

УДК 004.89

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМИ РИСКАМИ

Сеньков А.В.

Филиал ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», Смоленск, e-mail: a.v.senkov@mail.ru

В статье предложена структура интеллектуальной программной платформы для управления комплексными рисками. Предложено деление платформы на глобальную и локальную части, которое обеспечивает не только управление комплексными рисками в масштабе отдельной системы (предприятия, организации), но и сбор, накопление, обобщение и распространение методов и моделей интеллектуального управления комплексными рисками, являющихся передовым опытом, подтвердившим свою эффективность на практике. В рамках локальной части платформа обеспечивает возможность построения комплексов гибридных интеллектуальных моделей специалистом по управлению рисками без участия программиста. Предложен метод управления комплексными рисками, основанный на применении предложенной программной платформы и не зависящий от применяемых в рамках системы процессов по управлению рисками.

Ключевые слова: программные средства для управления комплексными рисками, глобальная программная платформа, распространение знаний

INTELLIGENT SOFTWARE PLATFORM FOR MANAGING COMPLEX RISKS

Senkov A.V.

Smolensk branch of Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Moscow Power Engineering Institute (National Research University), Smolensk, e-mail: a.v.senkov@mail.ru

The article proposes the structure of an intelligent software platform for managing complex risks. It is proposed to divide the platform into a global and local part that provides not only the management of complex risks on the scale of a single system (enterprise, organization) but also the collection, accumulation, synthesis and dissemination of methods and models of integrated risk management that are best practices that have proven effective on practice. Within the local part, the platform provides the ability to build complexes of hybrid intelligent models by a risk management specialist without the participation of a programmer. A method for managing complex risks based on the application of the proposed software platform is proposed, and it does not depend on the risk management processes used within the system.

Keywords: software for managing complex risks, a global software platform, the dissemination of knowledge

В современном мире, как никогда ранее, сильны тенденции развития открытых систем. Повышение возможностей глобальных сетей по объему и скорости передаваемого трафика обеспечивает оперативное накопление и распространение передового опыта. Хорошим примером такого опыта является распространение записей с авторегистраторов. Наличие подборок таких записей позволяет водителям после просмотра и анализа сделать выводы о лучших практиках поведения в аварийных ситуациях за рулем. Именно подход безвозмездного распространения и накопления лучших практик является наиболее перспективным с точки зрения управления рисками.

Можно выделить несколько преимуществ такого подхода применительно именно к управлению рисками:

1) как правило, наступление риск-события или, тем более, некоторой риск-ситуации как сложной комбинации риск-событий [1] является редкостью даже в масштабах крупных систем, а счет риск-событиям со специфическим и редким оборудованием, таким как нефтеперегонные печи или газгольдеры, может идти на еди-

ницы за всю историю наблюдений в рамках даже отраслеобразующих предприятий;

2) обобщение полученного опыта в более крупном масштабе может предоставить знания, достаточные для анализа методами, предполагающими работу с неточными, неопределенными и нечеткими данными, например [2, 3] и многие другие.

Однако для применения таких методов требуется наличие целостной глобальной системы, сочетающей функции сбора данных, их обобщения, накопления знаний и их дальнейшего распространения. Основой такой системы должна стать глобальная база знаний.

Глобальная база знаний для управления комплексными рисками

В соответствии с [4] знания принято делить на факты и правила. В части работы с фактами, задачами глобальной базы знаний должны быть:

1) сбор данных о наступивших риск-событиях и риск-ситуациях в формализованном виде;

2) обобщение и анализ таких данных;

3) оценка достоверности данных и трансформация их в знания;

4) сбор данных о мерах по управлению риск-ситуациями;

5) оценка эффективности таких мер;

6) обобщение знаний в рамках лучших практик.

Для определения схемы работы глобальной базы знаний с правилами следует сначала рассмотреть структуру правил как таковых. Мы будем рассматривать правила не по отдельности (как, например, можно рассмотреть нечеткие продукции [5]), а в совокупности. Совокупность правил будет представлена отдельной интеллектуальной математической моделью (обеспечивающей работу с неточными, нечеткими и неопределенными данными). Для того чтобы модель могла распространяться, выделим в ней непосредственно правила, формирующие модель или факты внутри правил, а также некоторые процедуры, позволяющие «оживить» эту модель на основании таких фактов. Таким образом, правила в хранилище имеют следующую структуру:

1) факты, определяющие настройки правил;

2) правила построения интеллектуальных моделей на базе фактов, предназначенных для построения моделей;

3) правила применения интеллектуальных моделей на базе фактов предназначенных для применения моделей.

В рамках сферы управления рисками факты для построения и для применения моделей имеют одинаковую структуру, представленную в [6] в виде графической нотации. Для хранения и передачи такой информации может быть применен универсальный формат хранения и передачи данных [7], обеспечивающий наполнение хранилища как в части фактов для построения моделей, так и в части фактов для применения модели.

Для распространения передового опыта в виде моделей должен быть определен единый формат взаимодействия таких моделей и интерфейс (в смысле объектно-ориентированного программирования) их реализации. В качестве формата, применяемого для распространения правил построения и применения модели, может быть выбран формат dll-библиотек.

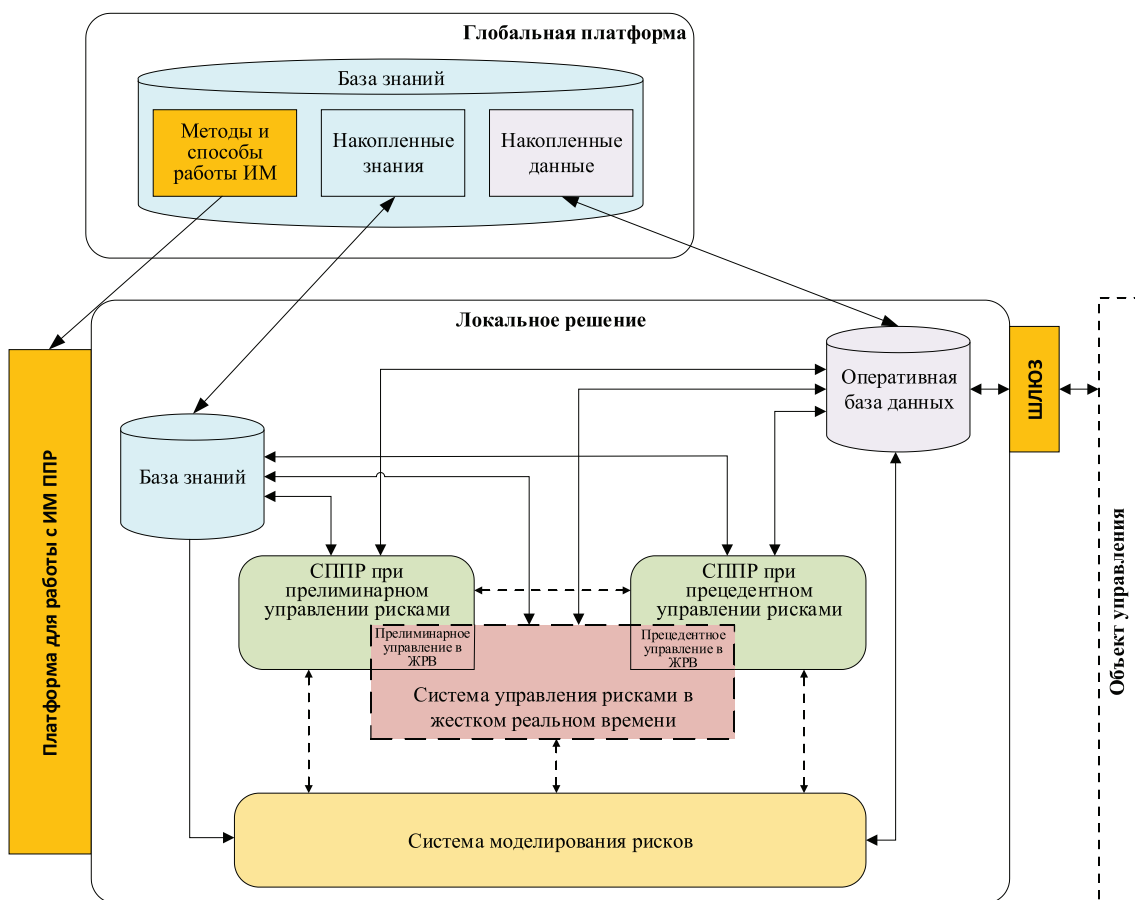


Рис. 1. Структура интеллектуальной программной платформы для управления комплексными рисками

Интеллектуальная программная платформа для управления комплексными рисками

Наличие обозначенного выше способа передачи знаний в сфере управления рисками, необходимость разделения управления рисками на прелиминарное и прецедентное [1], а также существование когнитивного разрыва, не позволяющего пользователям осуществлять разработку интеллектуальных систем, а программистам прорабатывать разрабатываемые системы до уровня детализации, необходимого конечному пользователю, определяют необходимость и возможность создания интеллектуальной программной платформы для управления комплексными рисками. Обобщенная структура такой платформы приведена на рис. 1.

В целом платформа делится на две составляющих:

1. Глобальная часть, являющаяся базой знаний в сфере управления рисками.
2. Локальное решение, применяемое для управления рисками «на местах».

Локальное решение основывается на платформе для работы с интеллектуальными моделями поддержки принятия решений. Такая платформа отвечает следующим требованиям:

- является ядром, обеспечивающим запуск интеллектуальных моделей, полученных из глобальной части платформы;
 - позволяет выстраивать интеллектуальные модели в каскады произвольной сложности, гибридизировать интеллектуальные модели без участия программиста.
- Само локальное решение основывается на следующих основных элементах:
- система поддержки принятия решений (СППР) для прелиминарного управления рисками;
 - СППР для прецедентного управления рисками;
 - система управления рисками в жестком реальном времени;
 - система моделирования рисков;

- база знаний;
- база данных.

2.1. Системы поддержки принятия решений.

СППР для прелиминарного и прецедентного управления рисками реализуют функции соответственно предварительного и постфактного управления рисками, в соответствии с подходом, предложенным в [1]. При этом, в соответствии с таким подходом, каждая система должна иметь две составляющих: система жесткого реального времени и система без жестких временных ограничений. Разделение функций поддержки принятия решений между этими видами систем приведено на рис. 2.

До наступления нежелательного события (реализации риска) можно попытаться создать условия, противодействующие возникновению такого события. Как правило, такие действия могут выполняться без жестких временных ограничений. Чем ближе наступление этого события, тем быстрее должна работать СППР, приниматься и реализовываться решения. В конечном итоге СППР может превратиться в систему принятия решений (СПР), или, например, в мультиагентную систему с интеллектуальными агентами, которые широко рассмотрены в [8]. Переход от СППР к СПР обусловлен неспособностью человека постоянно увеличивать скорость принятия решений. В конечном итоге скорость принятия решений будет ограничена его физиологическими способностями восприятия окружающего мира и реагирования на него.

После того, как нежелательное событие произошло, некоторое время для его ликвидации или нивелирования его последствий требуется удерживать достаточно высокий темп принятия решений в ходе прецедентного управления рисками (например, ликвидация пожара). После непродолжительных интенсивных действий в жестком реальном времени следует приступить к мероприятиям по устранению последствий и предотвращению реализации схожих рисков.

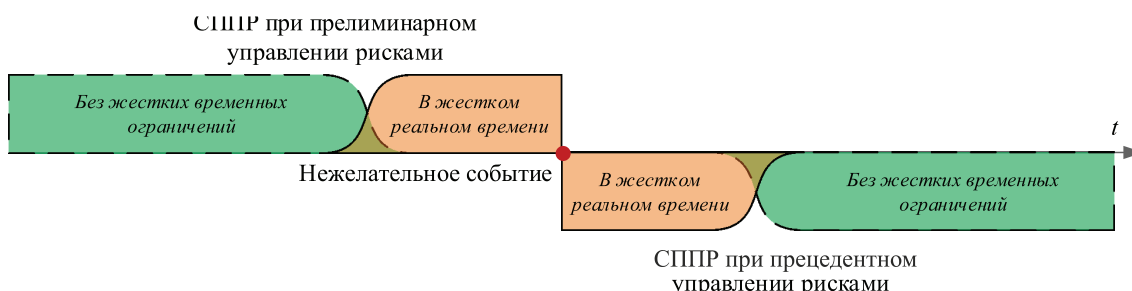


Рис. 2. Разделение времени работы СППР при управлении рисками

Таким образом, некоторый временной промежуток вокруг нежелательного события требует наличия системы особого типа: системы управления рисками в жестком реальном времени. Такая система объединяет в себе черты систем прелиминарного и прецедентного управления, что позволяет ей и осуществлять борьбу с последствиями нежелательного события, и одновременно предотвращать наступление других нежелательных событий. Пример такого рода системы представлен в [9], где предложена система управления тушением пожаров в жестком реальном времени. В развитие указанного материала была предложена система, обеспечивающая борьбу с огнем путем реализации особого механизма адресного тушения возгорания (прецедентное управление) и одновременно организующая безопасный коридор для эвакуации людей из зоны возгорания (прелиминарное управление).

2.2. Система моделирования рисков

Система моделирования является факкультативной в рамках локального решения и предназначена для моделирования объекта, на котором выполняется управление рисками. В работах [10] такая система строится на базе растущих сетей Петри, которые позволяют описать поведение отдельных элементов системы, их взаимодействия, а также изменение структуры и/или порядка функционирования системы при наступлении некоторой ситуации (в том числе риск-ситуации).

Система моделирования рисков может применяться как для моделирования применения тех или иных мероприятий к объекту, на котором выполняется управление рисками (например, на этапе прелиминарного управления рисками), или прогнозирования последствий наступления риск-событий (на этапе прецедентного управления рисками).

2.3 База знаний

База знаний в локальном решении структурно мало отличается от базы знаний в глобальной части платформы. Она служит для первичного получения знаний, их актуализации, накопления новых знаний и их передачи в глобальную часть платформы.

2.4 Оперативная база данных

Содержит структурированные данные, полученные от внешних источников информации, а также данные, получаемые в ходе функционирования локального решения.

2.5 Шлюз

Шлюз предназначен для получения данных из внешней среды (от объекта, на котором выполняется управление рисками). Так, например, если рассматривать управление производственными риска-

ми, шлюз может обеспечивать доступ к ERP системам (1C, SAP, Oracle, Microsoft) для получения данных, необходимых для управления рисками, в режиме, не требующем реагирования в режиме реального времени. Также шлюз может обеспечивать доступ к системам класса АСУ ТП, для реализации управления рисками в жестком реальном времени. Следует отметить, что в этом случае обмен данными может быть не односторонним (от внешней среды в локальное решение), а двусторонним (получение данных о ситуации из внешней среды и отправка принятых решений на исполнение).

Метод управления рисками с использованием предложенной интеллектуальной программной платформы

Предложенная программная платформа требует разработки особого метода управления рисками. Такой метод состоит из пяти основных этапов.

Этап 1. Наполнение системы знаниями

Шаг 1. В рамках объектов управления разрабатываются диаграммы в нотации рисков [6].

Шаг 2. Разрабатываются интеллектуальные модели. Разработка таких моделей предполагает:

- определение структуры модели (математического описания модели);
- разработку способа построения модели на основании диаграмм нотации рисков;
- разработку способа применения модели;
- реализацию модели в виде библиотеки в формате, предусмотренном паттерном.

Шаг 3. Построение комплексной модели (при необходимости). Созданные модели при необходимости могут быть объединены в единую комплексную модель (если это предусмотрено диаграммой системного аспекта рисков).

Шаг 4. Классификация объекта управления рисками. Объект, на котором выполняется управление рисками, должен быть достаточно точно классифицирован. Это обеспечит возможность применения передового опыта при управлении рисками на объектах этого же или смежных классов. Классификация может проходить по характеристикам самого объекта управления рисками, по отдельным диаграммам нотации рисков или отдельным разработанным моделям.

Шаг 5. Разработанные модели и диаграммы (с учетом классификации) отправляются в глобальную систему.

Этап 2. Формирование запроса знаний локальной системой

В случае, если знания не были сформированы для рассматриваемого объекта управления в рамках локальной системы, они должны быть получены из глобальной системы. Для этого выполняются следующие действия.

Шаг 1. Классификация объекта, на котором выполняется управление рисками. Классификация проводится по тем же принципам и критериям, что и на шаге 4 этапа 1.

Шаг 2. Идентифицируются источники рисков. Именно источники рисков являются опорой для начала подбора подходящих знаний из глобальной системы. Источники рисков могут быть идентифицированы автоматически при выполнении следующих условий:

1) в рамках локальной системы определен вид рисков, требующих управления;

2) определены системы, содержащие сведения об источниках рисков (например, системы ERP, АСУ ТП и т.д.), эти системы имеют стандартный интерфейс для подключения к шлюзу локальной системы управления рисками и политикой безопасности объекта разрешена передача данных об источниках рисков в глобальную систему.

При выполнении перечисленных выше требований локальная система может самостоятельно обратиться к взаимодействующей системе и запросить полный набор источников рисков. Так, например, при управлении рисками в сфере производственной безопасности в большинстве случаев источником рисков выступают основные фонды предприятия. Сведения об основных фондах предприятия хранятся в определенных заранее структурах, например в рамках системы 1С:УПП.

Шаг 3. Отправка запроса в глобальную систему. Полученные в рамках действий 1 и 2 сведения направляются в глобальную систему.

Шаг 4. Обработка запроса глобальной системой. Обработка запроса глобальной системой включает следующие операции.

- Поиск знаний для объектов представленного класса, а также по предоставленному локальной системой перечню источников рисков. В рамках этого действия глобальная система составляет матрицу релевантности знаний поисковому запросу и выдает полный объем доступных знаний по обозначенной области.

- Глобальная система выбирает все необходимые диаграммы и модели, предназначенные для управления рисками на рассматриваемом объекте.

- Глобальная система предоставляет рекомендации по внедрению систем прецедентного управления рисками.

Все полученные знания отправляются в локальную систему, пославшую запрос.

Этап 3. Получение знаний локальной системой.

Шаг 1. Адаптация диаграмм по отдельным источникам рисков. Каждый вид диаграмм, отражающий различные аспекты рисков, адаптируется под особенности функционирования объекта, в рамках которого планируется выполнять управление рисками.

Шаг 2. На основании сведений о конфигурации источников рисков специалистами на месте адаптируются/дорабатываются диаграммы. Как правило, на этом шаге дорабатывается диаграмма системного аспекта рисков, на основании которой строятся композиции интеллектуальных моделей.

Шаг 3. Выполняется настройка интеграции локальной системы с источниками данных для управления рисками (если она не была выполнена раньше): системами ERP, АСУ ТП и т.д. Возможности по интеграции систем должны быть предусмотрены шлюзом.

Шаг 4 (факультативный). При наличии моделей, требующих обучения, они обучаются на ретроспективных данных, полученных из смежных систем.

Шаг 5. Контрольный запуск системы. После того, как все модели скомпонованы и настроены и/или обучены, выполняется контрольный запуск системы на ретроспективных данных, касающихся уже реализовавшихся на объекте управления риск-ситуаций. При этом задается критерий идентификации рисков. Контрольный запуск должен показать эффективность системы на уровне выше установленного критерия.

В случае, если система не показывает результат требуемого качества, выполняется поиск наименее точных моделей. При нахождении таких моделей посылается запрос в глобальную систему, которая может представить набор замещающих моделей, после чего действия повторяются, начиная с Шага 2 Этапа 3.

В случае, если ни один набор моделей не позволил достигнуть установленного критерия, предпочтительным действием является построение индивидуальных моделей.

Шаг 6. Интеграция со смежными системами для управления рисками. В случае построения системы (или систем) прецедентного управления рисками и/или системы моделирования рисков должна быть налажена интеграция с такими системами.

Этап 4. Этап управления рисками. Выполняется в соответствии с принятым для

объекта способом управления рисками на основании интеллектуальных моделей, реализованных в системе.

Этап 5. Накопление и обобщение знаний на уровне локальной системы, а также передача знаний в глобальную систему. Выполняется аналогично с этапом 1.

Предложенная структура интеллектуальной программной платформы для управления рисками, во-первых, отличается возможностью накопления, обобщения и распространения передового опыта в сфере управления рисками, во-вторых, обеспечивает возможность построения гибридных интеллектуальных моделей разного уровня сложности экспертом в сфере управления рисками без участия программистов, в-третьих, может быть применима для систем различного масштаба: корпоративных, региональных, федеральных, интернациональных, в-четвертых, обеспечивает гармонизацию знаний в сфере управления рисками за счет как применения единого формата обмена знаниями в виде графической нотации рисков (формального языка), так и едиными интерфейсами интеллектуальных моделей, обеспечивающих построение гибридных интеллектуальных систем различного уровня сложности.

Предложенный метод управления рисками, основанный на применении интеллектуальной программной платформы, во-первых, учитывает особенности такой платформы, во-вторых, обеспечивает полный цикл работы с платформой: первичное наполнение знаниями, распространение знаний, построение процессов управления рисками (как прелиминарного, так и прецедентного) на объектах, требующих такого управления, сбор и обобщение опыта

управления рисками и его распространение через глобальную систему, в-третьих, не зависит от конкретных процессов и методов управления рисками, принятыми на объекте такого управления.

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

Список литературы

1. Сеньков А.В. Управление рисками: интеллектуальные модели, методы, средства. – Смоленск: Универсум, 2016. – 284 с.: ил.
2. Shang K., Kossen Z. Applying Fuzzy Logic to Risk Assessment and Decision-Making. Casualty Actuarial Society // Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries. – 2013. – 59 p.
3. Zeidler J., Schlosser M., Ittner A., Posthoff C. Fuzzy decision trees and numerical attributes. Fuzzy Systems // Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on. – 1996. – Volume 2. – P. 985–990.
4. Искусственный интеллект. – В 3-х кн. Кн. 2. Модели и методы: Справочник / Под ред. Д.А. Поспелова – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.
5. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 284 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. 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.
8. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
9. Сеньков А.В., Андреева О.Н. Подход к построению интеллектуальной системы для управления пожарами, авариями и инцидентами на промышленных предприятиях на основе теории мультиагентных систем // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10–3. – С. 560–565.
10. Sorokin E.V., Senkov A.V. Application of growing nested Petri nets for modeling robotic systems operating under risk. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 87 (2017) 082046.