

DOI 10.37882/2223–2966.2022.12.38

СПОСОБ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА

METHOD OF GRAPHICAL INTERPRETATION OF MANAGEMENT INFORMATION DURING FIRE EXTINGUISHING

**M. Shevtsov
A. Denisov
A. Voloshenko
S. Lebedev**

Summary. A method is presented for describing information flows in a fire by means of graphical interpretation of the work cycles of firefighting participants by constructing an incidence matrix. The actions of fire and rescue units at the place of the call to extinguish the fire and interact with life support services have been formalized. The work is a continuation of the authors' research based on the example of building an automaton with store memory described in earlier works.

Keywords: incident matrix, decision-making, graph, fire extinguishing manager, management information flows, fire and rescue units, life support services.

Шевцов Максим Викторович

Кандидат технических наук, Академия ГПС МЧС
России

shevtsovmv@mail.ru

Денисов Алексей Николаевич

Доктор технических наук, профессор, Академия ГПС
МЧС России

Волошенко Алексей Анатольевич

Академия ГПС МЧС России

Лебедев Сергей Павлович

Главное управление МЧС России по Ростовской
области

Аннотация. Представлен способ описания потоков информации на пожаре посредством графической интерпретации тактов работы участников пожаротушения путем построения матрицы инцидентности. Формализованы действия пожарно-спасательных подразделений на месте вызова по тушению очага возгорания и взаимодействия со службами жизнеобеспечения. Работа является продолжением исследований авторов, основанных на примере построения автомата с магазинной памятью, описанных в более ранних работах.

Ключевые слова: матрица инцидентности, принятие решений, граф, руководитель тушения пожара, потоки управленческой информации, пожарно-спасательные подразделения, службы жизнеобеспечения.

Информация в современном мире представляет собой важнейший ресурс, являющийся элементом потенциала практически любой организационной системы, предполагающий его эффективное применение для достижения поставленных целей [1].

Графы являются существенным элементом математических моделей в самых разнообразных областях науки и практики. Они помогают наглядно представить взаимоотношения между объектами и событиями в сложных системах [1].

Теоретико-графовые модели имеют широкое применение в математическом и инфографическом моделировании различных процессов и явлений. Особенную популярность они приобрели при решении задач управления социально-экономическими системами. Это обусловливается, во-первых, тем фактом, что графы представляют собой простейший вид структур, имеющих широкий спектр прикладных задач, а во-вторых, являются их интуитивной геометрической интерпретацией [2]. Математическая интерпретация процессов,

связанных с тушением пожаров и спасением людей, зачастую включает графические изображения различных состояний и переходов. В вопросах количественного и качественного описания управленческой информации также всё большую актуальность приобретают задачи разработки матрично-графовых моделей и алгоритмов, отображающих основные закономерности процедур взаимодействия всех должностных лиц при ликвидации пожара.

В ранних работах [3, 4] был предложен разработанный авторами алгоритм, сформированный на основе построения автомата с магазинной памятью, отображающий потоки управленческой информации, возникающие на месте вызова между пожарно-спасательными коллективами и иными участниками процесса пожаротушения, а также наглядный способ представления данного алгоритма в виде оперограммы процесса формализации потоков информации на пожаре.

С учетом открывшихся перспектив и желанием авторов продолжить указанные исследования [3, 4, 5, 6],

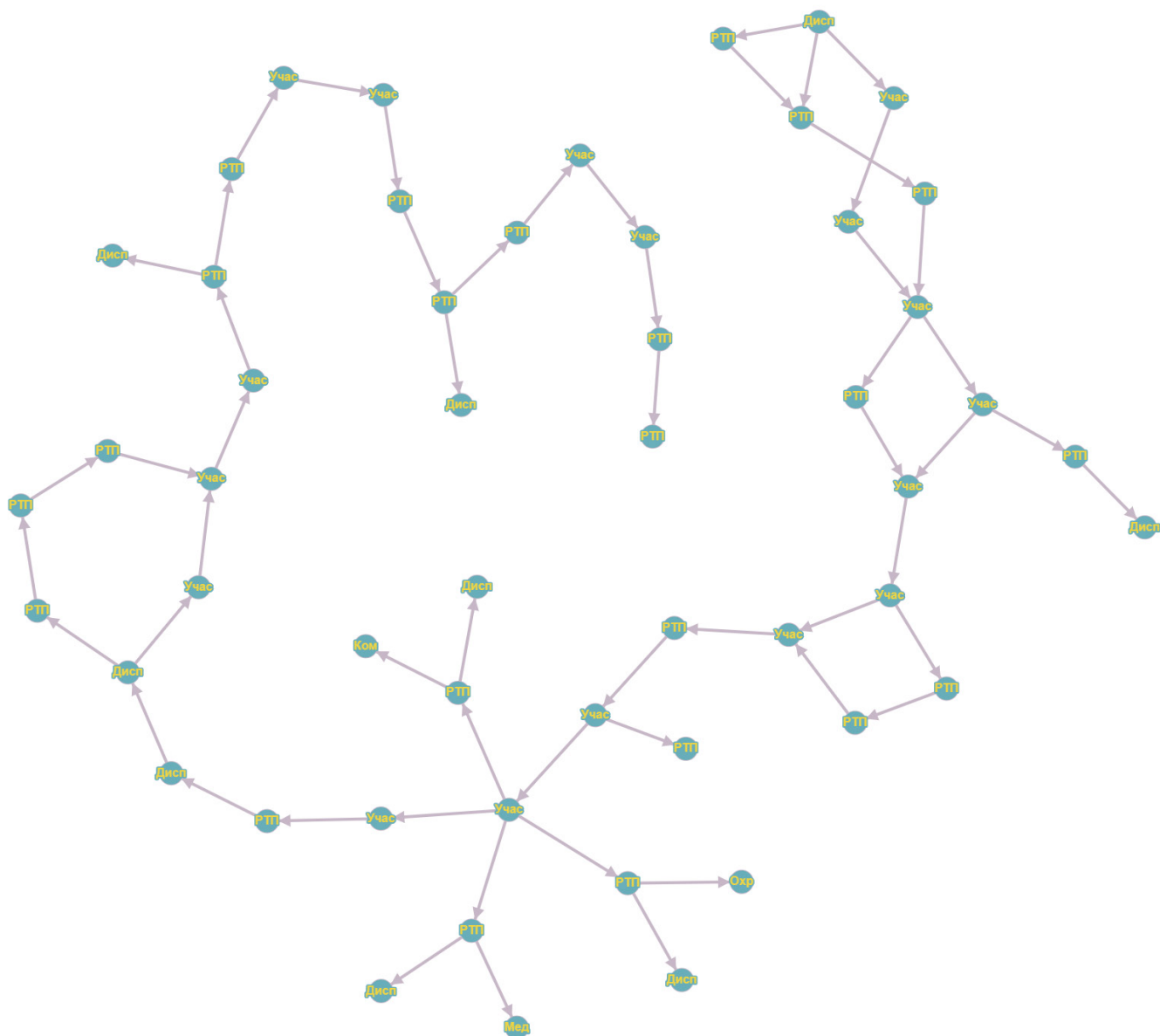


Рис. 1. Взаимодействие потоков управленческой информации на пожаре ранга № 1, представленное в виде ориентированного графа.

Условные обозначения:

РТП — вершина графа, характеризующая прием или передачу информации РТП;

Учас — вершина графа, характеризующая прием или передачу информации участниками пожаротушения;

Дисп — вершина графа, характеризующая прием или передачу информации диспетчером ПСЧ;

Охр — вершина графа, характеризующая прием или передачу информации службами охраны общественного порядка;

Мед — вершина графа, характеризующая прием или передачу информации бригадами медицинской помощи;

Ком — вершина графа, характеризующая прием или передачу информации коммунальными и аварийными службами.

в настоящей статье будет рассмотрена модель построения информационных потоков на месте вызова пожарного подразделения с помощью теории графов. Вследствие этого в ней будет представлен вариант создания графа потоков управленческой информации с использованием одной из форм его построения — матрицы инцидентности [7].

Различные методы построения упорядоченных связей ребер и дуг графов, являющимися двухэлементными подмножествами множества его вершин, позволяют проводить исследования с использованием функций матрицы инцидентности.

Это дает все основания предполагать, что совокупность всего комплекса задач, стоящих перед участниками пожаротушения, предопределяются элементами множеств, которые формируют отношения между ними (взаимосвязь вершин и ребер ориентированного графа).

Ребра графов являются не более чем двухэлементными подмножествами множества его вершин, а в дугах (ориентированных ребрах) эти вершины упорядочены, что отражается в матрице инцидентности графа приписыванием им чисел ± 1 — квадратных корней из единицы, имеющих нулевую сумму [8].

Так как ориентированный граф представляет собой совокупность множества вершин (строки матрицы) и множества направленных ребер (столбцы матрицы), преобразуем такты работы участников пожаротушения, описанные в работах [3, 4], в виде матрицы инцидентности. Элемент матрицы равен -1 , когда вершина графа является началом его ребра, и равен 1 в том случае, когда вершина является концом ребра данного графа. Нулевой показатель в матричной строке обозначает, что дуга и вершина графа неинцидентны по отношению друг к другу.

Результаты данных теоретических измышлений позволили авторам попробовать воплотить в жизнь один из вариантов построения ориентированного графа, своей структурной целостностью повторяющий взаимосвязь тактов работы пожарно-спасательного коллектива и представителей служб жизнеобеспечения непосредственно на месте вызова. В основе данной конструкции положен алгоритм, описанный в работах [3, 4], а в качестве инструментария использовался один из доступных программных продуктов с графическим интерфейсом, позволяющим визуализировать процессы, основанные на матричном представлении графов. В качестве примера, матрица инцидентности в целях описания одного из наиболее типовых сценариев пожара ранга № 1 [3] может быть представлена в следующем виде.

На основании представленной матрицы инцидентности граф потоков управленческой информации будет выглядеть как на рис. 1:

Матричная модель проектирования графов потоков информации на пожаре позволяет определить:

- ◆ общую схему потоков информации;
- ◆ взаимосвязь элементов системы управления при выполнении задач пожаротушения;
- ◆ количество компонентов системы управления;
- ◆ оптимальное соотношение выполняемых оперативно-тактических действий и их исполнителей;
- ◆ порядок формирования конечного результата при осуществлении мероприятий по ликвидации огня и спасению людей и имущества;
- ◆ степень реагирования участников пожаротушения на внешние угрозы и опасности.

Структура графа и порядок его взаимосвязей могут являться одной из форм оценивания процедур принятия решений и количественных показателей управленческой информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаева, Т.С. Представление информационных потоков с помощью теории графов / Т.С. Николаева // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. — 2008. — № 51. — С. 108–111. — EDN JVVWIZT.
2. Черненький В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем // Прикладная информатика. Т. 12. № 3 (69). М.: Изд-во Моск. фин.-пром. ун-та «Синергия», 2017. С 57–79.
3. Шевцов, М.В. Разработка алгоритма описания потоков информации между участниками пожаротушения методом контекстно-свободных грамматик / М.В. Шевцов, В.А. Онов // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. — 2021. — № 3. — С. 106–115.
4. Шевцов М.В. Применение графоаналитического метода в вопросах анализа потоков информации на месте вызова / Шевцов М.В., Денисов А.Н., Горбачёв И.Н. // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» в 2 ч. Ч. 1. — М.: Академия ГПС МЧС России. — 2022. — С. 233–237.
5. Шевцов М.В. Интегральная оценка руководства тушением пожара с использованием экспертной информации / Шевцов М.В., Денисов А.Н., Горбачёв И.Н. // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» в 2 ч. Ч. 1. — М.: Академия ГПС МЧС России. — 2022. — С. 237–242.

6. Денисов А.Н. и др. Метод оперативного управления пожарными подразделениями / Денисов А.Н., Журавлев Н.М., Захаревский В.Б., Шевцов М.В. // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XVII международной конференции. Москва, декабрь 2009 г. / Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. М.: РГГУ.— 2009.— С. 323–327.
7. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. — М.: СИНТЕГ, 2001. — 124 с.
8. Блюмин С.Л. Оргиперграфы: матричные представления // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». — М.: ИПУ РАН, 2010. — с. 22–39.

© Шевцов Максим Викторович (shevtsovmv@mail.ru), Денисов Алексей Николаевич,
Лебедев Сергей Павлович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Ростов-на-Дону