая возникает при описании моделей зрительного восприятия, построенных на следующих основных принципах:

1. иерархичность,
2. реализация функции выдвижения перцептивных гипотез,
3. реализация способности распознавать как динамические так и статические явления,
4. управляемость.

Эти принципы согласуются с выводами, сделанными при анализе существующей литературы по нейрофизиологическим данным (см. параграф 1.6). Приведем обоснование выбора именно этих свойств в качестве базовых для построения семантического уровня модели КМ.

Первый принцип был выдвинут в работах когнитивных психологов А. Тристан (A. M. Triesman) и Дж. Джелед (G. Gelade) [149] и заключается в том, что на уровне работы сетчатки имеется набор базовых признаков или прототипов (на уровне вторичных зрительных отделов коры головного мозга) [144], из которых в процессе обучения образуются более сложные признаки. Из полученных сложных признаков строятся еще более сложные и т. д. При этом процесс восприятия представляет собой последовательную активацию части получающейся иерархии, начиная с базовых признаков и заканчивая сложным объектом, предъявляемым зрительной системе. Основным критерием принадлежности разных признаков одному объекту (сложному признаку) является пространственная и временная когерентность. Иерархичность процесса восприятия, как одного из процессов протекающих в картине мира, также проявляется и в функциональной иерархичности коры головного мозга, что подтверждается большим количеством нейрофизиологических данных [16, 67].

Основной задачей образной компоненты на каждом уровне иерархии, таким образом, становится выявление повторяющихся временных и пространственных шаблонов в поступающем наборе сигналов и низкоуровневых признаков.

По данным анализа движения глаз испытуемых доказано, что любой процесс восприятия, как динамического так и статического явления, представляет собой развернутый во времени процесс, каждый этап которого с той или иной степенью точности предсказывается на основе предыдущих этапов [4, 67]. Именно в этом заключается второй принцип: модель элемента картины мира должна включать в себя процессы выдвижения гипотез о том, какая часть иерархии признаков будет активирована в следующий момент времени.

Третий принцип определяет важность параметра времени: образная компонента должна с самого начала уметь работать с меняющимися во времени признаками, не выделяя явно случай статического изображения. Наконец, четвертый принцип основан на теории активного зрения

и том факте, что каждый этап распознавания признака на каком-либо уровне иерархии в процессе восприятия чередуется с активным этапом моторной реакции. Особенно ярко этот факт проявляется в случае зрительного восприятия при наблюдении саккадических движений глаза.

Учитывая перечисленные принципы, на которых строятся большинство существующих моделей восприятия (не только зрительного), в следующем параграфе вводится определение распознающего автомата, являющегося основным структурным элементом как образной, так и других компонент знака (рис. 4.6). Далее приводится алгоритм работы образной компоненты, исследуется его свойства путем постановки ряда задач распознавания.

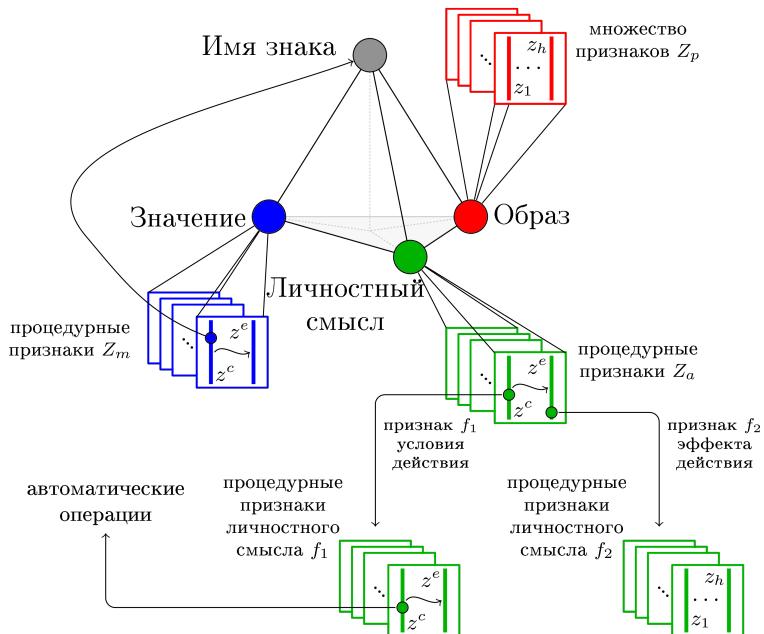


Рис. 4.6. Знак и его компоненты

Распознающий автомат. Рассмотрим автомат R_i^j вида $\langle A, Q, B, \varphi, \eta \rangle$ с множествами входов A , выходов B и состояний Q и определенными в соответствии с нейрофизиологическими данными функциями переходов φ и выходов η . Такой автомат будем называть *распознающим автоматом* уровня j с индексом i или просто R -автоматом. Опишем кратко его автоматную функцию [52], а затем определим алгоритм его работы формально. Для этого воспользуемся понятием *признака*, который будем понимать как составную часть

информационного представления некоторой сущности, явления или процесса [7].

Каждый распознающий автомат распознает или, применительно к низкоуровневым сигналам, измеряет, некоторые признаки на основе входного вектора данных. Процесс распознавания (измерения) заключается в сопоставлении признака числу, которое определяет оценку успешности построения (измерения) признака из составляющих его входных признаков, информация о которых содержится во входном векторе. Такое число будем называть *весом признака*.

Входной вектор, в свою очередь, представляет собой вектор весов признаков предыдущего уровня иерархии, по которым распознаются выходные признаки. Распознающий автомат обладает множеством состояний, каждое из которых представляет собой набор бинарных матриц, каждый столбец которых задает ожидание входных признаков в следующий момент времени. Такие матрицы будем называть *матрицами предсказаний*. Опишем сказанное более строго.

Пусть заданы множества \mathcal{R} и \mathcal{F} . Множество \mathcal{R} будем называть совокупностью распознающих автоматов, а множество \mathcal{F} — совокупностью допустимых признаков. Введем бинарное отношение \dashv , определенное на паре множеств \mathcal{F} и \mathcal{R} , и будем читать $f_k \dashv R_i^j$, $f_k \in \mathcal{F}$, как «признак f_k распознается R -автоматом R_i^j » или как «признак f_k измеряется R -автоматом R_i^j ». Множество всех распознаваемых R -автоматом R_i^j признаков будем обозначать F_i^{*j} , т.е. $\forall f^* \in F_i^{*j} f^* \dashv R_i^j, F_i^{*j} \subseteq \mathcal{F}$.

Рассмотрим связный ориентированный (ярусный) граф $G_R = (V, E)$, где $V = \mathcal{R}$ — множество вершин, $E \subset \mathcal{R} \times \mathcal{R}$ — множество ребер. Каждая вершина v , принадлежащую j -ому ярусу графа G_R , является распознающим автоматом $R_{i_1}^{j_1}$ уровня j_1 , а ребро $e = (R_{i_1}^{j_1}, R_{i_2}^{j_2}) \in E$ обозначает иерархическую связь между R -автоматом $R_{i_1}^{j_1}$ и R -автоматом $R_{i_2}^{j_2}$. R -автомат $R_{i_1}^{j_1}$ в данном случае будем называть дочерним, а R -автомат $R_{i_2}^{j_2}$ — родительским (рис. 4.7).

Рассмотрим распознающий автомат R_i^j . Определим множество $F_i^j \subseteq \mathcal{F}$ таких признаков, что для любого $f \in F_i^j$ существует распознающий автомат R_k^{j-1} уровня $j-1$, дочерний по отношению к R -автомату R_i^j , такой, что $f \dashv R_k^{j-1}$. Такое множество F_i^j будем называть совокупностью входных признаков распознающего автомата R_i^j . Некоторые части векторов весов выходных признаков распознающих автоматов $R_{i_1}^j, R_{i_2}^j, \dots, R_{i_q}^j$ путем конкатенации составляют вектор весов входных признаков для родительского автомата R_k^{j+1} следующего уровня иерархии.

Для каждого признака $f^* \in F_i^{*j}$ введем функцию распознавания $\hat{f}: X \rightarrow \mathbb{R}$, $\hat{f}(x_1, \dots, x_q) = x^*$, где $x^* \in [0, 1]$ — вес распознаваемого признака f^* в выходном векторе, а $x_1, \dots, x_q \in [0, 1]$ — веса признаков из

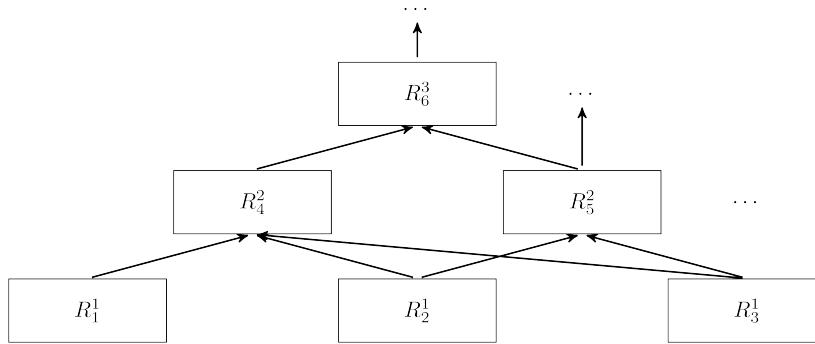


Рис. 4.7. Пример иерархии распознающих автоматов. Так, узел $R_{i_2}^{j_2}$ является родительским распознающим автоматом, а узел $R_{i_1}^{j_1}$ — дочерним автоматом

множества F_i^j в текущем входном векторе. Множество таких функций для распознающего автомата R_i^j обозначим как \widehat{F}_i^j .

Пусть мощность множества распознаваемых признаков F_i^{*j} и множества функций распознавания \widehat{F}_i^j равна l_i^j , а мощность множества входных признаков F_i^j равна q_i^j . Введем упорядоченное множество локальных моментов времени T_i^j для распознающего автомата R_i^j . Будем называть *вычислительным циклом* полуинтервал между соседними моментами времени поступления сигналов обратной связи с верхнего уровня иерархии (см. ниже). Для каждого распознающего автомата определим характеристическое время h_i^j , за которое выполняется один цикл вычисления.

В начале s -ого цикла вычисления (момент времени $\tau_s \in T_i^j$) распознающий автомат R_i^j получает на вход вектор длины l_i^j ожиданий $\widehat{x}_i^{j+1}(\tau_s)$, вычисляемый по формуле среднего от векторов ожиданий, поступающих от родительских относительно R -автомата R_i^j распознающих автоматов R_k^{j+1} :

$$\widehat{x}_i^{j+1}(\tau_s) = \frac{1}{N_i^j} \sum_{k \in K_i^{j+1}} \widehat{x}_k^{j+1}(\tau_s), \quad (4.1)$$

где N_i^j - количество родительских R -автоматов, K_i^{j+1} - множество индексов родительских относительно R_i^j распознающих автоматов. Далее в каждый момент времени $t \in T_i^j$, $\tau_s \leq t \leq \tau_s + h_i^j$, распознающий автомат R_i^j получает на вход вектор весов $\bar{x}_i^j(t)$ входных признаков из множества F_i^j длины l_i^j , вычисляет выходной вектор весов $\bar{x}_i^{*j}(t)$ распознаваемых признаков из множества F_i^{*j} длины l_i^j , вычисляет вектор ожиданий $\widehat{x}_i^j(t)$ входных признаков в следующий момент времени

длины q_i^j (рис. 4.8). Параметр h_i^j , таким образом, служит характеристикой глубины памяти R -автомата.

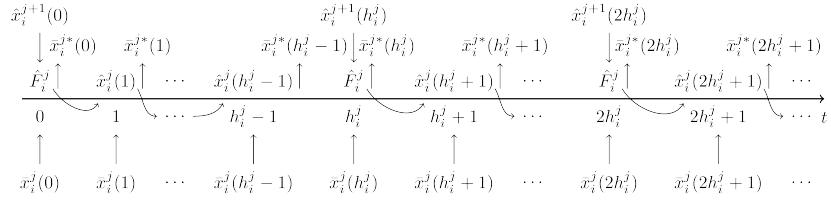


Рис. 4.8. Вычислительные циклы распознающего автомата. В моменты времени $0, h_i^j, 2h_i^j, \dots$ происходит определение нового начального состояния

Алгоритм \mathfrak{A}_{th} работы распознающего автомата.

Будем рассматривать распознающий автомат R_i^j как автомат с конечным множеством состояний. Для этого каждой функции распознавания \hat{f}_k из множества \widehat{F}_i^j будем ставить в соответствие набор матриц предсказания $Z_k = \{Z_1^k, \dots, Z_m^k\}$ размерности $q_i^j \times h_i^j$, где h_i^j — характерное время распознающего автомата R_i^j . Столбец $\bar{z}_u^r = (z_{u1}^k, \dots, z_{uq}^k)$ матрицы Z_r^k интерпретируется как вектор предсказания присутствия входных признаков из множества F_i^j в момент времени $\tau_s + u$, при этом $z_{uv}^k \in \{0, 1\}$, т.е. вектор \bar{z}_u^r является булевым вектором. Сама матрица Z_r^k задает, таким образом, последовательность событий, наличие которых свидетельствует о присутствии распознаваемого функцией \hat{f}_k признака. Множество всех матриц предсказания распознающего автомата R_i^j будем обозначать как \mathcal{Z}_i^j .

Таким образом, R -автомат R_i^j является бесконечным автоматом Мили с переменной структурой и конечной памятью и определяется следующим набором $R_i^j = \langle X_i^j \times \widehat{X}_i^{j+1}, 2^{\mathcal{Z}_i^j}, X_i^{*j} \times \widehat{X}_i^j, \varphi_i^j, \vec{\eta}_i^j \rangle$, где

- X_i^j — множество входных сигналов (пространство векторов длины q_i^j действительных чисел от 0 до 1),
- X_i^{*j} — множество выходных сигналов (пространство векторов длины l_i^j действительных чисел от 0 до 1),
- \widehat{X}_i^{j+1} — множество управляющих сигналов с верхнего уровня иерархии (пространство векторов длины l_i^j действительных чисел от 0 до 1),
- \widehat{X}_i^j — множество управляющих сигналов на нижний уровень иерархии (пространство векторов длины q_i^j действительных чисел от 0 до 1),
- $2^{\mathcal{Z}_i^j}$ — множество состояний (множество подмножеств множества матриц предсказания),
- $\varphi_i^j : X_i^j \times \widehat{X}_i^{j+1} \rightarrow 2^{\mathcal{Z}_i^j}$ — функция переходов,
- $\vec{\eta}_i^j : 2^{\mathcal{Z}_i^j} \rightarrow X_i^{*j} \times \widehat{X}_i^j$ — вектор-функция выходов.

Для удобства определения автоматной функции обозначим *входное воздействие* через $\omega_i^j : T \rightarrow X_i^j$, а *выходную величину* через $\gamma_i^j : T \rightarrow X_i^{*j}$ как это принято в теории динамических систем [42] (Рисунок ??).

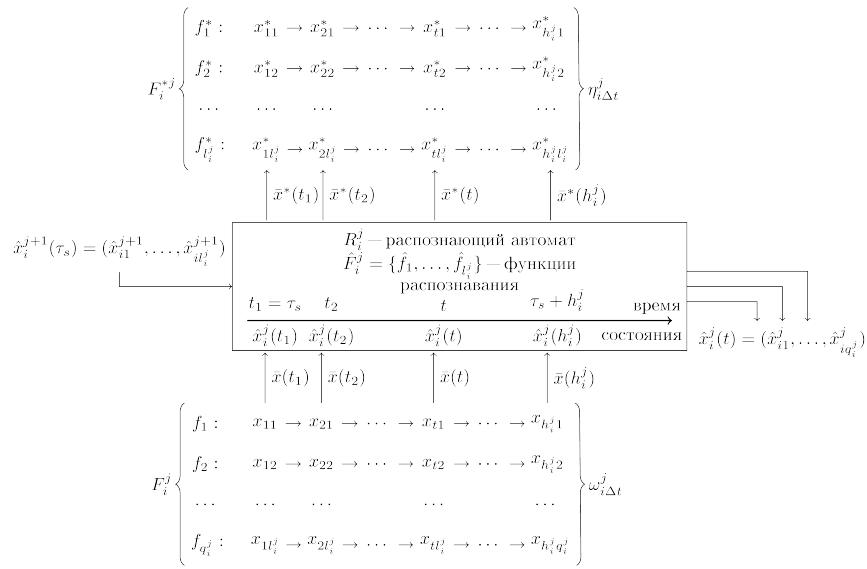


Рис. 4.9. Схема входных и выходных отображений распознающего автомата

На страницах 93 и 94 приведен алгоритм \mathfrak{A}_{th} вычислительного цикла распознающего R -автомата, в котором рассчитываются значения функции переходов $\varphi_i^j(\hat{x}_i^{j+1}(\tau_s + t), \omega_i^j)$, $1 \leq t \leq h_i^j - 1$, и выходной функции $\overline{\eta}_i^j(\mathcal{Z}_i^{*j}(\tau_s + t))$, $1 \leq t \leq h_i^j - 1$, $\mathcal{Z}_i^{*j}(\tau_s + t)$ — текущее состояние. В алгоритме используется функция W нормировки весовых значений:

$$W(\bar{x}) = \left(\frac{x_1}{\max_i x_i}, \dots, \frac{x_n}{\max_i x_i} \right), \quad (4.2)$$

где $\bar{x} = (x_1, \dots, x_n)$ — вектор с ненормированными компонентами. Кратко опишем шаги алгоритма.

Вычислительный цикл распознающего автомата начинается с определения начального состояния при помощи управляющего воздействия с верхних уровней иерархии — вектора ожиданий $\hat{x}_i^{j+1}(\tau_s)$ (шаги 3–14). Начальное состояние определяется как подмножество таких распознаваемых признаков множества F_i^{*j} , которые предсказываются на основе состояния R -автоматов верхнего уровня. Первая константа c_1 определяет порог предсказываемого веса распознаваемых признаков, выше которого соответствующие функции распознавания попадают во

множество активных функций \widehat{F}^* (шаг 4). Далее производится отбор тех матриц предсказания активных функций распознавания, для которых обычное расстояние по норме $\|x\| = \sum_i |x_i|$ первого столбца \bar{z}_1^r от входного вектора \bar{x}_i^j в начальный момент времени не превышает второй константы c_2 (шаг 9). Множество полученных таким образом активных матриц предсказания и является текущим состоянием распознающего автомата (шаг 11). На основе активных матриц предсказания методом голосования вычисляется выходной вектор в начальный момент времени $\bar{x}_i^{j*}(\tau_s)$ (шаги 12 – 13).

Алгоритм 1 Алгоритм \mathfrak{A}_{th} (часть I, задание начального состояния)

Вход: $\tau_s, \widehat{x}_i^{j+1}(\tau_s), \omega_i^j$.

Выход: $\varphi_{i\Delta t}^j, \overline{\eta}_{i\Delta t}^j$.

- 1: $\widehat{F}^* = \emptyset, Z^* = \emptyset, t = 0;$ // активные функции распознавания и матрицы предсказания
 - 2: $c_1 \in (0, 1), c_2 \in (0, 1);$ // пороговые константы
// определение начального состояния
 - 3: для всех компонент \widehat{x}_{ik}^{j+1} вектора $\widehat{x}_i^{j+1}(\tau_s) = (\widehat{x}_{i1}^{j+1}, \widehat{x}_{i2}^{j+1}, \dots, \widehat{x}_{il}^{j+1})$
 - 4: если $\widehat{x}_{ik}^{j+1} \geq c_1$ то
 - 5: $\widehat{F}^* := \widehat{F}^* \cup \{\widehat{f}_k\};$
 - 6: $\bar{x}_i^j := \omega_i^j(\tau_s);$
 - 7: для всех функций распознавания $\widehat{f}_k \in \widehat{F}^*$
 - 8: для всех $Z_r^k \in Z_k$, соответствующих функции распознавания \widehat{f}_k ,
 - 9: если $\frac{\|\bar{z}_1^r - \bar{x}_i^j\|}{\|\bar{z}_1^r\| + \|\bar{x}_i^j\|} < c_2$ то
 - 10: $Z^* := Z^* \cup \{Z_r^k\};$
 - 11: $\varphi_i^j(\bar{x}_i^j, \widehat{x}_i^{j+1}(\tau_s)) := Z^*;$ // значение функции переходов в начальный момент времени
 - 12: $\bar{N} := (|\{Z_r^1 | Z_r^1 \in Z^*\}|, \dots, |\{Z_r^{l_i^j} | Z_r^{l_i^j} \in Z^*\}|);$
 - 13: $\eta(Z^*) = \bar{x}_i^{*j} := W(\bar{N});$ // значение функции выходов в начальный момент времени
 - 14: $\widehat{x}_i^j = W(\sum_{\widehat{f}_k \in \widehat{F}^*} \widehat{x}_{ik}^{j+1} \sum_{Z_r^k \in Z^*} \bar{z}_2^r);$
-

Вектор управления $\widehat{x}_i^j(\tau_s + 1)$ определяется как нормированный вектор, s -ый компонент которого равен сумме всех s -ых элементов вторых колонок активных матриц предсказания с весами, соответствующими элементам вектора ожиданий $\widehat{x}_i^{j+1}(\tau_s)$ (шаг 14). Т. к. используется представление о будущем входном сигнале (вторая колонка матриц предсказания), то $\widehat{x}_i^j(\tau_s + 1)$ играет роль предсказывающего вектора для нижних уровней иерархии.

После определения начального состояния начинает выполняться тело основного цикла, в котором до тех пор, пока время не превысит

характерное время распознающего автомата h_i^j повторяется вычисление выходного вектора и состояния в следующий момент времени (шаги 16–26). В начале обновляется состояние, т. е. множество активных матриц предсказания Z^* , за счет удаления тех матриц, соответствующие столбцы которых достаточно сильно отличаются от текущего входного вектора \bar{x}_i^j (шаг 19). Далее методом голосования по количеству матриц в множестве активных матриц предсказания, отвечающих за соответствующий выходной признак, вычисляется выходной вектор \bar{x}_i^{j*} (шаги 22–23).

Алгоритм 2 Алгоритм \mathfrak{A}_{th} (часть II, основной цикл)

```

// основной цикл
15:  $t = 1;$ 
16: пока  $t \leq h_i^j - 1$ 
17:    $\bar{x}_i^j := \omega(\tau_s + t);$ 
18:   для всех матриц предсказания  $Z_r^k$  из множества  $Z^*$ 
19:     если  $\frac{\|\bar{z}_{t+1}^r - \bar{x}_i^j\|}{\|\bar{z}_{t+1}^r\| + \|\bar{x}_i^j\|} \geq c_2$  то
20:        $Z^* := Z^* \setminus \{Z_r^k\};$ 
21:      $\varphi_i^j(\bar{x}_i^j, \hat{x}_i^{j+1}(\tau_s)) := Z^*;$  // значение функции переходов в момент времени  $t$ 
22:    $\bar{N} = (|\{Z_r^1 | Z_r^1 \in Z^*\}|, \dots, |\{Z_r^{l_i^j} | Z_r^{l_i^j} \in Z^*\}|);$ 
23:    $\eta(Z^*) = \bar{x}_i^{*j} := W(\bar{N});$  // значение функции выходов в момент времени  $t$ 
24:    $t = t + 1;$ 
25:   если  $t \leq h_i^j - 2$  то
26:      $\hat{x}_i^j := W(\sum_{\hat{f}_k \in \hat{F}^*} \hat{x}_{ik}^{j+1} \sum_{Z_r^k \in Z^*} \bar{z}_t^r);$ 
      вернуть  $\varphi_i^j, \bar{x}_i^{*j}$ .

```

В завершение тела основного цикла вычисляется выходной управляющий вектор ожиданий в следующий момент времени $\hat{x}_i^j(\tau_s + t + 1)$. Как и на этапе определения начального состояния, вектор ожиданий равен нормированному вектору, элементы которого равны сумме элементов столбцов всех активных матриц предсказания, соответствующих текущему моменту времени с учетом весов начального управляющего вектора $\hat{x}_i^{j+1}(\tau_s)$ (шаг 26).

4.2.2. Исследование алгоритма \mathfrak{A}_{th} работы образной компоненты. Для обоснования корректности сформулированного алгоритма работы образной компоненты знака, в данном параграфе будет поставлен ряд задач распознавания (классификации) и построено семейство операторов распознавания. Корректность алгоритма будет продемонстрирована за счет корректности линейных замыканий множеств построенных операторов распознавания.

Статическая задача классификации.

В начале рассмотрим статический случай, т. е. зафиксируем момент времени t , равный началу некоторого s -го вычислительного цикла τ_s . В этом случае, распознающий автомат R_i^j можно рассматривать как *статический оператор распознавания* $R_i^j(\hat{x}_i^{j+1}(\tau_s), \mathcal{Z}_i^j, \bar{x}_i^j(\tau_s)) = R_i^j(\hat{x}_i^{j+1}, \mathcal{Z}_i^j, \bar{x}_i^j) = \bar{x}_i^{*j}$. Напомним, что \bar{x}_i^{*j} — это вектор весов распознаваемых признаков f_1^*, \dots, f_l^* из множества F_i^{*j} . Далее кратко будем записывать $R^0(\hat{x}, \mathcal{Z}, \bar{x}) = \bar{x}^*$ и везде, где это возможно, будем опускать индексы j и i .

Введем совокупность задач \mathcal{Q}^0 аналогично работам Ю. И. Журавлева [155]. Задача $\mathcal{Q}^0(\hat{x}, \bar{x}, \alpha_1, \dots, \alpha_l) \in \mathcal{Q}^0$ состоит в построении оператора, вычисляющего по поступившему вектору ожиданий \hat{x} и входному вектору \bar{x} значения $\alpha_1, \dots, \alpha_l \in \{0, 1\}$ присутствия признаков f_1^*, \dots, f_l^* . Другими словами, искомый алгоритм A^{0*} переводит набор (\hat{x}, \bar{x}) в вектор $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_l)$, который будем называть *информационным вектором* входного вектора \bar{x} (рис. 4.10).

Пусть множество \mathcal{A}^0 состоит из алгоритмов, переводящих пары (\hat{x}, \bar{x}) в векторы $\bar{\beta}$, составленные из элементов $0, 1, \Delta : A(\hat{x}, \bar{x}) = \bar{\beta}$. Если $\beta_i \in \{0, 1\}$, то β_i — значение величины α_i , вычисленное алгоритмом A . Если $\beta_i = \Delta$, то алгоритм A не вычислил значение α_i информационного вектора $\bar{\alpha}$.

Определение 3 Алгоритм A^0 называется *корректным* для задачи \mathcal{Q}^0 , если выполнено равенство

$$A^0(\hat{x}, \bar{x}) = \bar{\alpha}. \quad (4.3)$$

Алгоритм A , не являющийся корректным для \mathcal{Q}^0 , называется *некорректным*.

Далее будем считать, что множество \mathcal{A}^0 является совокупностью, вообще говоря, некорректных алгоритмов.

Утверждение 4 (о введении пространства оценок) Каждый алгоритм $A^0 \in \mathcal{A}^0$ представим как последовательность выполнения алгоритмов R^0 и C^0 , где $R^0(\hat{x}, \bar{x}) = \bar{x}^*$, \bar{x}^* — вектор действительных чисел, $C^0(\bar{x}^*) = \bar{\beta}$, $\beta_i \in \{0, 1, \Delta\}$.

Доказательство. Пусть D — алгоритм перехода вектора $\bar{\beta}$ к числовому вектору \bar{y} . В качестве D можно рассмотреть, например, $y_i = \beta_i$, если $\beta_i \in \{0, 1\}$, и $y_i = 1/2$, если $\beta_i = \Delta$. Очевидно, что существует обратный алгоритм D^{-1} перехода от \bar{y} к $\bar{\beta}$. Положим $R^0 = A^0 \cdot D$, $C^0 = D^{-1}$. Тогда очевидно, что $A^0 = R^0 \cdot C^0 = (A^0 \cdot D) \cdot D^{-1} = A^0$. ■

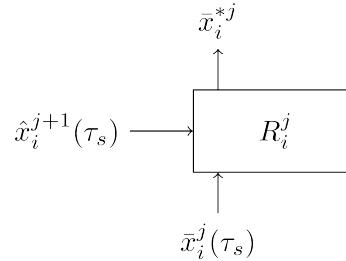


Рис. 4.10. Статическая схема корректности для момента времени τ_s

Из утверждения 4 следует, что множество алгоритмов \mathcal{A}^0 порождает множества \mathcal{R}^0 и \mathcal{C}^0 , которые будем называть *множеством операторов распознавания* и *множеством решающих правил*, соответственно. В качестве операторов из множества \mathcal{R}^0 будем рассматривать операторы $R^0(\hat{x}, \mathcal{Z}, \bar{x})$.

Определение 4 Решающее правило C^{0*} называется *корректным на множестве входных векторов X* , если для всякого вектора \bar{x} из X существует хотя бы один числовой вектор \bar{x}^* такой, что $C^{0*}(\bar{x}^*) = = \bar{\alpha}$, где $\bar{\alpha}$ – информационный вектор входного вектора \bar{x} .

В множестве операторов \mathcal{R}^0 введем операции умножения на скаляр, сложения и умножения. Пусть r' – скаляр, $R', R'' \in \mathcal{R}^0$. Определим операторы $r' \cdot R'$, $R' + R''$ и $R \cdot R''$ следующим образом:

$$r' \cdot R' = (r' \cdot x_1^{*\prime}, \dots, r' \cdot x_l^{*\prime}), \quad (4.4)$$

$$R' + R'' = (x_1^{*\prime} + x_1^{*\prime\prime}, \dots, x_l^{*\prime} + x_l^{*\prime\prime}), \quad (4.5)$$

$$R' \cdot R'' = (x_1^{*\prime} \cdot x_1^{*\prime\prime}, \dots, x_l^{*\prime} \cdot x_l^{*\prime\prime}). \quad (4.6)$$

Утверждение 5 Замыкание $L(\mathcal{R}^0)$ множества \mathcal{R}^0 относительно операций (4.4) и (4.5) является векторным пространством.

Определение 5 Множество $L(\mathcal{A}^0)$ алгоритмов $A^0 = R^0 \cdot C^{0*}$ таких, что $R^0 \in L(\mathcal{R}^0)$, называются *линейным замыканием* множества \mathcal{A}^0 .

Зафиксируем пару (\hat{x}, \bar{x}) вектора ожидания и входного вектора. Аналогично [155] будем рассматривать задачи $Q^0(\hat{x}, \bar{x})$, обладающие следующим свойством относительно множества операторов распознавания \mathcal{R}^0 .

Определение 6 Если множество векторов $\{R^0(\hat{x}, \bar{x}) | R^0 \in \mathcal{R}^0\}$ содержит базис в пространстве числовых векторов длины l , то задача $Q^0(\hat{x}, \bar{x}, \bar{\alpha})$ называется *полной относительно \mathcal{R}^0* .

Утверждение 6 (о корректности линейного замыкания) Если множество задач \mathcal{Q}^0 состоит лишь из задач, полных относительно \mathcal{R}^0 , то линейное замыкание $L(\{R^0 \cdot C^{0*} | R^0 \in \mathcal{R}^0\})$ (C^{0*} – произвольное фиксированное корректное решающее правило) является корректным относительно \mathcal{Q}^0 .

Следствие 1 Пусть \mathcal{A}^0 – совокупность некорректных алгоритмов, \mathcal{R}^0 – соответствующее множество операторов распознавания, C^{0*} – фиксированное корректное решающее правило. Тогда $L(\mathcal{A}^0) = L(\{R^0 \cdot C^{0*} | R^0 \in \mathcal{R}^0\})$ является корректным относительно множества задач \mathcal{Q}^0 , если \mathcal{Q}^0 состоит из задач, полных относительно \mathcal{R}^0 .

Будем рассматривать только такие задачи $Q^0(\hat{x}, \bar{x}, \bar{\alpha})$, для которых удовлетворяется следующее условие: $\exists k$ такое, что \bar{x} не равен нулевому вектором. Такое условие является естественным, иначе вектор \bar{x} , в

котором отсутствуют веса больше 0, не может рассматриваться как достоверный с точки зрения порогового алгоритма \mathfrak{A}_{th} .

Теорема 1 *Линейное замыкание $L(\mathcal{A}^0)$ семейства алгоритмов $\mathcal{A}^0 = \{R^0 \cdot C^{0*} | R^0 \in \mathcal{R}\}$ с произвольным корректным решающим правилом C^* и операторами распознавания \mathcal{R} , определенными шагами 3–14 алгоритма \mathfrak{A}_{th} , является корректным на множестве задач \mathcal{Q}^0 .*

Доказательство. В силу утверждения 6 достаточно доказать, что произвольная задача $Q^0 \in \mathcal{Q}^0$ является полной относительно \mathcal{R}^0 . Доказательство полноты Q^0 состоит в прямом построении операторов $R_k, k = 1, 2, \dots, l$ из $L(\mathcal{R}^0)$, переводящих пару $(\hat{x}, \bar{x}), \hat{x} = (\hat{x}_1, \dots, \hat{x}_l), \bar{x} = (x_1, \dots, x_q)$ в числовой вектор

$$\bar{x}_k^* = (x_{k1}^*, \dots, x_{kl}^*), \quad x_{kk}^* = 1, \quad \forall u \neq k \quad x_{ku}^* = 0. \quad (4.7)$$

Пусть мощность множества Z_k признака f_k равна N , норма $\|\bar{x}\|$ равна $M \leq q$, максимальная компонента вектора \bar{x} равна x_{max} . Зафиксируем величину k и коэффициенты $c_1 = \min_v \hat{x}_v, c_2 = \frac{M}{1+M}$. Рассмотрим матрицы предсказания из множеств Z_1, \dots, Z_l признаков f_1^*, \dots, f_l^* , удовлетворяющие следующим условиям:

- 1) в каждой матрице предсказаний $Z_r^k \in Z_k$ в столбце $\bar{z}_1^r = (z_{11}^r, \dots, z_{1q}^r)$ компонента $z_{1v}^r = 1$, если $x_v = x_{max}$, и $z_{1v}^r = 0$, если $x_v < x_{max}$;
- 2) в каждой матрице предсказаний $Z_u^u \in Z_u, u \neq k$ в столбце $\bar{z}_1^r = (z_{11}^r, \dots, z_{1q}^r)$ компонента $z_{1v}^r = 0$ при любых v .

Вычислим величину x_{kk}^* . Т. к. $c_1 = \min_u \hat{x}_u$, то условие $\hat{x}_k \geq c_1$ на шаге 4 алгоритма \mathfrak{A}_{th} автоматически выполняется и функция измерения \hat{f}_k попадает в множество \widehat{F}^* . Из условия 1) следует, что каждая матрица $Z_r^k \in Z_k$ попадает в множество Z^* на шаге 9 алгоритма \mathfrak{A}_{th} :

$$\frac{\|\bar{z}_1^r - \bar{x}\|}{\|\bar{z}_1^r\| + \|\bar{x}\|} < \frac{\sum_v |z_{1v}^r - x_v|}{1+M} < \frac{M}{1+M} = c_2, \quad (4.8)$$

так как минимум один компонент в \bar{z}_1^r равен 1 и существует элемент $x_v > 1/2$. В этом случае $x_{kk}^* = \gamma \cdot N$, где γ — весовой коэффициент.

Вычислим величины x_{ku}^* . Т. к. $c_1 = \min_v \hat{x}_v$, то условие $\hat{x}_u \geq c_1$ на шаге 4 алгоритма \mathfrak{A}_{th} автоматически выполняется и все функции измерения \hat{f}_u попадают в множество \widehat{F}^* . Из условия 2) следует, что каждая матрица $Z_u^u \in Z_u$ не попадает в множество Z^* на шаге 9 алгоритма \mathfrak{A}_{th} :

$$\frac{\|\bar{z}_1^r - \bar{x}\|}{\|\bar{z}_1^r\| + \|\bar{x}\|} = \frac{M}{M} = 1 > \frac{M}{1+M} = c_2. \quad (4.9)$$

В этом случае $x_{ku}^* = 0$.

Рассмотрим оператор распознавания $\frac{1}{\gamma \cdot N} R_k(\hat{x}, \mathcal{Z}, \bar{x})$, матрицы предсказания которого $\mathcal{Z} = \{Z_1, \dots, Z_l\}$ удовлетворяют условиям 1)–2)

и который переводит задачу Q^0 в вектор \bar{x}_k^* , причем $\bar{x}_{kk}^* = 1$, а $\bar{x}_{ku}^* = 0, u \neq k$. Данный оператор удовлетворяет критериям (4.7) на вектор \bar{x}_k^* , а значит, необходимый базис в пространстве выходных векторов построен. Полнота задачи Q^0 доказана. ■

Фиксация момента времени не в начале вычислительного цикла, а на любом другом значении $\tau_s < t < \tau_s + h_i^j$, приводит к операторам вида $R_i^j(\hat{x}_i^j(\tau_s), \mathcal{Z}_i^j, \omega_{i\Delta t}^j)$, $\Delta t = [\tau_s, t]$, которые кратко будем записывать R^t . Использование здесь функции входного воздействия $\omega_{i\Delta t}^j$, которую ввиду дискретности времени можно представлять в виде последовательности входных векторов, связано с тем, что состояние распознающего автомата к моменту времени t зависит не только от текущего входа $\hat{x}_i^j(t)$, но и от предыстории поступления входных векторов с момента начала вычислительного цикла τ_s . Для операторов R^t постановка задачи распознавания выглядит аналогичным образом, как и для операторов R начального времени: задача $Q^t(\hat{x}_i^j(\tau_s), \omega_{i\Delta t}^j, \bar{\alpha}) \in \mathcal{Q}^t$ состоит в построении алгоритма A^{t*} , переводящего набор $(\hat{x}_i^j(\tau_s), \omega_{i\Delta t}^j)$ в информационный вектор $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_l)$.

Определения свойств корректности алгоритма и полноты задачи, а также корректного решающего правила C^{t*} , идентичны случаю с начальным моментом времени (рис. 4.11). Аналогично, рассматривая только такие задачи $Q^t(\hat{x}_i^j(\tau_s), \omega_{i\Delta t}^j, \bar{\alpha})$, в которых последовательность $\omega_{i\Delta t}^j$ не содержит нулевых векторов, можно сформулировать следующую теорему (будем далее опускать индексы i, j).

Теорема 2 Линейное замыкание $L(\mathcal{A}^t)$ семейства алгоритмов $\mathcal{A}^t = \{R^t \cdot C^{t*} | R^t \in \mathcal{R}^t\}$ с произвольным корректным решающим правилом C^{t*} и операторами распознавания \mathcal{R}^t , определенными шагами 16–26 алгоритма \mathfrak{A}_{th} , является корректным на множестве задач \mathcal{Q}^t .

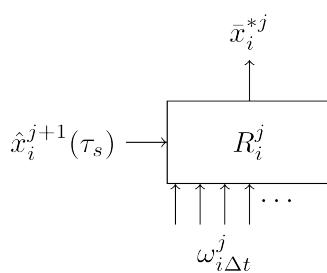


Рис. 4.11. Статическая схема корректности для момента времени

Доказательство. Пусть для простоты $\tau_s = 0$, т. е. будем рассматривать первый вычислительный цикл распознающего автомата. Как и в случае доказательства теоремы 1 будем строить для некоторой задачи $Q^t \in \mathcal{Q}^t$ базис из операторов $R_k^t, k = 1, 2, \dots, l$ из \mathcal{R}^t , переводящих пару $(\hat{x}(\tau_s), \omega_{\Delta t})$ в числовой вектор

$$\bar{x}_k^*(t) = (x_{k1}^*, \dots, x_{kl}^*), \quad x_{kk}^* = 1, \\ \forall u \neq k \quad x_{ku}^* = 0. \quad (4.10)$$

Зафиксируем $t \leq \tau_s + h_i^j$ в случае доказательства теоремы 1, константы c_1 и c_2 : $c_1 = \min_v \hat{x}_v$, $c_2 = \frac{M}{1+M}$, где M — норма последнего вектора $\bar{x}(t)$ из последовательности $\omega_{\Delta t}$. Зафиксировав индекс k , рассмотрим

матрицы предсказания из множеств Z_1, \dots, Z_l признаков f_1^*, \dots, f_l^* , удовлетворяющие следующим условиям:

- в каждой матрице предсказания $Z_r^k \in Z_k$ первые t столбцов равны соответствующим t элементам последовательности $\omega_{\Delta t}$, а в $t + 1$ -ом столбце $\bar{z}_{t+1}^r = (z_{(t+1)1}^r, \dots, z_{(t+1)q}^r)$ компонента $z_{(t+1)v}^r = 1$, если $x_v = x_{max}$, и $z_{(t+1)v}^r = 0$, если $x_v < x_{max}$, где x_{max} — максимальная компонента вектора $\bar{x}(t)$;
- в каждой матрице предсказания $Z_r^u \in Z_u$, $u \neq k$ первые t столбцов также равны соответствующим t элементам последовательности $\omega_{\Delta t}$, а $t + 1$ -ый столбец \bar{z}_{t+1}^r — нулевой.

Вследствие значения константы c_1 условие $\hat{x}_s \geq c_1$ на шаге 4 алгоритма \mathfrak{A}_{th} автоматически выполняется при любых s и все функции измерения попадают в множество \widehat{F}^* . Т. к. до момента времени t столбцы всех матриц из множества \mathcal{Z} равны друг другу и при этом в точности соответствуют текущему входному вектору, то ни одна матрица не отсеивается на шагах 9 и 19 алгоритма \mathcal{A}_{th} .

В момент времени t состояние распознающего автомата совпадает с состоянием в начальный момент времени и мы, таким образом, получаем аналогичную доказательству теоремы 1 ситуацию. В виду выбора константы c_2 компонента x_{kk}^* выходного вектора \bar{x}^* в момент времени t равняется $\gamma \cdot N$, где γ — весовой коэффициент, а компоненты x_{uk}^* , $u \neq k$, равны нулю.

В итоге, операторы распознавания $\frac{1}{\gamma} R_k^t(\hat{x}(\tau_s), \mathcal{Z}_k^t, \omega_{\Delta t})$ (γ — некоторый весовой коэффициент) выдают выходные вектора, удовлетворяющие условию 4.10, и эти операторы, таким образом, составляют необходимый базис в пространстве выходных векторов. Полнота задачи Q^t доказана. ■

Динамические постановки задачи классификации.

Теперь рассмотрим динамическую постановку задачи. Зафиксируем не конкретный момент времени t , а полуинтервал времени $\Delta t = [\tau_s, \tau_s + h_i^j]$. В этом случае распознающий автомат R_i^j можно рассматривать как *динамический оператор распознавания* $\widehat{R}_i^j(\hat{x}_i^{j+1}(\tau_s), \mathcal{Z}_i^j, \omega_{i\Delta t}) = \gamma_i^j$, преобразующий функцию входного воздействия ω_i^j , ограниченную на полуинтервале Δt , в функцию выходной величины γ_i^j на том же временном полуинтервале. Так как время полагается дискретным, то действие динамического оператора \widehat{R}_i^j можно заменить последовательным по времени действием статических операторов

$$R(\hat{x}_i^{j+1}(\tau_s), \mathcal{Z}_i^j, \bar{x}_i^j(\tau_s)), R^1(\hat{x}_i^j(\tau_s), \mathcal{Z}_i^j, \bar{x}_i^j(\tau_s + 1)), \dots, \\ R^{h_i^j - 1}(\hat{x}_i^j(\tau_s), \mathcal{Z}_i^j, \bar{x}_i^j(\tau_s + h_i^j - 1)), \quad (4.11)$$

выдающих последовательность

$$\{\bar{x}_i^{*j}(t) | t \in \Delta t\} = \{\bar{x}_i^{*j}(\tau_s), \bar{x}_i^{*j}(\tau_s + 1), \dots, \bar{x}_i^{*j}(\tau_s + h_i^j - 1)\}. \quad (4.12)$$

Так как параметр h_i^j фиксирован, то конечные последовательности векторов $\omega_{i\Delta t}^j$ и $\gamma_{i\Delta t}^j$ можно считать матрицами размерности $l_i^j \times h_i^j$. Далее будем опускать индексы i и j .

Формулировка задачи в динамическом случае будет выглядеть следующим образом: задача $\hat{Q}(\hat{x}, \omega_{\Delta t}, \bar{\alpha}) \in \hat{\mathcal{Q}}$ состоит в построении алгоритма \hat{A}^* , вычисляющего по поступившему начальному вектору ожиданий \hat{x} и матрице входных воздействий $\omega_{\Delta t}$ информационный вектор $\bar{\alpha}$. Однако искомый оператор распознавания \hat{R} должен выдавать матрицу весов присутствия распознаваемых признаков $\gamma_{\Delta t}$, столбцы которой должны сходиться (с учетом корректного решающего правила) к информационному вектору: $\lim_{t \rightarrow \tau_s + h} \bar{x}^*(t) = \bar{\alpha}$ (рис. 4.12).

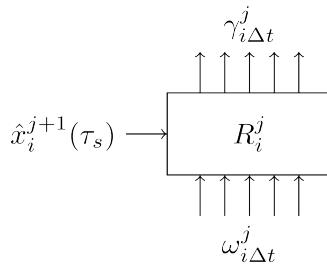


Рис. 4.12. Динамическая схема корректности для одиночного распознавающего автомата

Т. к. из всех столбцов выходной матрицы $\gamma_{\Delta t}$ равенство информационному вектору требуется только для последнего столбца, а на остальные накладывается некоторое ограничение, то при разложении алгоритма \hat{A} будем использовать статический оператор R^{h-1} со следующим ограничением на выходные вектора в моменты времени $0 \leq t < h$:

$$\begin{aligned} \|\bar{x}^*(\tau_s) - \alpha\| &\geq \|\bar{x}^*(\tau_s + 1) - \alpha\| \geq \dots \\ &\geq \|\bar{x}^*(\tau_s + h - 1) - \alpha\|, \end{aligned} \quad (4.13)$$

где последнее слагаемое приравнивается нулю. В простейшем случае $\bar{x}^*(\tau_s + i) = \bar{\alpha}$, $0 \leq i < h$. Будем обозначать такие операторы как \hat{R}' , а их множество соответственно $\hat{\mathcal{R}'}$.

Определение корректности алгоритма \hat{A} в данном случае эквивалентно определению в статическом случае.

Утверждение 7 Каждый алгоритм $\hat{A} \in \hat{\mathcal{A}}$ представим как последовательность выполнения алгоритмов \hat{R}' и C , где $\hat{R}'(\hat{x}, \mathcal{Z}, \omega_{\Delta t}) = \bar{x}^*(\tau_s + h - 1)$, $\bar{x}^*(\tau_s + h - 1)$ – вектор действительных чисел, $C(\bar{x}^*(\tau_s + h - 1)) = \bar{\beta}$, $\bar{\beta}$ – вектор значений $\beta_i \in \{0, 1, \Delta\}$.

В качестве корректного решающего правила C^* используется то же правило, что и в статических случаях. Аналогично статическому случаю вводится определение линейного $L(\hat{\mathcal{R}'})$ замыкания над множеством $\hat{\mathcal{R}'}$.

Определение 7 Если множество векторов $\{\hat{R}'(\hat{x}, \omega_{\Delta t}) | \hat{R}' \in \hat{\mathcal{R}}'\}$ содержит базис в пространстве числовых векторов размерности l , то задача $\hat{Q}(\hat{x}, \omega_{\Delta t}, \bar{\alpha})$ называется полной относительно $\hat{\mathcal{R}}$.

Утверждение 8 (о корректности линейного замыкания) Если множество задач $\hat{\mathcal{Q}}$ состоит лишь из задач, полных относительно $\hat{\mathcal{R}}$, то линейное замыкание $L(\{\hat{R}' \cdot C^* | \hat{R}' \in \hat{\mathcal{R}}'\})$ (C^* – произвольное фиксированное корректное решающее правило) является корректным относительно $\hat{\mathcal{Q}}$.

Зафиксируем начальный вектор ожиданий \hat{x} и последовательность входных векторов $\omega_{\Delta t}$. Если, как и в статическом случае, мы будем рассматривать только такие задачи $\hat{Q}(\hat{x}, \omega_{\Delta t}, \bar{\alpha})$, для которых в матрице $\omega_{\Delta t}$ нет нулевых столбцов, то можно сформулировать следующую теорему.

Теорема 3 Линейное замыкание $L(\hat{\mathcal{A}})$ семейства алгоритмов $\hat{\mathcal{A}} = \{\hat{R}' \cdot C^* | \hat{R}' \in \hat{\mathcal{R}}'\}$ с константным корректным решающим правилом C^* и операторами распознавания $\hat{\mathcal{R}}'$, определенными алгоритмом \mathfrak{A}_{th} , является корректным на множестве задач $\hat{\mathcal{Q}}$.

Доказательство. В силу того, что динамический оператор \hat{R} эквивалентен по действию введенному статическому оператору \hat{R}' , то для доказательства корректности линейного замыкания необходимо показать полноту произвольной задачи $\hat{Q} \in \hat{\mathcal{Q}}$ относительно $\hat{\mathcal{R}}'$. Для этого, как и ранее, построим такие операторы \hat{R}'_k , $k = 1, 2, \dots, l$, что

$$\bar{x}_k^*(\tau_s + h - 1) = (x_{k1}^*, \dots, x_{kl}^*), x_{kk}^* = 1, \forall u \neq k x_{ku}^* = 0.$$

Рассмотрим статические операторы распознавания R_k^{h-1} , матрицы предсказания которых строятся по следующим принципам (считаем для упрощения выкладок, что $\tau_s = 0$):

- в каждой матрице предсказания $Z_r^k \in Z_k$ первые $h - 1$ столбцов равны соответствующим $h - 1$ столбцам матрицы $\omega_{\Delta t}$, а в h -ом столбце $\bar{z}_h^r = (z_{h1}^r, \dots, z_{hq}^r)$ компонента $z_{hv}^r = 1$, если $x_v = x_{max}$, и $z_{hv}^r = 0$, если $x_v < x_{max}$, где x_{max} – максимальная компонента вектора $\bar{x}(h - 1)$;
- в каждой матрице предсказания $Z_r^u \in Z_u$, $u \neq k$ первые $h - 1$ столбцов также равны соответствующим $h - 1$ столбцам матрицы $\omega_{\Delta t}$, а h -ый столбец \bar{z}_h^r – нулевой.

Такие операторы, в силу доказательства теоремы 2, образуют необходимый базис. Композитный оператор, который строится на их основе, удовлетворяет также и условию 4.13, т. к. все выходные вектора до момента времени $h - 1$ являются единичными векторами \bar{e} , а в момент $h - 1$ становятся равными информационному вектору:

$$\|\bar{e} - \alpha\| = \|\bar{e} - \alpha\| = \dots \leq \|bar\alpha - \bar{\alpha}\|.$$

Полнота задачи \hat{Q} доказана. ■

Рассмотрим иерархическую постановку задачи, в которой будет учитываться иерархическая связь между операторами распознавания. Будем рассматривать не единичный распознающий автомат, а двухуровневую иерархию E_j^2 , на каждом уровне которой будет по одному распознающему автомatu $R_{i_1}^{j+1}$ и $R_{i_2}^j$. Зафиксируем, как и в динамическом случае, полуинтервал времени $\Delta t = [\tau_s, \tau_s + h_{i_2}^j]$. Иерархию E_j^2 можно рассматривать как *иерархический оператор распознавания* $\widehat{R}_{e,j}^2(\widehat{x}_{i_2}^{j+1}(\tau_s), \mathcal{Z}_{i_2}^{j+1}, \mathcal{Z}_{i_1}^j, \omega_{i_2 \Delta t}^j) = \bar{x}_{i_1}^{*j+1}$, принимающий функцию входного воздействия $\omega_{i_2 \Delta t}^j$ нижнего уровня, ограниченную на полуинтервал времени Δt , и выдающий вектор весов распознаваемых признаков $\bar{x}_{i_1}^{*j+1}$.

Т. к. в иерархии E_j^2 управляющий выходной вектор R -автомата $R_{i_1}^{j+1}$ является одновременно и вектором ожидания для R -автомата $R_{i_2}^j$, а конечный выходной вектор $\bar{x}_{i_2}^{*j}$ — входным вектором $\bar{x}_{i_1}^{*j+1}$, то действие иерархического оператора $\widehat{R}_{e,j}^2$ можно заменить последовательным действием динамического оператора $\widehat{R}_{i_2}^j(\widehat{x}_{i_2}^{j+1}(\tau_s), \mathcal{Z}_{i_2}^j, \omega_{i_2 \Delta t}^j)$ нижнего уровня и статического оператора $R_{i_1}^{j+1,t}(\widehat{x}_{i_1}^{j+2}(\tau_s), \mathcal{Z}_{i_1}^{j+1}, \bar{x}_{i_1}^{*j+1}(\tau_s))$ верхнего уровня, где для распознающего автомата $R_{i_1}^{j+1}$ рассматривается начальный момент времени вычислительного цикла, соответствующему моменту окончания вычислительного цикла распознающего автомата $R_{i_2}^j$.



Рис. 4.13. Динамическая схема корректности определения свойств корректности и полноты задачи, а также корректного решающего правила, в данном случае с точностью до обозначений совпадают с аналогичными определениями для статического случая.

Зафиксируем начальный вектор ожиданий $\bar{x}_{i_1}^{*j+2}$ и последовательность входных векторов $\bar{x}_{i_1}^{*j+1}, \bar{x}_{i_1}^{*j}, \dots$. Тогда мы будем рассматривать только такие задачи $\widehat{Q}_{e,j}^2(\widehat{x}_{i_1}^{j+2}, \omega_{i_2 \Delta t}^j, \bar{x}_{i_1}^{*j+1})$, для которых в матрице $\omega_{i_2 \Delta t}^j$ нет нулевых столбцов, то можно сформулировать следующую теорему.

Формулировка задачи в иерархическом случае будет выглядеть следующим образом: задача $\widehat{Q}_{e,j}^2(\widehat{x}_{i_1}^{j+2}, \omega_{i_2 \Delta t}^j, \bar{x}_{i_1}^{*j+1}) \in \widehat{Q}_{e,j}^2$ состоит в построении алгоритма \widehat{A}_e , вычисляющего по поступившему начальному вектору ожиданий $\bar{x}_{i_1}^{*j+2}$ и матрице входных воздействий $\omega_{i_2 \Delta t}^j$ значения информационного вектора

Теорема 4 Линейное замыкание $L(\widehat{\mathcal{A}}_e)$ семейства алгоритмов $\widehat{\mathcal{A}}_e = \{\widehat{R}_{e,j}^2 \cdot \widehat{C}_e^* | \widehat{R}_{e,j}^2 \in \widehat{\mathcal{R}}_{e,j}^2\}$ с произвольным корректным решающим правилом \widehat{C}_e^* и операторами распознавания $\widehat{\mathcal{R}}_{e,j}^2$, определенными алгоритмом \mathfrak{A}_{th} , является корректным на множестве задач $\widehat{\mathcal{Q}}_{e,j}^2$.

Доказательство. Доказательство корректности в данном случае сводится к формулировке задачи нижнего уровня $\widehat{Q}_2(\widehat{x}_{i_2}^{j+1}, \omega_{i_2 \Delta t}^j, \overline{\alpha}_{i_2}^j)$. Т. е. необходимо сформировать по задаче $\widehat{Q}_{e,j}^2$ информационный вектор $\overline{\alpha}_{i_2}^j$ и вектор ожидания $\widehat{x}_{i_2}^{j+1}$.

Следуя определению вычислительного цикла в алгоритме \mathfrak{A}_{th} , будем считать, что $\widehat{x}_{i_2}^{j+1}$ равен тому управляющему воздействию распознающего автомата $R_{i_1}^{j+1}$, которое было вычислено в начальный момент времени τ_s , т. е. вектору $\widehat{x}_{i_1}^{j+1} = W(\sum_{\widehat{f}_k \in \widehat{F}^*} \widehat{x}_{ik}^{j+1} \sum_{Z_r^k \in Z^*} z_r^k)$ (см. шаг 14 алгоритма \mathfrak{A}_{th}). Каждый компонент $\alpha_{i_2 u}^j$ информационного вектора $\overline{\alpha}_{i_2}^j$ будем вычислять по следующему правилу:

$$\alpha_{i_2 u}^j = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{v=1}^{l_{i_1}^{j+1}} \frac{\alpha_{i_1 v}^{j+1} |\mathcal{Z}_v|}{|\mathcal{Z}_v|} \sum_{w=1}^{l_v} z_{1v}^w > 0, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (4.14)$$

Т. к. входной вектор распознающего автомата $R_{i_1}^j$ равен вектору $\overline{\alpha}_{i_1}^j$, то такие значения компонентов информационного вектора позволяют удовлетворить ограничениям теоремы 2 (существование ненулевого входного вектора). С другой стороны, формулируя задачу $\widehat{Q}_2(\widehat{x}_{i_2}^{j+1}, \omega_{i_2 \Delta t}^j, \overline{\alpha}_{i_2}^j)$ мы попадаем в условия теоремы 3. В силу этих теорем, можно сделать вывод, что среди алгоритмов линейного замыкания $L(\widehat{\mathcal{A}}_e)$ имеется оператор, переводящий пару $(\widehat{x}_{i_1}^{j+1}, \omega_{i_2 \Delta t}^j)$ в информационный вектор $\overline{\alpha}_{i_1}^{j+1}$. ■

Выводы параграфа 4.2.2. На основании исследуемых в работе свойств автоматной функции распознающих автоматов, построенных в соответствии с данными нейрофизиологов для образной компоненты знака, можно сделать следующие выводы:

- 1) динамические характеристики образной компоненты описываются в терминах классической теории автоматов;
- 2) построенные автоматы могут быть представлены в виде операторов распознавания, которые можно изучать в рамках классических алгебраических теорий;
- 3) построенные операторы распознавания обладают свойством корректности относительно входных данных и требуемых результатов классификации, что означает существования такого процесса обучения, в рамках которого будут сформирована иерархия базовых элементов, корректно распознавающая (классифицирующая) поступающие сигналы.

4.2.3. Алгоритм формирования пары «образ — значение» нового знака. Общая схема образования знака.

В соответствии с тем, что было сказано при описании синтаксического уровня модели картины мира в главе 4.3, до того, как происходит связывание компонент знака в единую структуру под одним именем, существуют лишь «парные» переходы между компонентами знания агента о том или ином явлении. До моментам именования эти компоненты образуют «протознак»:

- перцепт становится образом знака после выполнения процедуры именования,
- функциональное значение — значением знака,
- биологический смысл — личностным смыслом знака.

С введением этой структуры схема алгоритма формирования нового знака будет иметь следующий вид [97].

1. Формирование перцепта.
2. Порождение на основе прошлого опыта или на основе прецедентов — множества пар вида «перцепт — функциональное значение» — функционального значения объекта.
3. Получение субъектом из культурной среды, аккумулированной в системе естественного языка, пары «имя знака — значение» и оценка специальным механизмом степени близости функционального значения, построенного на стадии 1 к значению, полученному из культурной среды; в случае недостаточной близости — переход к стадии 1 и продолжение формирования перцепта.
4. Связывание имени из пары «имя знака — значение» с перцептом, построенным после завершения выполнения стадий 1–3; с этого момента перцепт превращается в образ.
5. Формирование личностных смыслов знака на основе прецедентов действий с предметом.
6. Связывание имени из пары «имя знака — значение» со сформированным личностным смыслом. С этого момента функциональное значение превращается в значение, а биологический смысл — в личностный смысл.
7. Продолжение отображения «биологический смысл — перцепт» включением в область определения отображения личностного смысла, полученного в предыдущем пункте, а в область значений отображения — образа из стадии 4.

Наиболее существенным моментом в приведенном алгоритме является итерационный процесс на стадиях 1–3. Данный параграф будет посвящен исследованию этого процесса.

Процедурные и объектные признаки.

Введем семейство бинарных отношений $\{\sqsubset, \sqsubset^1, \sqsubset^2, \dots\}$, определенных на декартовом произведении $\mathcal{F} \times \mathcal{F}$. Будем считать, что признак f_1 поглощается признаком f_2 , $(f_1, f_2) \in \sqsubset$ или $f_1 \sqsubset f_2$, в том случае, если $f_1 \dashv R_1^j, f_2 \dashv R_2^{j+1}$, R_2^{j+1} — родительский R -автомат по отношению

к R_1^j и в множестве матриц предсказания \mathcal{Z}_2 признака f_2 существует как минимум одна матрица Z_r^2 , содержащая некоторый столбец \bar{z}_u^r с элементом $z_{uv}^r \neq 0$, где v — индекс признака f_1 во входном векторе для распознающего автомата R_2^{j+1} (рис. 4.14).

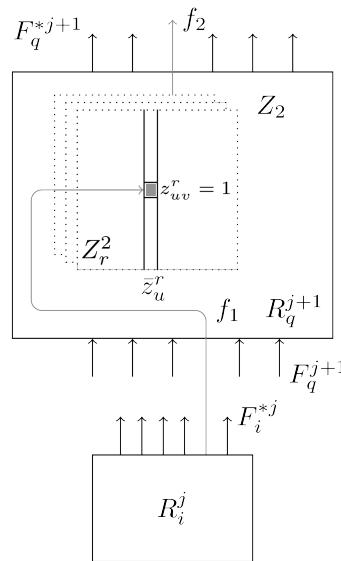


Рис. 4.14. Определение отношения поглощения на множестве признаков

Пара признаков $(f_1, f_2) \in \sqsubseteq^t$ или $f_1 \sqsubseteq^t f_2$, где $t \in \{1, 2, \dots\}$, в том случае, если $f_1 \dashv R_1^j, f_2 \dashv R_2^{j+1}$, R_2^{j+1} — родительский R -автомат по отношению к R_1^j и в множестве матриц предсказания \mathcal{Z}_2 признака f_2 существует как минимум одна матрица Z_r^2 , содержащая t -й столбец \bar{z}_u^r с элементом $z_{uv}^r \neq 0$, где v — индекс признака f_1 во входном векторе для распознающего автомата R_2^{j+1} .

Каждый элемент векторов-столбцов соотносится с признаком из входного множества признаков распознающего автомата, что означает задание индекса для каждого входного признака. Индекс признака $f_k \in F_i^j$ равен q , если ему соответствует q -й элемент векторов-столбцов матриц предсказания распознающего автомата R_i^j .

Введем операцию Λ , которая по множеству матриц распознавания \mathcal{Z}_k признака f_k определяет два набора индексов столбцов матриц из \mathcal{Z}_k . Первый набор $I_c = \{i_1^c, i_2^c, \dots\}$, $\forall k 0 \leq i_k^c < h$, составляют индексы *столбцов условий*, в которых ненулевые элементы определяют условия проявления признака f_k . Второй набор $I_e = \{i_1^e, i_2^e, \dots\}$, $\forall k 0 \leq i_k^e < h$, состоит из индексов *столбцов эффектов*, в которых ненулевые элементы определяют эффекты проявления признака f_k . Примером ре-

лизации процедуры Λ может служить алгоритм Норриса по поиску максимального прямоугольного подмножества в бинарном отношении [109].

Определение 8 Признаки, для матриц предсказания которых процедура Λ выдает не пустые множества индексов I_c и I_e , будем называть процедурными признаками, остальные — объектными признаками.

Введение данного определения означает, что все множество признаков делится на два подмножества: $\mathcal{F} = \mathcal{F}^{proc} \cup \mathcal{F}^{obj}$ и $\mathcal{F}^{proc} \cap \mathcal{F}^{obj} = \emptyset$.

Для любого процедурного признака выполняются следующие естественные условия:

- условие всегда предшествует эффекту,
- условие всегда влечет за собой эффект и
- все условия всегда отделены от своих эффектов.

Иными словами, если f_1 — процедурный признак, то если столбец \bar{z}_u^r матрицы предсказания Z_r^1 является столбцом условий, т. е. $u \in I_c$, этот столбец не может одновременно являться столбцом эффектов, т. е. $u \notin I_e$, и существует такое $t > 0$, что столбец \bar{z}_{u+t}^r является столбцом эффектов, т. е. $u + t \in I_e$.

Пополним семейство отношений $\{\sqsubset, \sqsubset^1, \sqsubset^2, \dots\}$ двумя отношениями: \sqsubset^c и \sqsubset^e , принадлежность к которым пары признаков (f_1, f_2) свидетельствует о том, что признак f_1 присутствует соответственно в столбце условий и эффектов как минимум в одной матрице предсказания процедурного признака f_2 .

Определение компонент знака.

При образовании нового знака s до того, как формируемая тройка компонент, называемая протознаком, получит имя, будем считать, что будущему знаку s соответствует некоторый признак $f \in \mathcal{F}$, обладающий перцептом, функциональным значением и биологическим смыслом, которые после завершения процесса формирования знака становятся, соответственно, образом, значением и личностным смыслом.

Определение 9 Если f_1 — признак, соответствующий знаку s_1 , то подмножество $\tilde{p}(f_1) \subseteq \mathcal{F}$ таких признаков, что $\forall f_i \in \tilde{p}(f_1) f_i \sqsubset f_1$, будем называть перцептом признака f_1 (образом знака s_1).

На множестве всех перцептов \tilde{P} введем величину $\rho_p(\tilde{p}(f_1), \tilde{p}(f_2))$, вычисляемую по следующему правилу:

- если f_1 и f_2 распознаются разными распознающими автоматами, т. е. $f_1 \dashv R_1^j, f_2 \dashv R_2^i$, то $\rho_p(\tilde{p}(f_1), \tilde{p}(f_2)) = \infty$,
- если f_1 и f_2 распознаются одним и тем же распознающим автоматом R_1^j со множеством входных признаков F_1^j мощности q и характерным временем h , то

$$\rho_p(\tilde{p}(f_1), \tilde{p}(f_2)) = \min_{\substack{Z_r^1 \in Z_1 \\ Z_s^2 \in Z_2}} \frac{1}{q \cdot h} \sum_{u=1}^h \|\bar{z}_u^r - \bar{z}_u^s\|. \quad (4.15)$$

Утверждение 9 Величина ρ_p является метрикой на множестве перцептов \tilde{P} .

Доказательство. Свойства тождества и симметрии очевидны вследствие свойств введенной нормы. Проверим неравенство треугольника. В том случае, когда признаки, распознаются разными автоматами — неравенство следует из свойств бесконечности. Во втором случае, в следствие того, что q и h являются константами, то неравенство следует из неравенства треугольника для введенной нормы. ■

Определение 10 Если f_1 — признак, соответствующий знаку s_1 , f_2 — процедурный признак, $f_1 \sqsubseteq^c f_2$, то будем называть f_2 элементом функционального значения признака f_1 (элементом значения знака s_1). Множество всех элементов функционального значения признака f_1 будем обозначать $\tilde{m}(f_1)$.

На множестве всех функциональных значений \tilde{M} введем величину $\rho_m(\tilde{m}(f_1), \tilde{m}(f_2))$, вычисляемую по следующему правилу:

$$\rho_m(\tilde{m}_1(f_1), \tilde{m}_2(f_2)) = \min_{\substack{f_i \in \tilde{m}_1(f_1) \\ f_j \in \tilde{m}_2(f_2)}} \rho_p(\tilde{p}(f_i), \tilde{p}(f_j)). \quad (4.16)$$

Утверждение 10 Величина ρ_m является метрикой на множестве функциональных значений \tilde{M} .

Доказательство. Очевидно вследствие того, что функция ρ_p является метрикой, а функция минимума не меняет свойств метрики. ■

Семантический уровень обобщения.

На основе описанной модели компонент знака становится возможным описать процедуры обобщения (см. первую часть работы) на модельном, семантическом уровне. Для этого будем считать, что матрицы предсказания распознающих автоматов были сформированы в процессе обучения (например, с использованием алгоритма НТМ [67] или THSOM [105]). При рассмотрении множества матриц предсказания Z некоторого распознающего автомата возникают следующие три основных случая:

- *Внутреннее обобщение.* Будем называть схожими, такие матрицы из подмножества $Z'_k = \{Z'_1, Z'_2, \dots, Z'_m\}$ множества матриц предсказания Z_k некоторого признака f_k , для которых при $\forall i, j, l$ таких, что $Z_i, Z_j \in Z'_k, l \in \{0, \dots, h\}$ выполняется $card(z_l^i \wedge z_l^j) < c_3$, где c_3 — некоторая константа. Обобщение в этом случае заключается в замене подмножества схожих матриц Z'_k одной обобщенной $Z^* = (\bigwedge_{Z_q \in Z'_k} \bar{z}_1^q, \bigwedge_{Z_q \in Z'_k} \bar{z}_2^q, \dots, \bigwedge_{Z_q \in Z'_k} \bar{z}_h^q)$. Таким образом, осуществляется кластеризация множества матриц предсказания признака f_k , контролируемая одним параметром близости c_3 .
- *Конкретизация.* В тех случаях, когда получаемые с использованием описанной выше меры близости кластеры матриц пред-

сказания признака f_k расходятся достаточно сильно, образуются новые конкретизированные признаки для каждого кластера и соответственно расширяется множество выходных признаков F^* распознавающего автомата.

- *Внешнее обобщение.* В том случае когда во всех матрицах предсказания R -автоматов, являющихся родительскими по отношению к распознавающему автомата R , i -ые и j -ые компоненты всех столбцов матриц принимают одинаковые значения, выходные признаки $f_i, f_j \in F^*$, соответствующие этим компонентам, обобщаются в один признак с объединенным множеством матриц предсказания. При этом возможно и дальнейшее внутреннее обобщение.

Отдельно необходимо рассмотреть случай *абстрагирования*, когда несколько выходных признаков одного или нескольких распознавающих автоматов в результате работы процедуры обобщения на синтаксическом уровне (см. первую часть работы) формируют новый признак f^* в некотором R -автомате R^* , лежащем на следующем уровне иерархии. В этом случае матрица предсказания будет состоять из единственного столбца с ненулевыми элементами, которые соответствуют признакам, составляющим данную категорию.

И, наконец, еще один случай обобщения на семантическом уровне заключается в образовании ролевой структуры процедурных признаков. Рассмотрим случай, когда столбцы условий или эффектов некоторых матриц предсказания процедурного признака f_p различаются только в двух компонентах, т. .е. i -ая компонента в некоторых столбцах равна 1, а в других — 0, а j -ая компонента наоборот — в первых равна 0, а во вторых — 1. Если соответствующие этим компонентам признаки в результате абстрагирования попали в некоторую общую категорию f_{cat} , то к множеству матриц предсказания признака f_p добавляется матрица с новой компонентой, соответствующей признаку f_{cat} и обнуленными компонентами i и j . Данная процедура легко распространяется на случай, когда количество элементов категории f_{cat} в матрицах предсказания признака f_p больше двух. Таким образом, для процедурного признака f_p появляется обобщенная, ролевая матрица предсказания.

Свойства на множестве признаков.

В целях дальнейшего изложения рассмотрим подробнее строение матрицы предсказания процедурного признака. Матрицу предсказания Z_r^p процедурного признака f_p всегда можно представить в следующем виде:

$$Z_r^p = (\bar{z}_1^{r,c}, \dots, \bar{z}_{j_1}^{r,c}, \bar{z}_{j_1+1}^{r,e}, \dots, \bar{z}_{i_1}^{r,e}, \dots, \dots, \bar{z}_{i_{k-1}+1}^{r,c}, \dots, \bar{z}_{j_k}^{r,c}, \bar{z}_{j_k+1}^{r,e}, \dots, \bar{z}_{i_k}^{r,e}), \quad (4.17)$$

где $\bar{z}_j^{r,c}$ — столбцы причин, $\bar{z}_i^{r,e}$ — столбцы следствий.

Величину k будем называть *сложностью* процедурного признака. В дальнейшем будем рассматривать простые матрицы предсказаний k -сложного процедурного признака:

$$Z_r^p = (\bar{z}_1^{r,c}, \bar{z}_2^{r,e}, \dots, \dots, \bar{z}_{2,k-1}^{r,c}, \bar{z}_{2,k}^{r,e}). \quad (4.18)$$

Краткая форма k -сложного процедурного признака f_p имеет матрицу предсказания, в которой оставлены только первый столбец условий и последний столбец эффектов.

Любой односложный, или элементарный, процедурный признак f_p , распознаваемый автоматом R_i^j , можно представить в виде правила $r_p = (F_C(f_p), F_A(f_p), F_D(f_p))$, в котором:

- $F_C(f_p) \subseteq F_i^j$ — множество признаков — условий правила: $\forall f \in F_C(f_p) f \sqsubseteq^c f_p$;
- $F_A(f_p) \subseteq F_i^j$ — множество добавляемых правилом признаков: $\forall f \in F_A(f_p) f \sqsubseteq^e f_p, f \not\sqsubseteq^c f_p$;
- $F_D(f_p) \subseteq F_i^j$ — множество удаляемых правилом признаков: $\forall f \in F_D(f_p) f \not\sqsubseteq^e f_p, f \sqsubseteq^c f_p$.

Очевидно, выполняются следующие соотношения: $F_A(f_p) \cap F_D(f_p) = \emptyset, F_A(f_p) \cap F_C(f_p) = \emptyset, F_D(f_p) \subseteq F_C(f_p)$.

Определение 11 Процедурный признак $f_p^1 \dashv R_i^j$ с матрицей предсказания $Z = (\bar{z}_1^c, \bar{z}_2^e)$ выполняется на векторе \bar{z} длины q , где q — длина входного вектора R -автомата R_i^j , если $\bar{z} \cdot \bar{z}_1^c = \bar{z}_1^c$.

Здесь под операцией « \cdot » подразумевается покомпонентное умножение битовых векторов. Если в качестве вектора \bar{z} в определении (11) взять столбец условий некоторого признака f_p^2 , то будем говорить, что процедурный признак f_p^1 выполним в условиях процедурного признака f_p^2 , если

- оба признака распознаются одним и тем же распознающим автоматом R_i^j и признак f_p^1 выполняется на столбце условий матрицы предсказания признака f_p^2 ,
- $f_p^1 \dashv R_i^{j_1}, f_p^2 \dashv R_k^{j_2}, i \neq k, F_C(f_p^1) \subseteq F_C(f_p^2)$ и признак f_p^1 выполняется на столбце условий матрицы предсказания признака f_p^2 .

Определение 12 Будем говорить, что два процедурных признака f_p^1 и f_p^2 конфликтуют, если выполнено как минимум одно из следующих условий:

- $F_D(f_p^1) \cap F_A(f_p^2) \neq \emptyset$,
- $F_D(f_p^2) \cap F_A(f_p^1) \neq \emptyset$,
- $F_D(f_p^1) \cap F_C(f_p^2) \neq \emptyset$,
- $F_D(f_p^2) \cap F_C(f_p^1) \neq \emptyset$.

Определение 13 Результатом операции приведения вектор-столбца \bar{z} матрицы распознавания R -автомата $R_{i_1}^{j_1}$ к R -автомату $R_{i_2}^{j_2}$ будем называть такой вектор \bar{z}' длины $q_{i_2}^{j_2}$, k -ый элемент которого $z'_k = 1$, если признак $f \in F_{i_1}^{j_1}$ с индексом k равен

признаку $f' \in F_{i_2}^{j_2}$ с тем же индексом и $z_k = 1$, иначе $z'_k = 0$, и обозначать его $(\bar{z} \rightarrow R_{i_2}^{j_2}) = \bar{z}'$.

Определение 14 Результатом операции приведения вектора-столбца \bar{z} матрицы распознавания R -автомата $R_{i_1}^{j_1}$ к R -автомату $R_{i_2}^{j_2}$ по столбцу \bar{z}' матрицы распознавания из множества $Z_{i_2}^{j_2}$ будем называть такой вектор \bar{z}'' длины $q_{i_2}^{j_2}$, элемент которого $z''_k = 1$, если признак $f \in F_{i_1}^{j_1}$ с индексом k равен признаку $f' \in F_{i_2}^{j_2}$ с тем же индексом, $z'_k = 1$ и $z_k = 1$, иначе $z''_k = 0$, и обозначать $(\bar{z} \xrightarrow{\bar{z}'} R_{i_2}^{j_2}) = \bar{z}''$.

Опыт наблюдения и алгоритм \mathfrak{A}_{pm} .

Будем считать, что у субъекта имеется опыт наблюдения, который выражается в виде отношения $\Psi_p^m : \Psi_p^m(\tilde{p}) = \tilde{m}$, в том случае, если $\tilde{p} \in \tilde{P}$ является перцептом некоторого признака f , а $\tilde{m} \in \tilde{M}$ – функциональным значением того же признака f .

На странице 111 представлен алгоритм доопределения функции Ψ_p^m , который и представляет собой суть итерационного процесса во время образования знака согласно алгоритму на странице 104. Доопределение проводится на новую пару (\tilde{p}, \tilde{m}) , где функциональное значение \tilde{m} строится в сравнении с эталоном \tilde{m}^0 , а перцепт \tilde{p} формируется на основе множества признаков, входящих в область текущую определения $\hat{F} = \text{dom } \Psi_p^m$. Доопределение функции Ψ_p^m означает формирование нового признака f^* , т. е. его первой матрицы предсказания Z^* в рамках распознающего автомата R^* .

Для обоснования данного алгоритма необходимо доказать сходимость функциональных значений, которые строятся в процессе его выполнения, к эталонному значению \tilde{m}^0 .

Теорема 5 (о корректности алгоритма \mathfrak{A}_{pm}) Алгоритм \mathfrak{A}_{pm} корректен, т. е. элементы последовательности функциональных значений $\langle \tilde{m}^{(0)}, \tilde{m}^{(1)}, \dots, \tilde{m}^{(t)} \rangle$, которая строится с помощью алгоритма \mathfrak{A}_{pm} для функционального значения \tilde{m}^0 , приближаются к \tilde{m}^0 в смысле метрики (4.16).

Доказательство. Рассмотрим два элемента последовательности $\tilde{m}^{(t)} = \{f_p^{(t)}\}$ и $\tilde{m}^{(t+1)} = \{f_p^{(t+1)}\}$. Соответствующие матрицы предсказания будут иметь следующий вид:

$$Z_p^{(t)} = \{\bar{z}_1^{c(t)}, \bar{z}_2^{e(t)}\}, \quad Z_p^{(t+1)} = \{\bar{z}_1^{c(t+1)}, \bar{z}_2^{e(t+1)}\}. \quad (4.19)$$

Если на шаге 9 алгоритма \mathfrak{A}_{pm} на $(t+1)$ -й итерации не был найден подходящий признак, то матрицы $Z_p^{(t)}$ и $Z_p^{(t+1)}$ равны. Рассмотрим случай, когда был найден подходящий признак f' с функциональным значением $\tilde{m}' = \{f'_p\}$ с соответствующей матрицей предсказания $Z' = (\bar{z}_1'^c, \bar{z}_2'^e)$.

Алгоритм 3 Алгоритм \mathfrak{A}_{pm} (часть I)

Вход: $\tilde{m}^0 = \{f_p^0\}, \Psi_p^m, \hat{F} = \text{dom } \Psi_p^m \subseteq \mathcal{F};$

- 1: $Z_p^0 := \{\bar{z}_1^{c0}, \bar{z}_2^{e0}\}$ — матрица предсказания признака f_p^0 ;
- 2: $\tilde{p}^{(0)} := \emptyset, \tilde{m}^{(0)} := \emptyset$;
- 3: $R_0 \notin \mathcal{R}$ — фиктивный распознающий блок, для которого $F_0^* = \{f_p^0\}$;
- 4: $Z^{(0)} := \emptyset, Z_p^{(0)} := \{\bar{0}, \bar{0}\}$;
- 5: $q^{(0)} := 0, t := 0$;
- 6: **пока** $Z_p^{(t)} \neq Z_p$ или $t < |\hat{F}|$
- 7: $f \in \hat{F}$ — первый не рассмотренный ранее признак;
- 8: $Z = \{\bar{z}_1, \bar{z}_2, \dots, \bar{z}_q\}$ — его матрица предсказания;
- 9: **если** $\exists \tilde{m} = \{f_p\} \in \tilde{M}$ такое, что $(\tilde{p}(f), \tilde{m}) \in \Psi_p^m, f_p$ выполним в условиях признака f_p^0 и $\nexists f'$ такого, что $f' \in \tilde{p}^{(t)}, \tilde{m}' = \{f'_p\} \in \tilde{M}, (\tilde{p}(f'), \tilde{m}') \in \Psi_p^m, f'_p$ конфликтует с f_p **то**
- 10: $\tilde{p}^{(t+1)} = \tilde{p}^{(t)} \cup \{f\}$;
- 11: $Z_p = \{\bar{z}_1^c, \bar{z}_2^e\}$ — матрица предсказания признака f_p ;
- 12: **если** $\exists R_i^j$ такой, что $\tilde{p}^{(t+1)} \subseteq F_i^j$ **то**
- 13: $R_i^{j(t+1)} := R_i^j$;
- 14: **иначе**
- 15: $R_i^{j(t+1)} := \arg \max_{\mathcal{R}} (F_i^j \cap \tilde{p}^{(t+1)})$;
- 16: $F_i^{j(t+1)} := F_i^{j(t)} \cup \tilde{p}^{(t+1)}$;

Алгоритм 4 Алгоритм \mathfrak{A}_{pm} (часть II)

- 17: $q^{(t+1)} = \max\{q^{(t)}, q\};$
- 18: $Z^{(t+1)} := \{\bar{z}_1^{(t+1)}, \bar{z}_2^{(t+1)}, \dots, \bar{z}_{q^{(t+1)}}^{(t+1)}\}$, где $\bar{z}_i^{(t+1)} = \bar{z}_i^{(t)} \vee \bar{z}_i$, если $i \leq q$ и $i \leq q^{(t)}$, $\bar{z}_i^{(t+1)} = \bar{z}_i^{(t)}$, если $i > q$ и $\bar{z}_i^{(t+1)} = \bar{z}_i$, если $i > q^{(t)}$;
- 19: $Z_p^{(t+1)} := \{\bar{z}_1^{c(t+1)}, \bar{z}_2^{e(t+1)}\}$, где $\bar{z}_1^{c(t+1)} = \bar{z}_1^{c(t)} \vee (\bar{z}_1^c \rightarrow R_0), \bar{z}_2^{e(t+1)} = \bar{z}_2^{e(t)} \vee (\bar{z}_2^e \xrightarrow{\bar{z}_2^{e0}} R_0)$;
- 20: $f_p^{(t+1)}$ — признак с матрицей предсказания $Z_p^{(t+1)}$;
- 21: $\tilde{m}^{(t+1)} = \{f_p^{(t+1)}\}$;
- 22: $t = t + 1$;
- 23: $R^* = R_i^{j(t)}$;
- 24: $Z^* = Z^{(t)}$;
- 25: $\mathcal{Z}^* = \mathcal{Z}_i^{j(t)} \cup \{Z^*\}$;

вернуть Ψ_p^m , доопределенную на паре (\tilde{p}, \tilde{m}) , где $\tilde{p} = \tilde{p}^{(t)}, \tilde{m} = \tilde{m}^{(t)}$.

В том случае, если на шаге 9 был найден признак f_p'' то матрицы $Z_p^{(t)}$ и $Z_p^{(t+1)}$ будут отличать в своих двух столбцах:

$$\bar{z}_1^{c(t+1)} = \bar{z}_1^{c(t)} \vee (\bar{z}_1'^c \rightarrow R_0), \quad \bar{z}_2^{e(t+1)} = \bar{z}_2^{e(t)} \vee (\bar{z}_2'^e \xrightarrow{\bar{z}_2^{e0}} R_0). \quad (4.20)$$

По определению расстояние между функциональными значениями $\tilde{m}^{(t)}$ и \tilde{m}^0 примет следующее значение:

$$\begin{aligned}\rho_m(\tilde{m}^{(t)}, \tilde{m}^0) &= \min_{\substack{f_i \in \tilde{m}^{(t)} \\ f_j \in \tilde{m}^0}} \rho_p(\tilde{p}(f_i), \tilde{p}(f_j)) = \rho_p(\tilde{p}(f'_p), \tilde{p}(f_p)) = \\ &= \frac{1}{q \cdot h} \sum_{\substack{\bar{z}_u^{1(t)} \in Z_p^{(t)} \\ \bar{z}_u^2 \in Z_p^0}} \|\bar{z}_u^{1(t)} - \bar{z}_u^2\|. \quad (4.21)\end{aligned}$$

Аналогично для $\tilde{m}^{(t+1)}$:

$$\rho_m(\tilde{m}^{(t+1)}, \tilde{m}^0) = \frac{1}{q \cdot h} \sum_{\substack{\bar{z}_u^{1(t+1)} \in Z_p^{(t+1)} \\ \bar{z}_u^2 \in Z_p^0}} \|\bar{z}_u^{1(t+1)} - \bar{z}_u^2\|. \quad (4.22)$$

Рассмотрим разность

$$\begin{aligned}\rho_m(\tilde{m}^{(t)}, \tilde{m}^0) - \rho_m(\tilde{m}^{(t+1)}, \tilde{m}^0) &= \frac{1}{q \cdot h} (\|\bar{z}_1^{c(t)} - \bar{z}_1^{c0}\| + \|\bar{z}_2^{e(t)} - \bar{z}_2^{e0}\| - \\ &- \|\bar{z}_1^{c(t+1)} - \bar{z}_1^{c0}\| - \|\bar{z}_2^{e(t+1)} - \bar{z}_2^{e0}\|) = \frac{1}{q \cdot h} (\|\bar{z}_1^{c(t)} - \bar{z}_1^{c0}\| + \\ &+ \|\bar{z}_2^{e(t)} - \bar{z}_2^{e0}\| - \|\bar{z}_1^{c(t)} \vee (\bar{z}_1'^c \rightarrow R_0) - \bar{z}_1^{c0}\| - \\ &- \|\bar{z}_2^{e(t)} \vee (\bar{z}_2'^e \xrightarrow{\bar{z}_2^{e0}} R_0) - \bar{z}_2^{e0}\|), \quad (4.23)\end{aligned}$$

где \bar{z}_1^{c0} , \bar{z}_2^{e0} — столбцы матрицы предсказания процедурного признака f_p^0 , соответствующего функциональному значению \tilde{m}^0 .

Так как f'_p выполним на первом столбце матрицы предсказания признака f_p^0 , то после применения операции приведения $\bar{z}_1'^c \rightarrow R_0$ в результирующем векторе единицы появляются только на тех же местах что и в векторе \bar{z}_1^{c0} . Это означает, что в векторе $\bar{z}_1^{c(t)} \vee (\bar{z}_1'^c \rightarrow R_0) - \bar{z}_1^{c0}$ по сравнению с вектором \bar{z}_1^{c0} единицы находятся только в тех же местах, что и в векторе \bar{z}_1^{c0} , а новых нулей не появляется. В следствие чего разность $\|\bar{z}_1^{c(t)} - \bar{z}_1^{c0}\| - \|\bar{z}_1^{c(t)} \vee (\bar{z}_1'^c \rightarrow R_0) - \bar{z}_1^{c0}\|$ всегда больше либо равна нулю.

Так как для столбцов эффектов применяется операция приведения по столбцу, то единицы в результирующем векторе остаются только на тех местах, на которых одновременно находятся единицы в приводимом векторе и векторе, по которому осуществляется приведение. В связи с этим разность $\|\bar{z}_2^{e(t)} - \bar{z}_2^{e0}\| - \|\bar{z}_2^{e(t)} \vee (\bar{z}_2'^e \xrightarrow{\bar{z}_2^{e0}} R_0) - \bar{z}_2^{e0}\|$ также больше либо равна нулю.

Так как обе разности в скобках выражения для $\rho_m(\tilde{m}^{(t)}, \tilde{m}^0) - \rho_m(\tilde{m}^{(t+1)}, \tilde{m}^0)$ больше либо равны нулю, то отсюда следует, что функциональное значение $\tilde{m}^{(t+1)}$ ближе или по крайней мере находится

на том расстоянии от \tilde{m}^0 , чем к \tilde{m}^t . Ввиду произвольности выбора итерации t , это приводит к тому, что элементы всей последовательности $\langle \tilde{m}^{(0)}, \tilde{m}^{(1)}, \dots \rangle$ приближаются к \tilde{m}^0 в смысле использованной метрики (4.16). ■

4.3. Модели функций

4.3.1. Модель функции целеполагания на синтаксическом уровне. Задача управления поведением субъекта деятельности включает в себя фазы планирования и исполнения плана [93–95]. Первая задача планирования заключается в выдвижении цели — целеполагании. Применим развитый выше аппарат к решению этой задачи. Синтез плана и его исполнение будут рассмотрены во второй части статьи.

Целеполагание — сложный процесс, который включает в себя не только выдвижение цели, но и определение условий и конкретного способа ее достижения. Как уже было сказано, характер процесса целеполагания определяется типом картины мира (КМ) субъекта. В случае житейской КМ ведущим компонентом является значение, т.е. субъект отталкивается от сюжетно—ролевой структуры и использует уже существующие знаки, чтобы выбрать подходящую ситуацию, которая и будет целевой.

Для обозначения операции переходов на сети значений, образов и личностных смыслов введем недетерминированный оператор переходов Tr , действующий на булеанах 2^P , 2^A и 2^M : $Tr(x) = x'$, где $x, x' \in 2^A$ или $x, x' \in 2^P$, или $x, x' \in 2^M$. Левая композиция оператора Ψ_x^y , где $x \in \{m, a, p\}$, $y \in \{m, a, p\}$ (т.е. любого из операторов Ψ_m^m , Ψ_a^a или Ψ_p^p), с оператором переходов по сети y обозначим как $\underline{\Psi}_x^y : \Psi_x^y = \Psi_x^y \circ Tr(x)$, где $Tr(x) = x'$, $x \in 2^A$ или $x \in 2^P$, или $x \in 2^M$ и $x' \in 2^A$, или $x' \in 2^P$, или $x' \in 2^M$. Под композицией операторов будем понимать применение левого оператора к результату применения правого оператора. Правая композиция оператора Ψ_x^y , где $x \in \{m, a, p\}$, $y \in \{m, a, p\}$, с оператором переходов по сети y обозначим как $\overline{\Psi}_x^y : \Psi_x^y = Tr(y) \circ \Psi_x^y$, где $Tr(y) = y'$, $y \in 2^A$ или $y \in 2^P$, или $y \in 2^M$ и $y' \in 2^A$, или $y' \in 2^P$, или $y' \in 2^M$. Например, левая композиция оператора с оператором перехода по сети образов запишется как $\underline{\Psi}_p^m = \Psi_p^m \circ Tr(y)$.

Процесс целеполагания осуществляется в рамках какой-либо деятельности. Будем рассматривать случай, когда мотив деятельности осознан, т.е. знак предмета потребности включен в картину мира субъекта деятельности. Тогда мотивом деятельности (в житейской картине мира) является значение (m) этого знака. Мотив удовлетворяется, когда существует знак, такой, что результатом применения правой композиции оператора с оператором переходов ($Tr(p) \circ \Psi_a^p$) к личностному смыслу этого знака является образ знака предмета потребности. (Или на семантическом уровне: существует знак, такой, что результатом некоторого действия, интерпретирующего личностный смысл этого знака, выступает образ знака предмета потребности.)

Тогда знак, результатом применения к которому правой композиции оператора Ψ_a^p с оператором переходов является образ знака предмета потребности, будем называть целевым знаком. Или на семантическом уровне: целевым будем называть такой знак, в структуре личностного

смысла которого существует действие, применение которого приводит к формированию признаков образа предмета потребности (удовлетворению потребности). Процесс целеполагания, таким образом, заключается в построении такой последовательности знаков, которая заканчивается знаком, из которого достичим мотив, т.е. удовлетворяется потребность.

В соответствии с разд. 4.1.3.3 значение знака будем представлять в виде множества пар «действие — роль предмета в этом действии», образ (p) такого знака — в виде набора свойств, т. е. пар «признак — значение признака», личностный смысл (a) — в виде правила, соответствующего действию субъекта с предметом; условие и эффект действия такого правила задаются в виде множества свойств.

Далее, s^* — знак, экземпляр значения которого μ^* является мотивом деятельности. В приведенном ниже алгоритме целеполагания будем использовать как синтаксические, так и семантические соображения, особенно не подчеркивая этого обстоятельства.

Алгоритм GS.

Вход: знак предмета потребности s^* , мотив μ^* .

Шаг 1: переход $\mu^* \rightarrow a_1$ (применяется оператор Ψ_m^a). На подсети значений (в сценарии с порождающим знаком s^*) применяем к μ^* оператор переходов Tr до тех пор, пока не будет получено такое значение m_1 , знак s_1 которого обладает личностным смыслом a_1 таким, что интерпретирующее его действие в множестве добавляемых признаков p_{add} содержит множество признаков p^* знака s^* : $\Psi_m^a : \mu^* \rightarrow a_1$, где a_1 такое, что $p^* \subseteq p_{add}(a_1)$ (применение операторов $Tr(\mu^*)$ и Ψ_m^a на Рисунке 4.15). Если знак s_1 не совпадает со знаком s^* , то найденный целевой знак со своим личностным смыслом является целью алгоритма завершает работу, иначе переходим к шагу 2.

Шаг 2: переход $a_1 \rightarrow \bar{p}_2$ (применяется оператор $\bar{\Psi}_a^p$). На подсети образов применяем оператор переходов Tr к образу, содержащему один или несколько признаков условия p_{cond} правила, интерпретирующего личностный смысл a_1 знака s_1 до тех пор, пока не будет получено максимального по мощности множества признаков p_2 знака s_2 , являющегося подмножеством p_{cond} . Объединение признаков образа p_2 знака s_2 с каким-либо признаком (одним или несколькими) из множества p_{cond}

p_2 будем называть расширенным образом \bar{p}_2 : $\bar{\Psi}_a^p : a_1 \rightarrow \bar{p}_2$, где \bar{p}_2 такое, что $p_2 \subseteq \bar{p}_2$ и $\bar{p}_2 \subseteq p_{cond}$ (применение операторов $\bar{\Psi}_a^p$ и $Tr(p_1)$ на Рисунке 4.15).

Шаг 3: переход $\bar{p}_2 \rightarrow \mu_3$ (применяется оператор $\bar{\Psi}_p^m$). На подсети значений применяем оператор Tr к какому-либо значению знака s_3 , образ которого совпадает с множеством признаков \bar{p}_2

p_2 до тех пор, пока не будет получено такого экземпляра μ_3 , что:

- порождаемый знаком s_3 (с первым по порядку \geq экземпляром значения μ_3 в M_{scen}) элементарный сценарий $M_{est}(s_3)$ совпадает

с каким-либо элементарным сценарием (с первым по порядку \geqslant экземпляром значения μ'_2 в M_{scen}), порождаемым знаком s_2 , найденным на шаге 2 с точностью до знаков s_2 и s_3 (т.е. без их учета);

- соответствующий экземпляру значения μ_3 личностный смысл a_3 интерпретируется таким действием, что в множество признаков его эффекта включено множество признаков образа p_3 самого знака s_3 : $\bar{\Psi}_p^m : \bar{p}_2 \rightarrow \mu_3$, где μ_3 — первый по порядку экземпляр значения в множестве M_{scen} сценария $M_{est}(s_3)$, причем такой, что $M_{est}(s_2) = M_{est}(s_3)$ без учета знаков s_2 и s_3 (применение операторов $Tr(p_2)$, $\bar{\Psi}_p^m$ и $Tr(\mu_3)$ на Рисунке 4.15).

Шаг 4: переход $\mu'_2 \rightarrow a_2$ (применяется оператор Ψ_m^a). Нахождение личностного смысла a_2 , соответствующего значению μ'_2 знака s_2 . Завершение работы алгоритма.

Выход: либо знак s_1 и его личностный смысл a_1 , либо знак s_2 и его личностный смысл a_2 .

В результате работы алгоритма найден знак s_2 , не совпадающий со знаком предмета потребности s^* , личностный смысл a_2 которого интерпретируется действием, приводящим к удовлетворению потребности. Целью, таким образом, становится знак s_2 с личностным смыслом a_2 (Рисунок 4.15).

Пример. Опишем в качестве простого примера процедуру целеполагания руководителя команды разработчиков программного обеспечения (Рисунок 4.16).

Руководитель команды использует в данном случае житейскую картину мира, мотивом его деятельности является значение знака «средства», один из экземпляров значения которого — «получение», обладающее семантической валентностью «объект». Иначе говоря, один из экземпляров значений знака средства есть пара («получение», «объект»). Предположим, образ этого знака содержит признаки: «высокая ценность», «востребованность рынком», «новое».

Алгоритм GS.

Вход: знак «средства» и мотив («получение», «объект»).

Шаг 1: переход значение — личностный смысл. Сценарий образуется семантическими валентностями предикатного слова, (в данном случае — «получение»). Субъект ищет знак, при этом его личностный смысл интерпретируется действиями, которые он будет осуществлять, чтобы удовлетворить мотив. Иначе говоря, в множестве добавлений правила, интерпретирующего личностный смысл, должны содержаться необходимые признаки предмета, за который происходит получение средств, например «высокая ценность», «востребованность рынком», «новое» и т.д. Предположим, что будет найден личностный смысл «получить» знака «средства».

Шаг 2: переход личностный смысл — образ. Выполнение действия, соответствующего найденному личностному смыслу, требует удовлетворения признаков из условия действия. Происходит поиск такого зна-

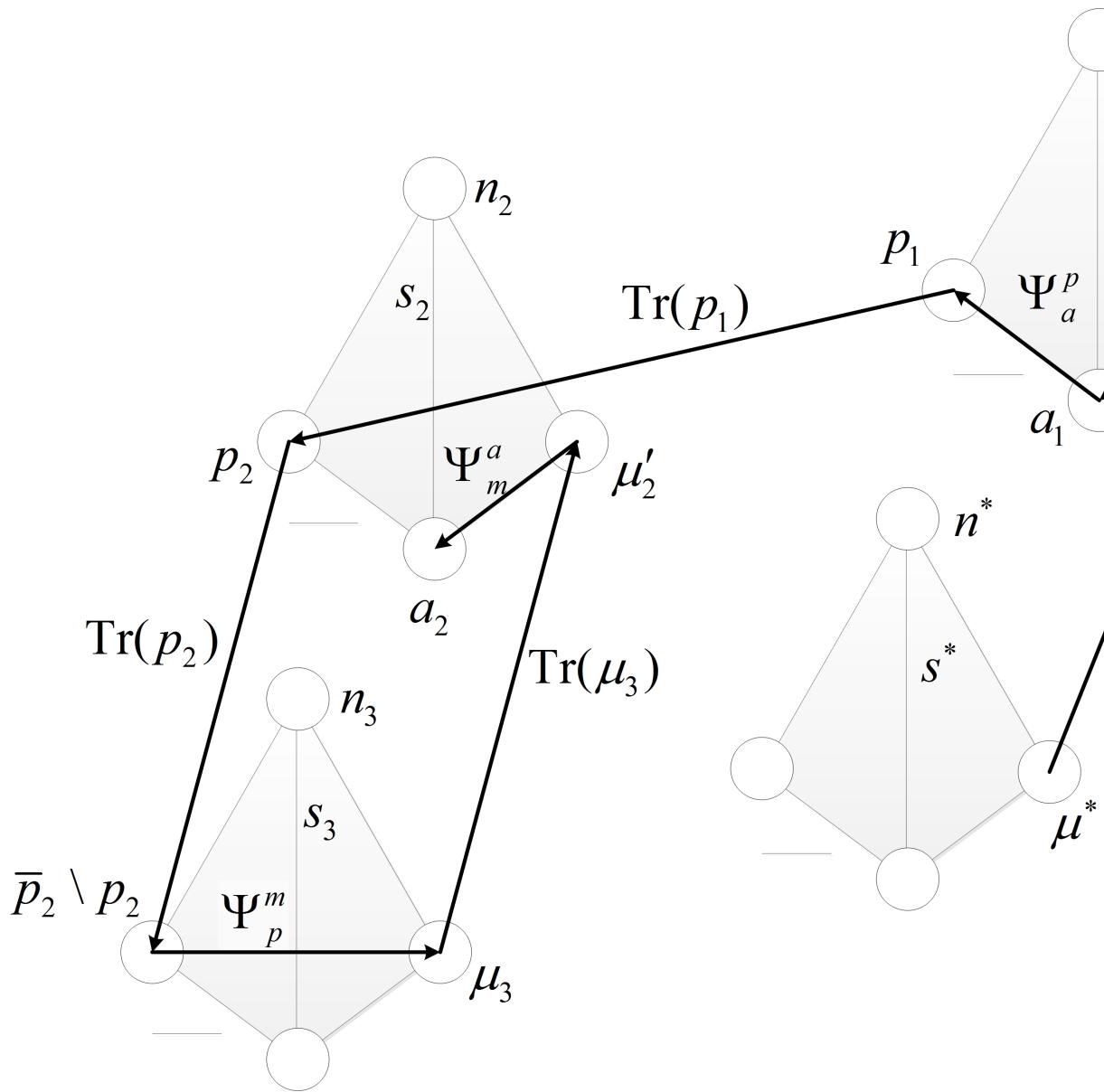


Рис. 4.15. Иллюстрация к алгоритму целеполагания: s^* — знак предмета по-требности, μ^* — экземпляр его значения, иначе говоря, мотив деятельности.

Стрелками обозначены операторы Ψ_p^m , Ψ_m^a , Ψ_a^p и Tr

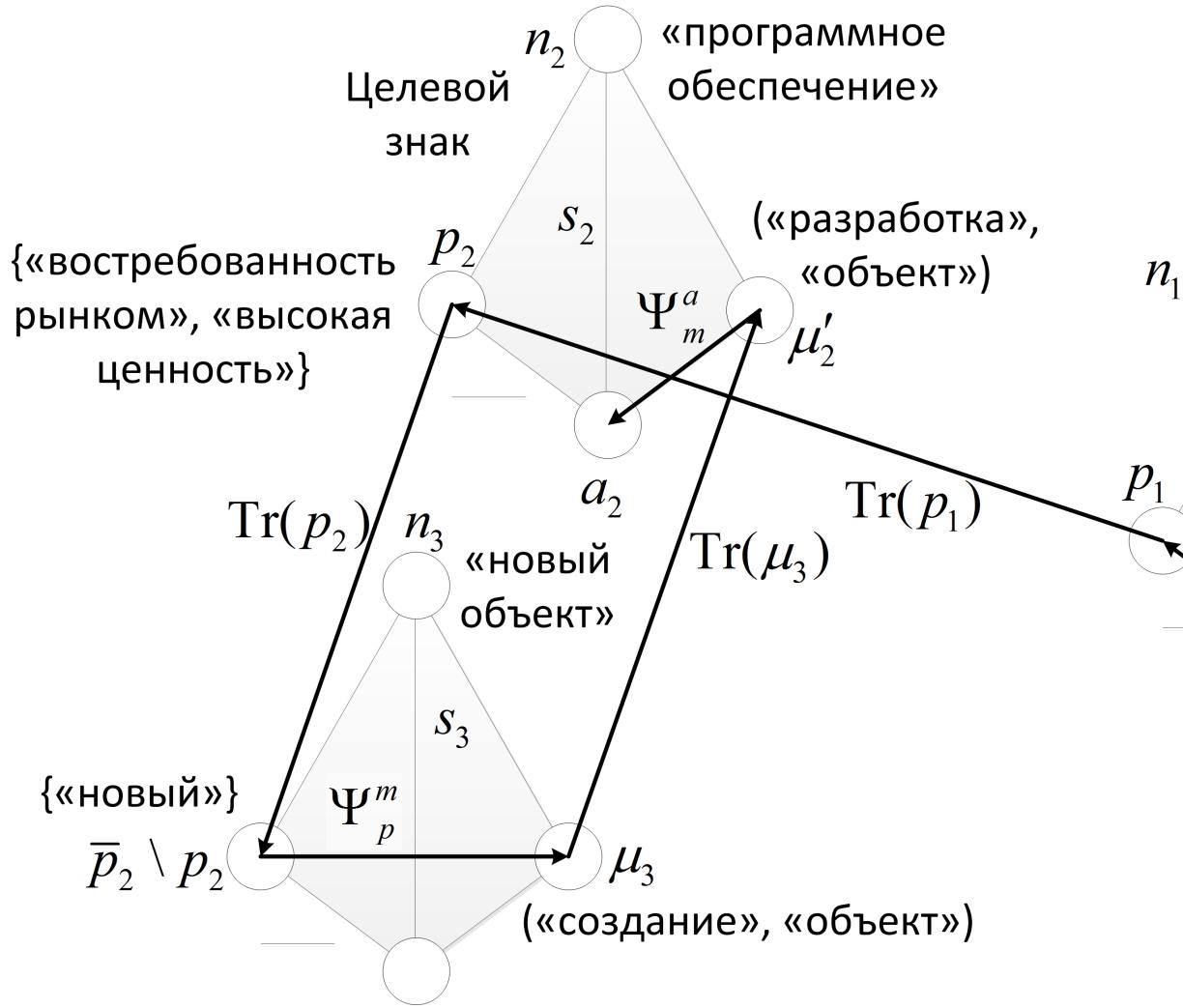


Рис. 4.16. Пример процесса целеполагания руководителя команды разработчиков с жизненной картиной мира. Знаком предмета потребности руководителя является знак с именем «средства». Стрелками обозначены операторы Ψ_p^m , Ψ_m^a , Ψ_a^p и Tr

ка, образ которого содержит необходимые признаки. Так как руководитель команды разработчиков имеет дело с программным обеспечением, то рано или поздно им будет найден знак «программное обеспечение», так как его образ содержит признаки «высокая ценность», «востребованность рынком». Неудовлетворенные признаки из условия правила

вместе с удовлетворенными образуют расширенный образ, например «новое программное обеспечение».

Шаг 3: переход образ — значение. Ищется знак, содержащий в образе признак «новый», например знак «новый объект». Выбираем экземпляр значения этого знака. Экземпляр значения должен быть первым в каком-либо сценарии, совпадающим с каким-либо сценарием знака «программное обеспечение». Таким экземпляром может служить «создание», так как в картине мира руководителя команды имеется необходимый сценарий. Для соответствующего сценария, порожденного знаком «программное обеспечение», первым экземпляром в таком случае выступает «разработать».

Шаг 4: переход значение — личностный смысл. Выбирается личностный смысл знака «программное обеспечение», соответствующий экземпляру значения «разработать». Действие, интерпретирующее этот личностный смысл, в множестве добавляемых признаков будет включать признаки «высокая ценность», «востребованность рынком», «новое», содержащиеся в образе знака «средства» и удовлетворяющие мотив. Таким образом, текущий знак является целевым, а целью — пара «разработать» — «программное обеспечение».

Выход: знак «программное обеспечение» и его личностный смысл «разработать».

4.3.2. Синтез плана поведения. Построим алгоритм планирования в житейской картине мира, используя изложенные выше соображения. Аналогично задачам планирования в искусственном интеллекте [?] будем рассматривать фиксированный домен планирования $D = \langle S_{st}, S_{goal} \rangle$, где S_{st} — начальная ситуация, S_{goal} — целевая ситуация, представляющая из себя целевой знак, который был определен с помощью процедуры целеполагания. В качестве текущей ситуации будем рассматривать такое множество знаков, соответствующие признаки которых достоверно с точки зрения алгоритма \mathfrak{A}_{th} распознаются R -автоматами максимального уровня иерархии и не поглощаются другими признаками из этого множества, достоверно распознаваемыми R -автоматами более высокого уровня иерархии.

С формальной точки зрения планом *Plan* при фиксированном домене планирования D будем называть такую последовательность личностных смыслов, в которой процедурный признак (ему соответствует очередной личностный смысл) не конфликтует с процедурным признаком, которому соответствует предыдущий личностный смысл.

Определение 8. Последовательность личностных смыслов $\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$ будем называть планом *Plan* в домене $D = \langle S_{st}, S_{goal} \rangle$, если $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ последовательно применимы и $\forall 1 < k \leq n \ \alpha_k$ не конфликтуют с α_{k-1} .

Ниже представлен алгоритм \mathfrak{A}_{bp} планирования поведения. В нем используется функция интериоризации *Interior*, которая с помощью

одного из отображений связывания Ψ_m^a [?] определяет личностный смысл α по элементу значения μ .

Вход: начальная ситуация S_{st} , знак мотива s_{goal} и связанный с ним личностный смысл a_{goal} , функция оценки Φ_a ;

Выход: план $Plan$;

```

1:  $F_{st} = \bigcup_{s \in S_{st}} \{f(s)\}; //$  множество признаков начальной ситуации
2:  $Plan = \text{PLANNING}(\emptyset, \{f(s_{goal})\}, \{a_{goal}\});$ 
3: function PLANNING( $Plan, F_{cur}, A_{forw}$ )
4:    $\tilde{A}_{forw} = \Phi_a(A_{forw}, s_{goal}); //$  выбор предпочтаемых действий
5:    $F_{cond} = \bigcup_{a \in \tilde{A}_{forw}} F_C(a);$ 
6:    $F_{next} = F_{cur} \cup F_{cond} \setminus \bigcup_{a \in \tilde{A}_{forw}} F_A(a); //$  следующая ситуация
      планирования
7:   если  $F_{next} \subseteq F_{st}$  то
8:     вернуть  $Plan \cup \tilde{A}_{forw}; //$  возвращаем обновленный план
9:   иначе
10:    если  $F_{next} = F_{cur}$  то
11:      вернуть невозможно построить план;
12:    иначе
13:       $\Delta = F_{next} \setminus F_{st}; //$  текущее рассогласование состояний
14:       $M_{next} = \{\mu_i | \mu_i \in m(f), f \in F_{next}, F_D(\mu) \cap \Delta = \emptyset\};$ 
15:       $M_{forw} \subseteq M_{next}$  такое, что
        
$$\left\{ \begin{array}{l} \left| \bigcup_{\mu \in M_{forw}} (F_A(\mu) \setminus \Delta) \right| \rightarrow \max, \\ \left| \bigcap_{\mu \in M_{forw}} (F_A(\mu) \setminus \Delta) \right| \rightarrow \min; \end{array} \right. //$$
 решение оптимизационной
          задачи
16:       $A_{next} = \bigcup_{\mu \in M_{forw}} \{\text{INTERIOR}(\mu)\}; //$  текущее множества
          личностных смыслов
17:      для всех  $\alpha_j \in A_{next}$ 
18:      если  $\exists \alpha_k \in A_{next}$  такой, что  $\alpha_k \neq \alpha_j$  и  $\alpha_k$  конфликтует
          с  $\alpha_j$  то
19:         $\alpha_{del} = \arg \min_{\alpha \in \{\alpha_k, \alpha_j\}} |F_A(\alpha) \setminus \Delta|;$ 
20:         $A_{next} = A_{next} \setminus \{\alpha_{del}\}; //$  удаляем конфликтующие
          признаки
21:      вернуть PLANNING( $Plan, F_{next}, A_{next}$ );

```

Пример.

Опишем в качестве простого примера процесс планирования, реализуемый алгоритмом \mathfrak{A}_{bp} и протекающий в житейской картине мира руководителя команды разработчиков программного обеспечения.

Работа процедуры целеполагания для этого примера была описана в [?]. В результате процесса целеполагания в картине мира руководителя команды разработчиков был найден целевой знак «*программное обеспечение*» с личностным смыслом «*разработать*». Пусть планирование осуществляется в ситуации, в которую входят следующие знаки: «*команда разработчиков*», «*тестировщик*», «*заказчик*», «*кредитная линия в банке*» (начальная ситуация). Так как ранее было задано некоторое соответствие между множеством знаков и множеством признаков (см. разд. ??), то будем соотносить признак с именем знака, которому он соответствует.

Алгоритм \mathfrak{A}_{bp} .

Вход: знак «*программное обеспечение*» с личностным смыслом «*разработать*».

Шаг 1. Так как текущее множество личностных смыслов A_{forw} состоит из одного смысла «*разработать*», то оно и будет выбрано в качестве предпочтаемого. Пусть в условия действия, которым интерпретируется выбранный личностный смысл, входят признаки «*денежные средства*», «*команда разработчиков*», «*тестировщик*» (множество F_{cond}).

Шаг 2. В множество признаков ситуации планирования

$$F_{next} = F_{cur} \cup F_{cond} \setminus \bigcup_{a \in \tilde{A}_{forw}} F_A(a)$$

будут входить следующие признаки: «*денежные средства*», «*команда разработчиков*», «*тестировщик*» (целевой признак «*программное обеспечение*», входящий в множество добавляемых признаков $F_A(a)$, не входит в F_{cond}).

Шаг 3. Условие $F_{next} \subseteq F_{st}$, очевидно, не выполняется, так как в множестве F_{st} отсутствует признак «*денежные средства*». Условие $F_{next} = F_{cur}$ также не выполняется, поэтому продолжаем построение плана и переходим к следующему шагу.

Шаг 4. Текущее рассогласование состояний $\Delta = F_{next} \setminus F_{st}$ в нашем примере равно единственному признаку «*денежные средства*».

Шаг 5. Далее осуществляется поиск такого множества M_{next} элементов значений, для которых интерпретирующие их действия не удаляют признаки, входящие в невязку Δ . Допустим, что в это множество входят элементы значений знака «*денежные средства*» («*взять в кредит*», «*объект*») и знака «*команда разработчиков*» («*нанять*», «*объект*»).

Шаг 6. На данном шаге осуществляется выбор такого подмножества M_{forw} элементов значений, для которого в результате применения соответствующего действия будет добавлено максимальное множество признаков из текущей невязки Δ , при этом требуется, чтобы множества добавлений пересекались как можно меньше. В нашем случае

решением такой minimax задачи будет элемент значения («*взять в кредит*», «*объект*»).

Шаг 7. На заключительном этапе итерации по найденному значению с помощью отображения связывания Ψ_m^a (процедура *Interior*) происходит поиск неконфликтующих личностных смыслов. Так как в нашем случае множество M_{forw} одноэлементно, то допустим, что будет найден личностный смысл «*взять кредит*», который и добавляется в план действий.

На этом текущая итерация заканчивается и начинается новая с текущей ситуацией планирования F_{next} и личностным смыслом «*взять кредит*» (множество A_{next}). Если в множество условий F_C действия, которое интерпретирует личностный смысл «*взять кредит*», входит признак «*кредитная линия в банке*», то на следующей итерации условие $F_{next} \subseteq F_{st}$ будет выполнено и алгоритм закончит свою работу, вернув в итоге план, состоящий из одного личностного смысла.

Планирование в коллективе.

В случае рассмотрения деятельности субъекта в коллективе при составлении плана могут быть использованы наряду с личностными смыслами, в которые входят признаки образа «Я» (см. определение 3), смыслы, относящиеся к знаку, опосредующему другого участника коллектива. Иными словами, пусть у субъекта, составляющего общий план действий, имеются наборы признаков F_1, F_2, \dots, F_N , относящиеся к каждому члену коллектива, т. е. имеются образы других участников деятельности. Если процедура *Interior* будет наряду с поиском на множестве личностных смыслов осуществлять поиск и на множестве процедурных признаков F_p^{other} , для которых $F_C(f) \cap F_i \neq \emptyset$, $f \in F_p^{other}$, $i \in \{1, \dots, N\}$, то в итогом плане будут содержаться действия, недоступные самому субъекту, но выполнимые другими участниками коллектива.

Таким образом, при составлении плана действий в коллективе происходит распределение ролей по тому, какие действия в общем плане могут быть выполнены каждым участником. Это возможно в том случае, когда у одного из членов коллектива имеется представление обо всех участниках и доступных им действиях.

На рис. 4.17 показана архитектура интеллектуального агента, который обладает знаковой картиной мира и способен к составлению плана поведения и распределению ролей в коалиции в описанном выше смысле.

4.4. Некоторые приложения

4.4.1. Планирование согласованных перемещений. Представление пространственных и временных знаний в задачах достижения общей цели группой автономных технических объектов (интеллектуальных агентов), в том числе и беспилотных летательных аппаратов, обладает существенной спецификой по сравнению с описанием таких

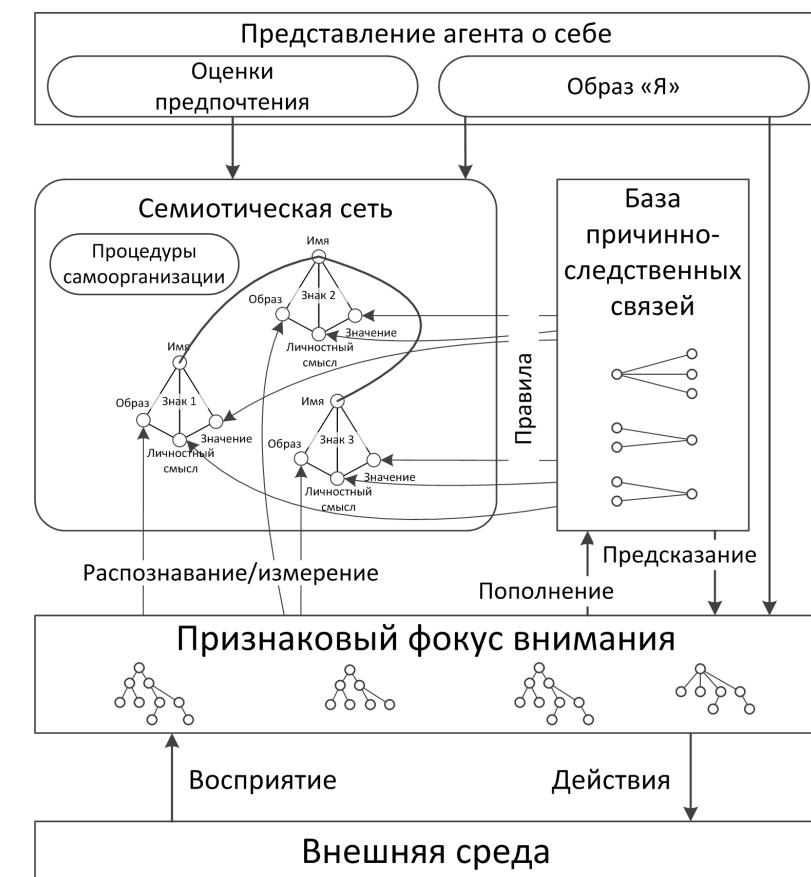


Рис. 4.17. Архитектура интеллектуального агента со знаковой картиной мира

знаний отдельного агента. Будем рассматривать случай группового взаимодействия, в котором агенты решают общую задачу (имеют общую цель, являющуюся вершиной иерархии подцелей каждого участника группы), действуют независимо друг от друга (децентрализованное управление) и могут ставить индивидуальные подцели, обладают различными стратегиями поведения, различными базами знаний (картинами мира) и действуют в меняющейся среде.

К ключевым особенностям представления знаний для задач с описанными свойствами относятся: необходимость поддержки некоторого протокола коммуникации, разделение знаний на коммуницируемые и некоммуницируемые (личные), необходимость выделения компоненты знания, не зависящей от индивидуальных (личных) характеристик агента, на основе которой формируется содержание передаваемых сообщений, требование к наличию механизма связывания реальных объ-

ектов внешней среды и процедур их распознавания с символным коммуницируемым представлением (*symbol grounding problem*) [31, 66], поддержка механизмов пополнения картины мира (обучение и абстрагирование).

В настоящей работе предлагается знаковый подход к построению модели представления пространственных и временных знаний агентов, участвующих в решении общей задачи на перемещение, учитывающий перечисленные особенности. Такая модель далее будет называться знаковой пространственно-временной картиной мира. Понятие знака формализуется на основе культурно-исторического подхода Выготского [26] и теории деятельности Леонтьева [43], которые позволяют раскрыть роль и функции знака в представлении знаний и в процессах обмена информацией. Для привязки знака к реальным объектам и свойствам среды (к денотатам знака) предлагается использовать специальный процесс обучения, результатом которого является готовая система распознавания, описываемая в терминах теории автоматов. В заключение статьи приводится модельный пример использования знакового представления знаний для согласованного перемещения группы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Существующие подходы к представлению знаний о пространстве и времени. Существует достаточно большое количество моделей представления пространственных знаний для навигации, построения карты местности, планирования траекторий и других подобных задач. Многие из них создаются для решения частных практических примеров и не претендуют на универсальность. Другие модели, как например, широко известная модель 4D/RCS [22] или 3T [59], применяются только для отдельных автономных технических объектов и в них не учитываются те особенности представления знаний, о которых говорилось во введении. Существующие модели представления пространственных и временных знаний, применимые в условиях группового взаимодействия, такие как групповое расширение модели 4D/RCS [118], обычно не учитывают проблему привязки элементов знания к внешней среде и не подразумевают какого-либо сложного обучения, кроме манипуляции известными символами для составления карты местности.

Среди имеющихся работ стоит отметить близкую к настоящей статье работу Д. Роя [145], посвященную проблеме привязанного к внешней среде представления знаний, в том числе и пространственного характера. Используется идея знакового представления, где знак используется не в психологическом, а в логическом смысле [82]. Для описания объектов, действий и ситуаций используются так называемые схемы (см. для примера рис. 4.18). Схема согласуется с результатом обработки сенсорной информации (распознавание категорий) и с помощью определенных на ее основе действий обновляет представления

агента о внешней среде и одновременно производит изменения в этой среде.

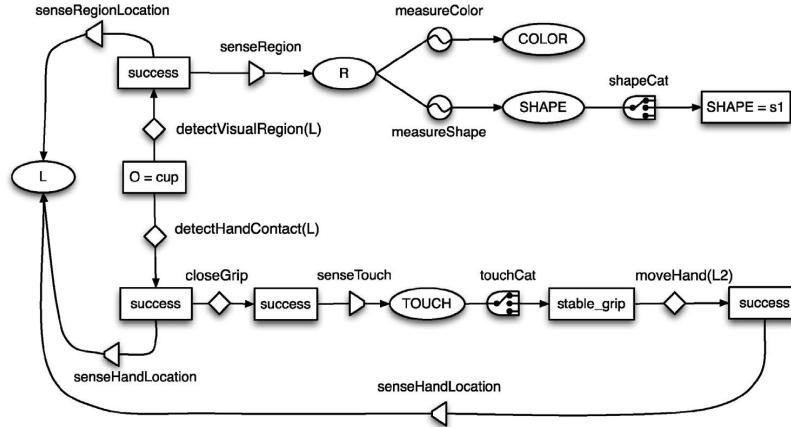


Рис. 4.18. Схема объекта чашка (cup), для которого с помощью перцептивных процедур (detect, measure) определены свойства цвета (COLOR) и формы (SHAPE), а также определены действия по перемещению (Grip и move), зависящие от текущего положения чашки (L).

С помощью таких схем удается описать процесс коммуникации агентов, когда агент, имеющий привязку некоторого символа к внешней среде, сообщает информацию об этом символе другому агенту, не имеющему средств к проверке такой привязки. Несмотря на успешную реализацию на роботе-манипуляторе, оперирующем объектами на столе, такой подход обладает существенными недостатками. Во-первых, не используются процессы обучения, то есть все схемы задаются разработчиком, хотя и привязываются к реальным объектам с помощью заранее известных сенсорных входов. Во-вторых, количество используемых Роем пространственно-временных отношений довольно ограничено (отношения «содержится в», «соприкасается с», «предшествует»).

Стоит отметить, что в таких работах как [23, 68, 106] количество описываемых отношений, с помощью которых задаются такие свойства как топология, взаимное расположение, расстояние, относительное движение, следование во времени, пересечение во времени и др., намного больше и большинство из них необходимы для описания пространственного движения, более сложного, чем ограниченного движение манипулятора над столом.

В настоящей работе для задания пространственных и временных отношений, не зависящих от сенсорной привязки, используются подходы, разрабатываемые в рамках теории ситуационного управления [88]. Поспеловым и его учениками предложен ряд псевдофизических логик, задающих достаточно широкий спектр отношений, которые полностью

покрывают все случаи, возникающие в задаче двумерного пространственного перемещения агентов. Логический подход позволяет не только описать ситуацию, но и реализовать вывод на знаниях, с помощью которого можно предсказывать следующие состояния системы и пополнять знания без наличия актуальной сенсорной информации.

Когнитивный подход к представлению пространственно-временных знаний.

Предлагаемая модель знаковой пространственно-временной картины мира опирается на работы в области прикладной семиотики [98] и на формальное определение знака, предложенное в работах Осипова и коллег. Знаковая картина мира позволяет строить модели высших когнитивных функций человека, в том числе и сложных процессов коммуникации (например, в которых различаются операциональное и референтное значения сообщения), и применима в задачах управления БПЛА [102].

В соответствии с предлагаемым подходом объекты и их свойства в картине мира интеллектуального агента представляются в виде специальных конструкций — знаков. Каждый знак обладает с четырехкомпонентной структурой: $s = \langle n, p, m, a \rangle$ (см. рис. 4.1). Компонента имени n является согласованным в коллективе агентов условным обозначением представляемого объекта или свойства. Компонента образа p содержит процедуру распознавания и категоризации представляемого объекта или свойства. Компонента значения m задает набор обобщенных согласованных в коллективе действий, совершаемых с участием данного объекта. И, наконец, компонента личностного смысла a задает набор индивидуальных действий агента, совершаемых с представляемым объектом и содержащих в качестве параметров его внутренние характеристики. Например, для знака с именем «книга» образом является как сама процедура распознавания, так и используемые ей характерные признаки («твёрдый переплет», «300 страниц», «о живописи» и т.д.), значением — общепринятые действия, связанные с объектом книги («читать», «пересылать по почте» и т.п.), личностным смыслом — личные действия агента, связанные с объектом книги («читать перед сном», «подpirать дверь» и т.п.). В настоящей работе для описания пространственно-временной картины мира будут использоваться только имена, образы и значения знаков.

Пространственно-временная картина мира агента будет задаться фрагментом семиотической сети [75] $H = \langle H_P, H_A, H_M \rangle$, состоящей из трех семантических сетей: $H_P = \langle 2^P, R_P \rangle$ - сеть с семейством отношений R_P на множестве образом P (таких, как отношения сходства, противопоставления и эквивалентности), $H_A = \langle 2^A, R_A \rangle$ - сеть с семейством отношений R_A на множестве личностных смыслов A (таких, как отношения аглютинации, поглощения и противопоставления), $H_M = \langle 2^M, R_M \rangle$ - сеть с семейством отношений R_M на множестве значений M (таких, как ситуационные и сюжетные отношения).

Для привязки знаков к опосредуемым объектам внешней среды используются распознающие автоматы. Специальным образом определенная иерархия таких автоматов позволяет описать как процесс категоризации (распознавания) знака, так и определить участие знака в действиях агента. Схема работы автомата представлена на рис. 4.8.

Кратко напомним алгоритм работы автомата R уровня иерархии i . Каждый момент времени t он получает на вход последовательность векторов действительных чисел от 0 до 1 с нижнего уровня иерархии. Входной вектор \hat{x} длины q представляет собой веса входных признаков F , участвующих в распознавании выходных признаков F^* . В начальный момент работы автомата поступает управляющий вектор \hat{x}^{j+1} с верхнего уровня иерархии, задающий предсказание значений весов выходного вектора, которые должны получиться после завершения рабочего цикла распознающего автомата (через время h). В каждый момент времени t распознающий автомат вычисляет текущий весовой вектор x^* выходных признаков длины l и управляющий вектор $x^{?j}$ на нижний уровень иерархии длины q . Автоматы связаны иерархическим отношением, если выходные признаки (возможно, не все) дочернего автомата участвуют в распознавании выходных признаков родительского автомата (являются для последнего входными).

Состояние автомата R задается множеством битовых матриц предсказания Z размерности q на h . Каждому выходному признаку f^* соответствует свой набор матриц предсказания, в которых в столбце t единицы соответствуют необходимым для распознавания f^* в момент времени t входным признакам. Если с помощью некоторой процедуры Δ множество столбцов всех матриц распознавания для признака f_p разделяется на множество столбцов, содержащих всегда предшествующие признаки (условия), и множество столбцов, содержащих всегда последующие признаки (эффекты), то такой признак f_p называется процедурным и определяет действия и процессы.

Если между множеством знаков и множеством признаков, распознаваемых всеми автоматами иерархии, установлено взаимно-однозначное соответствие (именование), то компоненты знака определяются следующим образом. Образом знака s , соответствующего признаку f , является множество всех признаков, участвующих в распознавании признака f . Значением знака s , соответствующего признаку f , является множество всех процедурных признаков, условия которых распознаются с помощью признака f .

Привязка знака к внешним объектам и процессам осуществляется за счет того, что входными признаками распознающих автоматов нижнего уровня иерархии являются данные, поступающие с сенсоров. Формирование состояний автомата в процессе наблюдения агента происходит с помощью специального алгоритма обучения иерархической временной памяти (hierarchical temporal memory, HTM) [65, 76]. HTM использует нейрофизиологические данные о строении первичных участков коры головного мозга для формирования биологически прав-

доподобной схемы с использованием марковских цепей и алгоритмов иерархической кластеризации. К основным принципам работы НТМ относятся: использование иерархии вычислительных узлов с восходящими и нисходящими связями, использование Хэббовских правил обучения, разделение пространственного и временного группировщиков, подавление активации для формирования разреженного представления.

Формируемые в результате работы алгоритма НТМ связи между компонентами вычислительного узла в рамках двух связанных иерархической связью узлов задают матрицу предсказания для некоторого выходного признака в модели распознающих автоматов.

Модельная задача. В качестве примера использования предлагаемой модели представления пространственных и временных знаний опишем модельную задачу по перемещению группы БПЛА на местности с различными типами препятствий. Пусть имеются два агента A_1 и A_2 , располагающиеся в координатах (x_1, y_1) и (x_2, y_2) , соответственно. Агент A_1 обладает способностью разрушать препятствия типа C и большими размерами r_1 , не позволяющими ему напрямую построить траекторию в целевую зону G с координатами (x_G, y_G) . Агент A_2 обладает способностью разрушать препятствия типа B и небольшими размерами r_2 , позволяющими ему напрямую построить траекторию до целевой зоны G (рис. 4.19). Местность полностью наблюдаема, а ее карта доступна обоим агентам.

Агенты в своей картине мира опосредуют действия по перемещению знаками $st(i)$ (признаками f_t , t — тип перемещения, $i = 1, 2 \dots$ — имя действия), которым соответствуют матрицы предсказания типа Z_t , состоящие из трех столбцов $z_1 = (l_x, I)$, $z_2 = (l_y, d_u, E)$ и $z_3 = (l_y, I, t_v)$, где l_x , l_y — признаки, соответствующие категории расстояния в пространственной логике [88] (например, вплотную, близко, далеко и др.), d_u — признак, соответствующий категории направления в пространственной логике (например, впереди, слева и др.), t_v — признак, соответствующий категории времени во временной логике [14] (например, скоро, в будущем и др.), I — признак присутствия самого агента, E — признак отсутствия препятствия. В матрице типа Z_t столбцы z_1 и z_2 являются столбцами условий, а столбец z_3 — столбцом эффектов.

Всем признакам из образа знака $st(i)$ в свою очередь соответствуют свои матрицы распознавания, полученные в результате обучения в процессе наблюдения агента за средой. В результате этого обучения и формируются дискретные категории расстояния, направления и времени, такие как: слева, скоро, близко и т.п.

В процессе планирования агент строит некоторый план по достижению цели G для чего необходимо выполнить действие $st(1)$, в котором, например, l_x — вплотную, l_y — далеко (категоризация расстояния между точками (x_1, y_1) или (x_2, y_2) и (x_G, y_G)), d_u — впереди, t_v — скоро. Если для агентов доступны только действия типа $st(2)$, где l_x — вплотную, l_y — очень близко, d_u — впереди, слева и т.п., t_v — очень

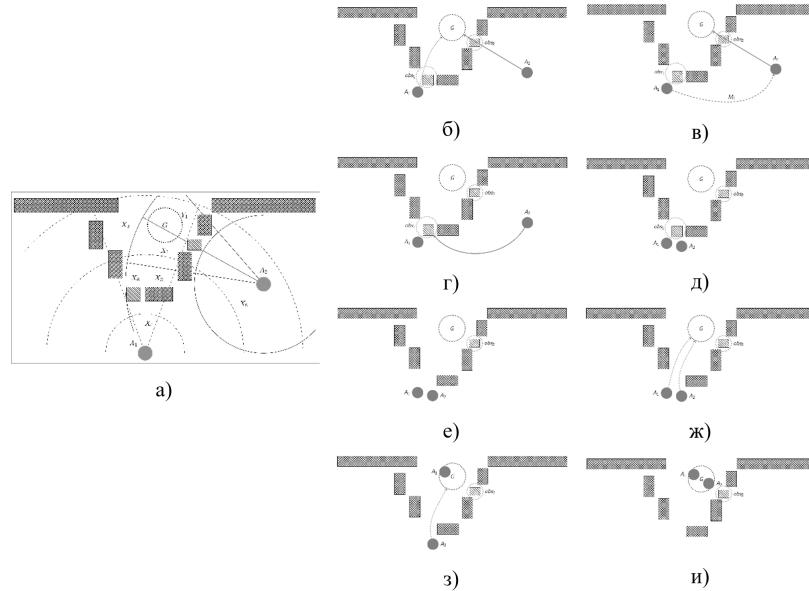


Рис. 4.19. Планирование совместного перемещения двух агентов (БПЛА). Прямоугольники в сетке — препятствия типа A, прямоугольники с наклонной штриховкой — препятствия типа B. а) — пространственные области в картинах мира агентов, б-и) — этапы выполнения плана по перемещению в целевую область G .

скоро, то происходит построение плана по перемещению, в котором строится последовательность из действий типа $st(2)$.

В случае агента A_1 ввиду его больших размеров, на некотором этапе признак E будет отсутствовать и условие очередного действия $st(2)$ не будет выполнено. В таком случае, если агенту A_1 доступно некоторое действие по передаче сообщения M_1 , то в план может быть включена посылка информации агенту A_2 о препятствии в области obs_1 (см. рис. 4.19, в). Если у агента A_2 имеется знак, опосредующий агента A_1 (представление о другом агенте), в образ которого входит его положение, то агент A_2 сможет построить план по перемещению в область obs_1 и устранению препятствия (см. рис. 4.19, г-е).

В протоколе коммуникации сообщения не включают информацию об образах, используемых в сообщении знаков, которые могут не совпадать у агентов A_1 и A_2 (различные матрицы предсказания одних и тех же признаков ввиду несовпадения процессов обучения). За счет согласованности значений этих знаков (общее множество доступных действий), информация в сообщении может быть интерпретирована адресатом. На завершающем этапе агенты поочередно перемещаются в целевую зону (см. рис. 4.19, ж-и).

4.4.2. Принятие диагностических решений. Данная работа является частью большого исследования моделей целенаправленного поведения, проводимого под руководством Осипова Г.С. В рамках этих работ разрабатываются модели мотивации, синтеза плана, принятия решений в условиях неопределенности и др. на основе единого подхода. Этот подход берет свое начало с работ Поспелова Д.А. по прикладной семиотике и Леонтьева А.Н. по деятельностному подходу в психологии. Данные научные направления объединены на основе формализации понятия знака и построения архитектуры интеллектуального агента со знаковой картиной мира..

Одними из первых экспериментов, проводимых с интеллектуальными агентами со знаковой картиной мира, являлись эксперименты по моделированию приобретения личностных смыслов специалистами в некоторой предметной области. Деятельность специалистов в процессе принятия решения по поводу той или иной проблемы, как и любая сознательная деятельность человека, является знаково опосредованной с точки зрения теории деятельности, что делает правомерным использование знаковых моделей. Моделированию процессов влияния приобретаемых личностных смыслов специалистами на принятие ими дальнейших решений и посвящена данная работа.

Архитектура интеллектуального агента, основанная на знаковом представлении, была реализована в виде программного агента, взаимодействующего с другими агентами в специальном модуле для системы построения мультиагентных систем Jadex. В качестве предметной области, в которой действовали агенты, была выбрана консультационная психология. Были проведены эксперименты по соответствию поведения агента поведению реального психолога-консультанта.

Строение интеллектуального агента. Кратко определим знак как отражение множества имен $N = \{n\}$ во множество троек: $N \rightarrow \{(m, a, p)\}$, такое что $s(n) = (m, a, p)$, $n \in N$, где m — множество значений предмета или способов использования данного объекта как предмета культуры, a — множество действий с предметом (множество личностных смыслов), p — представление о предмете (образ предмета), в который включена некоторая процедура распознавания образа A_p . Каждый элемент знака: значение, личностный смысл или образ — включает в себя фрагмент соответствующей семантической сети на именах $W = (N, R)$, R — семейство отношений, $R \subseteq N^2$. Фрагментом F семантической сети W , в свою очередь, назовем множество имен $N_F \subseteq N$ и множество отношений $R_F \subseteq R$, в которое входят только те отношения, которые определены на именах из N_F .

Все множество значений формирует семантическую сеть на значениях W_m , все множество личностных смыслов — семантическую сеть на смыслах W_a , все множество образов — семантическую сеть на образах W_p . Совокупность всех трех семантических сетей образуют картину мира агента.

Для моделирования процесса принятия решений специалистов в простейшем случае достаточно использовать два компонента знака из трех: личностный смысл и образ. Значение знака в данных экспериментах играло вспомогательную роль.

В качестве предметной области была использована консультационная психология, а агент моделировал поведение психолога — консультанта в процессе анализа жалоб и принятия решения о том, к какой категории относится проблематика поступившей от клиента жалобы.

В ходе экспериментов интеллектуальному агенту-консультанту (ИАК) подавалась серия текстовых жалоб, каждая из которых в свою очередь была разбита на некоторое количество отрывков («реплик»). Целью агента являлось вынесение решения по поводу того, к какой категории относится жалоба клиента. В ходе деятельности у агента менялось количество некоторого условного ресурса, что моделировало энергетику практической деятельности психолога-консультанта. Из анализа получавшихся графиков изменения ресурса делался вывод о соответствии поведения ИАК поведению реального психолога-консультанта.

В соответствии с существующими в современной теории и методологии психологического консультирования, в качестве обобщающих категорий были определены следующие типы жалоб: клиент испытывает проблемы в сфере мотивации и регуляции деятельности (категория жалоб «Мотивация»), в сфере познавательных процессов (категория «Познание»), в сфере эмоций и чувств («Эмоции»), в сфере формирования и проявления идентичности («Идентичность»). Жалоба поступает ИАК в виде последовательности реплик до тех пор, пока ИАК не примет окончательного решения о типе проблематики всей жалобы. Таким образом, для ИАК достижение мотива интерпретации текста жалобы в целом происходит в ходе последовательного достижения ряда промежуточных целей — интерпретации отдельных реплик (рис. 4.20).

Цель и соответствующий план ее достижения задавались агенту заранее в знаковом виде. Имена и образы, соответствующие знакам картины мира, также задавались ИАК в готовом виде. Формирование же личностных смыслов, отражающих опыт ИАК, происходило в процессе реального взаимодействия с предметом его деятельности.

Семантическая сеть образов представляла собой четыре корневых дерева с двумя уровнями узлов, корнями которых являлись имена категорий жалоб (рис. 4.21), а листьями — имена признаков категорий: $N = N_{cat} \cup N_{ind}$. Множество отношений R состояло из одного несимметричного отношения R_{par} - «быть элементом».

При реализации процедуры распознавания A_p каждой паре $(N_{cat}, N_{ind}), N_{cat} \in \mathbf{N}_{cat}, N_{ind} \in \mathbf{N}_{ind}$ ставился в соответствие некоторый вес $w \in [0, 1]$. Процессу интерпретации смысла реплики соответствовал процесс ее категоризации, которому, в свою очередь, ставился в соответствие процесс распознавания образа категории в данной реплике. Процедура A_p выдает 0, если знак присутствует в

5*

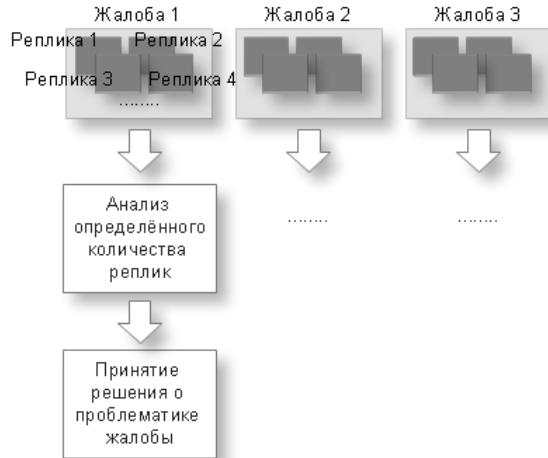


Рис. 4.20. Деятельность агента — психологического консультанта

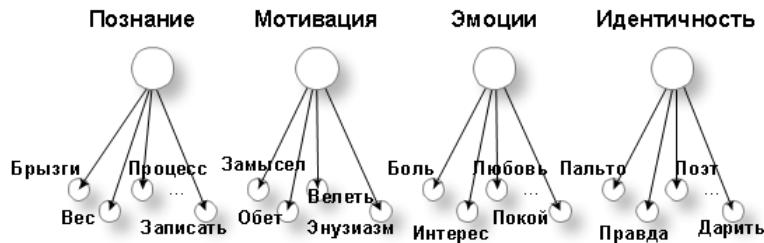


Рис. 4.21. Сеть образов ИАК

фокусе внимания, и 1, иначе. Она интерпретировалась как принятие решения о том, к какой категории относятся все реплики, накопленные в фокусе внимания агента при анализе жалобы клиента.

Расчет весов на сети образов осуществлялся следующим образом. Изменение веса i -го знака (веса пары (N_{cat}, N_i)), относящегося к

категории cat , определялось как $\Delta_{\omega}^i = 1 + \frac{C_{\omega}\tilde{\omega}^i}{1 + e^{-\frac{\tilde{Q}}{C_Q}}}$, $\Delta_{\omega}^i \in [1, 1 + C_{\omega}]$,

где $\tilde{\omega}^i = \frac{req^i}{\sum_j req^j}$, $\tilde{\omega}^i \in [0, 1]$ - «эффективный» вес i -го знака в тексте

текущей реплики (суммирование идет по всем знакам, найденным в текущей реплике), req^i - количество экземпляров i -го знака в реплике, $\tilde{Q} = \frac{Q^{cat}}{C_{cat}} + Q^i$ - «эффективная» оценка личностного смысла i -знака, Q^{cat} - оценка личностного смысла категории cat , Q^i -

оценка личностного смысла i -го знака, $C_\omega > 1, C_{cat} > 1$ - некоторые константы. Вес категории cat вычислялся как $\hat{\omega}_{cat} = \sum_{j \in [1, n_{cat}]} \omega_t^j req^j$, n_{cat} - количество знаков-признаков, относящихся к категории cat . $\hat{\omega}_{t+1}^i = \Delta_\omega^i \omega_t^{i,cat}, \omega_{t+1}^{i,cat} = \frac{\hat{\omega}_{t+1}^i}{\max_j \hat{\omega}_{t+1}^j}$ - изменение веса i -го знака с течением времени t . Максимум вычислялся по всем знакам в сети на образах. Это связано с тем, что увеличение веса конкретного знака оказывается не только на том фрагменте семантической сети, которому соответствует образ знака-категории, но и на всей семантической сети на образах. За счет этого закрепляется опыт распознавания всех знаков.

Основным этапом в процессе деятельности агента являлся этап анализа реплики. Он основывался на частотном принципе: в тексте реплики подсчитывалось количество слов, соответствующих именам знаков-признаков в картине мира агента (см. выше). С учетом личностных смыслов знаков подсчитывался вес каждой категории для данной реплики. Если агент не накопил достаточно информации для принятия решения о категории всей жалобы, он анализировал следующую реплику. В зависимости от индивидуальных характеристик, агенты по-разному накапливали опыт анализа реплик. После принятия окончательного решения агент посыпал сообщение специальному агенту-оракулу, который отправлял в качестве ответа объективный результат анализа тестовой реплики. Объективность заключалась в том, что агент-оракул не имел личностных смыслов в своей картине мира, т.е. результат его интерпретации не «искажался» накопленным личным опытом.

Личностный смысл знаков-категорий и знаков-признаков в картине мира ИАК был представлен оценочной составляющей Q_a , которая изменялась в зависимости от того верным ли оказывалось вынесенное решение по поводу предполагаемой категории. Изменение оценки личностного смысла i -го знака

$$\Delta_Q^i = \begin{cases} -C_Q, & D(ag) \neq D(oq), \\ C_Q, & D(ag) = D(oq), \end{cases}$$

где $D(ag)$ - решение агента, $D(oq)$ - правильный результат (решение оракула oq), $C_Q > 0$ - некоторая константа. $Q_{t+1}^i = Q_t^i + \Delta_Q^i$ - изменение оценки личностного смысла i -го знака с течением времени t .

В картине мира ИАК помимо знаков-категорий и знаков-признаков присутствовали также и вспомогательные знаки для обеспечения деятельности ИАК:

- знак S_{res_an} с именем N_{res_an} («Результат анализа реплики»), с которым ИАК связывал действие a_{sig_upd} по обновлению своей картины мира (запоминание результата анализа): $\mathbf{N}_{a_{sig_upd}}^{out} = \{N_{res_an}\}, \mathbf{N}_{a_{sig_upd}}^{in} = \emptyset$,

- знак S_{decis} с именем N_{decis} («Консультационное решение»), в образ которого входило название категории, к которой ИАК отнес текущую жалобу,
- знак S_{hypot} с именем N_{hypot} («Консультационная гипотеза»), в образ которого входили текущие представления агента о том, к какой категории относится текущая жалоба,
- знак S_{text} с именем N_{text} («Текст реплики»), с которым ИАК связывал действие a_{text} по анализу текста и получению результата анализа: $\mathbf{N}_{a_{text}}^{out} = \{N_{text}\}, \mathbf{N}_{a_{text}}^{in} = \{N_{res_an}\}$ и действие a_{check} по проверке своего решения: $\mathbf{N}_{a_{check}}^{out} = \{N_{text}, N_{decis}\}, \mathbf{N}_{a_{check}}^{in} = \emptyset$.

При анализе каждой реплики затрачивалось константное количество C_A условного ресурса. В случае подтверждения решения ИАК оракулом ресурс увеличивался на некоторую константу $C_r C_R$, а в случае отрицательного результата — уменьшался на C_R :

$$\Delta_R = \begin{cases} -C_R, & D(ag) \neq D(oq), \\ C_r C_R, & D(ag) = D(oq), \end{cases}$$

$C_R > 0, C_r > 1$. Если ресурс агента становился меньше 0, то ИАК прекращал деятельность — наступало так называемое психологическое «выгорание» специалиста.

В зависимости от стратегии накопления опыта анализа реплик клиентов и принятия решения о категории жалобы, ИАК делились на четыре типа:

- «хаотичные» ИАК принимали решение в пользу категории cat после того как эта категория набирала определенный критический вес $Y_H > 0$,
- «активные» ИАК принимали решение в пользу категории cat после того как разница весов лидирующей категории в текущей гипотезе превышала вес «второго места» на некоторую критическую величину $Y_A > 0$,
- «активные» ИАК принимали решение в пользу категории cat после того как разница весов лидирующей категории в текущей гипотезе превышала вес «второго места» на некоторую критическую величину $Y_A > Y_P > 0$,
- «стереотипные» ИАК принимали решение в пользу категории cat после того как вес категории, которая была лидирующей в первой гипотезе относительно проблематики текущей жалобы (после анализа первой реплики), превышал критическое значение $Y_S > 0$.

Индивидуальные особенности поведения агентов различных типов в процессе анализа жалобы клиента представлены в таб. 1.

Система проведения экспериментов.

Для проведения экспериментов с интеллектуальными агентами-консультантами была реализована программная система в виде модуля

к системе построения мультиагентных систем Jadex [12]. Выбор имени этой системы основывался на следующих ее преимуществах:

- блок рассуждений Jadex основывается на классической BDI (Belief Desire Intention) модели,
- облегчено задание внешней среды и действий агента с использованием XML,
- возможность расширения функциональности агентов, создание своих типов агентов (не только BDI архитектуры) с помощью модулей на языке программирования Java,
- возможность подключения мультиагентной среды JADE в качестве среды коммуникации агентов с поддержкой стандарта FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents),
- использование мощного блока вывода на основе правил.

Перед началом проведения экспериментов происходит настройка среды моделирования в контрольном центре (рис. 4.22). В блоке 1 отображаются загруженные модули расширения и их структура по пакетам. В блоке 3 выводится текущая информация о функционирующих компонентах. В блоке 2 находятся настройки текущего модуля: запускаемая конфигурация, начальные параметры.

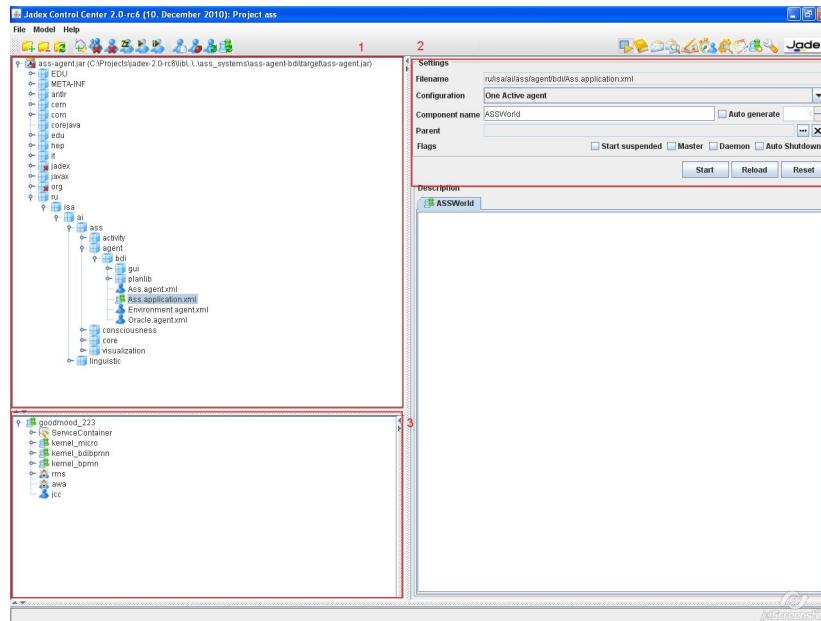


Рис. 4.22. Контрольный центр Jadex

К настраиваемым параметрам системы относятся:

- число запускаемых в мультиагентной среде агентов,

- тип запускаемых агентов,
- флаг сохранения снимков картины мира агента,
- путь к файлу настроек внешней среды.

После предварительной настройки модуля и его запуска открываются окна информации о текущем состоянии мультиагентной системы (рис. 4.23):

- в блоке 1 (окно состояния внешней среды) отражается информация о внешней среде: список загруженных реплик и список совершенных агентами действий в процессе работы; проанализированные реплики отмечаются галочками, там же находится кнопка выбора списка файлов реплик для анализа;
- в блоке 2 (окно состояния агента, вкладка общей информации) отображается общая информация об агенте: тип агента, список имен знаков, находящихся в фокусе внимания, список объектов (текстов) в фокусе внимания, список проанализированных текстов, список принятых решений (правильные — зеленые, неправильные — красные) и ответов от оракула, текущее количество ресурсов; справа располагается график изменения ресурса с течением времени;
- в блоке 3 (окно состояния агента, вкладка картины мира) выводится часть картины мира — часть сети на образах с цветовым обозначением оценок личностных смыслов; есть возможность увеличения и уменьшения масштаба, подсветка выделяемых вершин и ребер.

Агенты работают до тех пор, пока не исчерпается их ресурс или не закончатся реплики жалоб клиентов. В качестве реплик использовались либо отрывки с объективным преобладанием какой-либо одной категории (например «Мотивация») — тогда среда считалась предсказуемой, либо отрывки, относящиеся к различным категориям по проблематике — тогда среда считалась случайной.

Результаты экспериментов.

В результате проведения экспериментов для каждого агента получается набор снимков его картины мира через некоторые промежутки времени (порядка 1000 снимков), из которых формируется видео-ролик эволюции картины мира агента, а также график изменения ресурса с течением времени. Характерные снимки представлены на рис. 4.24 и 4.25 (в конце работы агента).

На снимках отражаются только те связи (и только те знаки), веса связей которых максимальны на текущий момент в картине мира — выбираются по 25 знаков-признаков для каждой категории с максимальным весом. Толщина связей на снимках прямо пропорциональна весу пар знак - категория. Категории обозначаются квадратами, знаки-признаки — овалами. В процессе эволюции картины мира на снимках появляются новые знаки (чей вес оказался в списке 25 наи-

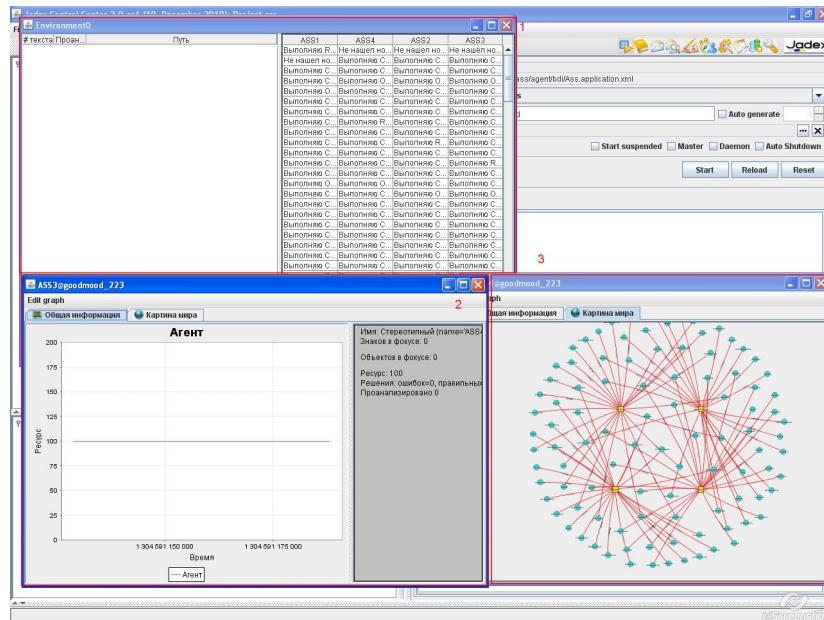


Рис. 4.23. Информация о функционировании мультиагентной системы (начало работы)

больших для данной категории), выделяемые черным и изменяются толщины ребер.

Наибольший интерес представляют графики изменения ресурсов агентов различных типов, представленные на рис. 4.26.

Цвета соответствуют оценкам личностных смыслов знаков. В начале оценки отсутствуют — все узлы одинакового лазурного цвета и в скобках рядом с именами знаков одинаковые нулевые значения. Затем, в ходе работы агента, в процессе накопления им опыта, знаки приобретают различные оценки: отрицательные (оттенки синего и красного цветов, отрицательные значения оценок в скобках) и положительные (оттенки зеленого и желтого цветов, положительные значения оценок в скобках).

В процессе работы ИАК, приобретая оценки личностных смыслов, начинает по-разному относиться к различным знакам. Те знаки, которые участвовали в принятии верного решения, приобретают положительную оценку и ИАК придает им больший вес при встрече в очередной реплике. Те же знаки, которые участвовали в принятии неверного решения, приобретают отрицательную оценку и ИАК не замечает их в очередных репликах. Такая нагрузка профессиональных знаний личностными смыслами хорошо согласуется с поведением начинаящего психолога-консультанта.

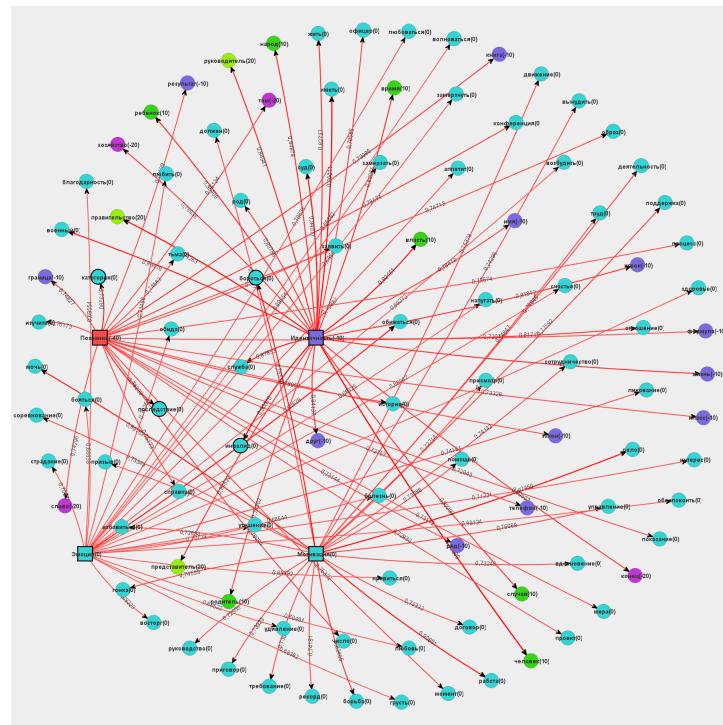


Рис. 4.24. Картина мира агента в конце работы

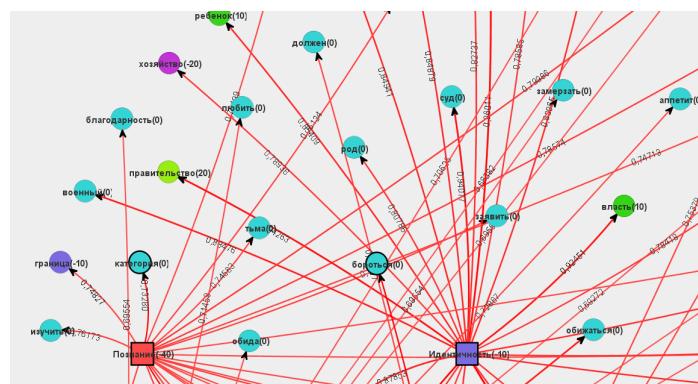


Рис. 4.25. Фрагмент картины мира агента в конце работы

Из приведенных графиков следует, что у агентов различных типов (обладающих разными индивидуальными характеристиками) графики имеют различный вид и имеют характерные особенности, которые соответствуют особенностям поведения реальных психологов-

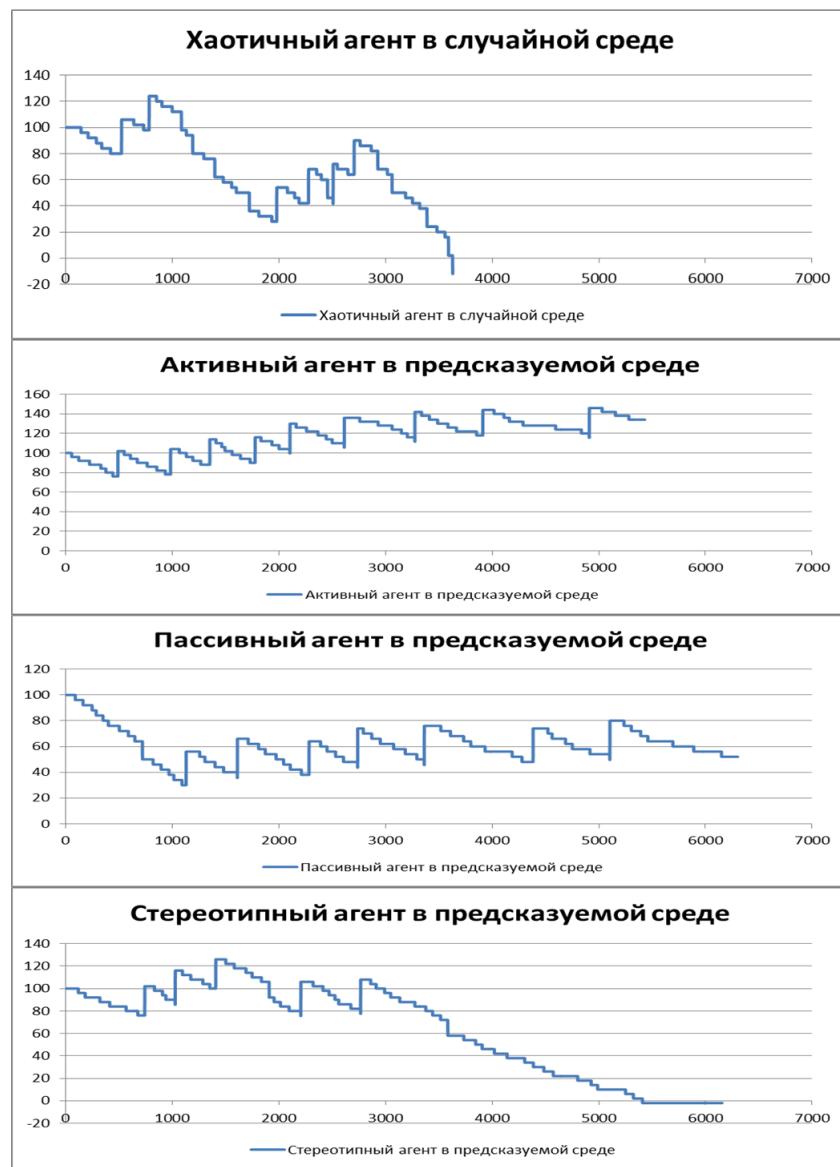


Рис. 4.26. Графики изменения количества ресурса (по оси ординат) в течении времени (по оси абсцисс)

консультантов. Например, «выгорание» у хаотичного ИАК в случайной среде происходит не сразу (как у агентов других типов), а только с течением большего промежутка времени, т.е., в среднем, время его работы в два раза выше. Это связано с особенностью его поведения — отсутствием «памяти»: агент не запоминает, к какой категории относились предыдущие запросы, а находится в ожидании такого запроса, в котором какая-либо категория будет существенно преобладать над другой. Это позволяет ему в случайной среде, где тип попавшейся реплики случаен, вести себя более успешно. С другой стороны, следует отметить, что активный агент быстрее набирает ресурс, чем пассивный, что связано с тем, что ему достаточно меньшего количества реплик, относящихся к данной категории, для того, чтобы принять решение в ее пользу. Примечательно также, что стереотипный агент, ждущий подтверждения своей первоначальной гипотезы, «выгорает» даже в предсказуемой среде, в отличие от агентов других типов.

Представленные особенности поведения интеллектуальных агентов, выраженные в механизме распознавания знаков-категорий и в динамике ресурса, хорошо согласуются с реальными особенностями поведения консультантов-людей с различными индивидуальными стратегиями. Этот результат служит в пользу того, что представленная архитектура агентов со знаковой картиной мира применима для моделирования поведения специалистов в соответствующих предметных областях.

Список литературы

1. Бабаева Е. Лингвокультурологические характеристики русской и немецкой аксиологических картин мира : Дисс... кандидата наук / Е.В. Бабаева. — Волгоград, 2004.
2. Адамьянц Т. Социальные коммуникации. — М. : Дрофа, 2009.
3. Гайдуков В. Прогностическая и методологическая функции научной картины мира : Дисс... кандидата наук / В.Н. Гайдуков. — Л., 1984.
4. Величковский Б. М. Когнитивная наука: Основы психологии познания: в 2 т. — М. : Смысл, 2006. — Т. 1. — С. 448. — ISBN: 5893572173.
5. Даниленко В. Языковая картина мира в теории л.вайсгербера // Филология и человек. — 2009.
6. Данилова В., Кожевников Н. Основания географической картины мира // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. — 2008. — С. 68–72.
7. Вапник В. Н., Червоненкис А. . Теория распознавания образов. — М. : Наука, 1974.
8. Бацанова С. Философско-культурологический анализ субкультурных аспектов гендерной картины мира : Дисс... кандидата наук / С.В. Бацанова. — Белгород, 2007.
9. Гербачевская Н. Представленность проблемы «человек и общество» в социальной картине мира современной молодежи : Дисс... кандидата наук / Н.В. Гербачевская. — СПб., 2006.
10. Абраменкова В. Социальная психология детства. — М. : ПЕР СЭ, 2008.
11. Вартанов А. В. Механизмы семантики: человек - нейрон - модель // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. — 2011. — № 12. — С. 54–64.
12. Actoron GmbH. Jadex overview. — 2016. — Access mode: <https://www.activecomponents.org/#/docs/> (online; accessed: 02.11.2016).
13. Власова Е. Соотношение понятий «язык», «культура» и «картина мира» // Филологические науки. Вопросы теории и практики. — 2012. — С. 61–65.
14. Гирин Ю. Литература в системе культуры авангарда : Дисс... кандидата наук / Ю.Н. Гирин. — М., 2013.
15. Гойман А. Некоторые аспекты картины мира человека Древней Руси : Дисс... кандидата наук / А.А. Гойман. — Ярославль, 2001.
16. Болотова Ю. А., Спицын В. Г., Фомин А. Э. Применение модели иерархической временной памяти в распознавании изображений // Известия Томского политехнического университета. — 2011. — Т. 318, № 5. — С. 60–63.
17. Гончарова Н. Языковая картина мира как объект лингвистического описания // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. — 2012. — Р. 396–405.
18. Гореликов Л. Идея целостности в основаниях современной научной картины мира: социально-исторический подход : Дисс... кандидата наук / Л.А. Гореликов. — В.Новгород, 2006.
19. Апресян Ю. Избранные труды. — М. : Языки русской культуры, 1995. — Т. I.
20. Воронцова Е. Понятие визуальной картины мира // Аналитика культурологии. — 2012. — С. 16–27.

21. Воротников Ю. «Языковая картина мира»: трактовка понятия // Информационный гуманитарный портал «Знание. Понимание. Умение». — 2006. — С. 88–90.
22. Albus J., Barbera A. 4D/RCS reference model architecture for unmanned ground vehicles // Intelligent Vehicle Systems: A 4D/RCS Approach. — Nova Science Publishers, Inc., 2007. — P. 1–30. — Access mode: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84895238575\&partnerID=tZOTr>
23. Allen J. F. Maintaining knowledge about temporal intervals // Communications of the ACM. — 1983. — Vol. 26, no. 11. — P. 832–843.
24. Дулин С. К. Введение в теорию структурной согласованности. — М. : Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, 2005. — С. 136.
25. Гуревич А. Категории средневековой культуры. — М. : Искусство, 1984.
26. Выготский Л. С. Мысление и речь // Психология развития человека / Под ред. С. Бобко. — Экмо, 2005. — С. 664–1019.
27. Ермак Е. Геометрическая составляющая естественнонаучной картины мира старшеклассников : Дисс... кандидата наук / Е.А. Ермак. — СПб., 2005.
28. Baars B. J. A cognitive theory of consciousness. — New York : Cambridge University Press, 1988.
29. Baars B. J. Global workspace theory of consciousness: toward a cognitive neuroscience of human experience. // Progress in brain research. — 2005. — Vol. 150. — P. 45–53. — Access mode: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16186014>.
30. Baars B. J. Global workspace theory of consciousness: toward a cognitive neuroscience of human experience // Progress in Brain Research. — 2005. — Vol. 150. — P. 45–53.
31. Barsalou L. W. Perceptual symbol systems // The Behavioral and brain sciences. — 1999. — Vol. 22, no. 4. — P. 577–609; discussion 610–660.
32. Borji A., Itti L. State-of-the-art in visual attention modeling // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. — 2013. — Vol. 35, no. 1. — P. 185–207. — Access mode: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22487985>.
33. Захарова Т. Концепт как основная единица языковой картины мира // Фэн-наука. — 2012. — С. 42–44.
34. Chun M. M., Potter M. C. A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. — 1995. — no. 21. — P. 109–127.
35. Dehaene S., Sergent C., Changeux J.-P. A neuronal network model linking subjective reports and objective physiological data during conscious perception // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. — 2003. — Vol. 100, no. 14. — P. 8520–5. — Access mode: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/article/fcgi?artid=166261\&tool=pmcentreclick&link_type=fulltext&log_date=2013-07-10&log_ip=128.111.121.42
36. Лебедев С. Уровни научного знания // Впор. филос. — 2010. — С. 62–75.
37. Кабановская Е. Психолингвистические механизмы выражения эмоций в картине мира личности : Дисс... кандидата наук / Е.Ю. Кабановская. — Чита, 2004.
38. Иваницкий А. М. Мозговая основа субъективных переживаний: гипотеза информационного синтеза // Журнал высшей нервной деятельности. — 1996. — Т. 46, № 2. — С. 241–282.

39. Иванов С. Картина мира: опыт логико-философского анализа : Дисс... кандидата наук / С.Ю. Иванов. — Магнитогорск, 2004.
40. Кадырова Г. Теоретические подходы к понятию «поля» в лингвистике // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — С. 237–241.
41. Калашников В. Языковая картина мира как психологический контекст // Известия Самарского научного центра РАН. — 2010. — С. 426–429.
42. Калман Р., Фалб П., Арбаб М. Очерки по математической теории систем. — М. : Мир, 1971.
43. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. — Изд. 2-е изд. — М. : Политиздат, 1977. — С. 304.
44. Леонтьев А. Н. Образ мира // Избранные психологические произведения. — М. : Педагогика, 1983. — С. 251–261.
45. Карасик В. О категориях дискурса // Тверской лингвистический меридиан: Сб. ст. — Тверь : Изд-во Твер. гос. ун-та, 2007.
46. Карпин В. Современная научная картина мира и система философско-методологических принципов построения научной теории в биологии и медицине // Вестн. Том. гос. ун-та. — 2007. — С. 61–65.
47. Яковлева Е. Проблема единства научной, религиозной и философской картин мира // Известия ИГЭА. — 2006. — С. 98–101.
48. Лотман Ю. Внутри мыслящих миров. Человек — текст — семиосфера — история. — М. : «Языки русской культуры», 1996.
49. Кожемякин, Е.А. and Кротков, Е.А. Научный дискурс. — 2015. — Режим доступа: http://www.madipi.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=137:2011 (дата обращения: 02.11.2016).
50. Исаева Л., Казарина Н. Спортивный дискурс: дискретизация континуума // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. 2: Филология и искусствоведение. — 2012. — С. 188–191.
51. Кубанова Т. Картина мира как философское понятие и мировоззренческая система взглядов: история и перспективы изучения // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). — 2011. — С. 189–193.
52. Кудрявцев В. Б., Алешин С. В., Подколзин А. С. Введение в теорию автоматов. — М. : Наука, 1985. — С. 320.
53. Кудрявцева О. Гуманитарная картина мира в системе современного знания: философско-методологический аспект : Дисс... кандидата наук / О.А. Кудрявцева. — Барнаул, 2004.
54. Кузнецова Т. Картина мира // Информационный гуманитарный портал «Знание. Понимание. Умение». Культурология. — 2008.
55. Кузнецова Ю. Враждебная картина мира родителей и поведенческие особенности ребенка // Форум агрессологии. Ежегодник Российского психологического общества. — 2012. — С. 26–42.
56. Луков А. «Картины мира» молодежи как результат культурной социализации в условиях становления глобальных систем коммуникации : Дисс... кандидата наук / А.В. Луков. — М., 2007.
57. Лурье С. Историческая этнология. — М. : Аспект Пресс, 1997.
58. European Commission. Human brain project. — 2016. — Access mode: <https://www.humanbrainproject.eu> (online; accessed: 02.11.2016).

59. Experiences with an architecture for intelligent, reactive agents / Peter R. Bonasso, Peter R. Firby, Erann Gat et al. // Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence. — 1997. — Vol. 9, no. 2-3. — P. 237–256. — Access mode: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/095281397147103>.
60. Кротков, Е.А. Научный дискурс: философско-методологический анализ // электронный журнал «современный дискурс-анализ». 2015. выпуск 13. — 2015. — Режим доступа: <http://discourseanalysis.org/ada13/st87.shtml> (дата обращения: 02.11.2016).
61. Крумин А. Взаимосвязь акцентуации характера и картины мира личности // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых «Психология XXI века» 22-24 апреля 2010 года. Санкт-Петербург / Под ред. О.Ю.Щелковой. — СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2010. — С. 381–383.
62. Felleman D. J., van Essen D. C. Distributed hierarchical processing in the primate cerebral cortex // Cerebral Cortex. — 1991. — Vol. 1, no. 1. — P. 1–47.
63. Franklin S., Graesser A. A software agent model of consciousness // Conscious Cognition. — 1999. — no. 8. — P. 285–301.
64. George D., Hawkins J. A hierarchical Bayesian model of invariant pattern recognition in the visual cortex // Proceedings of the IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). — 2005. — Vol. 3. — P. 1812–1817.
65. George D., Hawkins J. Towards a mathematical theory of cortical micro-circuits // PLoS computational biology. — 2009. — Vol. 5, no. 10. — P. e1000532. — Access mode: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2>
66. Harnad S. Symbol Grounding Problem // Physica. — 1990. — Vol. 42. — P. 335–346. — 9906002.
67. Hawkins J., George D., Niemasik J. Sequence memory for prediction, inference and behaviour // Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences. — 2009. — Vol. 364. — P. 1203–1209.
68. Herskovits A. Language, Spatial Cognition, and Vision // Spatial and Temporal Reasoning / Ed. by O. Stock. — Springer, 1997. — P. 155–202.
69. Небольсина П. Языковая картина мира: определение понятия // XV Ежегодная богословская конференция ПСТГУ. — М. : Изд-во ПСТГУ, 2005. — Т. 2. — С. 302–306.
70. Огdoneva Ц. Лингвокогнитивный аспект интерпретации научного концепта // Вестник ЧелГУ. — 2010. — С. 81–85.
71. Макиенко М., Фадеева В. Современная научная картина мира: учебное пособие. — Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2013.
72. Максимова Л. Формирование эколого-гуманистической картины мира у детей старшего дошкольного возраста : Дисс... кандидата наук / Л.И. Максимова. — Якутск, 2003.
73. Максимчук Н. Нормативно-научная картина русской языковой личности в комплексном лингвистическом рассмотрении : Дисс... кандидата наук / Н.А. Максимчук. — М., 2002.

74. Мельникова Е. Перцептивная картина мира И.А.Бродского: лингвокогнитивный аспект : Дисс... кандидата наук / Е.В. Мельникова. — Череповец, 2010.
75. Панов А. И. Семейства отношений в знаковой картине мира // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИЦ2012 (16Ц20 октября 2012г., г. Белгород, Россия): Труды конференции. — Т. 1. — Белгород : Издательство БГТУ, 2012. — С. 301–309.
76. Панов А. И., Петров А. В. Иерархическая времененная память как модель восприятия и ее автоматное представление // Шестая Международная конференция ■Системный анализ и информационные технологии САИТ-2015 (15-20 июня 2015 г., г. Светлогорск, Россия): Труды конференции. В 2-х т. — Т. 1. — М. : ИСА РАН, 2015. — С. 198–202.
77. Мансурова В. Журналистская картина мира как тип социокультурной реальности : Дисс... кандидата наук / В.Д. Мансурова. — Барнаул, 2003.
78. Маслова В. Введение в когнитивную лингвистику. — М. : Академия, 2001.
79. Первушина О. Концепт «картина мира» в системе культурологии и социально-гуманитарных науках // Мир науки, культуры, образования,. — 2008. — С. 148–153.
80. Марычев В. научная картина мира в культуре современного общества : Дисс... кандидата наук / В.В. Марычев. — Ставрополь, 2004.
81. Пирс . С. Начала прагматизма. — СПб. : Алетейя, 2000. — Т. I. — С. 318. — ISBN: 5893292596.
82. Пирс . С. Начала прагматизма. — СПб. : Алетейя, 2000. — Т. II. — С. 352. — ISBN: 5893292782.
83. Новикова Н., Черемисина Н. Многомирье в реалии и общая типология языковых картин мира // Филологические науки. — 2000. — С. 40–49.
84. Новикова-Грунд, М.В. Отображения индивидуальной картины мира человека на его тексты. карта индивидуальной картины мира // психологические науки. март 2013. — 2013. — Режим доступа: <http://research-journal.org/psychology/otobrazheniya-individualnoj-kartiny-mira-c> (дата обращения: 02.11.2016).
85. Моисеева С. Семантическое поле глаголов восприятия в западно-романских языках. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2005.
86. Полторацкая Л. Искусство в пространстве художественной картины мира : Дисс... кандидата наук / Л.А. Полторацкая. — Краснодар, 2009.
87. Поспелов Д. А. Семиотические модели: успехи и перспективы // Кибернетика. — 1976. — № 6. — С. 114–123.
88. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. — М. : Наука, 1986. — С. 288.
89. Поспелов Д. А. Прикладная семиотика и искусственный интеллект // Программные продукты и системы. — 1996. — № 3. — С. 10–13.
90. Постовалова В. Картина мира в жизнедеятельности человека // Роль человеческого фактора в языке: Язык и картина мира / Под ред. Б.А.Серебренников. — М. : Наука, 1998. — С. 8–70.
91. Осипов Г. С. Построение моделей предметных областей. Ч. I. Неоднородные семиотические сети // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. — 1990. — № 5. — С. 32–45.

-
92. Осипов Г. С. От ситуационного управления к прикладной семиотике // Новости искусственного интеллекта. — 2002. — № 6. — С. 3–7.
 93. Осипов Г. С. Динамические интеллектуальные системы // Искусственный интеллект и принятие решений. — 2008. — № 1. — С. 47–54.
 94. Осипов Г. С., Виноградов А. Н., Жилякова Л. Ю. Динамические интеллектуальные системы. I. Представление знаний и основные алгоритмы // Известия АН. Теория и системы управления. — 2002. — № 6. — С. 119–127.
 95. Осипов Г. С., Виноградов А. Н., Жилякова Л. Ю. Динамические интеллектуальные системы. II. Моделирование целенаправленного поведения // Известия АН. Теория и системы управления. — 2003. — № 1. — С. 87–94.
 96. Осипов Г. С., Лебедева Т. Г. Архитектура и управляемость дискретных динамических систем, основанных на знаниях // Известия РАН. Теория и системы управления. — 2000. — № 5. — С. 703–709.
 97. Осипов Г. С., Панов А. И., Чудова Н. В. Управление поведением как функция сознания. I. Картина мира и целеполагание // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. — 2014. — № 4. — С. 49–62. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?doi=10.7868/S000233881404012X>.
 98. Осипов Г. С., Поспелов Д. А. Прикладная семиотика // Новости искусственного интеллекта. — 1999. — № 1. — С. 9–35.
 99. Осипов Г. С., Поспелов Д. А. Введение в прикладную семиотику. Глава 5. Операции в семиотических базах знаний. // Новости искусственного интеллекта. — 2002. — № 6. — С. 28–35.
 100. Нурхаметов Е. Роль эмоций в создании картины мира художественного текста // Текст как отражение картины мира. Сборник научных трудов. — М. : Московский гос. Институт иностранных языков имени Мориса Тореза, 1989.
 101. Ivanitsky A. M. Brain basis of subjective experience: information synthesis hypothesis // Neuroscience and Behavioral Physiology. — 1996. — Vol. 46, no. 2. — P. 251–252.
 102. Принципы построения многоуровневых архитектур систем управления беспилотными летательными аппаратами / Д. В. Зубарев, Д. А. Макаров, А. И. Панов, К. С. Яковлев // Авиакосмическое приборостроение. — 2013. — № 4. — С. 10–28.
 103. Процесс мышления в контексте динамической теории информации. Часть II: понятие «образ» и «символ» как инструменты моделирования процесса мышления средствами нейрокомпьютинга / О. Д. Чернавская, Д. С. Чернавский, В. П. Карп и др. // Сложные системы. — 2012. — Т. 2, № 3. — С. 46–65.
 104. Kelly G. A. A theory of personality // The psychology of personal constructs. — London : Routledge, Kelly1991. — Vol. I.
 105. Koutnik J., Snorek M. Temporal Hebbian Self-Organizing Map for Sequences // Artificial Neural Networks - ICANN 2008. — Berlin : Springer, 2008. — P. 632–641.
 106. Kuipers B. Spatial semantic hierarchy // Artificial Intelligence. — 2000. — Vol. 119, no. 1. — P. 191–233.

107. Lamme V. A., Roelfsema P. R. The distinct modes of vision offered by feedforward and recurrent processing // Trends Neuroscience. — 2000. — Vol. 23, no. 11. — P. 571–579.
108. National Institutes of Health. Brain research through advancing innovative neurotechnologies (BRAIN). — 2016. — Access mode: <http://www.nih.gov/science/brain> (online; accessed: 02.11.2016).
109. Norris E. M. An Algorithm for Computing the Maximal Rectangles in a Binary Relation // Revue Roumaine de Mathématiques Pures et Appliquées. — 1978. — Vol. 23, no. 2. — P. 243–250.
110. Numenta. Applications. — 2014. — Access mode: <https://www.numenta.com/> (online; accessed: 02.11.2016).
111. Садовская, А.В. Понятие враждебности. основные направления и методы исследования враждебности. — 1998. — Режим доступа: <http://www.psychology.ru/lomonosov/tesises/fk.htm> (дата обращения: 02.11.2016).
112. Седых А., Сосоенко С. Языковая и спортивная картины мира // Научный результат. Серия «Вопросы теоретической и прикладной лингвистики». — 2014. — С. 44–48.
113. Серебренников Б. Роль человеческого фактора в языке: Язык и мышление / Под ред. В.М. Солнцев. — М. : Наука, 1988.
114. Сергин В. . Психофизиологические механизмы восприятия: концепция объемлющих сенсорных характеристик // Успехи физиологических наук. — 2009. — Т. 40, № 4. — С. 42–63.
115. Сергин В. . Сознание и мышление: нейробиологические механизмы // Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека <<Дубна>>. — 2011. — № 2. — С. 7–34.
116. Сербновская Н. Формирование и развитие терминологического поля «маркетинг» в русском языке : Дисс... кандидата наук / Н.В. Сербновская. — Ростов-на-Дону, 2008.
117. Силанова М. Медиатизация юридического дискурса // Медиаскоп. — 2014.
118. Система навигации группы БЛА на основе маркеров / К. С. Яковлев, В. В. Хитьев, М. И. Логинов, А. В. Петров // Робототехника и техническая кибернетика. — 2014. — № 3. — С. 44–48.
119. Специфика анализа межпоколенных стереотипов психосемантическим методом «множественных идентификаций» (поведенческий аспект формирования установок) / О.В. Черепанова, С.Г. Максимова, Л.Д. Демина, М.Б. Максимов // Известия АлтГУ. — 2007. — С. 32–36.
120. Солдатов А. Проблемы моделирования мироздания в современной культуре // Философия и методология науки: Тез. науч. конф., Санкт-Петербург, 23-24 мая 1995 г. — Спб., 1995. — С. 12.
121. Соколов Е. Нейроны сознания // Психология. Журнал Высшей школы экономики. — 2004. — Т. 1, № 2. — С. 3–15.
122. Солнцева Н. Ценностно-смысловая организация картины мира личности выходцев из семей с алкогольной зависимостью : Дисс... кандидата наук / Н.В. Солнцева. — СПб., 2005.
123. Спиркин А. Мировоззрение // Философский энциклопедический словарь. — М. : Советская энциклопедия, 1973. — С. 375–376.

-
124. Степин В. Научная картина мира // Новая философская энциклопедия. В 4 т. — М., 2010.
 125. Стернин И. Лексическое значение слова в речи. — Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1985.
 126. Ястrebова Г. Педагогическая картина мира: методологические основы исследования профессиональной концептосферы учителя // Известия ВГПУ. — 2006. — С. 4–7.
 127. Стручаев М. Человек и антропологические измерения семантико-информационной картины мира : Дисс... кандидата наук / М.В. Стручаев. — Белгород, 2006.
 128. Хабибуллин К., Коробов В., Луговой А. Философия науки и техники: Конспект лекций для аспирантов и аспирантов. — М. : Высшее образование, 2008.
 129. Халимулина Р. Мифологическая картина мира: гносеологический аспект : Дисс... кандидата наук / Р.С. Халимулина. — Оренбург, 2008.
 130. Чудова Н. Концептуальное описание картины мира для задачи моделирования поведения, основанного на сознании // Искусственный интеллект и принятие решений. — 2012. — С. 51–62.
 131. Чудова Н. В. Концептуальная модель картины мира для задачи моделирования поведения, основанного на сознании // Искусственный интеллект и принятие решений. — 2012. — № 2. — С. 51–62.
 132. Чудова Н. В. Переработка опыта как функция Образа мира // Искусственный интеллект и принятие решений. — 2014. — № 3. — С. 40–45.
 133. Фестинг Л. Теория когнитивного диссонанса. — СПб. : Ювента, 1999.
 134. Цибулевский А. Биологические системы в современной естественнонаучной картине мира (Часть i) // Успехи современного естествознания. — 2008. — С. 2.
 135. Флиер А. Культурология для культурологов. — М. : Академический Проект, 2002.
 136. Тимофеева А. Сопоставительное исследование лингвоцветовых картин мира: на материале идиолектов Н.Заболоцкого и Р.Фроста : Дисс... кандидата наук / А.М. Тимофеева. — Тюмень, 2003.
 137. Тихомиров О. К. Психология мышления. — М. : Изд-во МГУ, 2002. — С. 288.
 138. Цой Л. «будущее» как социологическое понятие // Мир психологии: научно-методический журнал. — 2013. — С. 120–134.
 139. Уфимцева А. Роль лексики в познании человеком действительности и в формировании языковой картины мира // Роль человеческого фактора в языке: Язык и картина мира / Под ред. Б.А. Серебренников. — М. : Наука, 1988. — С. 108–140.
 140. Osipov G. S. Semiotic Modeling: An Overview // Proceedings of Workshop on Russian Situation Control and Cybernetic/Semiotic Modeling. — Columbus : Battelle, 1995. — Р. 51–72.
 141. Osipov G. S. Origines of Applied Semiotics // Proceedings of the Workshop “Applied Semiotics: Control Problems (ASC 2000)”. 14th European Conference of Artificial Intelligence (ECAI2000). — Berlin : IOS Press, 2000. — Р. 1–4.

-
142. Фреге Г. Логика и логическая семантика: Сборник трудов / Под ред. З. А. Кузичева. — М. : Аспект Пресс, 2000. — С. 512.
 143. Raymond J. E., Shapiro K. L. Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: an attentional blink? // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. — 1992. — no. 18. — P. 849–860.
 144. Rensink R. A. The Dynamic Representation of Scenes // Visual Cognition. — 2000. — Vol. 7, no. 1-3. — P. 17–42. — Access mode: <http://www.tandf.com/doi/abs/10.1080/135062800394667>.
 145. Roy D. Semiotic schemas: A framework for grounding language in action and perception // Artificial Intelligence. — 2005. — Vol. 167, no. 1-2. — P. 170–205. — Access mode: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000437020500103>
 146. Schank R. C. Conceptual dependency: A theory of natural language understanding // Cognitive Psychology. — 1972. — Vol. 3, no. 4. — P. 552–631.
 147. Sergin A. V., Sergin V. Y. Model of perception: The hierarchy of inclusive sensory characteristics and top-down cascade transfer of excitation // Neural Network World. — 2008. — Vol. 18, no. 3. — P. 227–244.
 148. The neuronal basis for consciousness / R. Llinas, U. Ribary, D. Contreras, C. Pedroarena // Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological sciences. — 1998. — no. 353. — P. 1841–1849.
 149. Triesman A. M., Gelade G. A Feature Integration Theory of Attention // Cognitive Psychology. — 1980. — Vol. 12. — P. 97–136.
 150. Эделмен Д., Маунткасл В. Разумный мозг / Под ред. Е. Н. Соколов. — М. : Мир, 1981. — С. 135.
 151. Юлаев Д. Бессознательное и картина мира: сущность, структура и взаимодействие : Дисс... кандидата наук / Д.Ф. Юлаев. — Пермь, 2005.
 152. Шмаков В. Структура исторического знания и картина мира. — Новосибирск : «Наука», 1990.
 153. Шубина А. Образ семьи в картине мира детей, оставшихся без попечения родителей : Дисс... кандидата наук / А.С. Шубина. — Волгоград, 2009.
 154. Шуталева А. Синергетика и современная геологическая картина мира // Вестник БГУ. — 2011. — С. 36–39.
 155. Журавлев Ю. И. Корректные алгебры над множеством некорректных (эвристических) алгоритмов. Часть I // Кибернетика. — 1977. — no. 4. — P. 5–17.
 156. Эрлих А. И. Прикладная семиотика и управление сложными объектами // Программные продукты и системы. — 1997. — № 3.