

# Формирование базы знаний интеллектуальной системы на основе методов аналитической психологии К.Г. Юнга

Г.Г. Воробьев

**Аннотация.** Предложен метод разработки интеллектуальной системы управления, основанный на главных положениях Аналитической психологии К.Г. Юнга. Предложена методология разработки структуры базы знаний системы. Рассмотрен пример функционирования системы, интерпретирующей функции мышления и чувствования человека.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование психики человека и животного, структура базы знаний, психические функции мышления и чувствования.

## Введение

В начале XX века швейцарским психиатром и психологом Карлом Густавом Юнгом были сформулированы постулаты *аналитической психологии* [1]. В рамках доктрины нового направления психологических исследований личности было сформулировано представление о существовании сферы *бессознательного*, формирующей механизм развития индивидуальности. Было сформулировано также понятие *коллективного бессознательного*, в соответствии с которым в психике индивида проявляются результаты эволюционного усвоения антропологических, этнографических, историко-культурных и религиозных изменений в жизни социума. Юнгом были исследованы *функции мышления и чувствования* в качестве основных функций интеллектуальной деятельности человека. В этой связи Юнгом было предложено определение *интеллекта* как «целенаправленного мышления». Разумеется, аналитическая психология – далеко не единственная доктрина исследования теории личности, однако до сего-

дняшнего дня она в наибольшей степени, на наш взгляд, характеризуется некоторой «кибернетичностью», определяющей адекватное моделирование личности и ее поведения.

Каждый разработчик определенной искусственной интеллектуальной системы (ИС), так или иначе, обращается к аспектам психологии, зачастую бессистемно выбирая «удобные» для себя особенности и закономерности проявлений интеллекта и пренебрегая другими, «неудобными» или непонятными. Невозможно утверждать, что такой подход бесплоден, так как он привел к созданию ставшей классической теории *искусственного интеллекта*, находящей сегодня широкое и эффективное применение в технических системах. Однако интуитивно мы понимаем, что понятие интеллекта является более сложным и емким. Мы наблюдаем окружающую среду и изучаем различные ее проявления, некоторым образом выявляя и запоминая закономерности этих проявлений. Мы изучаем речь и языки, используемые для изложения своих и чужих мыслей, и анализируем сведения, изложенные на этих языках. Всю сознательную жизнь мы накапливаем,

формируем и применяем знания о себе и своих возможностях, о реальной внешней среде и, даже, о предметах, существующих только в наших представлениях – виртуально. Мы делаем научные открытия, не только доказываем теоремы, но и формулируем их, оперируя абстракциями. Мы способны не только выполнять определенные действия по заданной программе, но и сами способны формировать и корректировать цели – свои и не только. Мы принимаем решение в новых, неизвестных нам до текущего момента ситуациях, вырабатываем определенную линию поведения, реализуем рефлексии различных порядков. И т.д., и т.д.

Интеллектуальные системы нового поколения должны в значительной степени обладать аналогичными свойствами и в значительно большей степени, по сравнению с классическими системами искусственного интеллекта, опираться на кибернетический подход к моделированию интеллекта. В частности, без этого не представляется возможным функционирование мультиагентных систем управления.

В настоящей работе будем использовать понятие интеллекта, как свойства системы, выражающегося в способности системы выявлять различные проблемы, определять и формировать цели и синтезировать планы их достижения [2, 3]. В этих же работах показано, что сложная природная ИС (будем называть ее «ИС естественного происхождения») логически разделена на три или четыре логических уровня («рефлекторный уровень», «уровень инстинктов», «ментальный уровень», «уровень абстракций») - в соответствии с характером обрабатываемых данных, однако, процессы обработки идентичны для всех уровней ИС. Соответственно макроструктуре ИС, на несколько логических уровней разделяется и ее база знаний. Под знаниями будем понимать закономерности исследуемой предметной области (принципы, связи, законы), получаемые и корректируемые в результате обработки данных. Дальнейшее изложение ориентировано на третий (ментальный) уровень системы и данные, получаемые от «зрительной» подсистемы.

К настоящему времени все типы исследований по созданию ИС условно можно отнести к «нейрокибернетике» или «кибернетике черного

ящика». «Нейрокибернетика» постулирует, что имитация функционирования элементов мозга, а также мозговых структур, приведет к формированию ИС, аналогичной выбранному прототипу. Этот подход, хотя и получил определенное развитие (в виде моделирования элементов и структур мозга в виде разнообразных нейросетей), однако, продемонстрировал ограниченность современных знаний о живом мозге.

«Кибернетика черного ящика» предполагает, что для формирования ИС достаточно корректно воспроизвести наблюдаемые результаты мозговых процессов, и, притом, не имеет значения, каким образом эти результаты получаются. Этот подход более популярен у разработчиков ИС, так как позволяет применять компьютерную технику для поэтапной «эмуляции» ИС естественного происхождения. До недавнего времени считалось, что основной трудностью, связанной с данным подходом, является недостаточное быстроедействие имеющихся вычислительных средств. Сегодня такой подход к разработке ИС представляется более перспективным.

Настоящее исследование посвящено рассмотрению одного из возможных кибернетических подходов к разработке базы знаний ИС, посредством которой могут формироваться модели личности, адекватно и эффективно формирующие психические функции мышления и чувствования (кроме этих функций Юнг рассмотрел функции ощущения и интуиции, анализировать и интерпретировать которые мы здесь не будем). Разрабатываемая база знаний ИС будет представлять собой специфически организованное множество данных, включающее внутрисистемные отображения – данные о всевозможных предметах – вещах, существах, связанных с ними процессах, атрибутах предметов и т.д., а также данные о закономерных явлениях, относящихся к этим предметам.

В некоторых исследованиях предполагается, например, [4, 5], что знания в ИС могут быть основаны на правилах, или на автоматическом доказательстве теорем, автоматической проверке гипотез, на рассуждениях по аналогии, или на объектно-ориентированном программировании системы. Однако возможности, перечисленные выше, прямо или косвенно указы-

вают на необходимое наличие в ИС компьютерной компоненты, осуществляющей формульные арифметические вычисления и логические преобразования данных, в соответствии с заданными алгоритмами (а также – с алгоритмами, синтезируемыми или выбираемыми по результатам динамической идентификации). Именно это невозможно в системах естественного происхождения, «алгоритмизованность» которых ограничена рамками бессознательных безусловных рефлексов и, отчасти - динамически настраиваемых инстинктов и архетипов (по Юнгу – «психических органов», действующим подобно органическим в случае действия инстинктов.) Архетип, в некотором смысле, является «интеллектуальным квантором», хотя суть и назначение архетипа этим не ограничиваются).

### **1. Особенности мышления и чувствования, значимые для разработки базы знаний**

Как полагал Юнг, в ИС естественного происхождения основной функцией, оперирующей знаниями, является мышление. В процессе мышления формируются знания, выявляются зависимости и закономерности, вырабатываются суждения и интеллектуальные выводы, далее вырабатываются планы, определяются цели (без анализа средств и путей их достижения), выявляются «новые факты и концепции разрозненного материала» и т.д. Мышление оперирует «фактическим материалом», получаемым со стороны рецепторной подсистемы (от ощущений или интуиции), содержаниями базы знаний и (или) «общезначимыми или самостоятельно выработанными идеями».

Назначением *функции чувствования*, полагал Юнг, является выработка индивидуумом качественных оценок предметов, процессов, состояний («хорошо», «плохо», «желательно», «невозможно» и т.п.) - как отношений индивида к текущей данности из внешней среды, или к актуальному содержанию памяти. Результат «чувствования» отражается, в конечном итоге, в его памяти, в его «базе знаний».

При выработке отношения индивида к какому-либо предмету (даже к себе самому) этот предмет рассматривается им более или менее

внимательно – либо абстрагированно от остальной наблюдаемой «картины», либо в некоторой связи с ней. Так, данный предмет всегда оказывается во взаимосвязи, по крайней мере, с рассматривающим его индивидом, определяющим для себя смысл этого предмета и оценивающим этот смысл. Однако смысл никакого предмета не является самоопределенным, смысл зависит от включенности (или исключенности) данного предмета в другой более обширный – относительно «глобальный» предмет (например, в текущий жизненный процесс индивида). Таким образом, смысл оцениваемого предмета заключается в изменениях свойств «глобального» предмета, связанных с наличием или отсутствием оцениваемого предмета. Очевидно, что один и тот же предмет может одновременно «улучшать» одну наблюдаемую (либо представляемую) синтезируемую «картину» и «ухудшать», портить - другую. Таким образом, чувствованием контролируется «корректность» результатов мышления, в связи с чем выявляются проблемы, требующие более или менее срочного разрешения, или разрешение которых желательно либо возможно.

Если предположить, что мышление, по сути своей, ближе к автоматическому управлению, то чувствование определяет например, когда автоматическое управление невозможно или нежелательно, а также и «невязку». В этом содержится обычная идея автоматизированного управления, предполагающая, что в систему управления включена интеллектуальная компонента, по крайней мере, человек – оператор системы.

Так как мышление и чувствование, как функции ИС естественной природы, не могут работать с аналитически заданными функциями «времениподобного» или «пространственноподобного» аргументов, то все данные в ИС, перечисленные ранее как процессы, закономерности, вещи и т.д., могут быть определены только как функции в табличной или (и) графической форме. При этом процессы, как функции «времениподобных» аргументов, могут быть заданы только в виде последовательностей «значений» функций «пространственноподобных» аргументов (т.е. последовательностей состояний системы), которые ранее без объяснений были

названы «планами» и «закономерностями». Этой особенностью мышления и чувствования определяется организация базы знаний, эта особенность позволяет ИС работать с любыми неалгоритмируемыми функциями, для которых не существует аналитических выражений. Этой особенностью, с кибернетической позиции, определяется принципиальное различие традиционной системы автоматического управления и ИС естественного происхождения, которое (различие) есть и должно быть свойством любой искусственно создаваемой ИС.

Компьютер в каждом рабочем цикле имеет известное начальное состояние, текущая машинная операция задана программой и счетчиком команд, требуется получить конечное состояние. В рабочем цикле ИС также известно начальное состояние системы и обязательно должно быть известно, хотя бы, в общем, ее конечное состояние, но требуется определить «закономерную операцию», переводящую ИС от начального состояния к конечному.

Любая ИС интерпретирует данные и синтезирует план – «закономерную операцию», как «программу» своего поведения. Из различия принципов действия компьютера и ИС естественного происхождения следует принципиальное различие процедур этой интерпретации.

Анализ функциональности мышления, как психической функции, подробное описание которой дал Юнг (и кратко рассмотренной выше), показал, что: а) мышлением пополняется и «совершенствуется» база знаний ИС и б) исходя из выявленных чувствованием и остающихся актуальными проблем, мышлением синтезируются планы их разрешения с применением содержаний базы знаний. Здесь отметим, что Юнг исключил из функциональности мышления получение данных со стороны рецепторной системы, их классификацию (либо кластеризацию) и размещение в базе знаний в соответствии с результатами классификации. В явном виде классификация, как отдельная функция, в теории Юнга отсутствует, но и «простой передачей образов» – ощутительной функцией – она не поддерживается. Повидимому, классификация представляет собой (по Юнгу) одно из действий чувствования. По мнению Юнга, закономерности и зависимости

выявляются мышлением, но из его описания мышления (действие которого в ИС сводится к синтезу планов), мышлением (как и чувствованием) только используются «готовые» закономерности и зависимости, уже имеющиеся в базе знаний ИС. Этим ограничим здесь рассмотрение мышления и чувствования, подробный анализ которых проведен с кибернетической позиции в [2, 3].

## 2. Архетипы как связка мышления и чувствования с содержанием базы знаний

Так как мышление и чувствование оперируют данными, содержащимися в базе знаний ИС, а эти данные отражают состояние ее внешней среды и собственное состояние, представляют их разнообразные текущие содержания, то определим некоторые важные отношения между активным ядром ИС и данными, имеющимися в базе знаний. В качестве «активного ядра ИС» будем рассматривать структуры данных, определяющие в данный период времени управление доступом к необходимым фрагментам базы знаний, наряду с процессом обработки этих данных.

Выбор метода обработки данных, в соответствии с их отношениями с активным ядром ИС естественного происхождения определен Юнгом как *действие архетипов*. В системах естественного происхождения эти средства сформированы органически в процессе формирования ИС, что позволяет найти аналоги этих средств для технической ИС. Так, например, если ИС определена полностью во внешней среде – действителен архетип внешней среды – «Мать», но, вместе с этим, какая-то вещь, имеющаяся во внешней среде, но физически отдаленная от ИС, лежит «вне» ИС, и это притом, что ИС обрабатывает только имеющиеся в ее базе знаний отображения реальности. Если мышлением может синтезироваться несколько допустимых планов поведения ИС, из которых чувствованием к исполнению выбирается только один – действителен архетип «Персона». Отвергнутые планы должны быть системой как-то утилизированы, и в таком случае действителен обобщенный архетип «Тень». Здесь

мы не претендуем на точность интерпретаций архетипов, так как в трудах Юнга встречается более тридцати разных понятий архетипа (в том числе, взаимно противоречивые), среди которых нет ни одного исчерпывающе точного.

Вместе с этим, архетипы, в отличие от инстинктов, не являются «исполнительными модулями» в составе ИС. По понятиям Юнга, архетипы – «формы без содержания», то есть некие структурные конструкции, только управляющие выбором нужных содержаний, структурирующие их под конкретный метод дальнейшей обработки, тем самым, определяя этот метод.

### 3. Проект структуры базы знаний

В любой ИС определен только один вариант мышления и чувствования, функционирование которых идентично на любом логическом уровне ИС, на любом подмножестве базы знаний ИС, и, в конечном итоге, - для всех ИС, так как иначе были бы невозможны коммуникации между ИС и их взаимопонимание. Данное утверждение отчасти подтверждается полным непониманием друг друга людей, пытающихся общаться на разных языках при незнании языка собеседника, хотя, каждый из собеседников вполне понимает, какую мысль он хочет выразить. Однако, если они изучат один «общий» язык, – эта проблема коммуникации снимается.

На основании вышеизложенного, в аспекте разработки компьютерной модели ИС, предлагаются следующие основные правила построения базы знаний ИС в виде дерева «списковых структур».

База знаний в целом и любая ее компонента состоит из двух- или трехмерной «позиционной карты предмета» (битового поля), которой (каждому биту) сопоставлены указатели содержаний данного предмета – его текущих атрибутов (Рис. 1). Количество указателей, вообще говоря, равно количеству битов позиционной карты предмета. Позиционной картой предмета, фактически, приближенно задана его текущая форма (в простом случае, геометрическая, если таковая есть). Таким образом, позиционная карта предмета есть схема занятости или использования пространства данным предметом.

Применяя понятие «пространства», занятого некоторым предметом, мы не имеем в виду, что это «пространство» является обязательно физическим. Любое пространство – физическое или виртуальное, существующее только в «воображении» ИС, отображаются каждой системой исключительно ее внутренними средствами, однако, любые отображения должны обладать единообразием структур (позиционная карта и связанные с ней указатели).

Так, например, если предметом является корова с пестро окрашенной шкурой, то пространство, занятое данной коровой, определя-

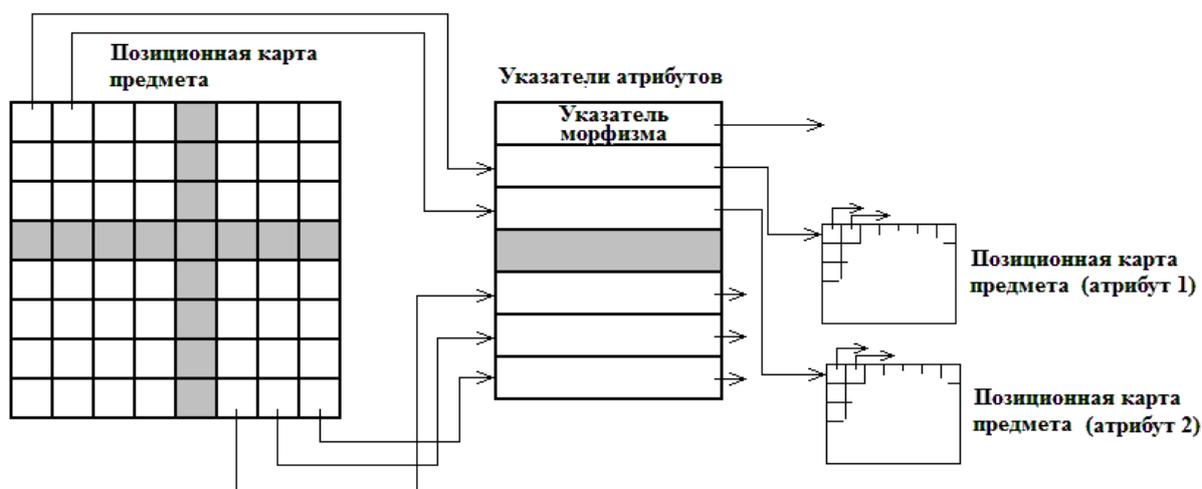


Рис. 1. Структура элемента базы знаний ИС

ется ее поверхностью или, упрощенно, - видимым профилем, а формы разноокрашенных пятен на шкуре и их цвет являются «самостоятельными» предметами, но, одновременно, атрибутами предмета «корова», а доступ к их определению должен осуществляться через указатели содержаний для предмета «корова».

Так как позиционная карта предмета в «содержащем его пространстве» отражает состояние данного «пространства» (или некоторой выбранной его области), то необходимое «начало отсчета» в данном пространстве должно быть связано с ИС (мы имеем в виду наличие неявной системы координации, начало которой обычно не связано с конкретным органом тела или чем-либо иным, относящимся к ИС). Следствием этого оказывается невозможность для ИС наблюдения собственного состояния полностью, однако, именно таким свойством обладают ИС естественного происхождения. В соответствии с этим свойством, база знаний ИС не содержит какого-либо автоморфного «описателя» ИС, в частности, даже позиционной карты, так как вся база знаний представляет собой этот «описатель», и доступ к своему активному ядру осуществляется через посредство архетипа «Самость». В компьютерных системах с байтовой организацией памяти (имеем в виду 8-разрядные байты) начало отсчета всегда «попадает» между соседними битами, поэтому такому объекту невозможно поставить в соответствие указатель его реальных атрибутов, как это установлено для позиционных карт предметов.

Каждый бит позиционной карты предмета характеризуется эквивалентными пространственными размерами (в двух- или трехмерном пространстве). Пространственный «размер» бита может быть выбран постоянным или, например (что представляется более удобным), логарифмическим. Так, если размер битов, непосредственно прилежащих к началу отсчета, равен 1, то «размер» битов следующего «слоя» - 2, потом 4, 8 и так далее, в соответствии с разрядностью данной «карты». Разрешение позиционной карты предмета падает с удалением от начала отсчета, и, если поблизости от начала отсчета выявляется каждая вещь или существо в отдельности, то на некотором отдалении несколько их сольются в один предмет. Положе-

ние начала отсчета, особенно, для позиционной карты внешней среды, может быть фиксированным или переменным.

База знаний ИС должна всегда включать два или три особых – «содержащих» предмета. Это «Тело» ИС, «Помещение» и «Внешняя среда». Помещение и Внешняя среда близки по смыслу настолько, что Помещение может рассматриваться в качестве Внешней среды, и наоборот. Однако, например, «помещение», как некоторое транспортное средство может перемещаться во внешней среде, притом, что Тело ИС вместе с самой ИС относительно данного «помещения», вообще говоря, могут и не перемещаться. Поэтому раздельное определение Внешней среды и Помещения выявляет относительность движения и позволяет упростить работу мышления и чувствования и сделать ее более естественной.

Тело ИС физически неотделимо от ИС, оно имеет определенные линейные размеры и поэтому занимает некоторый объем во Внешней среде и (или) в Помещении. Тело ИС содержит в своем составе «рецепторы», преобразующие информацию, физически имеющуюся вне ИС, в данные – внутрисистемное представление этой информации (информация интерпретируется как неравномерность распределения материи и ее движения в пространстве). Также «тело» содержит «актуаторы», преобразующие данные в информацию, проявляющуюся в виде управляющих воздействий на предметы, физически лежащие вне ИС. В «картах» Внешней среды и Помещения Тело ИС может быть представлено несколькими битами, непосредственно окружающими «начало отсчета» и определяющими конкретные размеры и приблизительную форму «Тела». Таким образом, любые «эволюционные изменения» физического Тела ИС будут отражены позиционной картой Тела ИС, а также во всех других «картах», отражающих Тело ИС, как предмет (в соответствии с их разрешающими способностями).

Указатели текущих атрибутов данного предмета, однозначно соответствуют битам его позиционной карты. Эти указатели определяют доступ к описателям предметов, так или иначе связанных с данным предметом, как его атрибутов. Если какая-либо позиция «карты» дан-

ного предмета обозначена как «свободная», то этому соответствует «пустой» указатель.

Если форма данного предмета может изменяться, то требуется несколько «параллельно» связанных описателей, включающих соответствующие позиционные карты и необходимые указатели альтернативных форм – *морфизмов*. Форма одного и того же предмета – вещи, существа и т.п. может быть различной при его наблюдениях под различными углами, если данный предмет не сферически (или, хотя бы цилиндрически) симметричен. Также наблюдаемые формы такого предмета различны конформно, в зависимости от расстояния до него от ИС. Оба эти случая – суть простейшие закономерности, позволяющие системе сделать заключение об относительном движении ИС и данного предмета или о расстоянии до него. Особо отметим, что такого рода закономерности формируются в базе знаний «автоматически», в результате простого наблюдения предмета, без участия мышления.

Таким образом, для трехуровневой ИС основными классами предметов являются:

- внешняя среда;
- помещение;
- тело ИС;
- вещь, растение, существо, удаляющиеся / приближающиеся / движущиеся «поперек»;
- вещь, растение, существо, вращающиеся по ч.с. / против ч.с.;
- погодное состояние внешней среды;
- состояние вещества (твердое, жидкое).

В этом перечне отсутствуют численные данные, так как в ИС естественного происхождения, в которых принципиально нет арифметико-логических устройств, все численные данные представлены в виде их графических образов – форм, а необходимые «вычисления» осуществляются таблично. Вместе с этим, оперирование числовыми данными, их преобразования – суть обработка абстрактных данных, и поэтому может выполняться только на уровне абстракций – четвертом, высшем в ИС. Чтобы повысить эффективность технической ИС, не нарушая при этом идеологии ее построения, которая способствует приближению ее к естественной ИС, удобно ввести классы: «инструмент» (прибор) и «агрегат» (установка). В этом

случае оказывается возможным ввести технические понятия: подклассы «процесс», являющийся численно заданной зависимостью каких-либо аргументов и функции, и «компьютер».

Здесь заметим, что наличие классов «инструмент», и «агрегат» позволяют не только расширять функциональные возможности ИС, но и создавать новые классы, включаемые ИС в свою базу знаний, а также создавать соответствующие этим классам новые интерпретации. Возможность «писать программы для самой себя» выглядит необычно и удивительно, однако, к этому сводится почти вся деятельность ИС, так как эта деятельность есть поиск или синтез «закономерной операции», а ее выполнение – интерпретация. Поэтому, если ИС может сохранять найденные решения проблем, как закономерности в базе знаний, то это и есть «совершенствование» базы знаний, совершенствование ИС.

#### **4. Средства обеспечения динамичности использования базы знаний**

Рассмотренная выше в общем виде организация базы знаний ИС с использованием известного аппарата списковых структур отражает текущее состояние внешней среды и состояние тела ИС (в определенном смысле, моделирует их), однако, для обеспечения назначения и функций мышления и чувствования (в их ожидаемой полноте) этого недостаточно. Нет возможности определять цели и синтезировать планы их достижения, пока не определены сами эти объекты.

Данная проблема не решается в классических системах искусственного интеллекта, где вместо планов обычно задано множество готовых программ поведения, а цели работы в таких системах просто отсутствуют, так как являются для таких систем внешними объектами, отражаемыми заданной программой.

Для возможности определения цели добавим к базе знаний ИС позиционную карту цели связанными с ней указателями, аналогичную позиционной карте предмета с ее указателями. В отличие от позиционной карты предмета, карта цели отражает не текущее состояние наблюдаемой реальности, а необходимое или желательное

и, вообще говоря, неизменное (хотя, цели могут быть изменены или, даже, аннулированы). В зависимости от количества относительно общих и частных целей, позиционных карт целей может быть несколько, причем, структура любой карты цели одноуровневая, так как указатели определяют уже имеющиеся (требуемые, а не «текущие») элементы базы знаний. Таким образом, каждая цель относится к одному предмету, если же требуется одновременно достичь несколько равноценных целей, то, подобно альтернативным представлениям одного предмета в базе знаний, все карты целей также связываются указателями морфизмов (только это уже «морфизмы целеполагания»). Карты целей формируются мышлением «с подачи» чувствования, распознающего проблемы.

Заметим, что «исполнительное расстояние» между текущим состоянием ИС, представленным позиционной картой и связанным с ней деревом отдельных предметов, и конечным состоянием, заданным картой цели (множеством этих карт для частных целей), может быть большим или меньшим – требуется большее или меньшее количество переходов от одного состояния (предыдущего) в другое (последующее). Так или иначе, переход от предыдущего состояния в последующее есть шаг плана, который в частном случае может представлять собой весь план, если предыдущее состояние является текущим, а последующее конечным, целевым. Но для какого-то достаточно сложного действия план будет состоять из последовательности нескольких и многих шагов, однако, каждый шаг по смыслу есть «мини план» со своим начальным и конечным состояниями ИС.

## 5. Основной смысл, сущность архетипов

Обращаясь здесь снова к понятию архетипов, выявляем другой и, похоже, основной смысл архетипов. Множество архетипов составляет базовый универсальный интерпретатор последовательностей состояний, представленных планом. В таком смысле, действительно, архетипы неизменны и не имеют содержания. Как только архетип наполняется каким-либо содержанием, он перестает быть архетипом и теряет свое качество универсальности, превращаясь в конкретный

«исполнительный модуль». Вместе с этим, так как любой архетип ориентирован на манипуляции предметами, как внутрисистемными отображениями физических объектов физической реальности, то, следом за Юнгом, архетипы можно называть «психическими органами» (разумеется, в технической ИС они могли бы называться как-то по-другому).

## 6. Рационализация использования базы знаний мышлением и чувствованием

Германский военный теоретик фон Мольтке сформулировал принцип, в соответствии с которым ни один оперативный план не может остаться неизменным после встречи передовых частей с основными силами противника. Также и план, синтезированный мышлением, придется корректировать в процессе выполнения в условиях изменчивой реальности. В этой связи, если план оказывается весьма многошаговым, рационально строить его не весь от начала до конца, а на фиксированное количество шагов – так, чтобы не пришлось существенно перестраивать, но и чтобы необходимость синтеза следующего его участка не вызывала заметного замедления деятельности ИС.

В предыдущем рассмотрении были определены: примерная структура базы знаний ИС, позиционные карты предметов Внешняя среда, Помещение и Тело ИС со связанными с ними указателями атрибутов, позиционная карта (карты) цели, исполнительные планы. Текущая карта плана может совпадать, например, с позиционной картой внешней среды только в идеальном случае – из-за изменчивости внешней среды, а также потому, что синтез плана выполнялся для не полностью определенной цели. Выявленное чувствованием различие двух этих карт позволяет мышлению синтезировать корректирующий план или полностью (все-таки, насколько это требуется) ресинтезировать «основной» исполнительный план, вплоть до изменения цели.

## Заключение

1. База знаний для модели интеллектуальной системы управления, реализуемой на цифровых

компьютерах, может быть сформирована с использованием списковых структур в формате «дерево». Рассмотренный в настоящем исследовании вариант построения базы знаний используется для моделирования работы функций мышления и чувствования, предложенных К.Г. Юнгом в Аналитической психологии.

2. Обязательными компонентами базы знаний интеллектуальной системы должны являться: позиционная карта предмета, позиционная карта цели, карты плана. Обязательными предметами базы знаний интеллектуальной системы должны являться: Внешняя среда, Помещение, Тело системы.

3. Из-за отсутствия в составе естественной интеллектуальной системы средств вычислительной техники, в системах искусственного интеллекта любые функции, зависимости, закономерности целесообразно отображать в базе знаний в табличной форме. Также в табличной форме отображаются процессы в их планах.

4. Возможности применения рассмотренной в настоящем исследовании структуры базы

знаний не противоречат определению интеллекта, как свойства системы, выражающегося в способности выявлять различные проблемы, определять цели и синтезировать планы их достижения.

## Литература

1. Jung C. G. *Analytical Psychology: Its Theory and Practice. The Tavistock Lectures.* – London a. Henley, 1968, 224 с.
2. Воробьев Г.Г., Дмитренко Л.Г. Анализ возможности построения теории интеллекта на основе аналитической психологии К.Г. Юнга // *Проблемы управления.* – М., 2013, № 4. С. 82–87.
3. Воробьев Г.Г., Дмитренко Л.Г. *Архитектурные принципы построения интеллектуальных систем.* LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland, 2015, 65 с.
4. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунцов Б.Е. *Интеллектуальное управление динамическими системами.* – М.: Физматлит, 2000, 352 с.
5. Жданов А.А. *Автономный искусственный интеллект.* – М.: Бином Лаб. знаний, 2012, 361 с.

**Воробьев Георгий Георгиевич.** Старший научный сотрудник ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова. Окончил Московский текстильный институт им. Н.А. Косыгина в 1987 году. Кандидат технических наук. Автор около 50 печатных работ. Область научных интересов: интеллектуальное управление техническими системами, интеллектуальные автономные мобильные роботы. E-mail: Ldmit@ipu.ru