

ПРИБРЕТЕНИЕ ЗНАНИЙ В БАЗАХ ЗНАНИЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

*К.О. ЛИТВИНСКИЙ, кандидат экономических наук, доцент, МВА, заведующий кафедрой экономики и управления инновационными системами, Кубанский государственный университет
e-mail: litvinsky@econ.kubsu.ru*

*В.А. МАЛЫШЕВ, доктор технических наук, доцент, полковник, заместитель начальника кафедры эксплуатации авиационного оборудования, Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»
e-mail: vamaalyshev@list.ru*

*Ю.В. НИКИТЕНКО, кандидат технических наук, преподаватель кафедры радиационной, химической и биологической защиты, Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
e-mail: yunikson@yandex.ru*

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы экономико-математического моделирования процесса приобретения знаний в базах знаний системы управления техногенными рисками. Дана авторская трактовка понятия «получение знаний в интеллектуальной системе» и сформулированы стратегии приобретения знаний, основывающиеся на определенном наборе правил. Стратегии формирования позволили описать и визуализировать алгоритм формирования предметной области в виде интерактивного диалога «база знаний – эксперт» с целью создания структуры предметной области.

Ключевые слова: управление знаниями, база знаний, диалоговый интерпретатор знаний, семантическая сеть, система управления техногенными рисками.

Приобретение знаний в части пополнения базы знаний (БЗ) [1, 2, 4, 14] осуществляется различными методами: при общении с внешней средой, при постановке новых задач и при достижении новых целей. В настоящее время основным методом является прямой диалог с экспертом [3]. Такой диалог позволяет решить основные проблемы, возникающие при

извлечении знаний: преодолеть когнитивную защиту, в какой-то степени помочь эксперту структурировать свои знания в определенной области.

Кроме того, пополнение знаний осуществляется самой системой на основе имеющейся БЗ и машин (программ) логического вывода новых знаний, предназначенных для прямого использования знаний из базы знаний в целях решения поставленной задачи. Это ведет к устранению трудности, связанной с ограниченностью знаний. В ходе решения конкретной задачи основными функциями машины логического вывода являются:

- определение необходимого для решения задачи конкретного набора фактов, правил и отношений между отобранными фактами и правилами;
- упорядочение отобранных правил, связей, алгоритмов и процедур в логические цепи принятия решений и выполнение этих цепей.

Проблема приобретения знаний возникла при решении таких задач в рамках работы системы управления техногенными рисками (СУТР) на предприятии реального сектора экономики (ПРСЭ), как: понимание естественного языка, поиск ответов на вопросы к БЗ, анализ ситуаций и др. Все подходы в той

или иной степени используют идею продукционных правил [7, 10, 11, 12].

Анализ различных источников показал, что понятие «получение» знаний в интеллектуальной системе имеет достаточно много вариаций [5, 8, 11, 14]. Синонимами здесь выступают и достаточно часто применяются другие понятия, такие как: «пополнение», «извлечение», «приобретение», «добыча», «формирование» [15]. В зарубежной литературе чаще всего используют два понятия: приобретение и извлечение.

Чтобы однозначно сформулировать понятие «получение» знаний, рассмотрим три стратегии, основывающиеся на трех правилах [3].

Правило 1. Извлечение знаний – это процедура получения знаний, при которой передача знаний производится через непосредственное взаимодействие между инженером по знаниям (когнитологом) и источником знаний.

Правило 2. Приобретение знаний – это процедура получения знаний, при которой передача знаний от эксперта к инженеру-когнитологу производится при помощи программно-вычислительных средств.

Правило 3. Формирование знаний – это процедура получения знаний, при которой используются обучающие программы.

Наиболее широко трактуется понятие (термин) «приобретение знаний».

В [3] отмечается, что процесс приобретения знаний можно охарактеризовать следующими этапами и особенностями:

- приобретением знаний;
- моделированием приобретения знаний;
- номенклатурой приобретения знаний;
- уровнем знаний;
- механизмами отладки знаний.

Первый этап носит в значительной степени технологический характер и состоит из фаз приобретения знаний.

На практике выделяются три фазы, которые отражают вариацию функций инженера-когнитолога и эксперта на первом этапе [3]:

– подготовительная фаза – это фаза непосредственного извлечения знаний из какого-либо источника знаний на этапах без использования вычислительной техники;

– начальная фаза – это фаза, на которой происходит наполнение базы знаний знаниями о конкретной предметной области;

– фаза наполнения – это фаза, которая актуальна на этапах реализации и тестирования и связана с решением определенных задач, среди которых можно выделить такие, как: обнаружение неполноты знаний, противоречивости или их неточности; извлечение новых знаний, способных устранить обнаруженные неточности и ошибки; преобразование полученных знаний в вид, понятный базе знаний.

Следовательно, в широком смысле процедура приобретения знаний подразумевает наличие всех указанных фаз, а в узком смысле – это начальная фаза (накопления знаний), в которой знания непосредственно передаются в систему.

Тем не менее самой сложной фазой остается фаза извлечения знаний, формализация процессов в которой является весьма затруднительной задачей.

Извлечение знаний в БЗ СУТР на ПРСЭ основано на процедуре передачи знаний от каждого эксперта к базе знаний. Данный процесс можно представить в виде рис. 1.

Чаще всего формирование поля знаний в виде определенного математико-физического представления знаний, полученных от эксперта в менее формализованном виде, по сути является окончательным шагом процедуры получения знаний от эксперта (структурированием) [3, 12].

В процессе извлечения знаний при создании СУТР ПРСЭ целесообразно применить текстологический метод [9, 12], который предполагает извлечение знаний из бумажных носителей, таких как учебники, инструкции, технологические описания и т.п.

Структура процесса извлечения знаний в этом случае имеет вид (1).

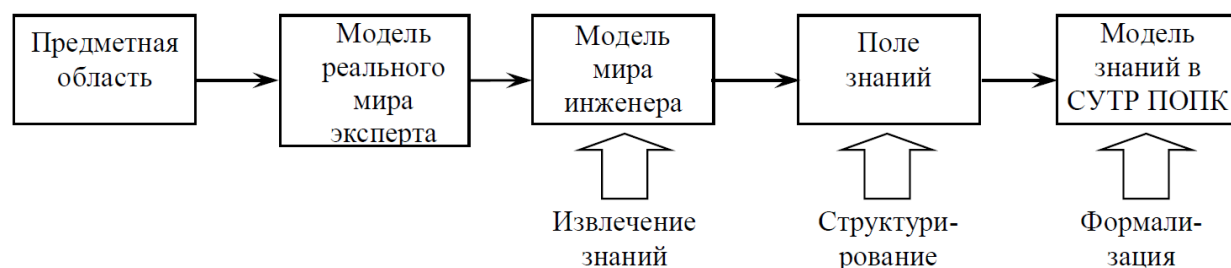


Рис. 1. Процесс передачи знаний от эксперта к базе знаний

$MA_1 \rightarrow$ Вербальный анализ \rightarrow Восприятие текста \rightarrow Понимание $\rightarrow MA_2$, (1)

где MA_1 – авторская модель мира; MA_2 – модель, формирующаяся при прочтении текста.

Модели MA_1 и MA_2 чаще всего не совпадают по причине искажения смысла при вербальном анализе MA_1 и интерпретации в MA_2 . Анализ показывает, что научный текст содержит в себе следующие основные компоненты [3, 12]:

- представления объективной информации α ;
- системы научных понятий β ;
- научных взглядов, опыта автора γ ;
- общего текста δ ;
- заимствований из других источников информации ε .

Тогда авторскую модель следует представить в виде кортежа (2):

$$MA_1 = \langle \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon \rangle. \quad (2)$$

Модель MA_2 формируется из кортежа $\langle \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon \rangle$ путем синтеза восприятия текста и отражения индивидуальных качеств человека (инженера), характеризующихся следующими элементами:

- опытом ϕ ;
- эрудицией ξ ;
- знанием предметной области η .

Тогда модель MA_2 примет вид (3):

$$MA_2 = [\langle \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon \rangle, \langle \phi, \xi, \eta \rangle]. \quad (3)$$

Так как существует различие между моделями MA_1 и MA_2 , то можно сделать вывод о недостаточном соответствии получаемой и исходной информации.

Для наполнения базы знаний СУТР ПРСЭ следует предложить определенный алгоритм работы с текстовыми материалами [12]:

- составление списка основной литературы для более подробного ознакомления с предметной областью (конкретным ПРСЭ);
- выбор конкретного текста;
- предварительное знакомство с текстом;
- тщательное изучение текста, выделение ключевых слов и стойких выражений;
- формирование связей между ключевыми словами, формирование обобщенного графа текста;
- формирование модели знаний.

Вид и содержание источников знаний оказывает влияние на понимание текста. Проще всего работать с учебниками. В них знания хорошо структурированы при минимизации

субъективных факторов. Обрабатывать технические описания значительно сложнее. Еще сложнее подвергать анализу научные статьи. Отсюда следует, что наличие опытного эксперта является необходимым условием для эффективного извлечения знаний из научных публикаций.

Выявление структуры понятий при прямом приобретении знаний в базе знаний СУТР на ПРСЭ [6] основано на том, что при прямом приобретении знаний посредником между базой знаний и источником знаний является компьютерная система [3]. Этот подход возможно реализовать при использовании в базе знаний модели в виде неоднородной семантической сети (НСС). Такая сеть в СУТР ПРСЭ описывается четверкой (4):

$$M = \langle F, R_c, R_f, R_\varepsilon \rangle, \quad (4)$$

где F – фрейм, формирующий конкретное понятие; R_c – отношение связности (инцидентности) между фреймами; R_f – функция, характеризующая свойства фреймов; R_ε – отношение принадлежности между фреймами и функциями.

В СУТР ПРСЭ с помощью диалогового интерпретатора знаний (ДИЗ) формируется неоднородная семантическая сеть. Объектами работы ДИЗ являются имена предметов, их свойства, процессы и процедуры, области значений свойств и отношения на множестве предметов и процессов. ДИЗ предназначен для преобразования информации от эксперта в математические формулы и компиляции их в НСС [12].

Стратегией прямого приобретения знаний в СУТР является последовательное разбиение на ступени [3]. Эта стратегия предназначена для выявления структуры понятий конкретной предметной области и реализует сценарий «имя – свойство». Для формирования структуры предметной области с помощью ДИЗ предназначен алгоритм, имеющий форму диалога «система – эксперт» (рис. 2).

Пример реализации диалога имеет следующий вид.

1. Введите имя понятия – система контроля и регистрации информации.
2. Введите имя признака понятия – системы объективного контроля (состояние системы).
3. Существует ли несколько значений введенного признака? (Да/Нет).
4. Если ответ «Нет» (для признака системы объективного контроля), то имя признака запоминается в виде имени понятия. При

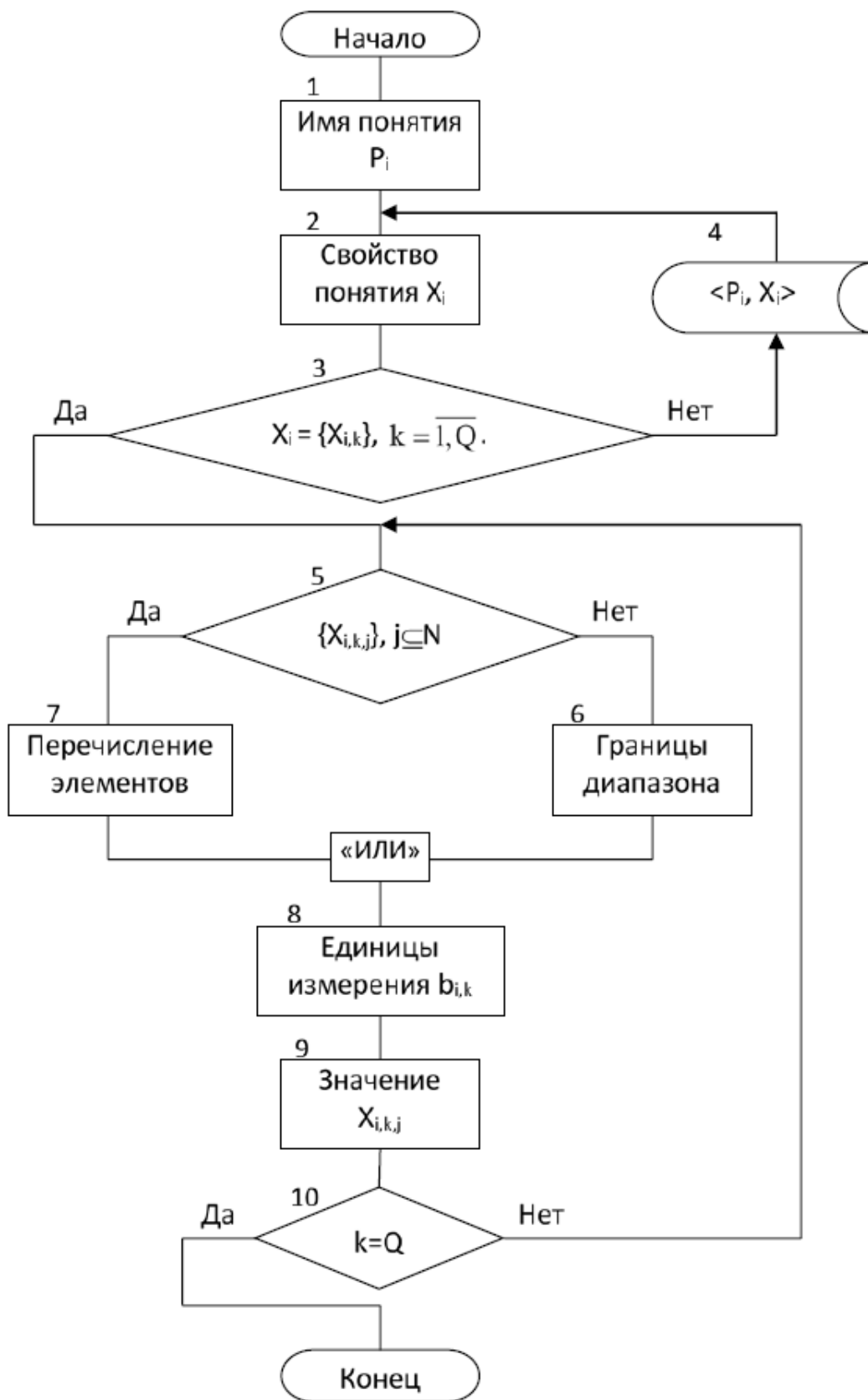


Рис. 2. Алгоритм формирования предметной области в виде интерактивного диалога «база знаний – эксперт»

этом образуется пара имен событий (система контроля и регистрации информации, системы объективного контроля). Если имя 2-го события является для модели знаний новым, то выполняется переход к шагу 2.

5. Если в п. 3 ответ «Да» (для признака состояние системы), то определите тип множества («Непрерывное» / «Дискретное»). Например, «Дискретное».

6. Если тип – «Непрерывное», то следующий шаг: задайте границы диапазона.

7. Если тип – «Дискретное», то следующий шаг: перечислите элементы дискретного множества (например, «включено» / «выключено»).

8. Задайте единицы измерения признака – безразмерная величина.

9. Задайте подмножество значений свойств рассматриваемого события – включено.

10. Проверьте наличие и определение всех признаков понятия.

В результате исполнения шагов 2–10 в базе создается глобальный объект, состоящий из имени атрибута и множества его значений. В ходе выполнения операций алгоритма производится первоначальное заполнение базы знаний понятиями о конкретной предметной области [13].

Определение семантических связей при прямом приобретении знаний в базе знаний системы управления техногенными рисками на ПРСЭ происходит, основываясь на высказываниях эксперта. Процесс выявления семантических связей участвует в построении НСС. Основные виды связей, применяемые в НСС, приведены в таблице. Критерии, используемые для определения вида связи, имеющейся у двух имен событий (вершин сети), можно сформулировать следующим образом:

- трансформация (установление транзитивности);
- перестановка (установление симметричности);
- подстановка (установление рефлексивности);
- обращение (установление асимметричности);
- модальность (различение связей по модальности).
- время возникновения событий (установление моментности).

Обозначим: *Aref* – антирефлексивность, *Asi* – асимметричность, *Ansi* – антисимметричность, *Nref* – нерефлексивность, *Nsi* – несимметричность, *Ntrn* – нетранзитивность, *Ref* – рефлексивность, *Si* – симметричность, *Trn* – транзитивность.

Типы связей разбиты на четыре класса (см таблицу). Классы 1–3 определяют одномоментные зависимости (включение выключателя – работа освещения), класс 4 – разномоментную зависимость между элементами или процедурами в технологической системе (включение питания прибора – освещение и работа информационного экрана).

В классах 1–3 типы связей различают по свойству рефлексии. Внутри групп типы связей различают по наличию симметрии. Так как в классе 4 все связи имеют свойство – несимметрию, то для различения связей применяется свойства транзитивности и рефлексии.

Следовательно, такие свойства, как симметричность, рефлексивность, одномоментность, транзитивность следует применять как критерии для выявления типов связей [3]. На рис. 3 проведено сопоставление критериев и ветвей дерева определения вида связи.

Связи и критерии в неоднородной семантической сети

№ класса	Тип связи	Форма связи	Свойство
1	<i>Gn</i> – генеративная <i>St</i> – ситуационная <i>Ng</i> – негативная	<i>X</i> является элементом <i>Y</i> <i>X</i> находится в ситуации <i>Y</i> <i>X</i> отрицает <i>Y</i>	<i>Aref, Nsi, Ntrn</i> <i>Aref, Asi, Trn</i> <i>Aref, Si, Ntrn</i>
2	<i>In</i> – инструментальная	<i>X</i> является средством <i>Y</i>	<i>Nref, Nsi, Ntrn</i>
3	<i>Cm</i> – коммутативная <i>Cr</i> – коррелятивная	<i>X</i> сопровождается <i>Y</i> <i>X</i> иногда увеличивает возможность <i>Y</i>	<i>Ref, Ansi, Trn</i> <i>Ref, Si, Ntrn</i>
4	<i>Fn</i> – целевая <i>Cs</i> – причинная <i>Pt</i> – потенциальная	<i>X</i> является целью <i>Y</i> <i>X</i> вызывает <i>Y</i> <i>X</i> может вызвать <i>Y</i>	<i>Aref, Nsi, Ntrn</i> <i>Nref, Nsi, Trn</i> <i>Nref, Nsi, Ntrn</i>

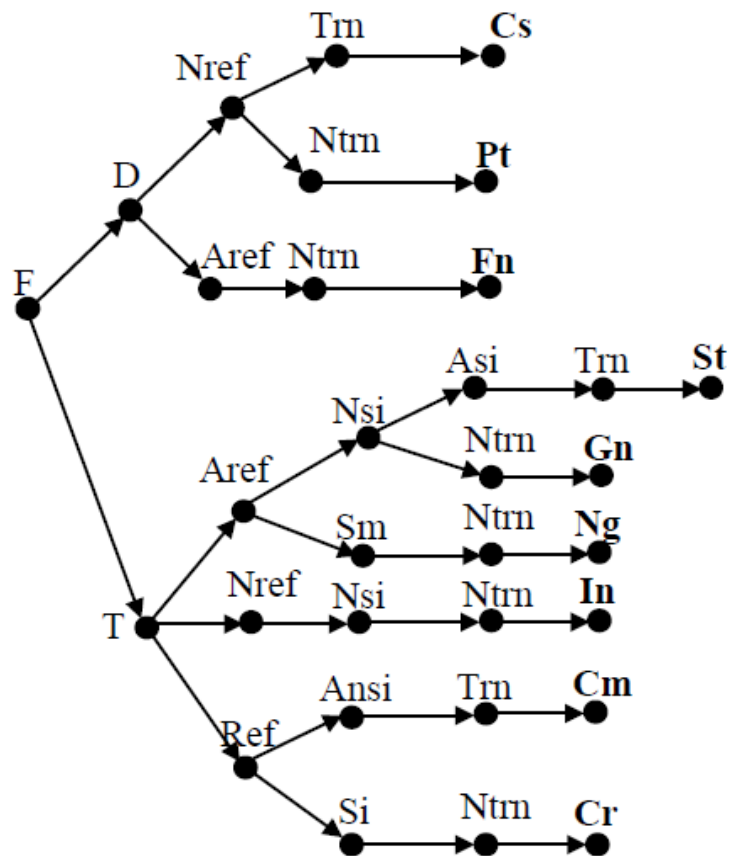


Рис. 3. Дерево определения вида связи

В базе знаний СУТР ПРСЭ необходимо установить двусторонние связи между событиями А и В. Они бывают следующие [12]:

- при наличии события А может быть событие В (положительная связь);
- при наличии события А всегда есть В (сильная положительная связь);
- при наличии события А обычно не бывает В (отрицательная связь);
- при наличии события А всегда нет В (исключающая связь).

С помощью ДИЗ определяется вид связи между именами событий по следующему алгоритму [12]:

1. Эксперту предлагается перечень имен событий и предлагается определить пары связанных событий.

2. Если эксперт не определяет такой пары, то диалог заканчивается и управление передается ДИЗ. Если эксперт выбирает какую-то пару понятий (А, В), то она подставляется во все формы связи в определенном порядке: сначала $XR.Y = AR.B$ (часть первая списка), а потом $XR.Y = BR.A$ (часть вторая списка).

3. Из сформированного списка эксперту необходимо выбрать высказывание W_p наиболее

отражающее связи между А и В. Допустим это $AR.B$.

4. Если определенное экспертом высказывание соответствует первой части списка, то вводится признак F (First) (Рис. 3), если второй, то – S (Second).

5. Для выбранного L эксперт определяет, появляются ли события А и В одновременно или нет.

6. Если *одновременно*, то вводится признак T , если нет – признак D .

7. Высказывание L проверяется по критерию подстановки.

8. Если выделены признаки T и Ref или $Aref$, то L проверяется по критерию перестановки.

9. Если выделен признак T и отсутствует Si , то L проверяется по критерию обращения.

10. Если выделены признаки T и Ref или $Aref$ и отсутствует Si , то L проверяется по критерию трансформации.

11. Если есть признаки D и $Nref$, то L проверяется по критерию трансформации.

12. Если есть признаки F , T , $Aref$, $Ntrn$ и нет Si , то для L определяется связь Gn (А, В).

13. Если есть признаки F , T , $Aref$, Asi , Trn , то для L определяется связь St (А, В).

14. Если есть признаки $F, T, Aref, Si$, то для L определяется связь Ng (A, B).

15. Если есть признаки $F, T, Nref$ и отсутствует Si , то для L определяется связь In (A, B).

16. Если есть признаки F, T, Ref, Trn и отсутствует Sm , то для L определяется связь Sm (A, B).

17. Если есть признаки F, T, Ref, Si , то для L определяется связь $Сг$ (A, B).

18. Если есть признаки $F, D, Aref, Ntrn$, то для L определяется связь Fn (A, B).

19. Если есть признаки $F, D, Nref, Trn$, то для L определяется связь Cs (A, B).

20. Если есть признаки $F, D, Nref, Ntrn$, то для L определяется связь Pt (A, B).

Таким образом, в базе знаний СУТР ПРСЭ предполагается использование двух вариантов приобретения знаний: прямое приобретение знаний на основе последовательного разбиения на ступени с помощью ДИЗ (при наличии низкой квалификации эксперта) и непосредственное извлечение знаний.

Библиографический список

1. Арсеньев Ю.Н., Давыдова Т.Ю., Минаев В.С. Управление знаниями на базе инструментария синергетики и когнитивной науки // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2015. № 2–1. С. 60–69.

2. Ахаев А.В., Ходашинский И.А. Формирование базы знаний экспертной системы на основе онтологии с использованием оригинального языка представления знаний // Электронные средства и системы управления. 2013. № 2. С. 3–7.

3. Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы. М., 2003.

4. Глухих И.Н. Представление знаний и вывод решений в ситуационных базах знаний // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. 2006. № 5. С. 265–270.

5. Горский Д.П. Вопросы абстракции и образования понятий. М., 1961.

6. Дресвянников В.А., Дресвянникова А.В. Построение системы управления рисками на предприятии на основе создания базы знаний // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции / под

ред. В.П. Линьковой. Приволжск, 2008. С. 101–103.

7. Литвинский К.О. Модель структуры предпочтений предприятий-природопользователей топливно-энергетического комплекса // Экономика: теория и практика. 2014. № 3(35). С. 43–47.

8. Литвинский К.О., Малышев В.А., Никитенко Ю.В. Модель подсистемы поддержки принятия решения в системе управления техногенными рисками предприятий топливно-энергетического комплекса // Экономика устойчивого развития. 2015. № 1 (21). С. 91–100.

9. Литвинский К.О., Никитенко Ю.В. Модель системы управления техногенными рисками на промышленных предприятиях // Экономика устойчивого развития. 2014. № 4(20). С. 139–144.

10. Литвинский К.О., Шевченко И.В. Условия и приоритеты развития эколого-экономической системы: законы, правила, характеристики, показатели // Региональная экономика: теория и практика. 2008. № 21. С. 2–9.

11. Малышев В.А., Литвинский К.О., Никитенко Ю.В. Экономико-математическое моделирование базовых операций на предприятиях реального сектора экономики // Экономика устойчивого развития. 2015. № 2 (22). С. 184–189.

12. Малышев В.А., Никитенко Ю.В. Теоретические основы построения системы управления техногенными рисками на промышленных предприятиях: монография. Воронеж, 2015.

13. Малышев В.А., Никитенко Ю.В., Лукин О.В. Методы и модели проектирования интеллектуальных комплексов автоматизированного освоения военно-технических систем. Воронеж, 2011.

14. Пасмурнов С.М., Фиртыч О.А. Формирование базы знаний системы управления объектами с прогнозируемыми рисками // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2015. Т. 11. № 3. С. 82–85.

15. Полетаева Е.В. Роль концептуальных терминов теории систем при построении базы знаний в области машиностроения // Вестник Тверского государственного технического университета. 2007. № 12. С. 106–109.