

14. Sun C., Hu W., Xu D. Navigation modes, operation methods, observation scales and background options in UI design for high learning performance in VR-based architectural applications // Journal of Computational Design and Engineering. 2019. Vol. 6. No. 2. – P. 189-196.

15. Johansson M. Efficient stereoscopic rendering of building information models (BIM) // Journal of Computer Graphics Techniques (JCGT). 2016. Vol. 5. No. 3. P. 1-17.

© Ю. Н. Згода, К. А. Шумилова

Ссылка для цитирования:

Ю. Н. Згода, К. А. Шумилова. Автоматизированное построение интерактивных визуализаций BIM-моделей в виртуальной реальности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 113–118.

УДК 007.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЭКСТРЕННОГО РЕАГИРОВАНИЯ

Т. У. Есмагамбетов¹, О. М. Шиккульская²

¹*Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза, г. Караганда, Республика Казахстан*

²*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия*

На основе анализа статистической информации показано, наиболее часто гибель людей происходит в первые минуты пожара до прибытия пожарных, и гибель людей на пожаре чаще всего возникает от отравления продуктами горения. Поэтому успешность операции экстренного реагирования во многом зависит от оперативности прибытия служб на место вызова. На основе графической модели развития и тушения пожара разработана функциональная модель операции тушения пожара для выявления «узких мест операции». С целью выявления причин, влияющих на время прибытия сил экстренного реагирования к месту вызова и резервов его сокращения, была разработана модель формирования маршрута прибытия сил экстренного реагирования на место вызова. Для выявления степени влияния ухудшения состояния ресурсов на степень выполнения задачи экстренного реагирования разработана диаграмма дерева отказов процесса прибытия формирований на место вызова. Диаграмма SwimLane процесса «Формирование маршрута» показывает распределение функций анализа и управления по уровням управления. Применение разработанных моделей позволит сократить время прибытия экстренных служб на место вызова за счет обоснованного формирования оптимального маршрута на различных этапах управления системой экстренного реагирования.

Ключевые слова: процесс экстренного реагирования; ситуационный центр; чрезвычайная ситуация; пожар; экстренное реагирование; модель; декомпозиция; дерево отказов; диаграмма SwimLane.

SIMULATION OF THREE-LEVEL EMERGENCY RESPONSE PROCESS MANAGEMENT SYSTEM

T. U. Esmagambetov¹, O. M. Shikulskaya²

¹*Karaganda Economic University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, Republic of Kazakhstan*

²*Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia*

Based on the analysis of statistical information, the most common deaths occur in the first minutes of a fire before firefighters arrive, and fire deaths are most often caused by combustion poisoning. Therefore, the success of an emergency response depends to a large extent on the speed with which services arrive at the call site. On the basis of the graphical model of fire fighting and development, a functional model of fire fighting operation has been developed to detect "bottlenecks of the operation." In order to identify the causes affecting the time of arrival of emergency response forces at the place of call and the reserves of its reduction, a model for the formation of a route for emergency response forces at the place of call was developed. In order to identify the impact of resource degradation on the emergency response task, a diagram of the failure tree of the formation arrival process on the call site has been developed. The Route Generation process SwimLane diagram shows the distribution of analysis and control functions by management level. The application of the developed methods will allow to reduce the time of emergency services arrival at the place of call due to skewed formation of the optimal route at various stages of emergency response system management.

Keywords: emergency response process; A situation centre; an emergency situation; fire; Emergency response; model; decomposition; Fault tree; Dia gram of SwimLane.

Пожар является одним из самых распространенных видов чрезвычайных ситуаций сегодня. Пожары уносят жизни людей и наносят большой ущерб, а в отдельных случаях приводят к масштабным авариям. Согласно статистическим данным [1] в 2018 году на территории Российской Федерации произошло 131690 пожаров, прямой ущерб от них составил 13,931 млрд рублей. 7891 человек погибло на пожарах (в т.ч. 437 детей), 9563 – получили травмы. По сравнению с аналогичным периодом 2017 года количество пожаров снизилось на 0,9 %, но в результате произошедших пожаров число погибших увеличи-

лось на 1 %, травмированных – на 2,2 %. Количество погибших на пожарах детей увеличилось 22,1 %. Материальный ущерб вырос на 1,2 %.

1. Постановка задачи

По статистике наиболее часто гибель людей происходит в первые минуты пожара до прибытия пожарных. Статистические данные о распределении жертв пожара на момент смерти отражены в диаграмме (рис. 1).

Распределение основных причин смерти на пожаре представлено на рисунке 2. Одна из основных причин смерти людей – воздействие опасных факторов пожара. Время смерти зависит

от состава конструктивных и отделочных материалов, однако, как правило, смерть наступает до прибытия спасателей. Поэтому главную роль в сокращении числа пострадавших и материального ущерба от пожара играет время прибытия подразделений пожарной охраны к месту пожара.



Рис. 1. Распределение жертв пожара по моменту гибели

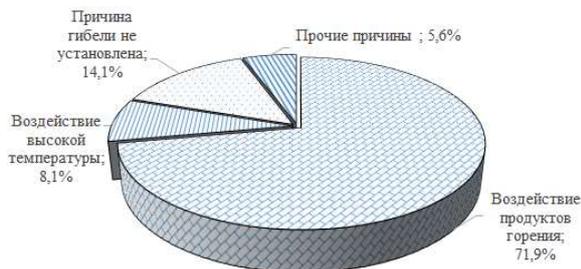


Рис. 2. Основные причины гибели

Диаграммы распределения риска гибели людей на пожарах в зависимости от времени прибытия на место пожара и среднего ущерба, приходящегося на один пожар в жилом секторе, в зависимости от времени прибытия на место пожара представлены на рисунках 3, 4.

Графическая модель развития и тушения пожара, представленная на рисунке 5, позволяет проанализировать основные этапы пожаротушения с точки зрения временных затрат и выявить «узкие места».

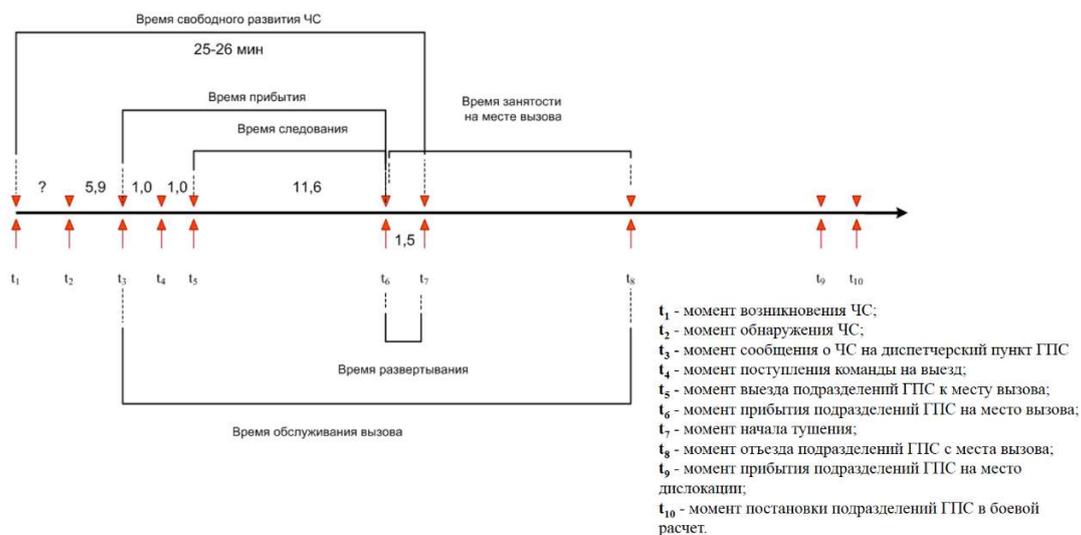


Рис. 5. Графическая модель развития и тушения пожара

С целью выявления причин, влияющих на время прибытия сил экстренного реагирования к месту вызова и резервов его сокращения, была раз-

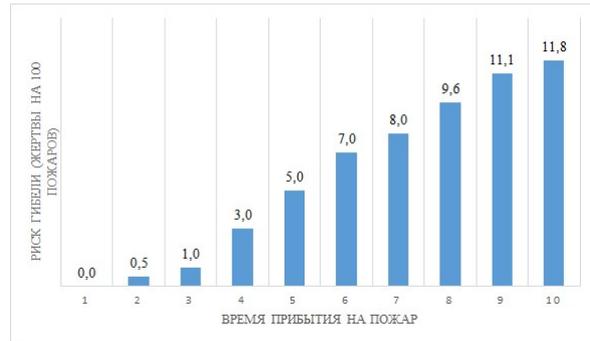


Рис. 3. Распределение риска гибели людей на пожарах в зависимости от времени прибытия на место пожара

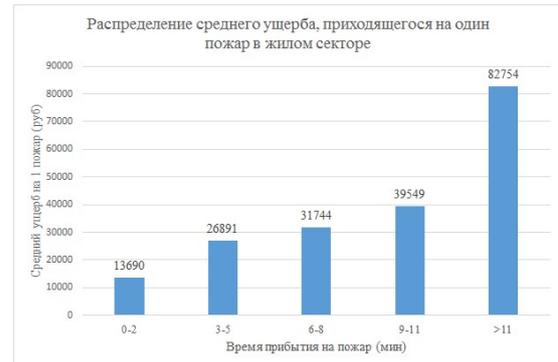


Рис. 4. Распределение среднего ущерба, приходящегося на один пожар в жилом секторе, в зависимости от времени прибытия на место пожара

В соответствии с графической моделью развития и тушения пожара авторами построена функциональная модель операции тушения пожара, диаграмма дерева узлов которой представлена на рисунке 7. Диаграмма процесса выдвигания формирований на место ЧС (пожара) как наиболее уязвимого процесса, влияющего на успешность всей операции, отображена на рисунке 8.

работана модель формирования маршрута прибытия сил экстренного реагирования на место вызова, представленная диаграммами (рис. 9–15).



Рис. 7. Диаграмма дерева узлов модели операции тушения пожара

Время прибытия подразделений пожарной охраны на пожар зависит от различных причин. Основными факторами, определяемыми при

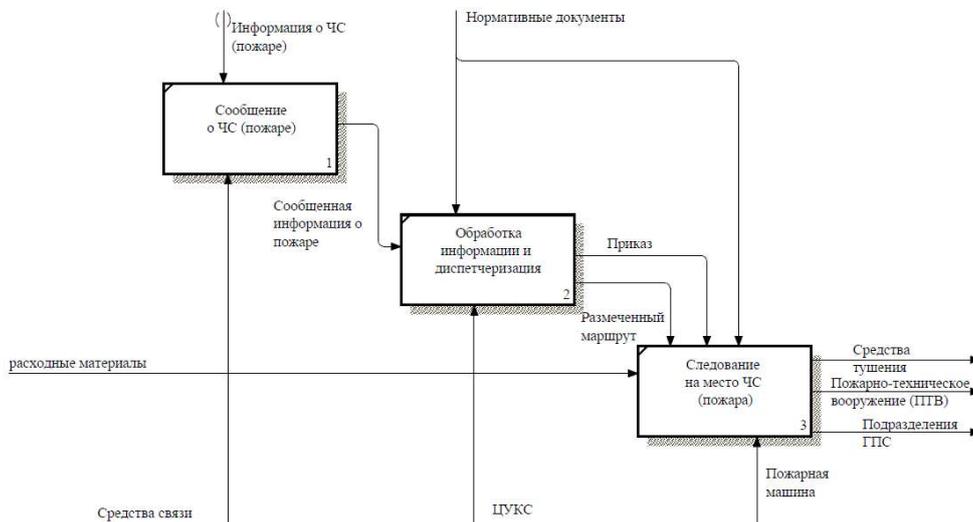


Рис. 8. Диаграмма процесса выдвижения формирований на место ЧС (пожара)



Рис. 9. Контекстная диаграмма модели формирования маршрута прибытия сил экстренного реагирования на место вызова

Как правило, наиболее допустимое расстояние от объекта предполагаемого пожара до ближайшего пожарного депо должно определяться уличной сетью дорог населенного пункта или производственного объекта.

проектировании аварийно-спасательных служб в городах и территориях, являются расположение пожарных бригад и их средств пожаротушения. Количество и расположение пожарных бригад определяется в соответствии с нормативным документом СП 11.13130.2009 [2].

По каждому рассматриваемому объекту предполагаемого пожара на территории населенного пункта или производственного объекта определяется размер наиболее допустимого расстояния и пространственная зона допустимого размещения пожарного подразделения (пожарного депо). При этом определяется территория потенциально возможного расположения подразделения пожарной охраны для защиты рассматриваемого объекта предполагаемого пожара.

Для выявления степени влияния ухудшения состояния ресурсов на степень выполнения задачи экстренного реагирования разработана диаграмма дерева отказов процесса прибытия формирований на место вызова (рис. 16).

Диаграмма SwimLane процесса «Формирование маршрута» (рис. 17) наглядно демонстрирует распределение функций анализа и управления по уровням управления.

Таким образом, на основе анализа статистической информации показано, наиболее часто гибель людей происходит в первые минуты пожара до прибытия пожарных, и гибель людей на пожаре чаще всего возникает от отравления продуктами горения. Поэтому успешность операции экстренного реагирования во многом зависит от оперативности прибытия служб на место вызова.

На основе графической модели развития и тушения пожара разработана функциональная модель операции тушения пожара для выявления «узких мест операции». С целью выявления

причин, влияющих на время прибытия сил экстренного реагирования к месту вызова и резервов его сокращения, была разработана мо-

дель формирования маршрута прибытия сил экстренного реагирования на место вызова.

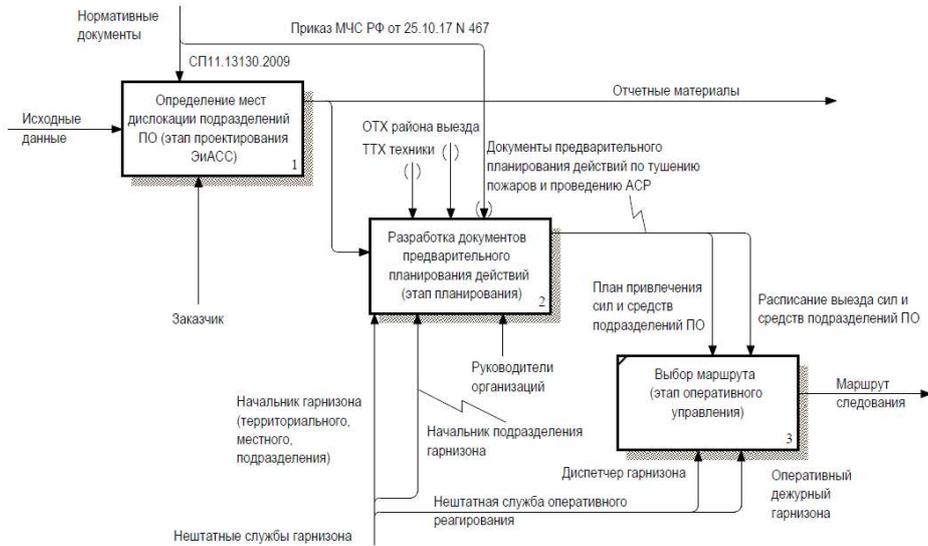


Рис. 10. Декомпозиция контекстной диаграммы модели формирования маршрута прибытия сил экстренного реагирования на место вызова

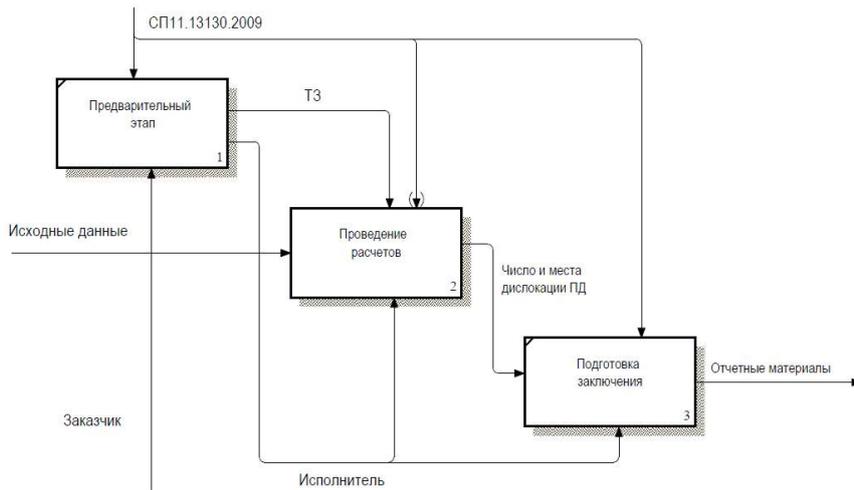


Рис. 11. Диаграмма процесса «определение мест дислокации подразделений пожарной охраны (Этап проектирования экстренных и аварийно-спасательных служб)»

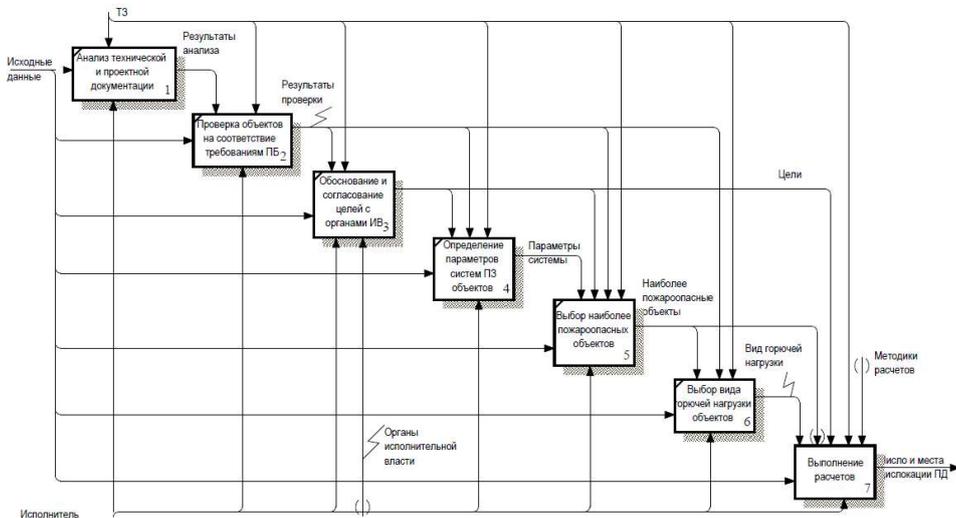


Рис. 12. Диаграмма процесса «Проведение расчетов»

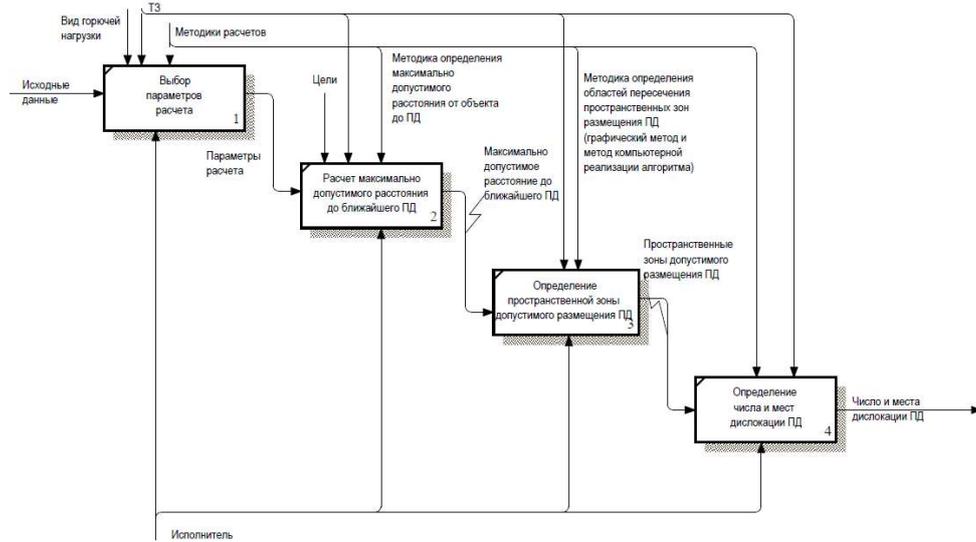


Рис. 13. Диаграмма процесса «Выполнение расчетов»

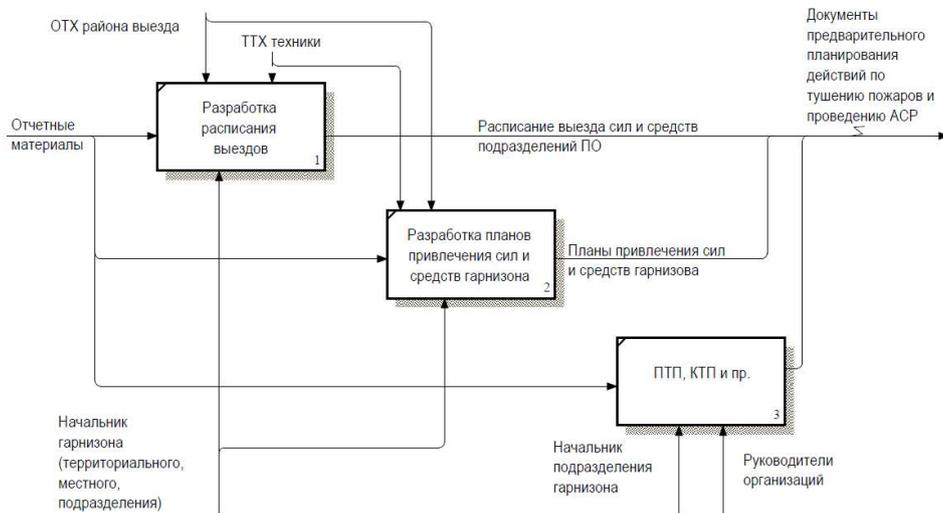


Рис. 14. Диаграмма процесса «Разработка документов предварительного планирования действий (этап планирования)»

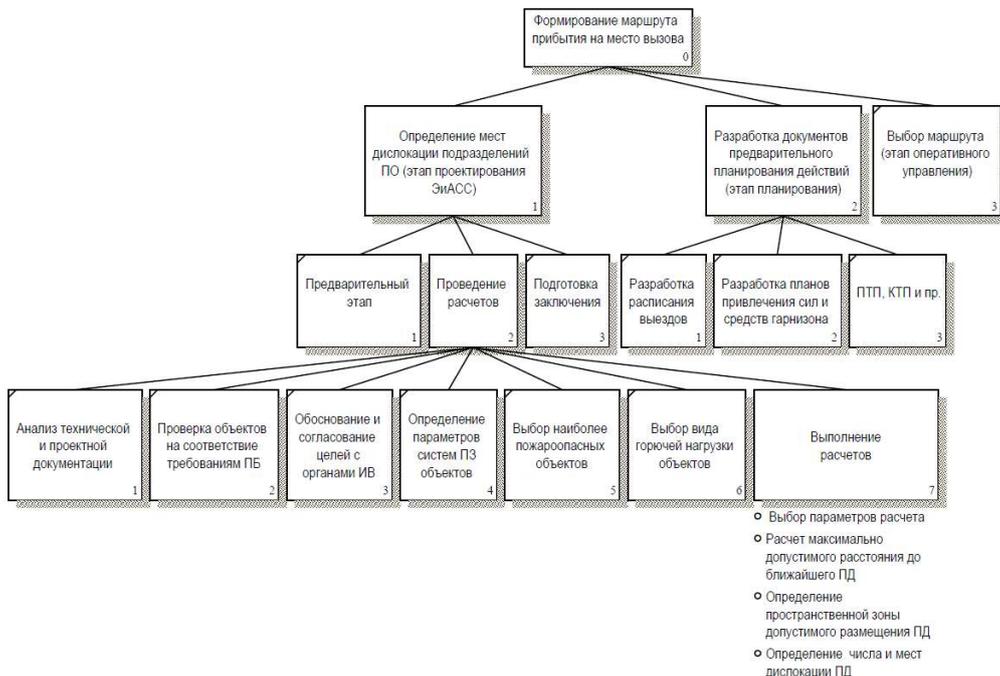


Рис. 15. Диаграмма дерева узлов модели формирования маршрута прибытия сил экстренного реагирования на место вызова

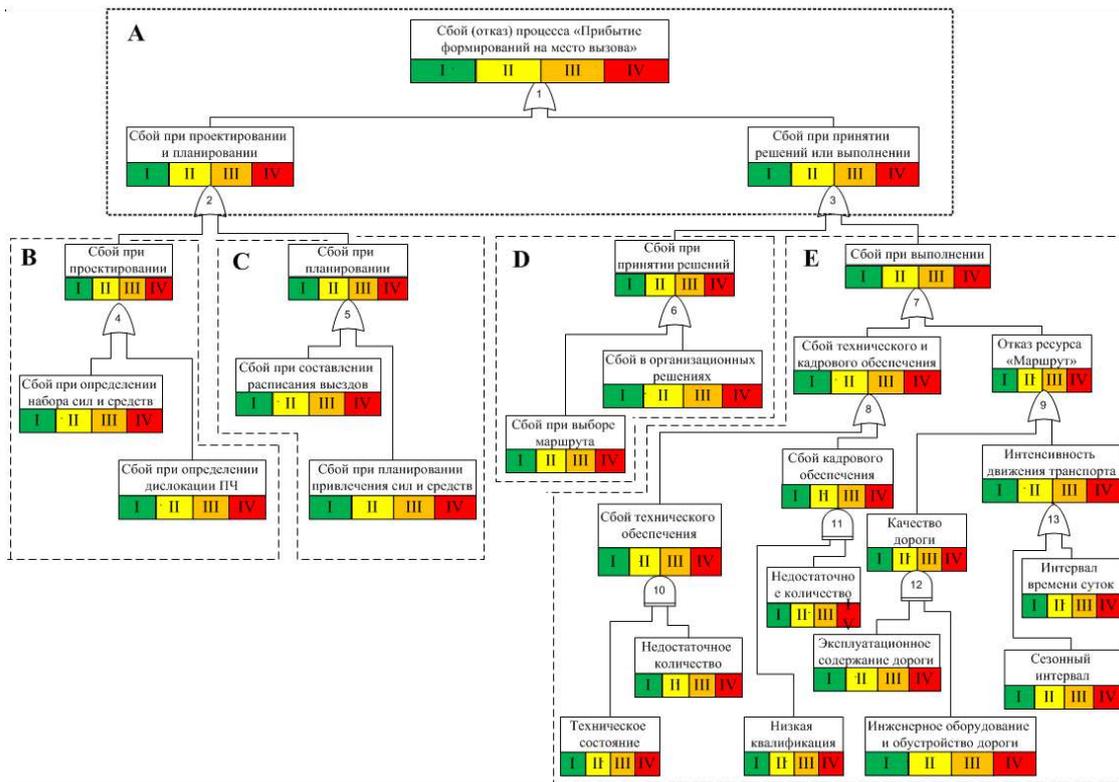


Рис. 16. Дерево отказов процесса прибытия формирований на место вызова

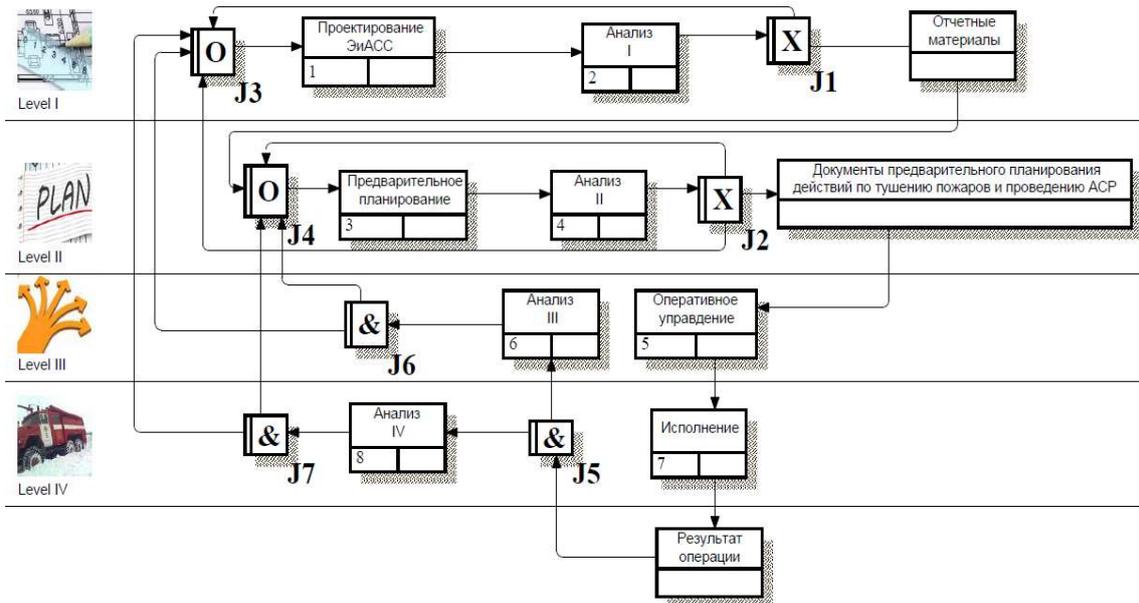


Рис. 17. Диаграмма SwimLane процесса «Формирование маршрута»

Для выявления степени влияния ухудшения состояния ресурсов на степень выполнения задачи экстренного реагирования разработана диаграмма дерева отказов процесса прибытия формирований на место вызова.

Диаграмма SwimLane процесса «Формирование маршрута» показывает распределение функций анализа и управления по уровням управления.

Применение разработанных моделей позволит сократить время прибытия экстренных служб на место вызова за счет обоснованного формирования оптимального маршрута на различных этапах управления системой экстренного реагирования.

Список литературы

1. Статистические данные о пожарах (загораниях) и последствиях от них в Российской Федерации за 2018 год. [электронный ресурс] /ЗАТО Звездный. Официальный сайт / Главная / Новости / МЧС России информирует. Отдел федераль-

ного государственного пожарного надзора ФГКУ «Специальное управление ФПС № 34 МЧС России». Архив новостей/ Режим доступа: <http://zvezdny.permareg.ru/Novosti/Novosti/2019/02/01/194648/>. Дата обращения 11.11.2019 г.

2. СП 11.13130.2009. Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и техника определения. (Расположение отделов пожарной службы. Процедура и методы определения).

3. Новиков, Д. А. Институциональное управление организационными системами [Текст] / Новиков Д. А. – М.: ИПУ РАН, 2003.

4. Новиков, Д. А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем [Текст] / Новиков Д. А. // М.: Фонд «Проблемы управления», 1999.

5. Новиков, Д. А. Структура теории управления социально-экономическими системами [Текст] / Новиков Д. А. // Управление большими системами. Выпуск 24. М.: ИПУ РАН, 2009

6. Есмагамбетов Т.У., Есмагамбетова М.М. Ситуационные центры как структурные единицы в составе МЧС // Актуальные вопросы образования и науки: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. 30 декабря 2013 г.: Часть 2. Тамбов, 2013. http://www.ucom.ru/doc/conf/2013_12_30_02.pdf

7. Есмагамбетов, Т. У. Анализ методов оценки надежности моделей экстренного реагирования в условиях чрезвычайных ситуаций / Есмагамбетов Т. У., Нань Фэн, Шиккульская О. М. // Материалы X Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научно-технического сотрудничества стран – участниц Евразийского экономического союза» - г. Астрахань, 9–11 ноября 2016 г., с. 273-278.

8. Есмагамбетов Т.У. Алгоритм реагирования при получении информации об угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций // Актуальные вопросы образования и науки: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. 30 декабря 2013 г.: Часть 2. Тамбов, 2013 http://www.ucom.ru/doc/conf/2013_12_30_10.pdf

9. Есмагамбетов Т.У., Шиккульская 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, Том 4, с. 68-72, ISSN 2412-6608.

10. Есмагамбетов Т.У., Шиккульская О.М. Информационно-аналитическая поддержка деятельности ситуационного центра МЧС / Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3-1. С. 18-23

11. Есмагамбетов Т.У., Шиккульский М.И., Шиккульская О.М. Реинжиниринг бизнес-процессов оперативной деятельности Карагандинского кризисного центра / Фундаментальные исследования. 2016. № 4-3. С. 490-494

12. Olga Shikulskaya, Timur Esmagambetov. Business Processes Modelling of the Karaganda Crisis Center Activity. American Journal of Operations Management and Information Systems. Vol. 2, No. 1, 2017, pp. 15-20. doi: 10.11648/j.ajomis.20170201.13

13. Есмагамбетов, Т. У. Модель оценки эффективности решения задач управления процессами экстренного реагирования как системы с многими состояниями / Есмагамбетов Т. У., Шиккульская О. М. // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 3 (29). С. 108–114.

14. Есмагамбетов, Т.У. Анализ работ в области исследования надежности систем с многими состояниями для адаптации технических методов к системам экстренного реагирования / Есмагамбетов Т.У., Шиккульская О.М. // Перспективы развития строительного комплекса. 2017. № 1. С. 109-112.

15. Esmagambetov, T.U. Определение местонахождения пожарных подразделений с учетом загруженности дорог / Esmagambetov T.U., Gaber J., Shikulskaya O.M. // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2018. № 1 (23). С. 44-52.

16. Есмагамбетов, Т.У. Функциональная модель процессов экстренного реагирования при пожаре (взрыве) на поверхностных объектах (стволах, обогатительных фабриках, разрезах) / Есмагамбетов Т.У., Богатырев И.Т., Попов Г.Н., Шиккульская О.М. // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2018. № 4 (26). С. 39-48.

17. Есмагамбетов, Т.У. Модель бизнес-процессов экстренного реагирования при пожарах на промышленных и строительных объектах / Есмагамбетов Т.У., Игаева А.Ю., Сариева О.И., Ватунский И.С., Шиккульская О.М. // Материалы Национальной научно-практической конференции: Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования. 2018. С. 54-62.

18. Есмагамбетов, Т.У. Функциональная модель процессов экстренного реагирования ситуационного центра при пожаре (взрыве) в шахте / Есмагамбетов Т.У., Рожкова О.А., Шиккульская О.М. // материалы Национальной научно-практической конференции Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования. 2018. С. 121-128.

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

Ссылка для цитирования:

Т. У. Есмагамбетов, О. М. Шиккульская. Моделирование трехуровневой системы управления процессами экстренного реагирования // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 118–124.

УДК: 519.876.5, 1. 624.9

АЛГОРИТМ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ АДАПТАЦИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

Д. А. Лысенко

Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

В данной статье рассмотрен подход к применению цифровых двойников объектов строительства. Обозначены современные тенденции к применению технологии создания цифровых двойников объектов строительства. Дано определение цифрового двойника объекта строительства. Обозначены проблемы, которые необходимо решить для применения цифровых двойников в строительстве. Определено ключевое свойство цифрового двойника объекта строительства – адаптивность. Описан метод автоматизированной адаптации цифровых двойников объектов строительства. Представлен алгоритм применения метода автоматизированной адаптации цифровых объектов строительства. Описаны основные шаги выполнения алгоритма автоматизированной адаптации цифрового двойника объекта строительства. Введены понятия коэффициента адаптации, постоянной времени, которые используются для описания моделей цифровых двойников объектов строительства.

Ключевые слова: цифровые двойники объектов строительства, адаптивность, автоматизированная адаптация, коэффициент адаптации, коэффициент постоянной времени.