

Композиция интеллектуальных моделей для оценивания комплексных рисков и подход к её формированию

А.В. Сеньков

Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

Аннотация: Определены контуры композиции интеллектуальных моделей для оценивания комплексных рисков, состоящей из средства извлечения и формализации знаний, основанного на онтологической модели и интеллектуальных моделей для оценивания процессного, структурного и системного аспектов рисков. Предложен способ формирования композиции моделей для оценивания комплексных рисков, основанный на декомпозиции задачи оценивания рисков на отдельные требования. Детерминированы границы участия специалистов предметной области и/или специалистов по управлению рисками в настройке, обучении, адаптации и компоновке как отдельных интеллектуальных моделей, так и их композиции в целом.

Ключевые слова: интеллектуальные модели, управление рисками, композиция интеллектуальных моделей, онтологическая модель.

В настоящее время активно развиваются методы, способы, модели и программные средства для оценивания рисков [1-4]. При этом, зачастую не учитываются такие значимы факторы как неопределенность внешних и системных параметров, комплексность их воздействия на систему, неточность исходных экспертных оценок, лежащих в основу моделей для оценки рисков.

В рамках работы [5] определены аспекты управления рисками: структурный, процессный и системный, обусловленные особенностями таких рисков, причинами их возникновения и сущностью происходящих при их реализации событий.

Структурный аспект риска определяется составом системы, взаимосвязями элементов системы между собой.

Процессный аспект риска проявляется во временных прямых, косвенных или условных зависимостях.

Системный аспект риска проявляется при рассмотрении объекта как системы, взаимодействующей с внешней средой.

Каждый из аспектов в рамках [6] интерпретирован в виде графической диаграммы, позволяющей наглядно представлять сферу управления рисками с точки зрения специалиста предметной области.

Классические методы управления рисками не позволяют использовать все достоинства такого представления знаний, для чего в рамках [7] был разработан метод многоаспектного управления рисками. Однако, для эффективного применения указанного метода необходимо предложить некоторый набор интеллектуальных моделей, их композицию, обеспечивающую реализацию отдельных его этапов. В настоящей статье будет предложен подход к формированию такой композиции моделей для решения задачи оценивания комплексных рисков.

Структура и взаимодействия моделей внутри композиции обуславливаются особенностями управления рисками и требованиями к моделям. Контуры композиции приведены на рис. 1.



Рис. 1 – Контуры композиции интеллектуальных моделей для оценивания комплексных рисков

Композиция включает:

1. средство извлечения и формализации знаний, основанное на применении онтологической модели и базы знаний специализированного формата;
2. интеллектуальную модель для оценки процессного аспекта рисков;
3. интеллектуальную модель для оценки структурного аспекта рисков;
4. интеллектуальную модель для оценки системного аспекта рисков.

1. Средство извлечения и формализации знаний

Средство извлечения и формализации знаний имеет своей целью сбор знаний из слабоструктурированных и неструктурированных источников, таких, как, например, описаны в [8]. Формат онтологической модели определяется следующими базовыми принципами:

1. структура онтологической модели соответствует обобщенным требованиям к структуре базы знаний для управления рисками, один из вариантов структуры модели определен в [9];
2. связи между элементами онтологической модели должны обеспечивать возможность отнесения их к типам: процессных, структурных и системных в соответствии с аспектами управления рисками в рассматриваемой системе;
3. связи между элементами также должны позволять определять для различных типов связей их параметры, например, параметры логических операций для связей, отвечающих за структурный и процессный аспекты рисков, временные параметры для связей отвечающих с процессный аспект рисков и т.д.

Кроме того, в рамках средства извлечения знаний должны быть разработаны базовые алгоритмы (способы):

1. способ извлечения знаний из слабоструктурированных и неструктурированных данных;
-

2. способ интерпретации онтологической модели в базу знаний для управления рисками.

В настоящее время, указанные способы достаточно широко представлены в работах российских и зарубежных авторов. Так в работе [10] решается задача извлечения терминологии в процессе обработки текстов. В [11] решается задача автоматического извлечения знаний из wiki-ресурсов. В работе [12] решается задача не только извлечения знаний, но и расширения онтологии. Для извлечения темпоральных данных могут применяться способы, предложенные, например, в [13, 14]. В работе [15] приведен обзор методов наполнения онтологий.

Полученная база знаний может быть применена для компоновки интеллектуальных моделей, как это показано, например, в [16], где фрагмент базы знаний интерпретируется в модель дерева решений, или в [17], где фрагмент базы знаний интерпретируется в модель дерева отказов.

Помимо этого, для дальнейшей работы может быть применена и сама полученная онтологическая модель (без промежуточной трансформации в базу знаний). Примером может служить применение онтологической модели в качестве интеллектуальной модели для оценки системного аспекта рисков.

Специалист предметной области или специалист в сфере управления (оценивания) рисков может вмешиваться в процесс построения онтологии и/или базы знаний для:

1. корректировки структуры модели онтологии;
 2. корректировки наполненной модели онтологии для устранения неточностей, внесенных средством извлечения и формализации знаний;
 3. дополнения базы знаний, представленной в виде графических моделей для упрощения их интерпретации в интеллектуальные модели в соответствии с [16, 17];
-

4. адаптации базы знаний в соответствии с накопленным опытом управления рисками.

2. Интеллектуальные модели для оценки рисков и подход к их подбору

Наиболее сложной задачей при построении композиции интеллектуальных моделей для оценивания рисков является эффективный подбор таких моделей. В таблице № 1 приведен обзор моделей и способов управления рисками с определением соответствия их применимости для оценки отдельных аспектов рисков.

Таблица № 1

Соответствие моделей и способов управления рисками аспектам рисков

№ п/п	Модели и способы управления рисками	Аспекты рисков		
		Структурный	Процессный	Системный
1	Анализ причин и последствий отказов		+	
2	Анализ дерева отказов	+		
3	Анализ дерева событий		+	
4	Дерево решений	+	+	+
5	Байесова статистика и байесовские сети (включая нечеткие)	+	+	+
6	Нечеткая онтологическая модель			+
7	Нечеткая производственная модель	+	+	+
8	Сети Петри		+	
9	Нечеткие когнитивные карты			+
10	Оценка риска среды			+
11	Анализ «Что если?»	+	+	
12	Сценарный анализ		+	
13	Анализ первопричин	+	+	
14	Анализ режима и эффекта отказа		+	
15	Анализ «Причины и эффект»		+	
16	Анализ надёжности людей	+		

Рассмотрим подход к созданию комбинированных моделей на примере только нечетких моделей при выполнении задач оценки рисков. Данный подход базируется на следующих основных положениях.

Во-первых, декомпозиция комплексного оценивания рисков в виде совокупности обособленных частных задач оценивания различных аспектов рисков:

$$RiskManagementEst = \{ProcAsp, StructAsp, SysAsp\}.$$

где *RiskManagementEst* – комплексная задача оценивания рисков; *ProcAsp* – частная задача оценивания рисков на основании их процессного аспекта; *StructAsp* – частная задача оценивания рисков на основании их структурного аспекта; *SysAsp* – частная задача оценивания рисков на основании их системного аспекта.

Совместно частные задачи будем означать *Task*.

Во-вторых, определение требований к нечетким моделям для решения каждой из частных задач управления рисками в соответствии с предложенной классификацией требований:

- *R*₁ – предмет оценивания: {*R*_{1,1} – об предмете оценивания; *R*_{1,2} – о методе оценивания; *R*_{1,3} – о взаимосвязи событий; *R*_{1,4} – об отношении к объекту оценивания; *R*_{1,5} – об отношении к методу оценивания};
- *R*₂ – тип анализа динамики: {*R*_{2,1} – статика; *R*_{2,2} – краткосрочная динамика; *R*_{2,3} – долгосрочная/полная динамика};
- *R*₃ – тип неопределенности: {*R*_{3,1} – стохастическая; *R*_{3,2} – нестохастическая; *R*_{3,3} – стохастическая и нестохастическая};
- *R*₄ – метод получения данных: {*R*_{4,1} – первичный; *R*_{4,2} – вторичный}.

Для каждой из частных задач может быть определена одна или несколько возможных групп этих требований.

$$Task_i, i = 1, \dots, n: \{G_{i,1}, G_{i,2}, \dots, G_{i,m_i}\}.$$

где m_i – число возможных групп требований для задачи $Task_i$.

В таблице № 2 представлен пример групп требований к нечетким моделям для этих частных задач ($Task_1, Task_2, Task_3$).

Таблица № 2

Пример групп требований к моделям со стороны
частных задач управления рисками

№ п/п	Частные задачи управления рисками	Группы требований	Требования			
			R_1	R_2	R_3	R_4
1	$Task_1$	$G_{1,1}$	$R_{1,2}$	$R_{2,1}$	$R_{3,3}$	$R_{4,1}$
		$G_{1,2}$	$R_{1,2}$	$R_{2,2}$	$R_{3,3}$	$R_{4,1}$
2	$Task_2$	$G_{2,1}$	$R_{1,4}$	$R_{2,1}$ OR $R_{2,2}$ OR $R_{2,3}$	$R_{3,2}$	$R_{4,1}$
		$G_{2,2}$	$R_{1,2}$	$R_{2,2}$	$R_{3,3}$	$R_{4,1}$
		$G_{2,3}$	$R_{1,2}$	$R_{2,3}$	$R_{3,3}$	$R_{4,2}$
3	$Task_3$	$G_{3,1}$	$R_{1,1}$	$R_{2,2}$ OR $R_{2,3}$	$R_{3,3}$	$R_{4,1}$
		$G_{3,2}$	$R_{1,2}$	$R_{2,2}$ OR $R_{2,3}$	$R_{3,3}$	$R_{4,1}$

В-третьих, классификация нечетких моделей и конкретизация их возможностей по соответствию к требованиям частных задач управления рисками.

В работе [18] предложена следующая классификация нечетких моделей:

- универсальные нечеткие модели (продукционные, реляционные, функциональные);
- проблемно-ориентированные нечеткие модели:
 - функциональные и реляционные оценочные модели;
 - модели событий (лингвистические лотереи, деревья событий, деревья отказов, байесовские сети, игровые модели);

- модели состояний и управления (модели «состояние–действие», ситуационные сети, когнитивные карты, марковские и полумарковские модели, сети Петри, автоматы, деревья классификации).

В работе [19] подробно проиллюстрировано соответствие классифицированных нечетких моделей группам требований со стороны частных задач управления рисками.

В-четвертых, определение подмножества нечетких моделей, соответствующих требованиям частных задач оценивания рисков.

В итоге из множества соответствующих нечетких моделей формируется «дерево покрытия» комплексной задачи оценивания рисков. Пример «дерева покрытия» для рассматриваемой комплексной задачи оценивания представлен на рис. 2.

В-пятых, выбор подмножества нечетких моделей, обеспечивающих минимальное «покрытие» комплексной задачи оценивания рисков.

Таким образом, для рассматриваемого примера выбираются подмножества нечетких моделей, обеспечивающих минимальное ее «покрытие».

Следует отметить, что предложенный подход может быть реализован не только для нечетких, но и для гибридных моделей при их гибридизации на основе одного из подходов (гибридизации с функциональным замещением, гибридизации с взаимодействием, полиморфная гибридизации).

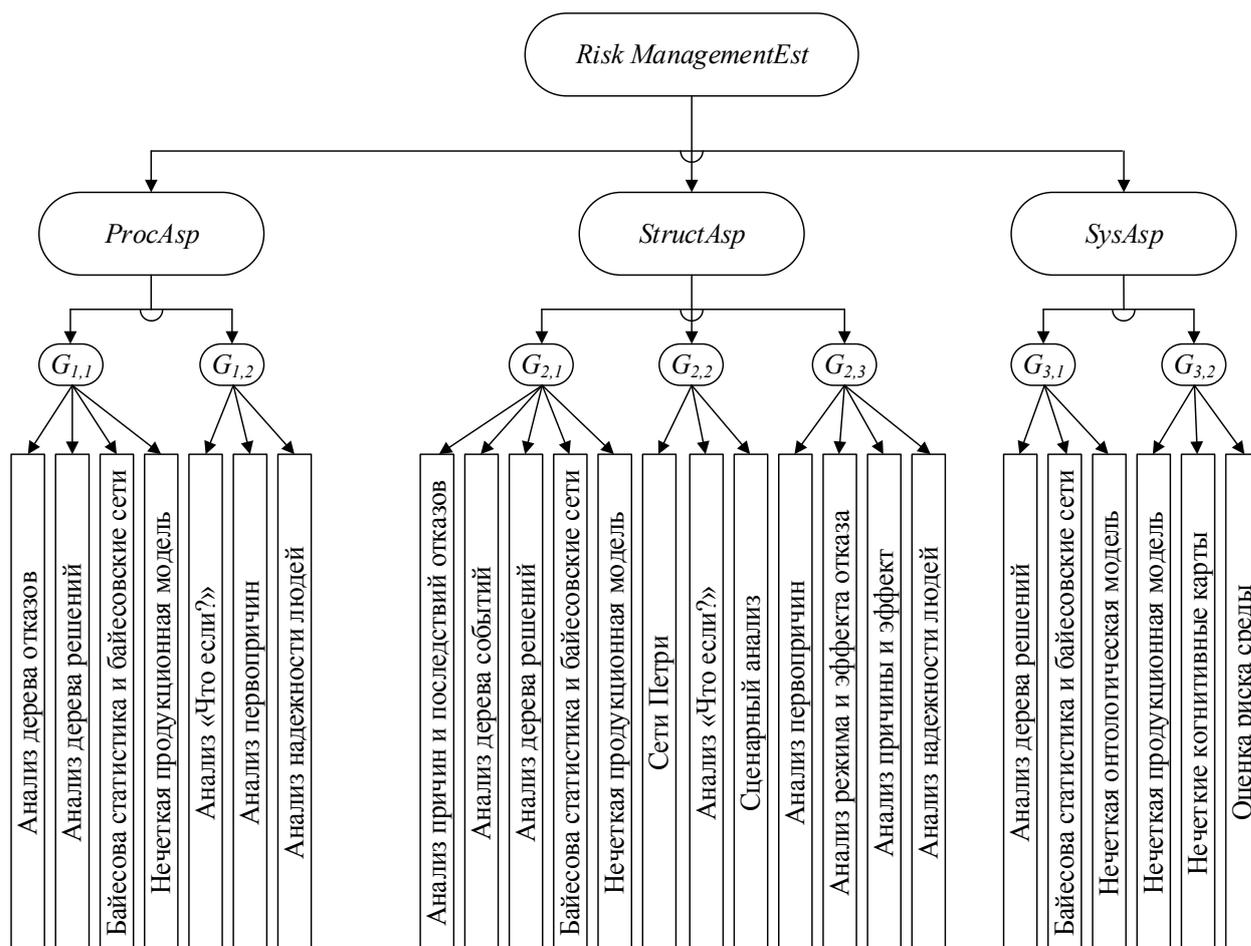


Рис. 2 – Пример «дерева покрытия» нечеткими моделями для комплексной задачи интеллектуального управления рисками в СОТС

Для каждой из интеллектуальных моделей. Выбранной таким образом, специалист предметной области или специалист в сфере управления (оценивания) рисков может вмешиваться в процесс построения онтологии и/или базы знаний для:

1. корректировки структуры соответствующей модели;
2. её дообучения/переобучения;
3. замены отдельных моделей в рамках композиции;
4. полностью ручного формирования композиции интеллектуальных моделей.

Полученная композиция интеллектуальных моделей применяется в дальнейшем для оценивания рисков в соответствии с методами многоаспектного управления рисками [7].

Таким образом в настоящей статье предложена композиция интеллектуальных моделей для оценивания рисков и подход к формированию такой композиции, в совокупности с ранее опубликованными материалами, обеспечивают возможность формирования интеллектуального модельного обеспечения для управления рисками в автоматизированном и даже автоматическом режиме. При этом определены границы участия специалистов предметной области и/или специалистов по управлению рисками в настройке, обучении, адаптации и компоновке как отдельных интеллектуальных моделей, так и их композиции в целом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-37-60059

Литература

1. K.Shang, Z.Kossen, Applying Fuzzy Logic to Risk Assessment and Decision-Making Casualty Actuarial Society, Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries, 2013, 56 p.
2. Финоченко Т.А., Семиглазова Е.А. Профессиональный риск на основе специальной оценки условий труда // Инженерный вестник Дона, 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4355.
3. A.F.Shapiro, M.-C. Koissi Risk Assesment Applications of Fuzzy Logic. Casualty Actuarial Society, Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries 2015, 43 p.
4. Булатов А.Е., Бородин А.И. Предпринимательский риск в системе экономических отношений // Инженерный вестник Дона, 2015, №2, ч.2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2989.

5. Сеньков А.В. Управление рисками: интеллектуальные модели, методы, средства. – Смоленск: Универсум, 2016, 217 с.

6. Сеньков А.В., Графическая нотация для представления процесса управления комплексными рисками // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 12-1 . – С. 72-81.

7. Сеньков А.В. Способы многоаспектного управления комплексными рисками // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4519.

8. Сеньков А.В., Луферов В.С., Гервик Е.М. Особенности наполнения онтологии знаниями при управлении рисками в сложных организационно-технических системах // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 №1(7) с. 2-6.

9. Сеньков А.В. Формат базы знаний системы поддержки принятия решений для интеллектуального управления комплексными рисками в сложных организационно-технических системах // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2017. – Т.2 №3(5) с. 23-34.

10. Гаврилова Т.А. Извлечение знаний: лингвистический аспект // Enterprise Partner. 2001. № 10 (27) с. 24-28.

11. Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б., Шестаков В.К., Кононенко И.С. Концепция и архитектура тематического интеллектуального научного интернет-ресурса // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции/ Труды XV Всероссийской научной конференции RCDL'2013. 2013 - Ярославль: ЯрГУ, 2013. - С. 57-62.

12. Мошкин В.С., Ярушкина Н.Г. Гибридизация алгоритмов извлечения знаний из текстов и механизма прецедентов в процессе расширения онтологии // Пятнадцатая национальная конференция по

искусственному интеллекту с международным участием КИИ – 2016: труды конференции. Т.1. – Смоленск: Универсум, 2016. – С. 80–87.

13. Сердюк Ю.П. Базовая архитектура, методы и алгоритмы системы извлечения темпоральной информации из текстов на естественном языке // Программные системы: теория и приложения. 2015. Т. 6. Вып. 4. – С. 401–418.

14. Ковалев С.М. Модели представления и поиска нечетких темпоральных знаний в базах данных временных рядов // Тр. 11-й нац. конф. по искусственному интеллекту с межд. участием КИИ В 3-х т. Том 1.– М.: ЛЕНАНД, 2008. С. 147-157.

15. Гервик Е.М., Сеньков А.В. Обзор методов наполнения онтологий// Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 № 3(9) с. 10-18.

16. Фирсова П.Ю. Применение модели дерева решений для интерпретации диаграммы структурного аспекта рисков // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 №2(8) с. 34-39

17. Фирсова П.Ю., Сеньков А.В. Применение модели дерева отказов для интерпретации диаграммы структурного аспекта рисков // Постулат. – 2017. – № 12 (26). С. 13.

18. Борисов В.В., Зернов М.М. Определение совокупности нечетких моделей для решения комплексной задачи поддержки принятия решений// Вестник МЭИ, №1, 2011. – С. 74–85.

19. Borisov V.V. Hybridization of Intellectual Technologies for Analytical Tasks of Decision-Making Support. Journal of Computer Engineering and Informatics. 2014. Vol. 2. Iss. 1. PP. 148–156.

References

1. K.Shang, Z.Kossen, Applying Fuzzy Logic to Risk Assessment and Decision-Making Casualty Actuarial Society, Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries, 2013, 56 p.
2. Finochenko T.A., Semiglazova E.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4355
3. A.F.Shapiro, M.-C. Koissi Risk Assesment Applications of Fuzzy Logic. Casualty Actuarial Society, Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries 2015, 43 p.
4. Bulatov A.E., Borodin A.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №2. p.2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2989
5. Sen'kov A.V. Upravlenie riskami: intellektual'nye modeli, metody, sredstva (Risk management: intelligent models, methods and software). Smolensk: Universum, 2016, 217 p.
6. Sen'kov A.V. Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2016. № 12-1. pp. 72-81
7. Sen'kov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4519
8. Sen'kov A.V., Luferov V.S., Gervik E.M. Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tehnologij i jenergojektivnosti. 2018. I.3 №1(7) pp. 2-6
9. Sen'kov A.V. Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tehnologij i jenergojektivnosti. 2017. I.2 №3(5) pp. 23-34
10. Gavrilova T.A. Enterprise Partner. 2001. № 1 (27) pp. 24-28
11. Zagorul'ko Ju.A., Zagorul'ko G.B., Shestakov V.K., Kononenko I.S. Jelektronnye biblioteki: perspektivnye metody i tehnologii, jelektronnye kollekcii. Trudy XV Vserossijskoj nauchnoj konferencii RCDL'2013. 2013. pp. 57-62



12. Moshkin V.S., Jarushkina N.G. Pjatkadcataja nacional'naja konferencija po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII 2016. Trudy konferencii. I.1. Universum. 2016. pp. 80–87
13. Serdjuk Ju.P. Programmnye sistemy: teorija i prilozhenija. 2015. I. 6(4). pp. 401–418
14. Kovalev S.M. Tr. 11-j nac. konf. po iskusstvennomu intellektu s mezhd. uchastiem KII V 3-h t. I 1. M.: LENAND, 2008. pp. 147-157
15. Gervik E.M., Sen'kov A.V. Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tehnologij i jenergojeffektivnosti. 2018. I.3 № 3(9) pp. 10-18
16. Firsova P.Ju. Mezhdunarodnyj zhurnal informacionnyh tehnologij i jenergojeffektivnosti. 2018. I.3 №2(8) pp. 34-39
17. Firsova P.Ju., Sen'kov A.V. Postulat. 2017. № 12 (26). pp. 13
18. Borisov V.V., Zernov M.M. Vestnik MJeI, №1, 2011. pp. 74–85
19. Borisov V.V. Journal of Computer Engineering and Informatics. 2014, Vol. 2, Iss. 1. pp. 148–156