

Н.Н. Мухачева, Д.В. Попов

СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ЗНАНИЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Предлагается создание корпоративной базы знаний, включающей, в том числе и структурированные данные об объектах интеллектуальной собственности. Применение онтологического подхода позволяет справиться с такой сложной проблемой, как согласование концептуальных описаний предметных областей, составленных различными специалистами. Применение системно-когнитивного подхода к построению онтологических баз знаний как совокупности взаимосвязанных конфайнмент-моделей позволяет унифицировать процесс разработки онтологических баз знаний предметных областей за счёт сочетания методов системного анализа и синтеза, вывода по аналогии и выявления системных триад.

Ключевые слова: *Онтология, онтологический подход, интеллектуальный капитал, информационно-интеллектуальные ресурсы, конфайнмент-моделирование.*

Введение. В условиях инновационной экономики особое значение приобретает интеллектуальный капитал (ИК). Организация может получать дополнительный доход за счёт конкурентных преимуществ, приобретаемых от использования интеллектуальных активов (ИА).

В связи с этим в настоящее время встаёт проблема эффективности внутриорганизационного управления ИК и необходимости разработки управленческих методов и механизмов для формирования, аккумулирования и использования ИК.

В ряду исследователей этой проблематики можно выделить П. Саливана (управление ИА, жизненный цикл ИА), Ю.А. Еленевой (оценка эффективности использования интеллектуальной собственности), Э.П. Скорнякова (методы оценки коммерческой стоимости изобретений), С.М. Климова (формирование и стратегическое управление интеллектуальными ресурсами), В.Г. Зинова (основы управления интеллектуальной собственностью в научно-технических организациях). Таким образом, исследования, направленные на развитие теории и методологии обеспечения эффективного управления ИК наукоёмких предприятий, считаются актуальными и имеют важное хозяйственное значение, так как позволяют решить задачу эффективного функционирования организации как в краткосрочных, так и в долгосрочных перспективах.

В процессе социальной эволюции происходит постепенное повышение производительности труда, выражающееся в замещении

материальных ресурсов информационно-интеллектуальными. Выделение основных потоков преобразования видов ИК позволило наглядно продемонстрировать основное направление преобразований: от ресурсов к активам, капиталам и продуктам.

Информационно-интеллектуальные ресурсы – это совокупность научно-производственных, финансовых, маркетинговых, организационно-управленческих, кадровых, информационно-технологических, информационно-управленческих, юридических и других идей, методов, инструментов, технологий и различных форм существования информации, полученных в результате интеллектуального труда сотрудников предприятия и обуславливающих возникновение ее конкурентных преимуществ.

Активы интеллектуальной собственности определяются как интеллектуальная собственность, которая принадлежит компании и защищается законом – торговая и сервисная марки, патенты, авторские права и пр.

К сожалению, существующие в настоящее время подходы к управлению ИК, рассматривая отдельные сферы управленческой деятельности, не затрагивают вопросов структурирования знаний, представленных в информационно-интеллектуальных ресурсах, что необходимо для их эффективного преобразования в активы интеллектуальной собственности организации. Поэтому целью настоящей работы является разработка моделей и методов структурирования информационно-интеллектуальных ресурсов для

повышения эффективности управления ИК организации.

Применение онтологического подхода для структурирования знаний. Процесс преобразования информационно-интеллектуальных ресурсов в активы интеллектуальной собственности состоит из ряда этапов, основным из которых является оформление заявки на регистрацию объекта патентного права в соответствии с установленными правилами. В случае оформления заявки на изобретение необходимо представить: заявление о выдаче патента, описание изобретения, формулу изобретения, чертежи и иные материалы, реферат.

Традиционно в организации изобретатель совместно с работником службы учёта интеллектуальной собственности составляет весь комплект документов, который в дальнейшем сдаётся в архив, а информация о созданном при этом активе ИС содержится в службе бухгалтерского учёта в связи с необходимостью его учета как нематериального актива, находящегося на балансе организации.

Вместо такой неэффективной формы учёта объектов интеллектуальной собственности предлагается следующая. В организации должна быть создана корпоративная база знаний, включающая, в том числе и структурированные данные об объектах ИС. Уже традиционно в инженерии знаний для такой структуризации применяется онтологический подход. Его применение позволяет справиться с такой сложной проблемой, как согласование концептуальных описаний предметных областей, составленных различными специалистами, когда имеются различные, несогласуемые друг с другом концептуальные описания, содержащие двусмысленности и не обеспечивающие семантическую выверенность результатов исследования, например характеристик информационно-интеллектуальных ресурсов.

Понятие «Онтология» используется специалистами в области искусственного интеллекта с 1991 года, когда Т. Грубер дал ему определение «эксплицитная спецификация концептуализации», хотя можно утверждать, что неявно оно использовалось выдающимися учеными прошлого, такими как Г. Фреге, Р. Декарт, Ч. Ломброзо, К.Дж. Хант, Ч. Чэн, которые разработали базовый основной инструментарий для структурирования предметных областей.

При управлении знаниями предметных областей (ПрО) онтологические модели применяются на этапе структурирования и рассматриваются как базы знаний специального вида.

Самое существенное отличие его нового

употребления от прежнего философского состоит в том, что теперь речь идет не только о логической систематизации и логическом анализе всеобщих определений бытия (хотя и об этом тоже), но и о таком же анализе конкретных понятийных систем. Фактически это употребление понятия «Онтология» приближает его к понятию «концептуальная модель предметной области». Имея все это в виду, можно говорить о расширении традиционного содержания термина. Вместе с тем становится обязательным тот аспект содержания, который указывает на формализацию и оформление модели в виде доступного для многократного использования вычислительного ресурса. И с этой точки зрения можно говорить, наоборот, о сужении традиционного содержания. Поэтому, возможно, более адекватным будет выражение «инженерная онтология» либо «компьютерная онтология».

В дальнейшем предлагается различать Онтологию (с большой буквы) как идеальную модель – отражение онтологической реальности и онтологию (с маленькой буквы) – онтологическую модель, отражающую отдельные аспекты реальности на некотором уровне абстракции с помощью определённых выразительных средств (языки структурного проектирования, объектно-ориентированного проектирования представления знаний).

Проведённый анализ позволил выявить основные отличительные особенности Онтологии, выделенные в следующие три группы: объективность, универсальность и интегративность.

Рассмотрим некоторые из них подробнее. Онтологическая реальность существует объективно, независимо от нашего к ней отношения, и характеризуется всеобъемлемостью, единством, связывая всё со всеми, а также наличием правил взаимодействия объектов бытия, носящих как парадигматический, так и синтагматический характер отношений. Онтологическая модель претендует на отражение онтологической реальности, а не просто на совокупность сущностей и отношений, удобных для использования специалистом. Поскольку любая модель – это всегда упрощение реальности, то ей свойственны фрагментарность, некоторая однобокость, и онтологическая модель (ОМ) не лишена этого. Однако объективность как независимость от субъективных мнений отдельных экспертов и аналитиков при этом может обеспечиваться через достижение консенсуса в сообществе специалистов соответствующей области знаний.

Объективность ОМ можно рассматривать также как возможность её развития во времени в

соответствии с изменениями, происходящими в ОР. Важной особенностью ОМ можно также считать то, что они во многом предназначены не столько для работы с ними людей, сколько для их обработки программами-агентами.

Не может существовать множества отдельных, независимых ОМ, а должна существовать одна единственная, распределённая онтология. В идеале все ОМ представляют собой часть единой онтологии, согласуясь друг с другом посредством соответствующих схем данных и ссылок.

Одна из наиболее важных функций онтологии - функция интеграции разнородных данных и знаний специалистов различных областей знаний, когда используется опыт решения одних задач для других. В этом и кроется основное отличие ОМ от других моделей, написанных с применением известных средств и графических языков, - что они всегда не просто отдельные модели, а пусть и фрагменты, но единой онтологии.

Синтаксическая основа ОМ в настоящее время - язык гипертекстовой разметки XML, поверх которого надстроен язык веб-онтологий OWL DL, поддерживающий дескриптивную логику, который, хотя и не является наиболее выразительным, но в настоящее время признан в качестве промышленного стандарта де-факто.

Применение онтологической базы знаний, основанной на семантических сетях и дескриптивной логике, в отличие от таких способов реализации баз знаний, как продукционные и фреймовые, позволяет учитывать как парадигматические отношения понятий (причинно-следственные, отношения обобщения и агрегации), независимые от контекста решения задачи, так и правила формирования переменных синтагматических отношений понятий (заданные дескриптивной логикой), возникающие в некотором контексте решения задачи. Одной из наиболее важных особенностей дескриптивных логик в отличие от исчисления предикатов первого порядка является сделанный в них акцент на осуществимость логического вывода. В стандартных системах логики первого порядка предсказание времени выработки решения часто оказывается невозможным. С другой стороны, в дескриптивных логиках всё направлено на обеспечение того, чтобы логический вывод мог быть выполнен за время, полиномиально зависящее от размера описаний, за счет отказа от использования отношения отрицания и использования ограниченной формы дизъюнкции по явно заданным объектам.

Отдельный аспект работы с ОМ в отличие от других способов представления знаний предметных областей заключается во фрактальном характере описания ОР на различных логических и семиотических уровнях. При этом совершенно не важно, какие понятия становятся для конкретного исследователя отправными, всё равно в рамках единой онтологии все они будут связаны через определённую цепочку понятий друг с другом.

Известны различные классификации онтологий. Одна из них [1] выделяет следующие уровни иерархии: онтологии представления (representation ontologies), общие онтологии (generic ontologies), промежуточные онтологии (intermediate ontologies), онтологии верхнего уровня (top-level ontologies), предметные онтологии (domain ontologies), онтологии задач (task ontologies), онтологии приложений (application ontologies).

Наиболее важным видом онтологий с практической точки зрения являются Онтологии верхнего уровня, так как они являются связующим звеном для онтологий предметных областей.

Метод построения онтологической базы знаний объектов интеллектуальной собственности организации. Любая человеческая интеллектуальная деятельность обязана быть по своей сути системной деятельностью, предусматривающей использование совокупности взаимосвязанных системных процедур на пути от постановки задачи и целей к нахождению и использованию решений.

Известны следующие подходы к структурированию знаний: структурный (системный) подход; объектно-ориентированный подход; объектно-структурный подход; системно-когнитивный подход. Недостатком известных реализаций этих подходов с точки зрения построения единого информационного пространства является то, что каждый исследователь строит модели по своей схеме, что делает затруднительным интеграцию различных моделей или их сравнение. В рамках системно-когнитивного подхода предлагается метод, основанный на построении когнитивных моделей специального вида - конфайнмент-моделей, имеющих фиксированную структуру и налагающих специфическую семантическую нагрузку на каждый свой элемент [2].

Системно-когнитивный подход. Значительные трудности при исследовании различных проблемно-содержащих систем обычно связаны не только с изучением данных предметной области и их взаимодействия между собой, но и с выделением главных элементов системы,

влияющих на второстепенные. Как правило, нахождение таких ключевых элементов и их связей с исследователем, означает построение полной когнитивной модели системы.

Когнитивное моделирование является удобным инструментом изображения систем. Методология когнитивного моделирования, предназначенная для анализа и принятия решений в плохо определенных ситуациях, была предложена Р. Аксельродом. Она основана на моделировании субъективных представлений экспертов о ситуации и включает: методологию структуризации ситуации; модель представления знаний эксперта; методы анализа ситуаций.

Задачей когнитивного моделирования является выявление и описание абстрактных или существующих коррелируемых явлений, событий, происходящих на объекте контроля и управления. Когнитивный инструментарий позволяет снижать сложность исследования, формализации, структурирования и моделирования системы.

Однако существующая методология структуризации ситуации и модель представления знаний эксперта не позволяют анализировать сложные ситуации.

Модель предметной области в когнитивной модели представляется в виде знакового ориентированного графа с обратными связями. В вершинах графа располагаются различные события либо ключевые элементы ситуации. Дуги, соединяющие вершины, отображают причинно-следственные связи между ними. Существенно, что параметры событий и степени их взаимного влияния могут выражаться как точными количественными параметрами, так и нечеткими качественными соотношениями.

Метод определения главных компонентов системы и изучения их влияния друг на друга был предложен Т.В. Гагиным. Данный метод, основанный на конфайнмент-моделировании (КМ), позволяет значительно снизить временные затраты на моделирование и упростить исследование систем в различных предметных областях. Его назначение — облегчить выстраивание системных моделей. КМ помогает отсеять неважные (а сейчас они могут казаться важными) факторы и сосредоточиться на тех, что действительно влияют на результат. Системное моделирование дает возможность увидеть неочевидные влияющие факторы, ключевые точки и важные взаимосвязи еще до того, как это станет ясно на практике [3].

Сущность данного подхода заключается в следующем. В любой предметной области возможно выделение основных элементов и

установление определенной зависимости между ними. Решение данной задачи с помощью КМ основано на использовании следующих четырех правил.

1. “Чем больше информации, тем ближе ошибка и сильнее опоздание”. Как правило, полнота информации не только не приводит к верным решениям, но и препятствует их нахождению. Стремление к полноте информации, ценность которой неясна, заставляет тратить время во многом впустую. Таким образом, чем больше информации, тем труднее принять решение и тем больше опоздание.

2. “Важно знать заранее, что и где искать”. Еще до начала поиска главных элементов системы полезно четко определить, что именно ищется и где это может находиться. Метод КМ основан на системном моделировании ситуации, которое в отличие от последовательного выяснения деталей позволяет достоверно предположить, какие детали окажутся в тех или иных местах модели.

3. “Системная петля содержит необходимые и достаточные условия для существования результата: текущей ситуации”. Системная модель показывает, как ситуация поддерживает себя в состоянии стабильности и/или развития, демонстрируя при этом прямые и обратные причинно-следственные взаимосвязи. Таким образом, можно считать, что когнитивная модель построена корректно, если она самовоспроизводится, т.е. существует факт замыкания системы. При этом все необходимое для функционирования системы будет неизбежно учтено системной петлей, а остальное отброшено как неважное. Элементы системной петли являются фокусами внимания и помогают определить, что и где искать.

4. “Система является причиной самой себя”. Данное принципиально важное правило КМ означает, что элемент является одновременно причиной и следствием всей системы.

По назначению можно выделить следующие виды конфайнмент-моделей.

1. Концептуальная конфайнмент-модель (ККМ) основана на «классической» ограниченной 9-элементной конфайнмент-модели, предложенной Т.В. Гагиным (рисунок 1,а). Предназначена для выделения основных факторов, необходимых для достижения сформулированной цели. Элементы модели связаны концептуальными отношениями «ВЫЗЫВАЕТ» / «ЗАВИСИТ ОТ». В качестве её разновидности может рассматриваться триадная КМ (ТКМ), предназначенная для выявления системных триад, расположенных по кругам или

секторам ККМ [4].

2. Иерархическая КМ (ИКМ). Гиперонимическая КМ (ГКМ) предназначена для классификации видов понятий (рисунок 1,б). Элементы модели №№2-9 связаны иерархическими родовидовым отношением «ЯВЛЯЕТСЯ» с элементом №1. Меронимическая ИКМ (МКМ) предназначена для осуществления системного синтеза – идентификации надсистемы, частью которой является интересующий объект (рисунок 1,в). Элементы модели №№ 1-8 связаны отношением «ЯВЛЯЕТСЯ ЧАСТЬЮ» с элементом №9. Атрибутивная КМ (АКМ) предназначена для классификации свойств (атрибутов) понятий (рисунок 1,г). Элемент №4 связан отношением «ИМЕЕТ СВОЙСТВО» с элементами модели №№ 1-3 и 5-9.

3. Процессная КМ (ПКМ). Предназначена для выделения процессов жизненного цикла проекта разработки продукта/оказания услуги, и может рассматриваться как обобщение спиральной модели жизненного цикла. Элементы модели связаны отношениями «ЯВЛЯЕТСЯ ВХОДОМ / ВЫХОДОМ ДЛЯ» процессов, привязанных к дугам.

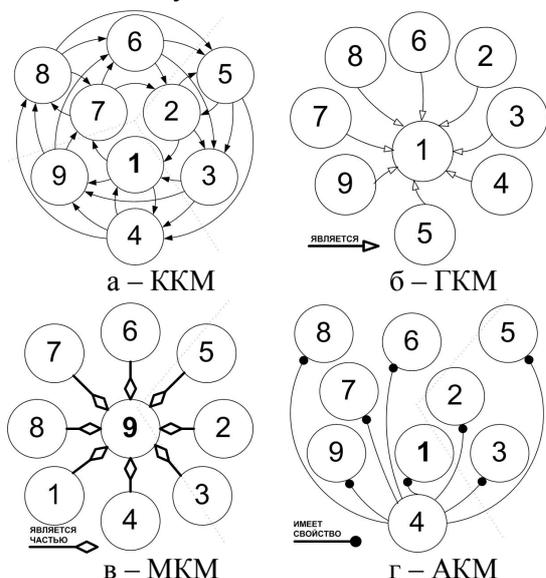


Рисунок 1 – Виды конфеймент-моделей

Интерпретация ККМ. Функционирование любой системы подразумевает выполнение необходимого числа системных процессов (включая процессы управления, основные и поддерживающие бизнес-процессы), направленных на достижение цели функционирования системы.

Рассмотрим интерпретацию ККМ с помощью нотации функционального моделирования IDEF0 в рамках методологии структурного анализа и проектирования SADT.

Обычно при функциональном моделировании рассматривается лишь синтаксический уровень: на входе имеется цель процесса, на выходе – результат процесса, который обеспечивается на основании спецификаций и критериев с применением алгоритмов и методов, как это показано на контекстной диаграмме. Однако для более детального, выразительного описания процесса необходимо учитывать также семантические и прагматические аспекты функционирования сложных систем. Поэтому на семантическом уровне дополнительно рассматриваются на входе – интерпретация цели процесса, на выходе – интерпретация результата процесса, при управлении учитываются правила функционирования системы, при использовании инструментов – основные принципы функционирования системы. На прагматическом уровне учитываются состояние системы и изменённое состояние системы, ресурсные ограничения, интеллектуальные ресурсы и инструментальные средства [5].

Предлагается следующая обобщённая контекстная диаграмма, на которой представлены основные входы, выходы, механизмы и управляющие воздействия, которые должны быть формализованы для каждого системного процесса (рисунок 2).

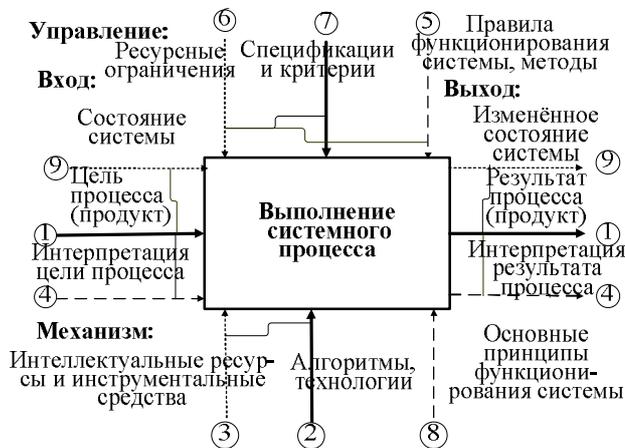


Рисунок 2 - Обобщённая контекстная диаграмма выполнения системного процесса

В рамках подхода произведена процедура системного синтеза, в результате чего была идентифицирована обобщённая система, в рамках которой функционирует конкретный бизнес-процесс (рисунок 3). Достижение определённого результата системного процесса А1 осуществляется на основе сформулированной цели, с применением соответствующих алгоритмов и методов (процесс А2), учитывающих сформулированные спецификации и критерии (процесс А7). Базируясь на выявленных принципах функционирования системы (процесс

A8) и опираясь на заданные правила (процесс A5), интерпретируется результат поддержки принятия решений (процесс A4). Процесс мониторинга A9 состояния системы основывается на определении ресурсных ограничений функционирования системы (процесс A6) и нахождении интеллектуальных ресурсов и материальных средств (процесс A3).

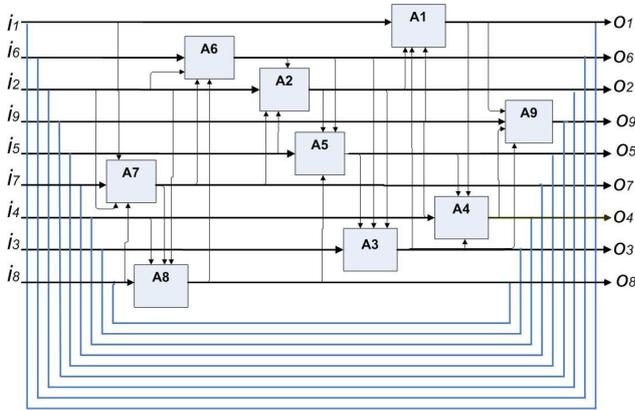


Рисунок 3 - Системные процессы, связанные с достижением результата процесса, приведённого на рисунке 2

В семиотическом плане элементы КМ (рисунок 1,а) группируются в соответствии с принадлежностью к «кругам»: внутреннему (синтаксический уровень), парному ему внешнему (семантический уровень), а также дополняющему их среднему кругу (прагматический уровень).

Проведённый анализ позволил выявить соответствие между элементами конфайнмент-модели и уровнями обработки информации, принятыми в неврологии и психологии (рисунок 4), которые были разработаны Робертом Дилтсом как обобщение идей, выдвинутых крупнейшими философами Грегори Бейтсоном и ещё ранее Берtrandом Расселом: №9 – окружение (как среда), №8 – миссия, №7 – ценности, №6 – возможности, №5 – убеждения, №4 – идентичность, №3 – способности, №2 – поведение и №1 – окружение (как результат поведения).

В онтологическом плане элементы группируются в соответствии с принадлежностью к «секторам»: прескриптивному, дескриптивному и реляционному. В первом случае с помощью элементов модели осуществляются императивное (№2), декларативное (№5) и ситуационное (№3) представления содержания деятельности. Во втором случае, делаются денотативное (№1), концептуальное (№4) и сопоставительное (№9) описания конкретного результата деятельности. В третьем случае даются тактические (№7), стратегические (№8) и оперативные (№6) оценки

результата деятельности.

В качестве примера рассмотрим ККМ жизненного цикла научного исследования (рисунок 4). В области исследования выделяется объект исследования с актуальной проблематикой (№9), формулируется цель исследования, объект управления (№1) и субъект управления (№4), формулируются задачи, предмет исследования (№7). Формулируется проблема исследования посредством выдвижения рабочих гипотез, принципов, соответствующих теорий (№8). Предлагаются подходы, концепции, модели, планы (методологическая база исследования). Разрабатываются правила, способы, методики (методы исследования) (№5), алгоритмы и технологии (№2). Выбираются или разрабатываются инструментальные средства или устройства, осуществляются процессы управления жизненным циклом исследования – осуществляется апробация исследования (№3). Формулируются результаты исследования (№1), научная новизна результатов (№4), оценивается качество результатов (№7) и практическая значимость исследования (№9).



Рисунок 4 - ККМ жизненного цикла научного исследования

Метод разработки онтологической базы знаний как процесс построения совокупности взаимосвязанных КМ. Наиболее важным является не просто построение конкретных моделей, но их совокупности, образующей онтологию предметной области. Для этого используется следующая многоуровневая техника. Сначала на первом уровне строится единственная конфайнмент-модель, где в качестве элемента №1 ставится цель функционирования

конкретной системы. Затем на втором уровне строятся восемь моделей, в каждой из которых на место первого элемента по очереди ставится соответствующий элемент модели первого уровня №2÷9. Построение моделей последующих уровней сводится к действиям, аналогичным действиям, используемым при построении моделей второго уровня. Очевидно, что нет смысла при решении конкретной задачи добиваться построения полной совокупности моделей высокого уровня. Поскольку зачастую уже на втором уровне аналитик сталкивается с моделями, являющимися целевыми для других систем.

Рассмотрим разработку онтологической базы знаний как процесс построения совокупности взаимосвязанных конфайнмент-моделей [6]. На уровне построения конкретной конфайнмент-модели возможно применение двух техник. В случае когда результат модели (№1) заранее известен и может быть формально описан, применяется классическая техника, предложенная Т.В. Гагиным, в соответствии с которой производится заполнение элементов модели последовательно, в порядке возрастания их номеров. По сути, это представляет собой индуктивный метод разработки онтологии, когда производится «восхождение» по логическим уровням обработки информации от частного к общему. В случаях же, когда построение онтологии само по себе носит исследовательский характер, такая техника не всегда работает, поскольку результат заранее просто неизвестен. В таком случае применяется дедуктивная техника, когда, при сформулированной цели исследования, построение происходит в порядке убывания номеров модели: от общих теоретических положений через модели и методы решения, к конкретному результату деятельности.

Предлагаемый подход предоставляет исследователю удобный инструмент для последующего выявления закономерностей и проведения анализа сложных систем на основе интеллектуальных методов обработки данных [6].

Формирование базы знаний информационно-интеллектуальных ресурсов. Выбор подходящей Онтологии верхнего уровня (ОБУ) является важной предпосылкой для эффективного структурирования знаний, представленных в информационно-интеллектуальных ресурсах организации. Проведенный анализ позволил выявить следующие наиболее известные Онтологии верхнего уровня (ОБУ), которые могут применяться для формирования базы знаний информационно-интеллектуальных ресурсов: SUMO (The Standard Upper Ontology) [7], Cyc's

Upper Ontology [8, 9], Sowa's top-level ontology [10], DOLCE (Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering) [11], лингвистические онтологии: WordNet, Mikrokosmos, Sensus и РуТез, классификация предметных областей (М.С. Павлов, Московский государственный строительный университет) [12], международный патентный классификатор (МПК) – единая система классификации, охватывающая все виды патентных документов [13].

Из рассмотренных ОБУ наиболее подходящим для описания основных понятий, связанных с информационно-интеллектуальными ресурсами, является МПК, и для использования его в качестве онтологии верхнего уровня предлагается совокупность ККМ. В качестве примера на рисунок 5 представлена ККМ второго уровня – классы раздела G «Физика» МПК.



Рисунок 5 - Классы раздела МПК G «Физика»

Заключение. Предлагается метод системно-когнитивного построения онтологий верхнего уровня и предметных областей, позволяющий унифицировать процесс разработки (распределённых) онтологических баз знаний предметных областей, новизна которого заключается в использовании фрактальных структур представления знаний предметных областей, за счёт построения совокупности взаимосвязанных когнитивных моделей специального вида (конфайнмент-моделей), а также сочетания методов системного анализа и синтеза, вывода по аналогии и выявления системных триад.

Предлагаемый метод помогает аналитику не выпускать из вида основные онтологические отношения предметной области сложной системы, а также позволяет ему управлять процес-

сом последовательного расширения онтологии. Также появляется возможность рассчитывать онтологическую «удалённость» различных информационных единиц в базе знаний.

Применение предлагаемого метода позволяет унифицировать процесс разработки онтологических баз знаний предметных областей за счёт сочетания методов системного анализа и синтеза, вывода по аналогии, выявления системных триад, использования специальной процедуры мозгового штурма для обеспечения эффективного взаимодействия аналитиков и экспертов, что приводит к снижению временных затрат, а также к упрощению структуры получаемых моделей в сравнении с известными методами построения онтологий.

В настоящее время разработанные модели и метод применяются для структурирования информации по объектам интеллектуальной собственности, разработанными сотрудниками УГАТУ при выполнении научно-исследовательских проектов. Результаты опытной эксплуатации показывают эффективность предложенных моделей и методов. Использование предлагаемого метода предоставляет удобный инструментарий [14] для последующего выявления закономерностей и проведения анализа информационно-интеллектуальных ресурсов организации.

Данное исследование поддержано грантами РФФИ № 08-07-00495-а и № 09-07-00408-а.

Библиографический список

1. *Van Heijst G, Schreiber ATh, Wielinga BG* „Using Explicit Ontologies in KBS Development”, *Int. Journal of Human-Computer Studies*, 1997.

2. *Попов, Д.В., Ризванов, Д.А., Юсупова, Н.И., Фридлянд А.М.* Системно-когнитивный подход к

управлению жизненным циклом научно-исследовательского проекта // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2005. № 8. – С. 34-39.

3. *Гагин Т.В., Бородин С.С.* Как выделить главное: принципы конфейнмент-моделирования, <http://www.gagin.org>, 2004.

4. *Popov, D.V., Polyakovskiy, S.Ju., Elkina, E.I.* “Cognitive Modeling of Problem-Containing Systems. Mathematic and Software Support of Confinement-Modeling”. In: *Computer Science and Information Technologies CSIT'2005*. Ufa-Assy, Russia, 2005, Vol. 3, PP. 289-294. (Proceedings of the 7th International Workshop).

5. *Попов Д.В., Поляковский С.Ю., Мухачева Н.Н.* Математическое и программное обеспечение конфейнмент-моделирования сложных систем // *Принятие решений в условиях неопределенности*. Выпуск 4: Межвузовский научный сборник. -Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2007. – С. 19-26.

6. *Мухачева Н.Н., Попов Д.В.* Системно-когнитивная технология моделирования учебной, научной и инновационной деятельности / *Труды XII Байкальской Всероссийской конференции с международным участием «Информационные и математические технологии в науке и управлении»*. Часть III. –Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2007. -С. 40-50.

7. <http://ontology.teknowledge.com>

8. <http://www.cyc.com>

9. <http://www.opencyc.com>

10. <http://www.jfsowa.com>

11. <http://www.loa-cnfr./dolce.html>

12. <http://www.mtu->

net.ru/pavlov/classification/class_domain/html

13. <http://www.fips.ru/russite/classifications>

14. Программа для ЭВМ: Экспертная система для когнитивного моделирования сложных систем «ConfExpert». Версия 1.0 / Д.А. Ризванов, Д.В. Попов. Рег. № 50200500303 // *Информационный бюллетень "Алгоритмы и программы" ФГУП "Всероссийский научно-технический информационный центр" (ВНТИЦ)*, № 1, 2006. – С. 58.