

05.13.00 «Информатика, вычислительная техника и управление»

УДК
004.272.22:303.732.4:618.4

Системный анализ информационных потоков органов управления РСЧС регионального уровня

System analysis of information streams of governing bodies of RSChS of regional level

В.В. Ничепорчук¹

канд. техн. наук,

А.В. Яровой²

¹ *ФИЦ КНЦ СО РАН*

² *Главное управление МЧС России по Красноярскому краю*

valera@icm.krasn.ru

V. V. Nicheporchuk¹

Candidate of Engineering Sciences,

A. V. Yarovoy²

¹ *FRC KSC SB RAS*

² *Head department of the Ministry of Emergency Measures of Russia in Krasnoyarsk Krai*

Рецензент:

С.А. Васильев

канд. техн. наук

Аннотация:

Описан фрагмент системной модели информационного обеспечения управления природно-техногенной безопасностью уровня региона. Рассмотрены информационные потоки процессов консолидации, обработки данных, формирования и контроля управленческих решений. Предложен алгоритм информационной поддержки оперативного реагирования на основании данных комплексного мониторинга и формирования базы прецедентов.

Ключевые слова: системная модель управления безопасностью, информационные потоки, обработка данных, технологии информационной поддержки управления.

Abstract:

This paper presents the system model for information support of regional management of natural and technogenic safety. The information flows for data consolidation, data processing and decision making processes are considered. The algorithm of information support for operative reaction based on data of comprehensive monitoring and base of precedents is proposed in this paper.

Key words: system model of safety management, information flows, analytical data processing, informational support of the territory management.

Введение

Большое разнообразие программных систем и информационных ресурсов, используемых в органах управления МЧС России, оказывает слабое влияние на оперативность и эффективность решения задач обеспечения природно-техногенной безопасности, включающих комплексный мониторинг обстановки, оперативное реагирование на опасности и угрозы, оценивание рисков ЧС и др. Основные проблемы заключаются в фрагментарном подходе к автоматизации задач управления, отсутствии корпоративных стандартов хранения, обмена и представления данных, нерешённых вопросах наследования информационных ресурсов различных систем, слабой приспособленности к изменениям функциональных задач органов управления [1].

Для целостного представления о функционировании органов управления РСЧС регионального уровня и информационной поддержки управления, методологического обеспечения процессов проектирования, разработки и эксплуатации интегрированных информационно-аналитических систем целесообразно использовать методы системного анализа и формализации сложных систем (ErWin, IDEFx, UML, сети Петри и др.). Актуальность разработки методов структурирования и обработки информационных ресурсов обусловлена большим объёмом накопленных данных и необходимостью минимизации времени доступа к аналитической информации.

В работе представлен фрагмент системной модели региональной системы обеспечения природно-техногенной безопасности, описывающий информационные потоки сбора, обработки данных и управления. Информационные потоки логически связаны с решением функциональных задач компонентами внутри системы и обмена данными с внешней средой.

Декомпозиция системы обеспечения природно-техногенной безопасности

Использование высокоуровневых моделей сложных систем позволяет формально описать результаты анализа структуры, поведения, обосновать направления повышения эффективности их функционирования [2, 3]. Модель системы обеспечения природно-техногенной безопасности регионального уровня, разработанная с использованием метода декомпозиции, представляется в виде кортежа:

$$A = \langle Q, F, O, P, I \rangle, \text{ где} \quad (1)$$

Q – цели системы, F – функциональные задачи, решаемые для достижения целей, O – объекты, образующие структуру системы, I – информационные потоки, P – процессы, изменяющие состояние элементов системы, и описывающиеся событийной моделью.

Перечень целей Q сформирован на основе анализа нормативных и методических документов, научных разработок в области анализа рисков [4]:

1. достижение приемлемого уровня рисков ЧС и других опасных ситуаций природного и природно-техногенного характера путём оценивания текущего состояния безопасности территории, обоснования, планирования и проведения превентивных мероприятий долгосрочного характера;
2. обеспечение готовности аварийно-спасательных формирований территориальной подсистемы РСЧС при угрозе наступления или факте ЧС;

3. обеспечение оперативности и эффективности проведения аварийно-спасательных и восстановительных работ в случае наступления ЧС, смягчения их последствий.

Данные цели соответствуют режимам функционирования РСЧС. Процесс достижения каждой из целей управления Q заключается в последовательном решении задач сбора информации, её обработке и использования для формулировки альтернатив, выбора и реализации управленческих решений.

Объекты модели разделены на три класса:

$$O = \langle Od, U, Ov, U, Op \rangle, \text{ где} \quad (2)$$

Od – источники опасностей, Ov – объекты защиты, Op – элементы РСЧС, организованные в иерархию уровней управления. Для оценки комплексного показателя безопасности объектов и территорий удобно использовать аналогичное разделение критериев состояния безопасности территорий на «опасность», «уязвимость», «защищённость» [5]. Класс объектов управления состоит из:

$$Op = \langle OpS, OpB, OpT, OpL \rangle, \text{ где} \quad (3)$$

OpS – компоненты региональной системы обеспечения природно-техногенной безопасности, OpB – подчинённые элементы РСЧС, OpT – вышестоящие органы управления, OpL – взаимодействующие структуры.

Компоненты региональной системы:

$$OpS = \langle Dm, Do, Dp \rangle \quad (4)$$

Dm – подразделения, осуществляющие комплексный мониторинг, Do – оперативные подразделения (ЦУКС), Dp – подразделения (управление) защиты.

Выделение региональной системы обеспечения природно-техногенной безопасности из внешней среды (РСЧС) показано на рисунке 1.

Информационные потоки РСЧС I в рамках модели разделены на следующие виды: Id – сбор данных, Im – управление, Ic – взаимодействие. Информационные потоки одного вида между компонентами системы имеют однонаправленный характер. Формирование информационного потока осуществляется с использованием информационных технологий, преобразующих информационные ресурсы. Формирование потока Id происходит с использованием технологий сбора и консолидации данных, а потоков Im, Ic – с использованием технологий обработки данных (анализа и моделирования).

Для эффективного использования интегрированных информационно-аналитических систем важно, чтобы входящие информационные потоки были

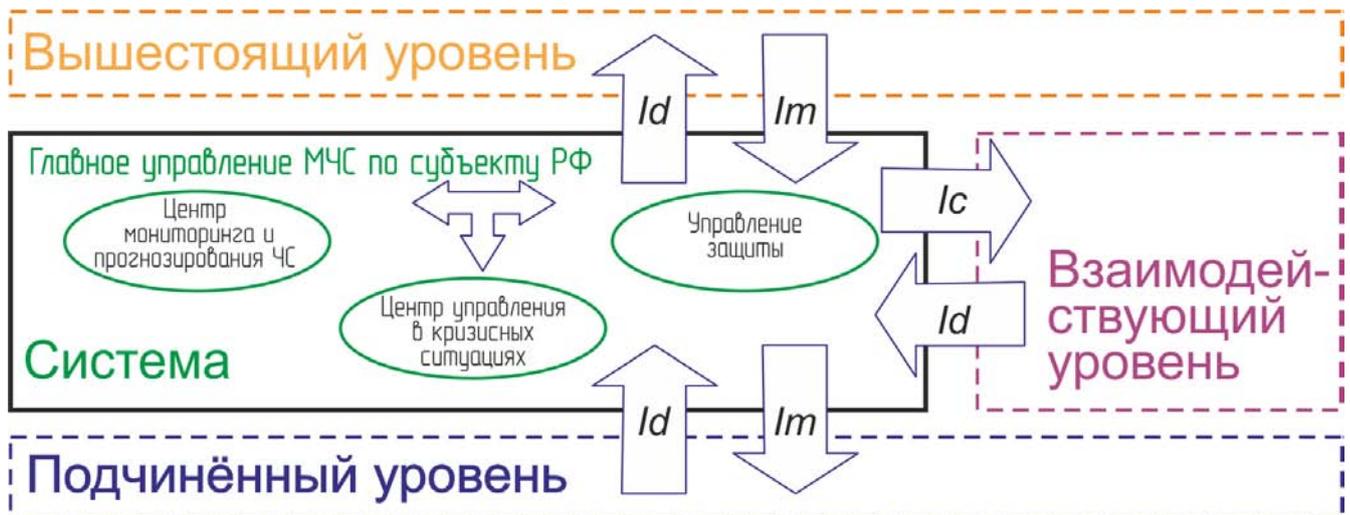


Рис. 1. Иерархия объектов управления Or

формализованы и централизованы в едином хранилище данных (ХД). Большое разнообразие форм донесений затрудняет структуризацию информации об обстановке и произошедших событиях, требующих экстренного реагирования. Унификация данных реализована путём применения стандартов хранения, как, например, в статистическом учёте пожаров, и развитой системы справочников и классификаторов. Использование справочной системы (мастер-данных) позволяет создать интуитивно понятные модели анализа данных, организовать межведомственный и межсистемный информационный обмен [6].

Проектирование структурной модели хранилища и системы справочников реализовано в нотации EtWin. Для унификации информации о событиях, обстановке и объектах системы разработаны стандартизированные представления. Группировка сущностей по типам функциональных задач, обстановок выполнена в виде концептуальных моделей, описывающих состав данных и способы их обработки [7].

Использование технологии хранилищ данных позволило централизовать данные в одном месте, построить комплексы интегрированных аналитических моделей. Аналитические модели OLAP используются для автоматической идентификации опасностей и угроз, контроля актуализации и динамики изменения показателей безопасности территорий, информационной поддержки прогнозирования, а также оценивания рисков на основе архивных данных. Технологии интеллектуального анализа данных позволяют решить слабоструктурированные задачи информационной поддержки управления природно-техногенной безопасностью территорий. Использование хранилища данных позволило снять проблему изоляции независимых массивов

данных, порождаемых различными информационными системами, использующихся в РСЧС.

Процессы Р системной модели описаны функциональными схемами нотации IDEF0 [8]. Схемы иллюстрируют изменения состояния объектов Od, Ov, Or, уровня природно-техногенной безопасности региона в целом, а также использование различных информационных технологий для формирования информационных потоков I.

Описание потоков данных

Региональный уровень управления природно-техногенной безопасностью представлен системой, состоящей из трёх компонентов: мониторинга, оперативного управления (ЦУКС) и управления защиты. Диаграмма DFD на рисунке 2 иллюстрирует потоки данных в системе обеспечения природно-техногенной безопасности регионального уровня.

Территориальные звенья РСЧС (1-6) выделены из внешней среды, а сущности 5 и 6 показывают подчинённый и вышестоящий уровни управления. Информационные ресурсы R актуализируются из двух классов источников – подчинённые органы управления муниципального уровня (ЕДДС, противопожарные гарнизоны) и внешней среды (взаимодействующие организации и ведомства). Внешние данные перед помещением в ХД проходят последовательные процедуры очистки, контроля и обогащения, поэтому степень доверия к формализованным данным намного выше, чем у донесений в произвольной форме.

Плановая актуализация характеристик объектов осуществляется в повседневном режиме функционирования. Для эффективной работы информационно-аналитической модели требуется представление всех данных в формализованном виде. Например,

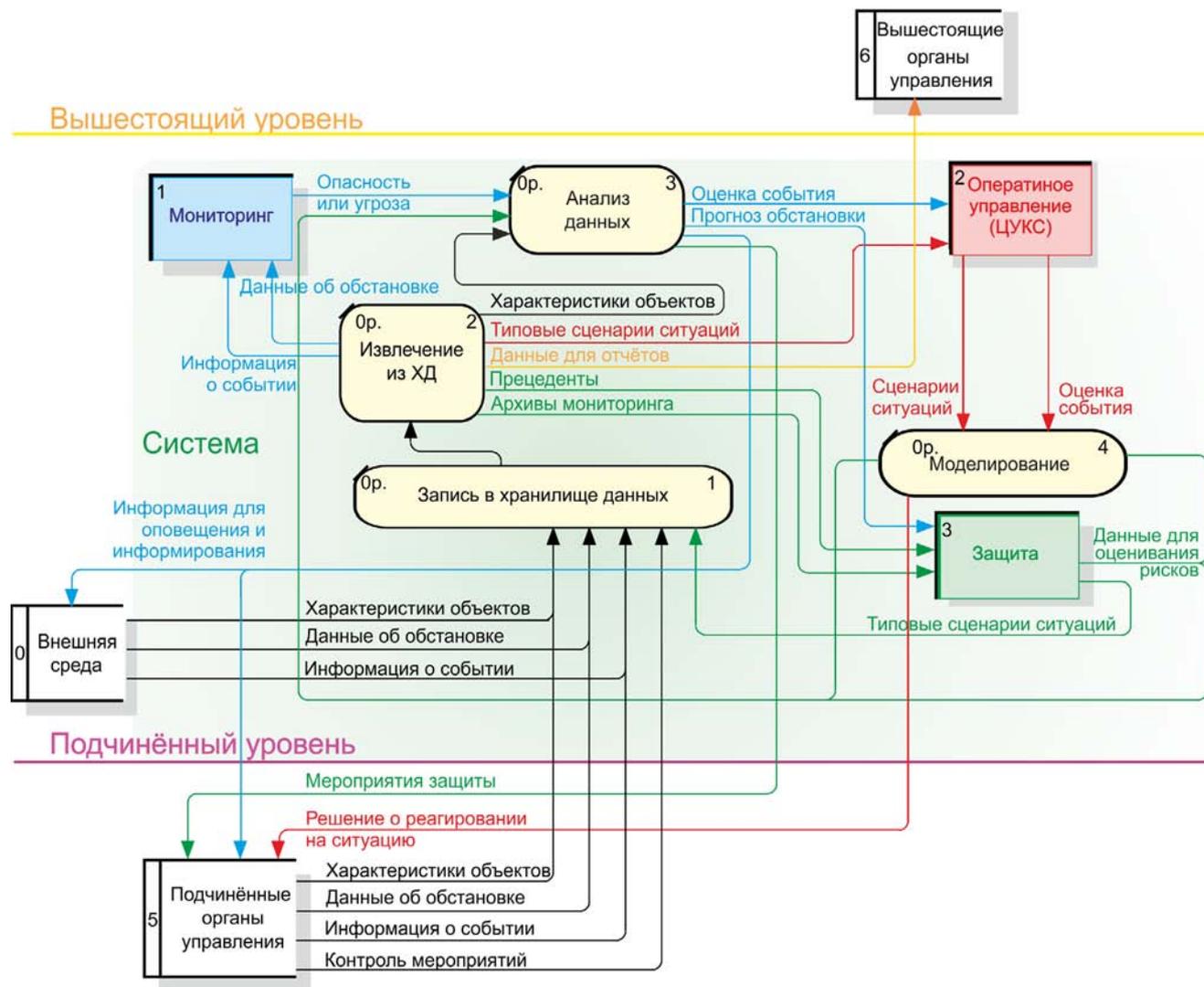


Рис. 2. Диаграмма потоков данных системы обеспечения природно-техногенной безопасности регионального уровня

для паспортов безопасности территорий разработаны формы ввода семантических и картографических данных с использованием web-систем распределённого сбора [9, 10].

Данные об обстановке и произошедших событиях, требующие оперативного реагирования последовательно обрабатываются в центре мониторинга, ЦУКС и подразделениях защиты (соответствующие этапы обработки показаны цветами на рисунке 3).

После получения данных из внешней среды (1), информационные потоки разделяются (2). Данные об обстановке, полученные от подчинённых органов управления и взаимодействующих функциональных звеньев ТП РСЧС, анализируются в центре мониторинга на предмет выявления опасностей и угроз (3-4). Для этого используется технология «семафоров», разработанная на основе OLAP и позволяющая идентифицировать выход за установленные нормативы показателей обстановки с пунктов наблюдений и приборов контроля. При выявлении

опасности происходит анализ её масштабов (5) и последствий (6) с использованием характеристик объектов защиты. Результаты анализа передаются в ЦУКС для формирования управленческих решений по оперативному реагированию. При наличии моделей прогноза угрозы или опасности идентифицируются с использованием аналитических моделей OLAP на основе предвестников, трендов, периода-аналога и других методов.

Информация об опасном событии E также анализируется в центре мониторинга (масштаб события, перечень объектов в зоне действия поражающих факторов). Для этого используются как аналитические модели (выборка объектов по коду ОКАТО), так и методы картографического анализа (построение буферных зон, выбор ближайшего объекта и т.п.).

Информация об угрозах, проявлениях опасностей и событиях E передаётся в оперативные подразделения (ЦУКС), которые на основе моделей

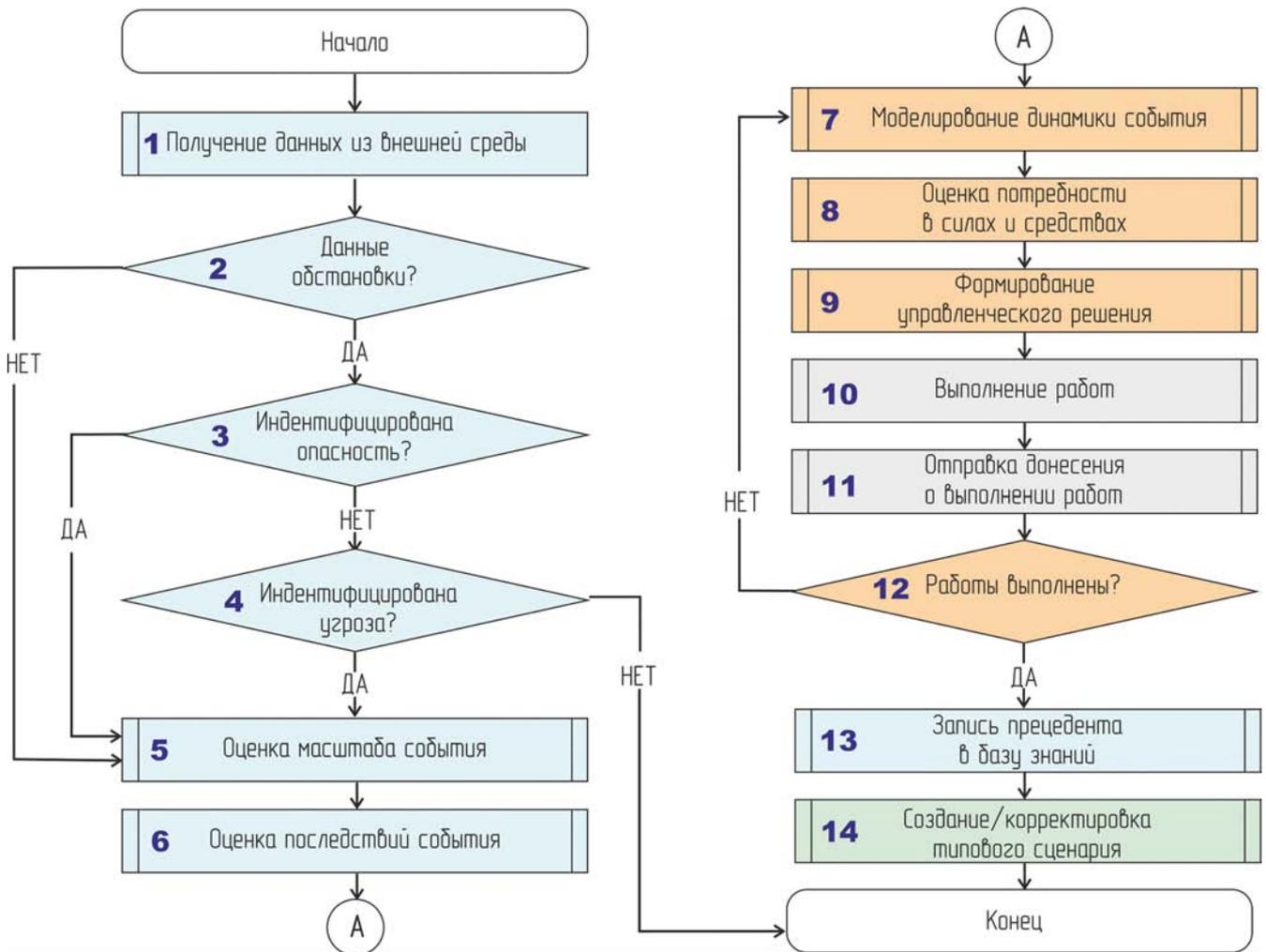


Рис. 3. Алгоритм информационной поддержки оперативного реагирования на событие и при идентификации опасности или угрозы

динамики события (7), аналитических моделей (8) и типовых сценариев и формируют управленческие решения (9). В случае угрозы это может быть перевод сил и средств в повышенные режимы функционирования, а в остальных – решения на проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР). При больших масштабах ситуации и необходимости привлечения дополнительных формирований, эшелонировании работ реализуется адаптивное управление (цикл 12–7). При возникновении событий, малого масштаба или не имеющих математических моделей динамики, шаги 5–7 могут быть пропущены. Информационный поток управления при этом будет содержать неформализованные знания специалистов.

По окончании АСДНР информация о событии сохраняется в базе прецедентов (13), которая в дальнейшем используется в подразделениях защиты для оценивания территориальных рисков и планирования на их основе долгосрочных превентивных мероприятий. Кроме того, реальные прецеденты могут использоваться для создания или корректировки

типовых сценариев (шаблонов действий). Метод работы эксперта с базой сценариев рассмотрен в работе [11].

Использование хранилищ данных для записи полной стандартизированной информации о событии, включая первоначальное донесение, обработку и представление в виде прецедента позволяет решить следующие функциональные задачи:

- оценивание рисков ЧС на основе многолетних данных мониторинга и базы прецедентов;
- обучения системы путём совершенствования сценариев и моделей ЧС;
- оценивание уязвимости объектов защиты, степени защищенности территорий инфраструктуры от ЧС природного и техногенного характера, готовности подразделений ТП РСЧС.

Формализация информационных потоков получения данных Id и процессов управления Im может являться альтернативой используемому Табелю срочных донесений (ТСД). Несмотря на большой объём информации о произошедшем событии, фор-

ма представления данных в ТСД не позволяет автоматизировать решение задач F, повысить обоснованность решений, снизить нагрузку оперативных смен регионального и муниципального уровней управления.

Заключение

Описанные в представленной системной модели потоки данных апробированы и частично реализованы в Главном управлении МЧС России по Красноярскому краю. Разработанные информационно-аналитические системы используются для автоматизации деятельности центра мониторинга, ЦУКС, управления защиты. Различные информационные технологии, использованные при разработке систем позволяют сформировать все типы информационных потоков от мониторинга обстановки до реализации и контроля управленческих решений. Области применения информационно-аналитических систем:

ЭСПЛА-М – консолидация данных внешней среды, аналитическая обработка данных мониторинга;

ЭСПЛА – поддержка принятия решений на основе оценки динамики и возможных последствий природных и техногенных ЧС, разработка сценариев реагирования на опасные ситуации;

OLAP-GIS – информационная поддержка оценивания рисков ЧС на основе анализа статистических данных.

Литература

1. Ничепорчук В.В., Ноженков А.И. Проблемы увеличения жизненного цикла систем оперативного мониторинга ЧС / Сборник материалов XXV юбилейной Международной научно-практической конференции «Предупреждение. Спасение. Помощь». Секция № 13 «Моделирование сложных процессов и систем». – Химки, 2015. – с. 4-9.
2. Корилов А.М. Павлов С.Н. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2008. – 264 с.
3. Object Management Group: Common Warehouse Metamodel Specification, v1.1. <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/03-03-02>.
4. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 352 с.
5. Махутов Н.А. Прочность и безопасность: фундаментальные и прикладные исследования. – Новосибирск: Наука, 2008. – 528 с.
6. Жучков Д.В. Информационная модель унифицированного справочника // Информатизация и связь. – 2016. – №3. – стр. 133-137
7. Ничепорчук В.В. Информационные модели мониторинга циклических чрезвычайных ситуаций/ Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник статей по материалам V всероссийской научно-практической конференции. – Железногорск, 2015 г. – с. 84-88.
8. Ничепорчук В.В. Информационное обеспечение управления природно-техногенной безопасностью // Сибирский пожарно-спасательный вестник, 2016. – №1. – С.49-54.
9. Ничепорчук В.В., Пенькова Т.Г. Паспорт территории – динамический инструмент анализа опасностей // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2014. – №1. – с. 3-8.
10. Коробко А.А., Ничепорчук В.В., Ноженков А.И. Динамическое формирование интерфейса WEB-системы сбора данных мониторинга чрезвычайных ситуаций // Информатизация и связь. – 2014. – №3. – С. 59-64.
11. Морозов Р.В., Ничепорчук В.В. Редактор баз знаний для адаптивного управления ликвидацией чрезвычайных ситуаций // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2011. №24. – С. 150-154.
12. The system analysis of data flows for management in regional administration of Universal State System of Prevention and Response to ES
13. Valery V. Nicheporchuk, PhD of technical sciences (05.13.01), senior researcher, Institute of Computational Modelling SB RAS
14. Andew V. Yarovoy, Chief Directorate of the MES of Russia for the Krasnoyarsk Territory