

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 007.3

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ МОДЕЛЕЙ ЭКСТРЕННОГО РЕАГИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Т. У. Есмагамбетов¹, Нань Фэн², О. М. Шиккульская³

*¹Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза
(Казахстан)*

*²Транспортный строительный институт Шаньдунского университета
путей сообщения (Китай)*

*³Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет (Россия)*

В данной статье авторами показано, что использование разработанных для Ситуационных центров Казахстана моделей экстренного реагирования в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) априорно не гарантирует их надлежащее выполнение ввиду существования вероятности сбоя в поставке и использовании необходимых ресурсов в силу ряда причин. Ими обоснована необходимость проверки степени выполнимости моделей до наступления момента их применения в реальной чрезвычайной ситуации и заблаговременной корректировки их. Показана сложность решения поставленной задачи в силу ряда причин: множество вовлеченных структур, разнообразие необходимых ресурсов, их пространственное распределение и прочее. Авторами выполнен анализ исследований, проведенных в данном направлении. Показано, что ни одна работа в целом комплексно не решает работы. Описан наиболее подходящий для решения указанной задачи метод Структурно-функционального взаимодействия – Function-Interaction-Structure (FIS). Показано, что использование дерева отказов метода FIS в сочетании с системным подходом с множеством состояний системы даст наилучший результат оценки разработанных моделей, обеспечит знание о вероятности реализации моделей экстренного реагирования, находящихся во множестве состояний деградации ресурсов на момент ЧС.

Ключевые слова: *модель экстренного реагирования, ситуационный центр, чрезвычайная ситуация, ресурс, деградация ресурса, структурно-функциональное взаимодействие, дерево отказов, множество состояний системы, априорный анализ, системный подход.*

In this paper authors showed that use of the of the models of emergency reaction developed for the Situational centers of Kazakhstan in the emergency situations conditions a priori doesn't guarantee their proper accomplishment. It is caused by existence of probability of failure in delivery and use of necessary resources for a variety of reasons. Authors proved need of check of models' feasibility degree before the moment of their application in real emergency

situation. It gives the chance for advance adjustment of models. They proved complexity of the objective solution by a variety reasons: a lot of the involved structures, a variety of necessary resources, their spatial distribution and other. Authors carried out the analysis of the researches in this direction. They proved that any work in general doesn't solve work in a complex. Authors described the most suitable for the specified task solution the method of Function-Interaction-Structure (FIS). They showed that use of Fault-Trees of the FIS method in combination with multi-Level system approach will yield the best result of developed models assessment, will provide knowledge of probability of implementation of the emergency reaction models which are in state of multi-level degradation of resources at the time of emergency.

Keywords: *model of the emergency reaction, situational center, emergency, resource, resource degradation, Function-Interaction-Structure (FIS), Fault-Tree, Multi-Level state of system, aprioristic analysis, system approach.*

Для обеспечения деятельности по управлению в области гражданской обороны, пожарной безопасности, промышленной безопасности, безопасности людей на водных объектах, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, управления в установленном порядке деятельностью местными исполнительными органами в Казахстане созданы Ситуационные (кризисные) центры. Областной кризисный центр (КЦО) является органом повседневного управления

Для Ситуационных центров Казахстана разработано более 100 моделей экстренного реагирования в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС). Однако разработчики моделей не могут априорно гарантировать их надлежащее выполнение, в то время, как эти модели необходимо проверить до наступления момента их применения в реальной чрезвычайной ситуации. Заблаговременная оценка этих моделей помогла бы лицам, принимающим решения, подкорректировать и оптимизировать их.

Оценка моделей экстренного реагирования в условиях ЧС — трудная задача в силу ряда причин. Действительно, такие модели — это набор статических процедур, которые сложны и используются в динамических ситуациях. Модели вовлекают много различных заинтересованных сторон (государственные и муниципальные органы власти, различные службы экстренного реагирования (пожарная охрана, скорая помощь и т. п.), население и ресурсы, пространственно распределенные по территориям. При этом управляющим структурам необходимо спланировать организацию действий, используя все необходимые средства (технический, человеческий, организационный, информационный ресурсы), для гарантии безопасности населения.

Имеется значительное количество исследований в области управления в условиях ЧС. Особое внимание в них уделяется эвакуации и защите населения. Проблемам эвакуации посвящены следующие работы: Siebeneck и Cova, 2012 [16]; Georgiadou и др., 2007 [5]; Kolen и др., 2013 [13]; Dombroski и др., 2006) [2], проблемам защиты населения — Li и др., 2012 [14]; Dombroski и др., 2006 [2]. Часть исследований посвящено рассмотрению вопросов человеческих потерь в результате ЧС: Groenendaal и др.,

2013 [7]; Kolen и др., 2013 [13]; Jonkman и др., 2010 [10]. Они используют модели поддержки принятия решений. Другие ученые, такие как Flaus (2010) [3], Jain и McLean (2003) [9], Massaguer и др. (2006) [15], и Georgiadou и др. (2010) [6], пытались смоделировать глобальный процесс управления в чрезвычайных ситуациях. Количество работ, посвященных моделированию методов управления в условиях чрезвычайных ситуаций, увеличивается (Jain и McLean, 2003) [9]. Такой подход увеличивает количество подзадач:

- обучение ответам скорой помощи;
- знание последствий;
- непрерывная операция на месте события;
- организация дорожного движения;
- отправка жертв больниц.

Моделирование необходимо применять для отражения сложности реального мира. Связать между собой различные существующие модели – нелегкая задача. Vaez и Nourai (2013) [17] предлагают интегрированную структуру экстренного реагирования с учетом эксплуатационных ошибок и ошибок, являющихся следствием недостаточности информации, знаний и навыков руководителей и персонала, с использованием блок-схемы надежности. Flaus (2011) [4] проектируют целую структуру для любого анализа степени риска, основанного на модели. Это наиболее интересный подход.

Однако работы в области оценки рисков моделей реагирования Ситуационного центра в условиях ЧС в полном объеме отсутствуют. В известных работах внимание сосредоточено на отдельных функциях (например, эвакуация населения, защита населения, распространение аварийного оповещения и т. д.), но нет исследований взаимосвязи между функциями. Другие ограничены в оценке учета человеческого фактора, влияющего на планирование этапов реагирования. В них только осуществляется проверка наличия соответствующих процедур, то есть документа (Henstra, 2010) [8]. Однако они не исследуют состояние ресурсов процессов.

Для оценки степени осуществимости разработанных моделей реагирования необходимо учитывать текущие состояние ресурсов, т.е. необходима диагностика ресурсов. Такой анализ должен обеспечить априорное знание об уровне достижимости запланированных целей, отраженных в моделях, на этапах эвакуации населения, защиты населения и любых других. Например, полная эвакуация, частичная эвакуация (с описанными степенями), или полный срыв эвакуации.

Для оценивания работы модели с учетом состояния ресурсов целесообразно использовать метод Структурно-функционального взаимодействия – Function-Interaction-Structure (FIS) для установления зависимости между ухудшением состояния ресурса и вероятностью успешной реализации модели. FIS – это метод моделирования иерархии процессов, разработанный для систематического анализа степени риска. Он основан на пред-

ставлении каждой системы как набора взаимодействующих процессов. Каждый процесс моделируется с использованием диаграммы модели процессов. Анализ надежности моделей должен быть основан на идентификации потенциальных неудач плана действия в чрезвычайной ситуации через комбинацию априорного анализа и анализа, основанного на опыте.

Априорный анализ планов действия в чрезвычайной ситуации опирается на идентификацию потенциальных отказов посредством исследования модели плана на ресурсном и функциональном уровнях. Отказ одного или более ресурсов функции может привести непосредственно к отказу этой функции. Априорный анализ планов действия в чрезвычайной ситуации опирается на идентификацию потенциальных отказов посредством исследования модели плана в ресурсе и функциональных уровнях. Отказ одного или более ресурсов функции может закончиться непосредственно к отказу той функции.

В качестве инструментария FIS хорошо выполняет рассматриваемые задачи Дерево отказов. Дерево отказов, представляет собой логическую комбинацию событий, которые могут привести к отказу функции. Оно должно быть создано для каждой функции. Отказы ресурсов функции – основные события дерева отказа функции. Кроме того, отказ ресурса часто является прямым результатом отказа одной или более функций поддержки этого ресурса. Следовательно, дерево отказов, представляя логическую комбинацию событий, которые могут привести к отказу ресурса, создается для каждого ресурса. Основные события этого дерева отказа – отказы функций поддержки ресурса. Анализ, основанный на опыте, используется для повышения эффективности априорного анализа, обновляя модель и идентифицируя дальнейшие отказы или критические точки. Структурно-функциональная модель плана действий в условиях чрезвычайной ситуации может быть улучшена на основании опыта, извлеченного из предыдущих ЧС, и на основании учебных занятий групп экстренного реагирования. Обратная связь опыта с управлением в чрезвычайных ситуациях в целом, основывается на отчетах о результатах работы Ситуационного центра в условиях ЧС.

В дереве отказов традиционно используются два состояния процесса: функционирование и отказ. Однако для всестороннего анализа слабых мест моделей экстренного реагирования и оценки широкого спектра занятых ресурсов целесообразно использовать системный подход с множеством состояний системы [1]. Рассмотрение множества состояний ухудшения ресурса необходимо, чтобы показать, до какой степени выполняются требования Моделей. Целесообразно объединить Дерево отказов, включенное в FIS, с Системным подходом со многими состояниями системы.

Таким образом можно оценить эффективность реализации моделей на различных уровнях неполного функционирования и проанализировать риск деградации ресурса, приводящей к функциональному ухудшению

функционирования моделей. Подход со множеством состояний системы обеспечивает знание о вероятности реализации моделей экстренного реагирования, находящихся во множестве состояний деградации ресурса на момент ЧС. Предложенный авторами подход успешно реализован [18].

Список литературы

1. Chang, F.-S., Wu, J.-S., Lee, C.-N., Shen, H.-C., 2014. Greedy-search-based multi-objective genetic algorithm for emergency logistics scheduling. *Exp. Syst. Appl.* 41. P. 2947–2956.
2. Dombroski, M., Fischhoff, B., Fischbeck, P., 2006. Predicting emergency evacuation and sheltering behavior: a structured analytical approach. *Risk Anal.: Off. Publ. Soc. Risk Anal.* 26. P. 1675–1688.
3. Flaus, J.-M., 2010. Modelisation de systemes organisationnels pour l'analyse des defaillances: Application au plan communal de sauvegarde. In 8eme Conference Internationale de MOdélisation et SIMulation. Hammamet, Tunisie. P. 6.
4. Flaus, J.-M., 2011. A modelling framework for model based risk analysis. In: ESREL. Troyes, France. P. 1533–1540.
5. Georgiadou, P. S., Papazoglou, I. A., Kiranoudis, C. T., Markatos, N. C., 2007. Modeling emergency evacuation for major hazard industrial sites. *Reliab. Eng. Syst. Safety* 92. P. 1388–1402.
6. Georgiadou, P. S., Papazoglou, I. A., Kiranoudis, C. T., Markatos, N. C., 2010. Multi-objective evolutionary emergency response optimization for major accidents. *J. Hazard. Mater.* 178. P. 792–803.
7. Groenendaal, J., Helsloot, I., Scholtens, A., 2013. A critical examination of the assumptions regarding centralized coordination in large-scale emergency situations. *J. Homel. Sec. Emerg. Manage.*, 10.
8. Henstra, D., 2010. Evaluating local government emergency management programs: what framework should public managers adopt? *Pub. Admin. Rev.* 70. P. 236–246.
9. Jain, S., McLean, C., 2003. A framework for modeling and simulation for emergency response. In: Proceedings of the 2003 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. P. 1068–1076.
10. Jonkman, S. N., Lentz, A., Vrijling, J. K., 2010. A general approach for the estimation of loss of life due to natural and technological disasters. *Reliab. Eng. Syst. Safety* 95. P. 1123–1133.
11. Karagiannis, G.-M., Piatyszek, E., Flaus, J.-M., 2010. Industrial emergency planning modeling: a first step toward a robustness analysis tool. *J. Hazard. Mater.* 181. P. 324–334.
12. Karagiannis, G. M., Piatyszek, E., Flaus, J. M., 2013. Model-driven and risk-based performance analysis of industrial emergency plans. *J. Conting. Crisis Manage.* 21. P. 96–114.
13. Kolen, B., Kok, M., Helsloot, I., and Maaskant, B., 2013. EvacuAid: a probabilistic model to determine the expected loss of life for different mass evacuation strategies during flood threats. *Risk Anal.: Off. Publ. Soc. Risk Anal.*
14. Li, A. C., Nozick, L., Xu, N., Davidson, R., 2012. Shelter location and transportation planning under hurricane conditions. *Transport. Res. Part E: Logist. Transport. Rev.* 48. P. 715–729.
15. Massaguer, D., Balasubramanian, V., Mehrotra, S., Venkatasubramanian, N., 2006. Multi-agent simulation of disaster response. In: ATDM Workshop in AAMAS.
16. Siebeneck, L. K., Cova, T. J., 2012. Spatial and temporal variation in evacuee risk perception throughout the evacuation and return-entry process. *Risk Anal.: Off. Publ. Soc. Risk Anal.* 32. P. 1468–1480.

17. Vaez, N., Nourai, F., 2013. RANDAP: An integrated framework for reliability analysis of detailed action plans of combined automatic-operator emergency response taking into account control room operator errors. *J. Loss Prev. Process Indust.* 26. P. 1366–1379.

18. Есмагамбетов Т. У., Шикульская О. М. Анализ надежности плана эвакуации населения при чрезвычайной ситуации как системы с множеством состояний на основе построения дерева ошибок // *Успехи современной науки.* 2016. № 8. Т. 4. С. 68–72.

УДК 007.51

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ВУЗА

К. А. Дюсекеев¹, Нань Фэн², О. М. Шикульская³

*¹Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза
(Казахстан)*

*²Транспортный строительный институт Шаньдунского университета
путей сообщения (Китай)*

*³Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет (Россия)*

В данной статье математическое описание процесса управления эффективностью деятельности сотрудников вуза базируется на теории игр. Каждый сотрудник представлен агентом, а администрация вуза – центром. Повышение эффективности деятельности преподавателей должно осуществляться посредством гибкой системы стимулирования. Каждый показатель системы рассматривается как вид услуги, предоставляемой агентами, т. е. преподавателями, каждый агент – как поставщик услуг, центр (администрация вуза) – как потребитель услуг. Математическая модель показателя представлена в виде совокупности двух кортежей, один из которых содержит статические характеристики показателя, второй – динамические (настраиваемые в системе показателей в соответствии с текущими требованиями). Описание элементов кортежей представлено в табличном виде. Разработана структура системы показателей, позволяющая их соотносить с направлениями деятельности и категориями эффективности. Показано, что показатели должны удовлетворять определенным установленным центром требованиям. Требования подразделяются на экономические требования и требования государственного мониторинга эффективности вуза. Для формирования системы требований авторами разработана соответствующая методика, которая позволит корректно, оперативно и качественно сформировать систему показателей эффективности деятельности сотрудников вуза с целью повышения эффективности деятельности вуза в целом.

Ключевые слова: теория игр, агент, центр, кортеж, показатель, модель, система показателей, направление деятельности, категория эффективности, вуз, эффективность деятельности, преподаватель, требования, методика, минимальный спрос, максимальный спрос.

In this article the mathematical description of efficiency management of higher education institution staff activities is based on the game theory. Each employee is provided as an agent, and higher education institution administration is provided as a center. Increase in efficiency of the teachers' activities shall perform by means of a flexible incentive system. Each indica-