DOI:

ПРИМЕНЕНИЕ СОБЫТИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ COMMON ALERTING PROTOCOL В СОСТАВЕ ЕДИНОГО ЦЕНТРА ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ

Жигунов К.Н.,
АО «Центр открытых систем и высоких технологий», Россия, г. Долгопрудный
Лихачевский проезд. 4, корп.1
zhigunov@cos.ru
Цыбулько Е.А.,
АО «Центр открытых систем и высоких технологий», Россия, г. Долгопрудный
Лихачевский проезд. 4, корп.1
jen@cos.ru
Хельвас А.В.
Московский физико-технический институт, Россия, г. Долгопрудный
Институтский пер. 9
khelvasav@phystech.edu

Аннотация: В докладе предложена архитектура программно - аппаратного комплекса для организации событийного управления на основе Common Alerting Protocol в Едином центре оперативного реагирования в составе ситуационных центров регионального уровня. Рассмотрены основные источники информации и особенности обработки сообщений для каждого из источников.

Ключевые слова: common alerting protocol, событийное управление, тактическая ситуация

Введение

В докладе предложена распределенная архитектура программно - аппаратного комплекса для организации событийного управления на основе Common Alerting Protocol в Едином центре оперативного реагирования в составе ситуационных центров управления регионального уровня. Рассмотрены основные источники информации и особенности обработки сообщений для каждого из источников. В частности рассмотрена в качестве источника информации территориальная система видеонаблюдения. Предложен вариант построения модели, включающей набор событий и угроз определенной тематической направленности.

Предложен подход к анализу тактических ситуаций на основе анализа сообщений о событиях и угрозах.

Рассмотрены результаты апробации предложенного решения в составе пилотного проекта ЕЦОР Новгородской области.

Показано, что создание распределенной архитектуры на основе нереляционной базы данных обеспечивает эффективное масштабирование и позволяет обрабатывать потоки сообщений о событиях и угрозах в реальном времени.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках гранта №19-29-09090.

1 Постановка задачи событийного управления в ситуационных центрах

1.1 История развития концепции ситуационных центров

При подготовке статьи сложной задачей было определение момента, с которого мы ведем отсчет истории ситуационного управления.

Наиболее старыми центрами управления в кризисных ситуациях (Emergency Operations Center - EOC) можно считать решения, появившиеся в США в начале 1900-х. Эти центры были созданы, как часть того что обычно называют гражданской обороной (United States Civil Defense) в качестве инструмента для муниципальных и федеральных властей.

В 1960-х годах в результате усиливающейся холодной войны некоторые такие центры были преобразованы в бетонные заглубленные центры управления, способные выдержать ядерный удар мощностью в 20 мегатонн на удалении нескольких километров. История развития таких центров может быть наглядно представлена при изучении сайта Управления по чрезвычайным ситуациям губернатора Калифорнии (California Governor's Office of Emergency Services) http://www.oesnews.com/the-rich-history-of-the-state-operations-center.

Действующий Государственный операционный центр (State operation Center - SOC) при Управлении по чрезвычайным ситуациям губернатора Калифорнии послужил образцом для местных

органов власти США, крупных корпораций и некоммерческих организаций с момента его создания в 2001 году как в США, так и во всем мире.

Краткое описание того, как осуществляется управление в кризисных ситуациях на основе современных ситуационных центров можно найти на публичном интернет ресурсе https://www.ready.gov/business/implementation/incident, принадлежащем Департаменту внутренней безопасности США.

Обобщение опыта легло в основу стандарта NFPA 1561 «Standard on Emergency Services Incident Management System and Command Safety» [1].

1.2 Классификация ситуационных центров

Развитие технологий и управленческой культуры привело в настоящее время к серьезному многообразию решений, которые принято называть «Платформой для Ситуационного центра».

По масштабу можно разбить ситуационные центра на национальные, региональные, отраслевые и корпоративные.

В ряде отраслей создание полноценного ситуационного центра является необходимым признаком организации. Примером такой отрасли может служить, например, авиационная индустрия пассажирских перевозок. Любой современный аэропорт имеет собственный ситуационный центр.

В работе [2] описывается процесс объединения сил и средств, обслуживающих деятельность аэропорта под начало единой управленческой системы – ситуационного центра.

Для сравнения решений, применяемых в ситуационных центрах, используется модель MAC: Maturity, Aspects and Capability (Зрелость, Аспекты и Возможности). Отметим, что зрелость ситуационного центра сегодня во многом определяется возможностями использовать датацентрический подход при формировании проектов решений.

2 Обзор технологий событийного управления в ситуационных центрах

2.1 Примеры организации событийного управления в ситуационных центрах

Основной задачей любого ситуационного центра является формирование управленческих решений. При этом аксиомой является тот факт, что всегда, когда решения принимают люди, они совершают ошибки.

В работе [3] описаны данные и методы анализа влияния рисков в процессно управляемых системах, обусловленных человеческим фактором, известные, как Tecnica Empirica Stima Errori Operatori (TESEO).

В статье [4] представлен обзор подхода к реагированию на чрезвычайные ситуации на основе понятия устойчивости. При этом анализируется эволюция понятия устойчивости начиная с механистического определения на основе "возврата системы в исходное состояние" через ряд адаптивных подходов с выходом на анализ организационной устойчивости организаций по реагированию на чрезвычайные ситуации.

В книге [5] глава 8 «Event Driven Operations» посвящена описанию событийного управления в бизнес – администрировании, частным случаем которого является управление кризисными ситуациями с использованием технологий ситуационных центров.

2.2 EDXL как стандарт информационного взаимодействия для ситуационного центра

В приказе МЧС России [6] определены следующие типы ЧС:

- техногенные чрезвычайные ситуации;
- природные чрезвычайные ситуации;
- биолого-социальные чрезвычайные ситуации;
- крупные террористические акты.

Независимо от типа ЧС, они описываются множеством событий, описывающих как порядок возникновения и развития ЧС, так и действия сил и средств, осуществляющих локализацию, устранение и ликвидацию последствий ЧС.

Для каждого типа ЧС разрабатывается типовой порядок реагирования, включающий описания процедур оповещения должностных лиц, мобилизацию и развертывание сил и средств, порядок взаимодействия с муниципальными и федеральными органами власти. Описание такого взаимодействия традиционно строилось в виде пакета организационно-распорядительных документов. При переходе к современным методам управления на основе ситуационного центра возникает задача перевода организационно – методического обеспечения процесса управления в кризисной ситуации в машиночитаемый вид. При этом для сценариев взаимодействия должна быть создана информационная

модель и набор типовых сообщений информационного взаимодействия для каждого из сценариев, использующий выбранный структурированный язык обмена информацией.

В настоящее время такие форматы информационного взаимодействия разработаны и приняты в качестве международных стандартов, либо рекомендованы для применения национальными правительствами. Так, в 2003 году Техническим Комитетом по Чрезвычайным Ситуациям OASIS (Emergency Management Technical Committee) разработан стандарт структурированного языка обмена данными по чрезвычайным ситуациям (Emergency Data Exchange Language - EDXL). Данный язык представляет собой набор спецификаций обмена сообщениями на основе XML, которые облегчают обмен информацией в условиях угрозы или ликвидации последствий ЧС между всеми государственными и негосударственными участниками, вовлеченными в реагирование в условиях ЧС [7].

Информационная модель RM-EDXL приведена на рис.1 и позволяет понять используемый в рамках EDXL уровень абстракции.

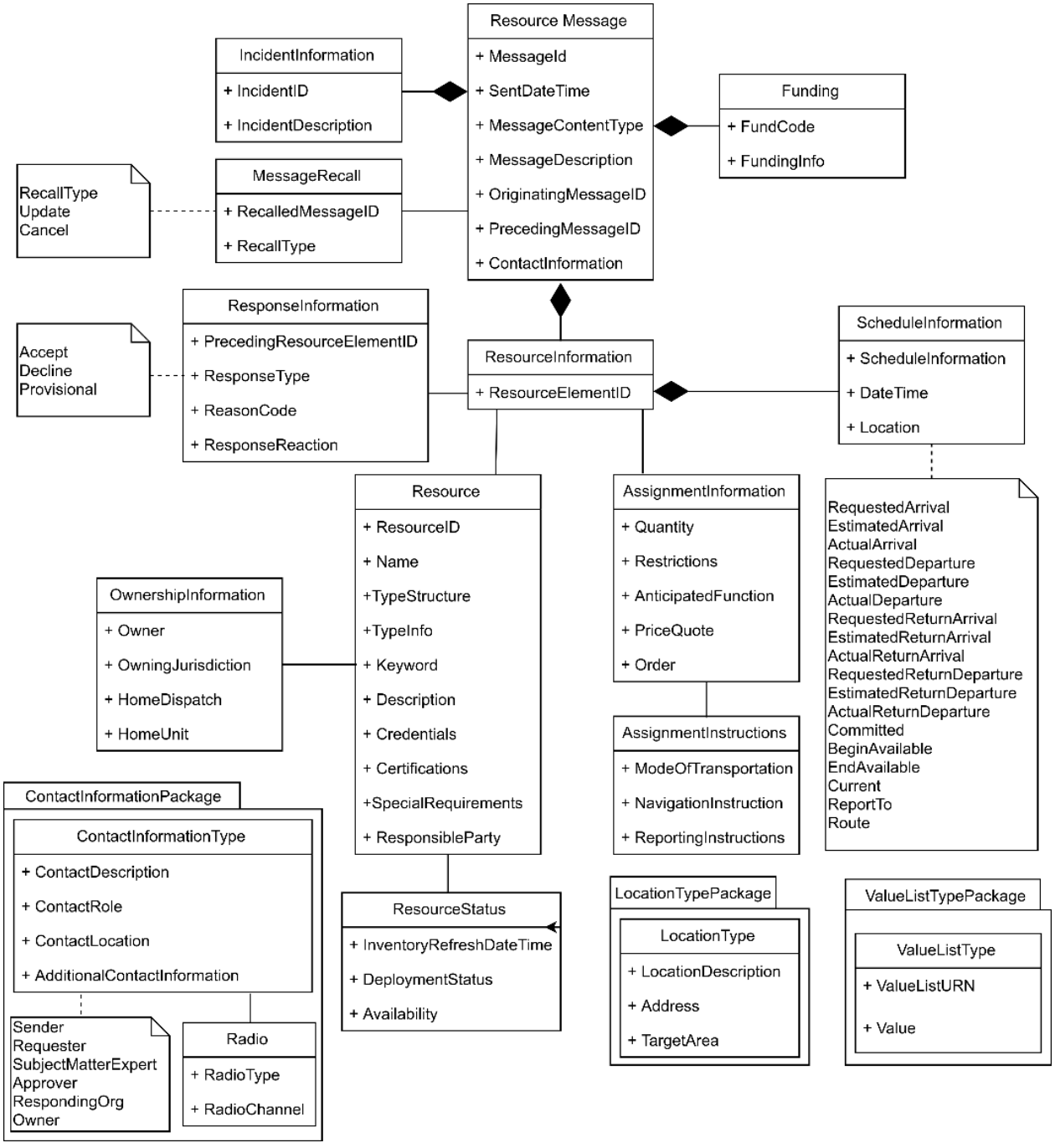

Рис. 1. Информационная модель RM-EDXL

В настоящее время EDXL содержит в себе следующие спецификации:

Distribution Element (EDXL-DE) - обеспечивает маршрутизацию EDXL сообщений (например, метеорологических предупреждений, сообщений об инфекционных заболеваниях, сообщениях о изменениях в доступности коечного фонда лечебных учреждений и т.д.) путем включения информации о координатах, типе сообщения и реквизитах отправителя и получателя.

- Resource Message (EDXL-RM) - описывает множество типовых сообщений для обмена данными между информационными системами, принадлежащими различным участникам процесса реагирования на ЧС, которые координируют запросы на технику, специальное оборудование и предметы снабжения.
- Hospital Availability Exchange (EDXL-HAVE) – предназначен для формализации процесса обмена информацией о лечебных учреждениях различной ведомственной принадлежности, включая информацию о количестве свободных коек и специальных ресурсах. В рамках мероприятий по противодействию пандемии COVID-19 к таким ресурсам относятся, например аппараты ИВЛ, диагностические КТ-системы.
- Common Alerting Protocol (EDXL-CAP) - используется для информирования о событиях и угрозах, которые могут привести к ЧС и влиять на принимаемые решения по управлению действиями сил и средств. Его детальное описание приведено ниже.
- Situation Reporting (EDXL-SitRep) – формат для информационного обмена агрегированной отчетностью о ситуации. Использование агрегированных отчетов призвано ускорить принятие обоснованных управленческих решений по событиям и угрозам, необходимых для эффективного реагирования. Агрегированная отчетность может также эффективно использоваться при оповещении средств массовой информации о ЧС.
- Tracking of Emergency Patients (EDXL-TEP) - отвечает за информацию о всех манипуляциях с пострадавшими в ЧС. Формат включает информацию об их: местоположении, транспортировке, состоянии, способах связи.

На основе приведенного стека спецификаций EDXL, появляется возможность описания в формализованном виде сценариев управления чрезвычайной ситуацией. Наглядным примером использования всего стека форматов может служить комплекс мероприятий по противодействию инфекционной пандемии COVID-19. Аналогично в рамках EDXL могут быть описаны любые типы ЧС от простейшего дорожно-транспортного происшествия до аварии на атомной электростанции, имеющей глобальные последствия.

Пример, поясняющий применение компонент EDXL приведен на рисунке 2.

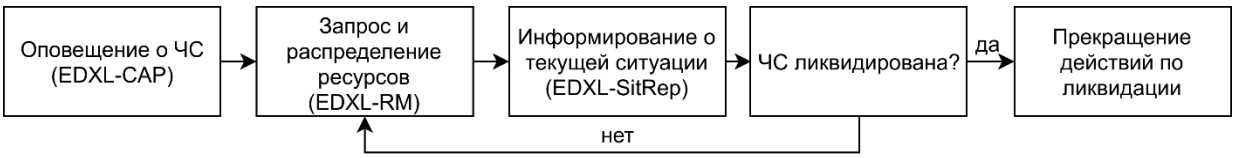

Рис. 2. Пример применения компонент EDXL

Интересно, что наличие CAP не отменяет попытки поиска других семантических подходов(например в работе [8] описан подход к формализации коммуникаций сил и средств при ликвидации ЧС при пожаре в аэропорту Амстердама).

2.3 CAP как стандарт информирования о событиях и угрозах

Common Alerting Protocol (CAP) представляет собой пространство имен XML для обмена информацией при решении задач управления в кризисных ситуациях.

Формат CAP поддерживается множеством ведомственных и публичных информационных систем во всем мире.

Среди публичных информационных решений, поддерживающих формат CAP можно упомянуть систему информационного обмена FEMA, Google Public Alerts, систему обмена информацией о метеообстановке National Weather Service XML/CAP и многие другие.

В Российской Федерации CAP в настоящее время применяется в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России), в Министерстве транспорта Российской Федерации и ряде других ведомств.

Методика применения CAP в при решении задач управлени в кризисных ситуациях определена в документе "Концепция создания комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе

возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций” а также "Оперативно-технические требования к комплексной системе экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций которые согласованы с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и в целом одобрены на заседании межведомственной рабочей группы по координации работ при реализации Указа Президента Российской Федерации от 13 ноября 2012 г. № 1522 «О создании комплексной системы экстренного оповещения населения (КСЭОН) об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций» (протокол совещания от 16 января 2013 г. № 1), которая сформирована в соответствии с приказом МЧС России от 29 декабря 2012 г. № 834.

В соответствии с перечисленными документами, рекомендованным протоколом взаимодействия КСЭОН с сетями связи общего назначения является протокол общего оповещения CAP (Common Alerting Protocol), определенный в Рекомендации Международного Союза Электросвязи МСЭ-Т X.1303 и принятый Организацией по развитию стандартов структурированной информации (ОРССИ).

2.4 Описание структуры CAP

Формат CAP поддерживает:

- географическое позиционирование сообщений с использованием широты и долготы, а также других геопространственных представлений в трехмерном пространстве, включая возможность описания пространственно распределенных объектов (зон затопления, зон лесных пожаров и повышенной пожарной опасности и т.д.);
- возможность комбинирования в одном сообщений версий на нескольких языках;
- гибкое управление привязкой событий и угроз к временной шкале;
- гибкие возможности обновления сообщений и их отмены;
- поддержку стандартов криптографической защиты и электронной подписи;
- работу с файлами изображений, звуковыми файлами, видео.

Сообщение CAP является совокупностью данных, которая может быть отправлена или получена информационной системой или ее отдельной компонентой без применения специальных методов дополнительного согласования формата данных.

Сообщения могут быть опубликованы в режиме открытых данных и прочитаны всеми участниками информационного обмена. Формат CAP обеспечивает возможность применения единых методов обработки таких сообщений. В качестве примера такой интероперабельности можно привести XSL шаблон для публикации сообщения в формате, удобном для восприятия человеком.

Стандарт задает как обязательные, так и необязательные поля и допустимые значения для этих полей.

Обязательные поля в CAP-сообщении:

- идентификатор отправителя (информационной системы, органиации или физического лица);
- идентификатор сообщения в отправляющей системе;
- дату и время создания сообщения

Совокупность этих трех полей образует уникальный идентификатор сообщения.

Также обязательными являются:

- Статус сообщения, который определяет порядок его обработки. Статус может описывать реальное сообщение или разновидность отладочного или внутрисистемного сообщения.
- Тип сообщения. Тип дает информацию о том, содердит ли сообщение информацию о новом событии илиугрозе или является внесением изменений в ранее полученное. Тип может нести признак обновления/отмены ранее отправленного сообщения.
- Область распространения задаёт область распространения сообщения. Сообщение может быть публичным (для неопределенного круга лиц) или предназначаться ограниченному кругу лиц на основе установленной политики.
- Категория события определяет широкую предметную область события. Поле "Категория события" может принимать только следующие значения: **Geo** - природные (геофизические) угрозы, **Met** - метеорологические угрозы, включая паводки и наводнения, **Safety** - угрозы общественной безопасности, **Security** - Оповещения, связанные с законом, военные оповещения, а также угрозы частной или общественной собственности, **Rescue** - оповещения, связанные со спасательными или восстановительными работами, **Fire** - пожары и мероприятия, связанные с борьбой с ними или спасательными работами, **Health** - Медицина и здравоохранение, **Env** - экология и загрязнение окружающей среды, **Trasport** - угрозы и происшествия на транспорте, **Infra** - угрозы электрическим, телекоммуникационным,

водопроводным сетям и другой инфраструктуре, за исключением транспортной, **CBRNE** (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear or high-yield Explosive) - химические, биологические, радиологические, ядерные угрозы или инциденты, **Other** – произвольные другие виды угроз или событий.

- Тип события сужает предметную область внутри категории. Примеры типов событий внутри категории: паводок, ураган, лесной пожар, и т.п.
- Срочность задаёт требуемую скорость реакции на событие.
- Уровень угрозы жизни и имуществу людей.
- Вероятность наступления события в пределах от 100%, если событие уже наблюдается, и менее, если событие ещё не наступило, но ожидается, что оно произойдет с некоторой вероятностью.
- Словесное описание места (или адрес), где происходит событие.

Рекомендованные но не обязательные поля CAP-сообщения:

- геопространственные координаты события;
- прогнозируемое время события, которое может произойти в будущем (если событие ещё не наступило);
- продолжительность события, о котором сообщается (предполагаемое время завершения события);
- рекомендованные или обязательные действия и указания в связи с событием, о котором сообщается.

С целью оптимизации информационного взаимодействия и более оперативной обработки сообщений для более детальной классификации событий внутри категорий целесообразно создавать локальные классификаторы угроз, определяющие темы извещений (типы событий) и требования к данным в извещении.

3 Архитектура предложенного решения

3.1 Требования к выбору архитектуры

На основе требований к системе управления в кризисных ситуациях и на основе анализа структур и объемов данных, на основе которых принимаются управленческие решения в системах класса «Безопасный город», были предъявлены требования к архитектуре, на основе которой строится решение:

- масштабируемость,
- открытость,
- безопасность,
- интероперабельность,
- невысокая стоимость владения.

3.2 Реализация архитектуры на основе решений с открытым кодом

Разработано решение, архитектура ядра которого приведена на рисунке 3.

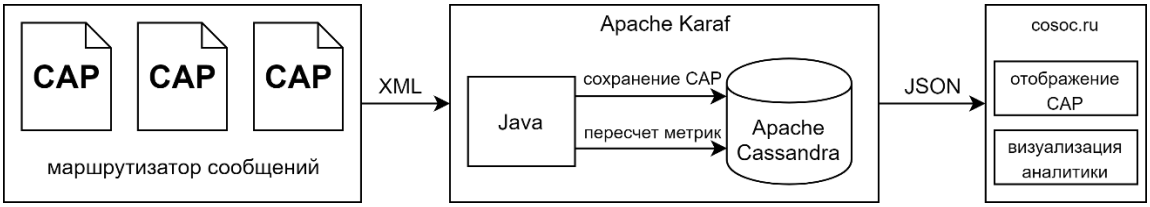

Рис. 3. Базовая архитектура решения

Поток XML сообщений подается на вход Java компоненты, которая после получения сообщения сохраняет его с Apache Cassandra, что обеспечивает возможность построения распределенной инфраструктуры управления исключив при этом единую точку отказа.

Сообщения через JSON API становятся доступны прочим компонентам, входящим в состав информационно аналитической системы COSOC.

Если в результате анализа принимается решение об обнаружении тактической ситуации, то оно в CAP формате передается на вход системы и обрабатывается на общих основаниях.

4 Источники информации в ЕЦОР

4.1 Классификация источников информации ситуационного центра

Существенное влияние на выбор архитектуры и методов обработки информации в информационной системе ситуационного центра оказывает информация о распределении поступающих сообщений в соответствии с некоторыми классификаторами.

В стандарте CAP классификация источников не приводится. Более того – иногда по виду сообщения невозможно определить его происхождение, кроме как по косвенным данным.

Для источников сообщений нами предложено использовать два специализированных классификатора.

Origin - описывает происхождение сообщения и принимает значения: *human* – для сообщений, формируемых людьми, *iot* – сообщения формируемые датчиками интернета вещей, *system* – сообщения, формируемые внешними информационными системами, *cosoc* – сообщения, формируемые внутри системы и подаваемые ей на вход.

В дополнение к параметру origin может задаваться trust - уровень доверия к источнику информации. Важно что уровень доверия сообщений любого происхождения не связан с этим происхождением.

В качестве примера можно привести вводимое руками сообщение об уровне воды в открытом водоеме (возможные варианты значений: origin=human, trust=0.95) и автоматически формируемое сообщение об обнаружении лица, находящегося в базе данных разыскиваемых лиц (возможные варианты значений: origin=iot, trust=0.65).

4.2 Раскрашенная компонентная бизнес модель как способ описания объекта управления

Для описания семантической структуры объекта управления и структуры данных на уровне типов сообщений предложена технология, которой дано наименование *Раскрашенная компонентная бизнес модель* (далее РКБМ). РКБМ представляет собой разработанный подход к моделированию данных для ситуационного центра, который управляет сложным организационным объектом, таким как город или регион. Данный подход включает в себя как методологию описания деятельности ОУ, так и технологию практического применения методологии в составе решения для СЦ.

В качестве прототипа для подхода использована предложенная IBM концепция компонентной бизнес – модели [9].

Основной идеей РКБМ является декомпозиция деятельности ОУ на логически независимые «типы деятельности» и «уровни управления». Классификация по типам деятельности проводится либо на основании нормативных документов, либо на основании опыта экспертов. Использование трех уровней управления («Стратегический», «Управленческий», «Исполнительский») обусловлено необходимостью представления разной информации по одним и тем же типам деятельности для трех уровней управления: исполнители конкретных задач, управленцы, ответственные за стратегическое развитие. Для каждой пары «тип деятельности» и «уровень управления» выделяют набор логически и визуально обособленных элементов, называемых моделями деятельности.

В методологии РКБМ выделено несколько элементов модели, универсальных для любой описываемой предметной области:

- множество типов ключевых показателей и метрик;
- множество типов событий на объекте управления;
- множество типов ресурсов (сил и средств);
- множество типов объектов критической инфраструктуры (ОКИ);
- множество типов тактической ситуации;
- функция принятия решений и множество типов планов реагирования.

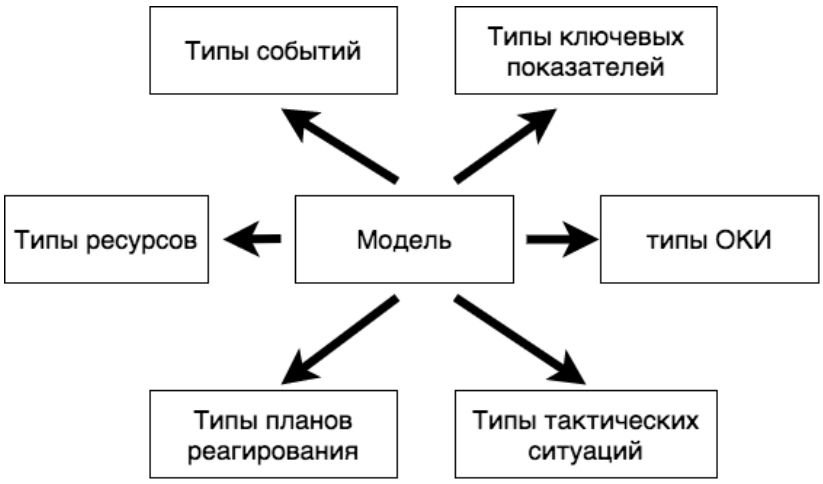

Рис. 4. Структура РКБМ

Предполагается, что информация о событиях на ОУ поступает в ситуационный центр в виде сообщений о событиях (формата CAP версии 1.2), в которых указывается тип события и параметры события, являющиеся подмножеством всего множества метрик моделей.

На основании последовательности сообщений о событиях меняются значения метрик и рассчитываются новые значения ключевых показателей, которые являются сложной функцией значений метрик. Каждой модели деятельности ставится в соответствие интегральный показатель модели, зависящий от определенных ключевых показателей и определяющий необходимый план реагирования. Значение интегрального показателя модели может попадать в заранее заданные диапазоны, каждому из которых соответствует цветовая характеристика, сопоставленная цвету модели на компонентной матрице. По значению интегрального показателя модели запускается один или несколько планов реагирования на ситуацию.

В плане реагирования указывается какие ресурсы задействуются, какие конкретные действия и в какой последовательности принимаются в конкретные сроки.

Визуально, необходимая информация об объекте управления представляется в удобном для анализа виде, а именно в виде матрицы, в которой по горизонтали указываются типы деятельности ОУ, по вертикали – три уровня ответственности, а на их пересечении – модели деятельности.

4.3 Использование перспективных систем видеонаблюдения в качестве источника информации

Одним из источников информации с высоким уровнем доверия является система видеонаблюдения.

Ее особенность состоит в том, что по мере роста количества чуствительных элементов матрицы видеокамры размер изображения увеличивается пропорционально, а в соответствии с Законом Мура [10] удвоение числа элементов происходит каждые 1,5-2 года.

В разработанной нами методике описания моделей деятельности отдельно рассмотрены сообщения, получаемые от видеокамер наблюдения.

В настоящее время анализ получаемого видеоизображения “на лету” еще не получил должного распространения. Зачастую используется решение, в рамках которого осуществляют передачу компрессированного видеосигнала на сервер и уже там выполняется анализ видеоизображения. Этот подход предъявляет высокие требования к пропускной способности каналов передачи данных и вычислительным ресурсам, расположенным на стороне облачного сервиса, осуществляющего обработку.

Авторами предложен подход к построению адаптивных систем видеонаблюдения [11] использующий возможность обработки видеопотоков на борту камеры, оснащенной вычислительным модулем с GPU ускорителем. Представляется, что использование CAP протокола с интегрируемыми медиафайлами может выступить в роли отраслевого стандарта обмена информацией в системах машинного зрения, являющихся поставщиками информации в ситуационные центры нового поколения.

5 Подход к анализу тактических ситуаций

5.1 Тактическая ситуация как комбинация событий

Традиционное построение ситуационных центров предполагает акцент на отображении оперативной информации в виде, удобном для экспертной оценки ситуации. В лучшем случае производится расчет набора ключевых показателей и их отображение в наглядном виде таблицами, диаграммами, «тепловыми картами». При этом оценка ситуации производится дежурной сменой и на основе заключений экспертов ее руководитель принимает решение о вводе в действие того или иного плана. Вместе с тем рост объёмов исходной информации и ее качества позволяет формализовать процесс принятия решений. Фактически речь идет о переходе к автоматическому обнаружению тактических ситуаций.

Под тактической ситуацией мы понимаем множество сообщений объединённых в пространстве и/или времени и связанных явными или неявными причинно-следственными связями.

Примерами простейших тактических ситуаций могут быть «Проникновение на охраняемый объект», «Курение в неположенном месте», «Пожароопасная обстановка» и так далее.

Важно что заключение о наступлении или не наступлении тактической ситуации принимается в виде логического утверждения «Наступила тактическая ситуация A_K». При этом допускается использование в качестве параметра показателей правдоподобия, описывающих математически строго вычисленную меру доверия к принятому решению.

Заметим, что несколько тактических ситуаций могут при анализе порождать новую тактическую ситуацию.

Например тактическая ситуация «Угроза критического повышения уровня воды в реке» обнаруженная сразу в нескольких точках наблюдения может породить тактическую ситуацию «Угроза критического превышения уровня воды в бьефе гидротехнического узла».

Нами предложено распространить применение CAP формата на решение задачи описания тактических ситуаций. При этом используется одна из предписанных категорий сообщений и одновременно один из типов событий, зарезервированных за тактическими ситуациями.

5.2 Анализ логических высказываний с целью обнаружения тактических ситуаций

Выше мы дали определение и осудили свойства тактической ситуации и пришли к заключению о целесообразности использования CAP формата для описания тактических ситуаций.

Остается формализовать подход к обнаружению тактических ситуаций на основе анализа потока сообщений.

В статье [12] предложен подход к анализу информации путем использования формального логического контроля логических утверждений, формируемых на основе потока сообщений. В основе подхода решение ALLOY разработанное в массачусетском технологическом институте.

Предложенные методы анализа информации хорошо сочетаются с предложенным формализмом раскрашенной компонентной бизнес – модели и апробирован на потоках событий описывающих развитие паводковой ситуации.

5.3 Применение методов машинного обучения при поддержке принятия решений в ситуационных центрах

Одним из интересных подходов к управлению силами и средствами является "врезка" систем на основе машинного обучения в контур традиционного управления с использованием естественных языков. При этом задача разбивается на прямую и обратную. Под обратной задачей мы понимаем формирование команд управления силами и средствами на естественном языке. Такая задача обсуждается в работах [13,14].

В статье [15] приведено решение для управления и поддержки принятия решений в иерархической системе на основе команд на английском языке на примере управления в стратегической игре.

Нами апробировано применение анализа текстовых сообщений в теле CAP сообщений с помощью технологий нейросетевого анализа на основе библиотеки BERT [16].

Показано, что применение нейросетевых технологий анализа кратких сообщений позволяют достичь более чем 96% точности при решении задачи классификации.

6 Результаты апробации решения

6.1 Архитектура решения в пилотной зоне

Апробация решения производилась в составе АПК «Безопасный город» Новгородской области. Источниками информации, поступающей в Единый центр оперативного реагирования (ЕЦОР) являются информационные системы и компоненты, перечисленные в табл.1.

Таблица 1. Источники информации ЕЦОР в составе АПК БГ Новгородской области

	Источник информации	Типы сообщений
1	Система 112	Сообщения поступающие в службы 01, 02, 03 и карточки по результатам выездов, информация о действиях сил и средств.
2	Система видеонаблюдения в составе АПК БГ	Сообщения о обнаружении соответствий с федеральной и региональной базами разыскиваемых лиц, обнаружения нарушений периметров, оставленных предметов.
3	Система мониторинга паводковой ситуации	Сообщения об уровне воды и глубине промерзания в точках мониторинга
4	Система метеонаблюдения на основе автоматических сетевых метеостанций	Сообщения об аномальных значениях температуры, количества осадков, силы ветра
5	Системы федерального уровня МЧС России	Информация об событиях и угрозах поступающая от федеральных источников
6	Система мониторинга лесных пожаров	Информация о задымлениях по данным мониторинга
7	Система контроля инженерных сооружений предприятий химической промышленности повышенной опасности	Сообщения о сейсмической активности и инцидентах на предприятиях химической промышленности

Для обработки информации использовался серверный комплекс в защищенной сети АПК БГ Новгородской области.

К числу особенностей решения можно отнести интегрированный в состав решения компонент осуществляющий анализ сообщений о паводковой ситуации с генерацией CAP сообщения, соответствующего угрозе паводковой ситуации.

Вторая особенность заключается в проведении пилотного проекта по применению системы машинного зрения с высоким (12 MPix) разрешением и бортовым вычислителем, обеспечивающим обработку видеопотока “на лету”.

7 Перспективные направления применения решения

Предложенное нами решение опирается на информационную архитектуру EDXL и формат обмена сообщениями о событиях и угрозах CAP и может рассматриваться, как типовое для систем класса АПК БГ регионального и муниципального уровня.

Предложенный подход к интеграции с системами машинного зрения, приходящим на смену традиционным системам видеонаблюдения, может оказаться удобным стандартом де-факто для интеграции данных, извлекаемых из видеопотока в контур управления ситуационного центра без внесения серьезных изменений в его информационную структуру.

Литература

1. *NFPA 1561* «Standard on Emergency Services Incident Management System and Command Safety» https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1561
2. *Brumar J., Brumarova L. and Pokorny J.* "Airport integrated operational center," 2018 XIII International Scientific Conference - New Trends in Aviation Development (NTAD), Kosice, 2018, pp. 25-29, doi: 10.1109/NTAD.2018.8551671.
3. *Bello G. And Colombari V.* (1980) The human factors in risk analyses of proces splants: The control room operator model «TESEO» // ENI Reliability Research Group, Via Kennedy 21-20097, S. Donato, Milan, Italy, Reliability engineering, 1,3–14. doi:10.1016/0143-8174(80)90010-4

4. *John Van Trijp,Kees Boersma, Peter Groenewegen*. Resilience from the real world towards specific organi-sational resilience in emergency response organisations //International Journal of EmergencyManagement. — 2018. — 12. — Vol. 14. — P. 303.
5. *Fred A. Cummins* Building the Agile Enterprise, 2nd Edition // Morgan Kaufmann Editors, September 2016 ISBN: 9780128052921
6. *Приказ МЧС России от 08.07.2004 N 329 (ред. от 24.02.2009)* "Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях".
7. *Хельвас А.В., Щербаков С.С., Кузнецова А.А., Беспалько А.А., Галицкий А.С.* Программная платформа и информационная модель ситуационного центра // Труды Московского физико-технического института, выпуск 10 (4), стр.98–112, 2018.
8. *Kees Boersma, David Passenier, Julia Mollee, Natalie van der Wal Crisis Management Evaluation:* Formalisation and Analysis Of Communication During Fire Incident In Amsterdam Airport Train Tunnel *// Proceedin*gs of 26th European Conference on Modelling and Simulation, ECMS 2012, 2012.— 05. — Pp. 325–331 doi=10.7148/2012-0325-0331
9. Component business models // IBM Institute for Business Value, 2005, http://www-935.ibm.com/services/us/imc/pdf/g510-6163-component-business-models.pdf
10. *Moore, Gordon E*., Cramming more components onto integrated circuits // Electronics, 38, April 1965.
11. *Aleksander V Khelvas, Darya Demyanova, Egor Konyagin, Roman Khafizov, Ruslan Pashkov, Alexander Gilya-Zetinov* Adaptive distributed video surveillance system // Proceedings of 2020 International Conference on Technology and Entrepreneurship - Virtual (ICTE-V)
12. *Хельвас А.В., Галицкий А.С.* Практическое применение языка Alloy для распознавания тактических ситуаций // Труды Московского физико-технического института, 10 (4(40)), 2018, Долгопрудный, Стр. 87 - 97
13. *Daniel Fried, Jacob Andreas, Dan Klein* Unified Pragmatic Models for Generating and Following Instructions //CoRR. — 2017. —Vol. abs/1711.04987. http://arxiv.org/abs/1711.04987.
14. *Andrea F. Daniele, Mohit Bansal, Matthew R.* Walter Navigational Instruction Generation as Inverse Reinforcement Learning with Neural Machine Translation // Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, March 2017, Pages 109–118, doi:10.1145/2909824.3020241
15. *Hengyuan Hu, Denis Yarats, Qucheng Gong, Yuandong Tian, Mike Lewis* Hierarchical Decision Making by Generating and Following Natural Language Instructions // CoRR abs/1906.00744 (2019)
16. *Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, Kristina Toutanova* BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // Proceedings of NAACL-HLT 2019, pages 4171–4186