

**СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЭКСТРЕННОГО РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧС И ПОЖАРЫ****Т. У. Есмагамбетов<sup>1</sup>, М. И. Шиккульская<sup>2</sup>, О. М. Шиккульская<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, г. Караганда, Республика Казахстан;<sup>2</sup>Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия;<sup>3</sup>Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

Авторами обоснована актуальность создания системы информационно-аналитической поддержки управления процессами экстренного реагирования на ЧС и пожары. Обоснован выбор аналитической платформы Deductor в качестве инструментария для создания системы. В результате исследования разработана Система информационно-аналитической поддержки управления процессами экстренного реагирования на ЧС и пожары на аналитической платформе Deductor. Система позволяет осуществлять многомерный анализ имеющихся оперативных данных. Для эффективного и наглядного представления и оперативного или углубленного анализа данных с использованием технологий OLAP и Data mining на платформе Deductor был разработан OLAP-куб, содержащий 15 измерений, 1 основной процесс и 7 фактов. Описание основных алгоритмов системы представлено на диаграммах, что обеспечивает более наглядное восприятие функционала системы, упрощает ее сопровождение и исключает неоднозначность интерпретации представленных на диаграммах материалов. Система анализа данных обладает широкими визуальными средствами. Выходные данные системы отображаются в форме графиков, в табличном виде и в виде OLAP-отчетов. Тестирование системы показало наличие значительного эффекта от ее использования.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, пожар, информационно-аналитическая поддержка, Deductor. OLAP-технология, ABC-анализ, XYZ-анализ, интеллектуальный анализ, Data mining.

**INFORMATION AND ANALYTICAL MANAGEMENT SUPPORT SYSTEM OF EMERGENCY RESPONSE AND FIRE****T. U. Esmagambetov<sup>1</sup>, M. I. Shikulskaya<sup>2</sup>, O. M. Shikulskaya<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Kazpotrebsoyuz Karaganda University of Economics, Karaganda, Rempublika Kazakhstan;<sup>2</sup>Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia;<sup>3</sup>Astrakhan State University of Architecture and Construction, Astrakhan, Russia

The authors substantiated the creating relevance of an information and analytical support system for emergency and fires processes response management. The selection of the Deductor analytical platform as a tool for the system creating is justified. As a result of the study, the Information and analytical support system for emergency and fires processes response management was developed on the Deductor analytical platform. The system enables a multidimensional analysis of available operational data. An OLAP cube containing 15 dimensions, 1 main process and 7 facts have been developed for efficient and visible presentation and rapid or in-depth analysis of data using OLAP and Data mining technologies on the Deductor platform. The description of the main algorithms of the system is presented in diagrams, which provides a more visual perception of the system functionality, simplifies its maintenance and eliminates ambiguity in the interpretation of the materials presented on the diagrams. The data analysis system has extensive visual means. The system output is displayed in graph form, tabular form, and OLAP reports. Testing of the system showed the presence of a significant effect from its use.

**Keywords:** emergency situation, fire, information and analytical support, Deductor. OLAP technology, ABC analysis, XYZ analysis, intelligent analysis, Data mining.

Чрезвычайные ситуации и пожары являются стихийными явлениями и характеризуются высокой степенью неопределенности. Для эффективного планирования и успешной ликвидации ЧС и пожаров необходим глубокий анализ в различных разрезах имеющегося практического опыта функционирования в аналогичных условиях, выявление имеющихся ошибок, прогноз вероятного развития событий, что невозможно без информационно-аналитической поддержки этой деятельности. Известно множество работ в этом направлении [1–8], однако для эффективного использования разработанных в данной области информационных технологий необходима четкая, структурированная информация, сформированная на основе информационного анализа опыта возникновения, развития и ликвидации ЧС именно в конкретном регионе с учетом его особенностей, что обеспечит ускорение ликвидации ЧС, сведение к минимуму человеческих жертв и экономических потерь. Этим обусловлена актуальность предлагаемого исследования.

Теоретической базой для создания системы информационно-аналитической поддержки управления процессами экстренного реагирования на ЧС и

пожары являются разработанные авторами модель трехуровневой системы управления процессами экстренного реагирования, модель оценки эффективности решения задач управления процессами экстренного реагирования как системы с многими состояниями, а также функциональные модели различных процессов экстренного реагирования [9–14].

Для решения поставленных задач использовались методы системного анализа, теории принятия решений, моделирования и проектирования информационных систем.

В качестве инструментария использована аналитическая платформа Deductor. Deductor является аналитической платформой, т. е. основой для создания законченных прикладных решений. Реализованные в Deductor технологии позволяют на базе единой архитектуры пройти все этапы построения аналитической системы: от создания хранилища данных до автоматического подбора моделей и визуализации полученных результатов.

Основная задача разрабатываемой системы заключается в анализе данных по чрезвычайным ситуациям. Для выделения ролей пользователей, применяющих результаты анализа,

была построена диаграмма вариантов использования (рис. 1). По диаграмме видно, что подготовкой и загрузкой исходных данных занимается оператор ЦУКС (или лицо, имеющее доступ к соответствующей информации). Результаты

анализа применяет начальник центра для принятия стратегических решений. Данные по анализу могут быть просмотрены в форме отчетов в графическом и табличном виде.

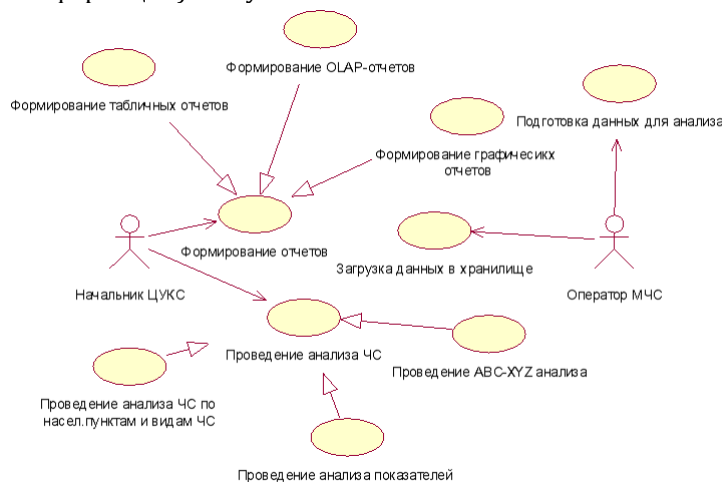


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

На концептуальном уровне подготовку и обработку данных с помощью системы Deductor можно представить в виде нескольких укрупненных шагов, наглядно представленных на диаграмме последовательности (рис. 2):

измерениями и показателями анализа.

1. Оператор МЧС в конце каждой недели подготавливают отчеты о своей деятельности за этот период в виде файлов MS Excel стандартного формата (структура файлов заранее определена).

3. Руководитель МЧС выбирает объект анализа, по которому его интересует информация.

2. Оператор МЧС загружает полученные еженедельные отчеты в OLAP-хранилище Deductor в соответствии с настроенными ранее в системе

4. В соответствии с выбранным объектом анализа Deductor выполняет шаги сценария, необходимые для анализа данных. Набор шагов зависит от типа выбранного объекта и способа анализа.

5. В Deductor формируются отчеты, содержащие результаты анализа. Руководитель МЧС может выбрать любой из сформированных отчетов, просмотреть его, сохранить или вывести на печать.

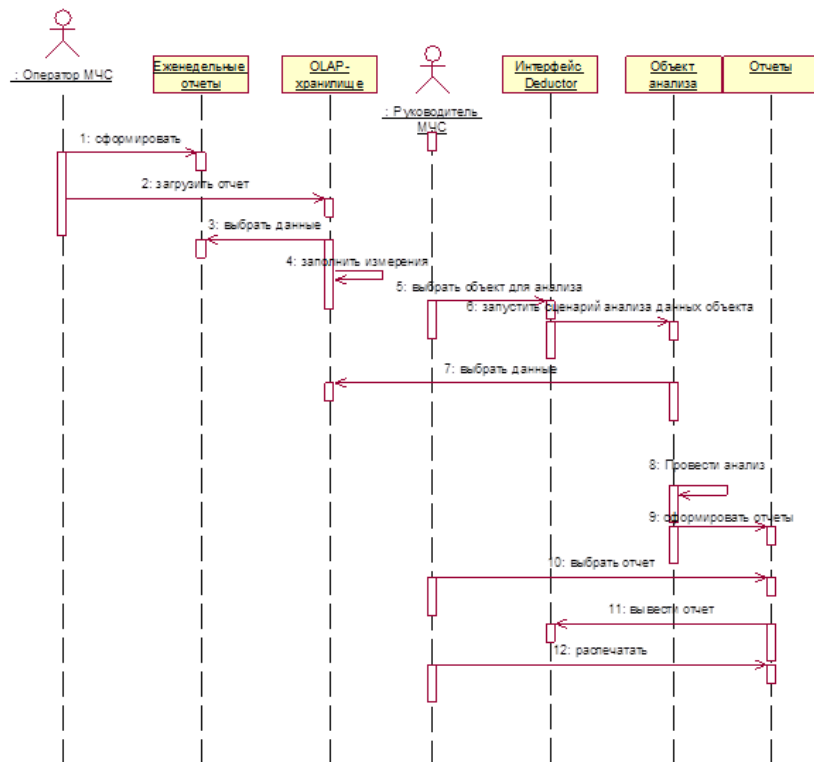


Рис. 2. Диаграмма последовательности (общая схема работы с ИС)

Схема взаимодействия между объектами системы и действующими лицами приведена на диаграмме кооперации (рис. 3).

Процесс загрузки данных в OLAP-хранилище приведен на диаграмме деятельности на рисунке 4. Согласно приведенному алгоритму, сначала создается пустое хранилище данных и настраиваются его измерения. Далее производится загрузка таблиц с измерениями. Последовательность заполнения таблиц должна прово-

диться строго в соответствии с шагами, приведенными на диаграмме деятельности. Так как часть измерений имеют равнозначное значение и могут загружаться в произвольной последовательности, они на диаграмме приведены в виде параллельных потоков после линии синхронизации. В конце заполняется таблица процессов по чрезвычайным ситуациям и формируются отчеты, отображающие набор загруженных в измерения и процесс данных.

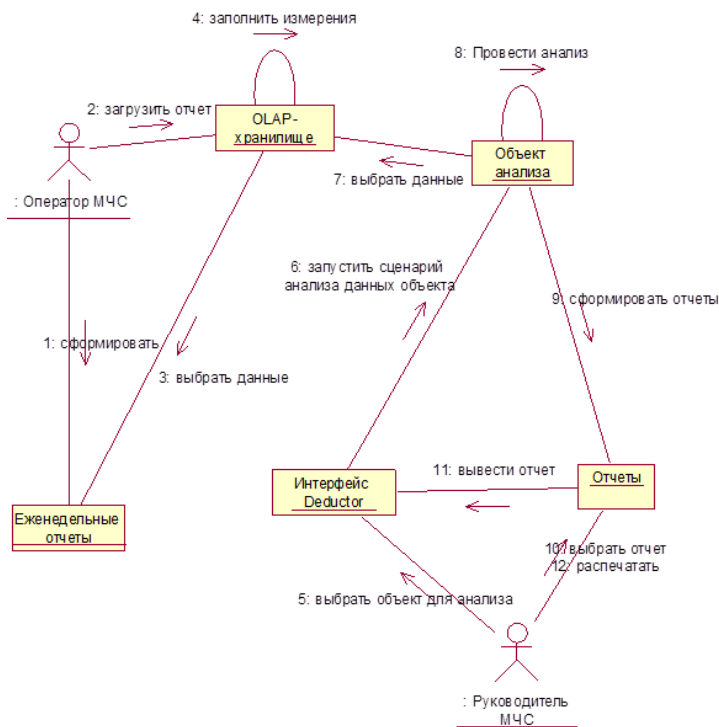


Рис. 3. Диаграмма кооперации (общая схема работы с ИС)

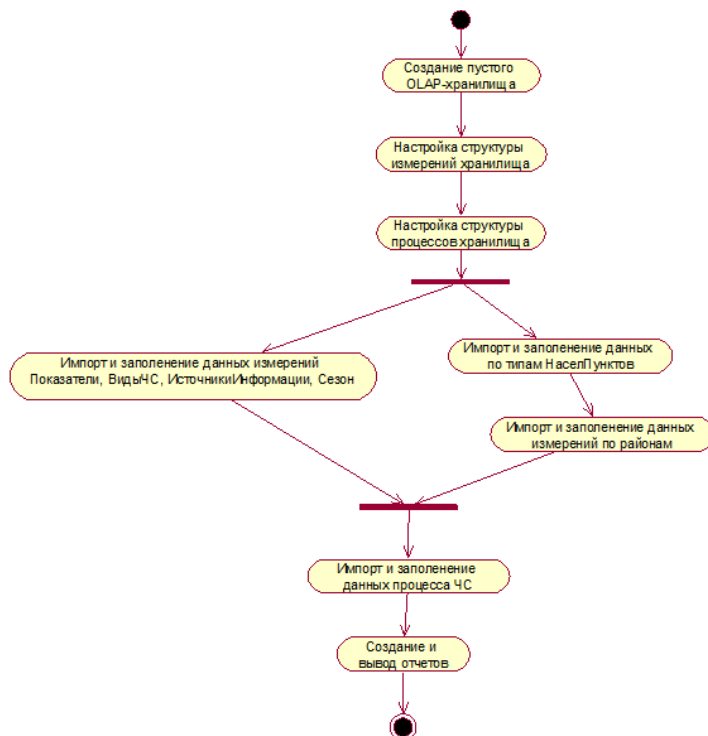


Рис. 4. Диаграмма деятельности «Заполнение OLAP-хранилища»

Анализ данных по ЧС происходит в соответствии с требованиями руководства.

Проведение анализа описывается тремя этапами:

- 1) построением моделей анализа;
- 2) проверкой адекватности моделей и их интерпретацией;
- 3) применением построенной модели для принятия решений.

Руководитель получает итоговую отчетность и просматривает ее с целью принятия решений.

Наиболее сложной задачей для построения моделей является проведение ABC-XYZ-анализа. Был разработан алгоритм реализации метода в Deductor. Задачи ABC-анализа и XYZ-анализа могут выполняться независимо друг от друга. В качестве параметра ABC-анализа были выбраны затраты на ликвидацию ЧС, а для XYZ-анализа – количество ЧС. После применения двух указанных методов анализа к имеющемуся набору данных по ЧС с помощью мастера обработки Deductor «Слияние с узлом» формируется сводная таблица в виде OLAP-отчета, благодаря которой можно получить более полную картину о наиболее критичных ситуациях, требующих принятия специальных мер,

и увидеть распределение каждого вида ЧС одновременно между группами ABC и XYZ.

Для эффективного моделирования хранилищ данных используется размерная модель (Dimensional). Dimensional — методология проектирования, специально предназначенная для разработки хранилищ данных. Структура модели данных системы в нотации Dimensional для описания чрезвычайных ситуаций приведена на рисунке 5. Согласно приведенной структуре для описания куба по чрезвычайным ситуациям в OLAP-хранилище была выбрана схема снежинка и выделено четырнадцать измерений. Измерения по местам чрезвычайных ситуаций и классам чрезвычайных ситуаций организованы в виде иерархических структур. Каждая такая иерархическая структура представлена несколькими таблицами. Те таблицы иерархии, которые связаны непосредственно с таблицей фактов (таблицы размерности), представляют нижний уровень иерархии. Таблицы, связанные с таблицами размерности (консольные таблицы) определяют абстракции более высокого порядка.

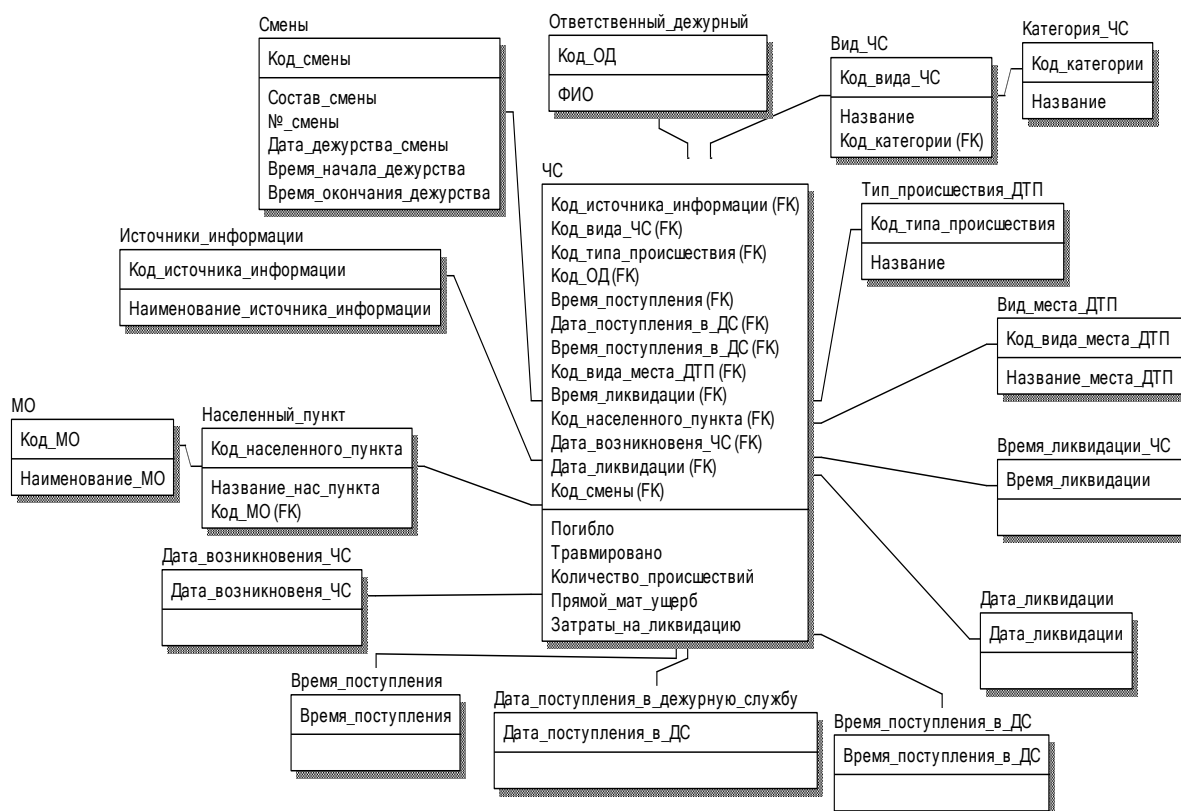


Рис. 5. Диаграмма «сущность-связь» системы

Выходные документы информационно-аналитической системы представляют собой отчеты, которые можно классифицировать по формату представления информации и по их со-

держимому и назначению. Все отчеты формируются стандартными средствами Deductor для каждого шага выполняемых сценариев.

По формату отчеты могут быть представлены в графическом виде или в форме OLAP-отчета.

По содержанию и назначению в системе можно выделить следующие отчеты:

- содержащие анализ по ЧС за весь период ведения БД;
- с анализом в разрезе отдельных лет;
- содержащие анализ по ДТП;
- по ABC-XYZ-анализу.

Отчеты, содержащие анализ по ЧС за весь период ведения БД, представляют данные в различных разрезах (по населенным пунктам, видам ЧС, годам) и отражают сводную информацию за все года. Пример отчета, показывающего динамику финансового ущерба от ЧС (как прямого, так и возникшего в результате затрат на ликвидацию) по годам приведен на рисунке 6.

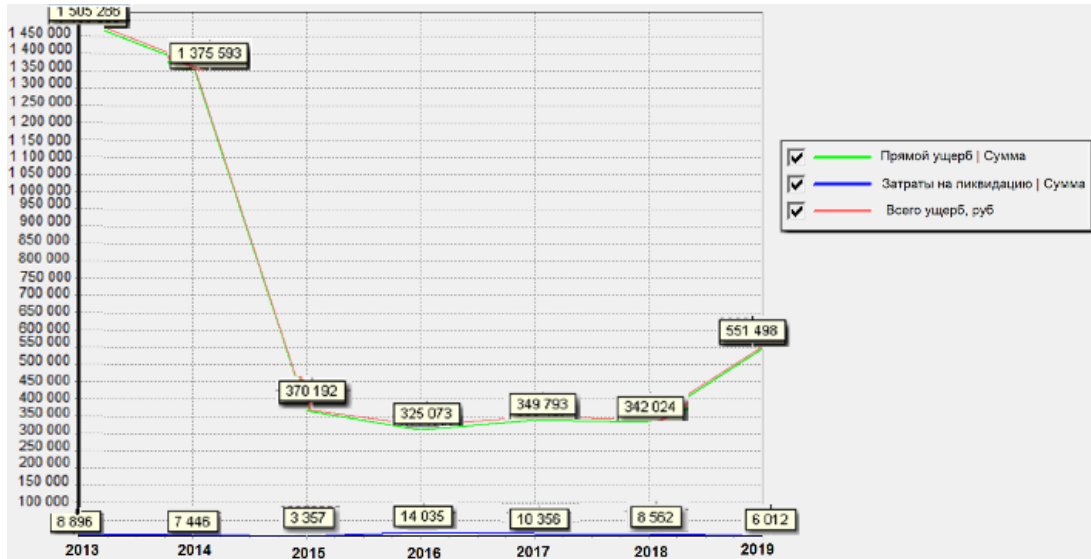


Рис. 6. Анализ затрат по годам

Отчеты с анализом в разрезе отдельных лет похожи на предыдущие, но содержат данные, отфильтрованные по определенному году или сравнительный анализ между несколькими годами.

В системе формируются отчеты по ABC-анализу (рис. 7), XYZ-анализу (рис. 8) и ABC-XYZ-анализу (рис. 9).

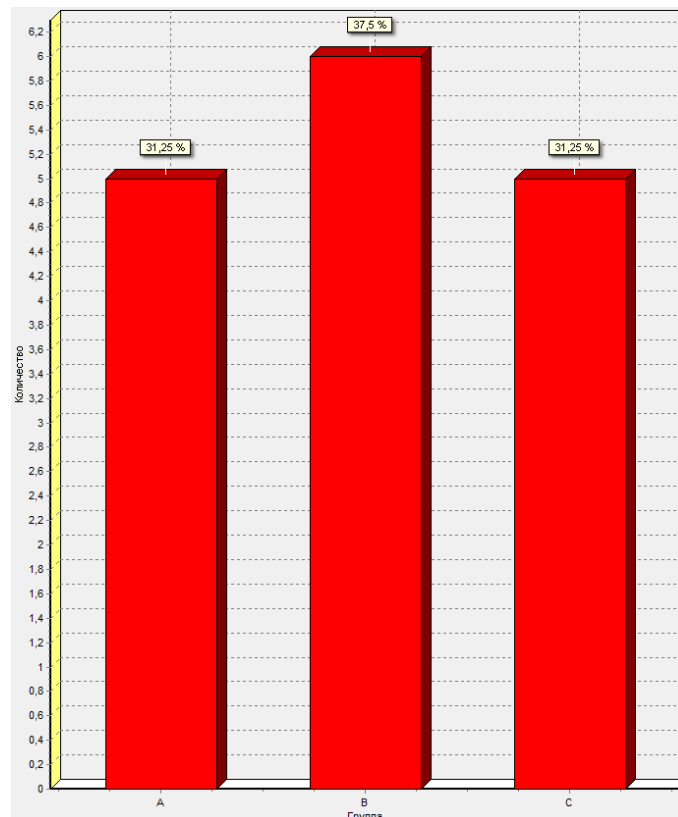


Рис. 7. Результаты ABC-анализа в виде столбчатой диаграммы

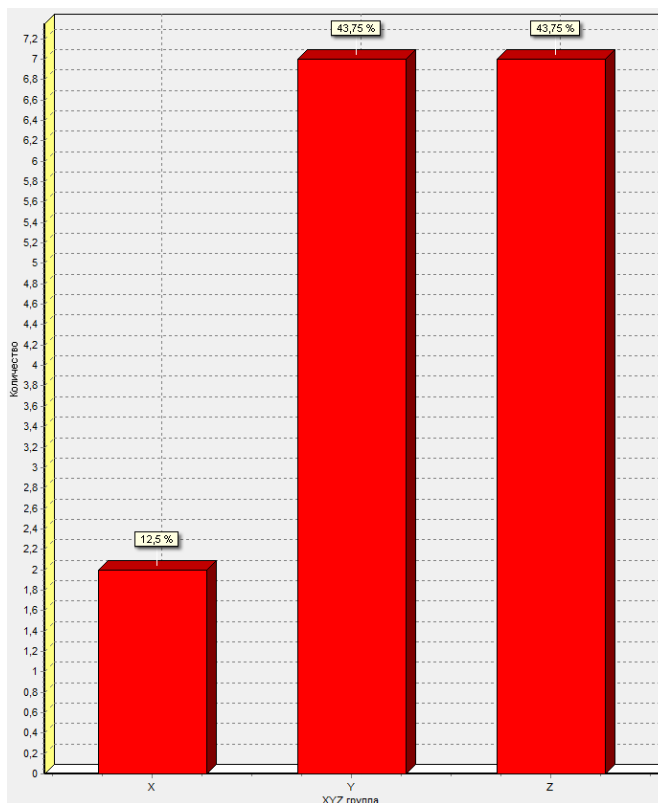


Рис. 8. Результаты XYZ-анализа в виде столбчатой диаграммы

Группа XYZ				
Группа ABC	X	Y	Z	Итого:
A		1	2	2
B		1	3	2
C			2	3
<b>Итого:</b>		2	7	7

Вид ЧС	Группа ABC	Группа XYZ
Авиакатастрофы и инциденты	C	Y
Массовое отражение саранчовых	C	Y
Транспортные аварии и происшествия	C	Z
Производственный пожар	C	Z
Бытовой пожар	C	Z

Рис. 9. Результаты ABC-XYZ-анализа в виде столбчатой диаграммы

МЧС России ответственно за обеспечение безопасности населения, территорий и объектов экономики, характеризуется комплексной и распределенной структурой, а в ходе его деятельности генерируются значительные объемы данных, в отношении которых требуется проведение своевременного анализа, составления отчетов и поддержка принятия дальнейших решений.

В результате исследования была разработана Система информационно-аналитической поддержки управления процессами экстренного реагирования на ЧС и пожары на аналитической платформе Deductor. Система позволяет осуществлять многомерный анализ имеющихся оперативных данных.

Для наиболее эффективного и наглядного представления и оперативного или углубленного анализа данных с использованием технологий OLAP и Data mining на платформе Deductor, был разработан OLAP-куб, содержащий 15 измерений, 1 основной процесс и 7 фактов.

Описание основных алгоритмов системы было представлено на 14 диаграммах, что обеспечивает более наглядное восприятие функционала системы, упрощает ее сопровождение и исключает неоднозначность интерпретации представленных на диаграммах материалов.

Система анализа данных обладает широкими визуальными средствами. Выходные данные системы отображаются в форме графиков, в



табличном виде и в виде OLAP-отчетов. Всего в системе формируется 35 основных отчетов.

Для тестирования системы были подготовлены экспериментальные данные по чрезвычайным ситуациям за последние 8 лет, включающие около 3000 записей.

Накопление в системе огромного количества систематизированной информации делает возможным применение интеллектуального анализа с использованием методов извлечения знаний Data mining.

Благодаря внедрению разработанной системы в ЦУКС обеспечится:

- снижение показателей риска для населения региона;
- сокращение времени реагирования на ЧС;
- повышение эффективности оказания помощи населению, пострадавшему в ЧС.

В дальнейшем планируется развитие аналитических и прогнозных возможностей информационно-аналитической системы для выявления скрытых закономерностей в данных, а также их использование для решения задач управления и принятия решений.

#### Список литературы

1. Куликов О. М. Информационная поддержка принятия решений при ликвидации техногенных чрезвычайных ситуаций на основе моделирования сценариев управления : автореф. дисс. ... канд. тех. наук. / О. М. Куликов. – Уфа, 2002. – 150 с.
2. Ямалов И. У. Интеллектуальное управление в чрезвычайных ситуациях / И. У. Ямалов, Б. Г. Ильясов, О. Я. Бежаева // Компьютерные науки и информационные технологии : тр. Междунар. конф. – Уфа : УГАТУ, 2003. – С. 234–237.
3. Ямалов И. У. Системы поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях / И. У. Ямалов, Б. Г. Ильясов, О. Я. Бежаева // Системный анализ в проектировании и управлении : тр. Междунар. конф. – Санкт-Петербург : СПб ГПУ, 2002. – С. 142–144.
4. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций / И. У. Ямалов. – Москва : Лаборатория базовых знаний, 2007. – 273 с.
5. Черняховская Л. Р. Поддержка принятия решений при управлении сложными объектами в критических ситуациях на основе инженерных знаний : автореф. дисс. ... д-ра тех. наук / Л. Р. Черняховская. – Уфа, 2004.
6. Urazbakhtina L. B. Estimation of Information Safety by Petri-Net Model / L. B. Urazbakhtina, T. O. Babkova // Computer Science and Information Technologies CSIT-2001 : proc. of the 3rd Int. Workshop-Ufa. – 2001. – Vol. 3. – P. 2–13.
7. Chang F.-S. Greedy-search-based multiobjective genetic algorithm for emergency logistics scheduling / F.-S. Chang, J.-S. Wu, C.-N. Lee, H.-C. Shen // Exp. Syst. Appl. – 2014. – Vol. 41, № 6. – P. 2947–2956.
8. Flaus J.-M. A modelling framework for model based risk analysis / J.-M. Flaus // ESREL. – Troyes, France, 2011. – P. 153–1540.
9. Feng Nan. Assessment Methods Analysis of Models Reliability of Emergency Response in Emergency Situations / Feng Nan, Olga Shikulskaya, Timur Esmagamбетov, Tian-jiao Song, Li Zhang<sup>1</sup> and Wen-Xin Zhu. // International Conference on Energy, Power and Environmental Engineering (ICEPEE 2017). – April 23-24, 2017. – P. 36–39. – ISBN: 978-1-60595-456-1.
10. Shikulskaya Olga. Business Processes Modelling of the Karaganda Crisis Center Activity / Olga Shikulskaya, Timur Esmagamбетov // American Journal of Operations Management and Information Systems. – 2017. – Vol. 2, № 1. – P. 15–20. – doi: 10.11648/j.ajomis.20170201.13.
11. Есмагамбетов Т. У. Информационно-аналитическая поддержка деятельности ситуационного центра МЧС / Т. У. Есмагамбетов, О. М. Шиккульская // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3–1. – С. 18–23.
12. Есмагамбетов Т. У. Реинжиниринг бизнес-процессов оперативной деятельности Карагандинского кризисного центра / Т. У. Есмагамбетов, М. И. Шиккульский, О. М. Шиккульская // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4–3. – С. 490–494.
13. Есмагамбетов Т. У. Модель оценки эффективности решения задач управления процессами экстренного реагирования как системы с многими состояниями / Т. У. Есмагамбетов, О. М. Шиккульская // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 3 (29). – С. 108–114.
14. Есмагамбетов Т. У. Моделирование трехуровневой системы управления процессами экстренного реагирования / Т. У. Есмагамбетов, О. М. Шиккульская // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 4 (30). – С. 118–124.

© Т. У. Есмагамбетов, М. И. Шиккульская, О. М. Шиккульская

#### Ссылка для цитирования:

Есмагамбетов Т. У., Шиккульская М. И., Шиккульская О. М. Система информационно-аналитической поддержки управления процессами экстренного реагирования на ЧС и пожары / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 4 (38). С. 73–79.