
ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЛИКВИДАЦИЕЙ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ТРАНСПОРТЕ

А.К. Черных, доктор технических наук, доцент;

А.А. Скопцов, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Предложен концептуальный подход к синтезу информационной системы, реализующей оптимальное управление силами и средствами МЧС России в условиях чрезвычайной ситуации регионального характера, характеризуемой ограниченными пропускными способностями сети автомобильных дорог региона.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, силы и средства МЧС России, транспорт, информационная система, управление

CONCEPT OF USING THE INFORMATIONAL SYSTEM IN THE MANAGEMENT OF THE ELIMINATION EMERGENCIES ON TRANSPORT

A.K. Chernykh; A.A. Skoptsov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Suggested the conceptual approach to the synthesis of the informational system that implements the optimal control of forces and means of EMERCOM of Russia in emergencies of a regional nature, characterized by limited bandwidth capabilities of the network of roads in the region.

Keywords: emergencies, means of EMERCOM of Russia, transport, informational system, management

Сроки завершения работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) на объектах (в качестве объектов будем рассматривать те объекты региона, которые при возникновении ЧС нуждаются в ликвидации её последствий), проводимых в условиях крупной ЧС регионального характера, зависят не только от сроков прибытия на объекты сил и средств МЧС России, но и от сроков подачи на эти объекты материальных (специальных) средств, необходимых для ликвидации последствий ЧС. Так, для тушения пожара на охраняемом объекте может понадобиться подвоз к нему дополнительных объёмов огнетушащих веществ, в том числе и воды.

Объёмы и сроки подачи на объекты необходимых для ликвидации последствий ЧС материальных средств определяются рядом факторов, важнейшими из которых являются расположение баз и складов с материальными средствами; наличие автотранспорта, способного выполнить подвоз необходимых для ликвидации последствий ЧС материальных средств; пропускные способности автомобильных дорог в зоне ЧС с учетом

их загруженности движением автотранспорта других министерств, участвующих в ликвидации последствий ЧС, а также населения.

Поэтому создание информационной системы, осуществляющей моделирование и расчёт сроков завершения работ по ликвидации последствий ЧС на указанных объектах, проводимых в условиях крупной ЧС, учитывающей при расчётах вышеприведенные факторы, является актуальной задачей. Понятно, что моделирование сроков завершения работ по ликвидации последствий ЧС на объектах должно реализовываться в информационной системе заблаговременно в целях прогнозирования возможных последствий ЧС.

Актуальность данной работы также подтверждается периодической публикацией работ, посвящённых информационным системам, разрабатываемым и реализуемым в министерстве [1, 2].

В статье предлагается концепция технологии реализации расчётов для указанной информационной системы (рис. 1).

Охарактеризуем представленную на рис. 1 информационную систему, динамически (при изменении исходных данных) реализующую расчёты (моделирование) сроков завершения работ по ликвидации последствий ЧС на объектах с целью принятия оперативных и обоснованных решений на применение сил и средств МЧС России.

В этих целях сначала приведём входящие в состав блока расчётов информационной системы математические модели, реализуемые с автоматизированного рабочего места должностного лица органа управления (АРМ ДЛ ОУ), осуществляющего информационную поддержку управления ликвидацией последствий ЧС на объектах ЧС, на основе использования которых можно автоматизировать необходимые расчеты.

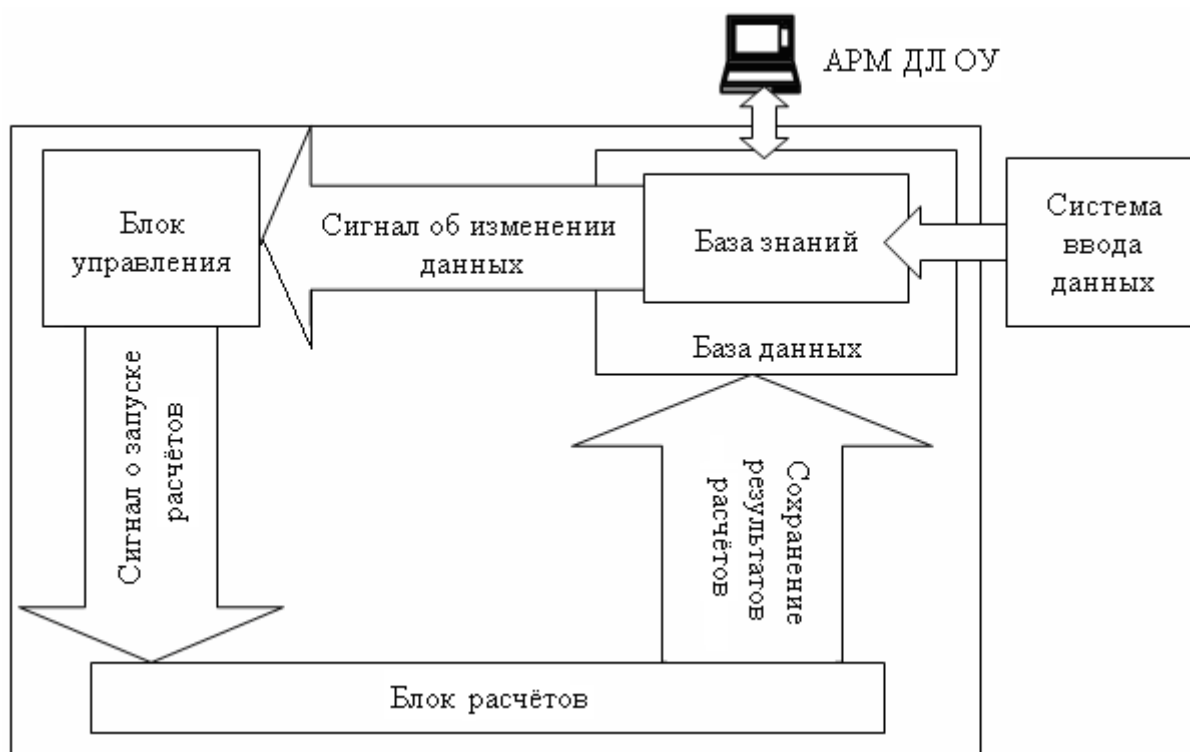


Рис. 1. Концептуальная схема динамической реализации расчётов информационной системы

К их числу относятся:

– модель отыскания оптимальных маршрутов выдвижения сил и средств МЧС России к объектам;

– модель отыскания расстояний подвоза материальных средств между поставщиками (в качестве поставщиков материальных средств могут выступать склады, базы и предприятия промышленности) и потребителями (в качестве потребителей материальных средств выступают различные формирования МЧС России, участвующие в ликвидации последствий ЧС) материальных средств, в которой определяются оптимальные, по критерию минимизации протяжённостей, маршруты подвоза потребителям материальных средств. Необходимо отметить, что существует классическая транспортная задача, в которой минимизируются стоимости перевозок [3];

– модель прикрепления сил и средств МЧС России на снабжение к источникам пополнения материальных средств, в которой оптимальным образом для каждого потребителя выбирается поставщик необходимых ему материальных средств;

– модель расчёта сроков ликвидации последствий ЧС на объектах региона. Один из подходов к построению такой модели предложен в работе [4];

– модель распределения автомобильного транспорта, который должен осуществлять подвоз материальных средств в интересах потребителей материальных средств, в которой оптимизируется эффективность использования указанного автомобильного транспорта (например, минимизируется показатель затрат на перевозки или показатель «тонно-километры»).

Использование указанных математических моделей позволит выработать оптимальные решения на применение сил и средств МЧС России при ликвидации ими последствий ЧС.

Отдельной функцией расчётного блока должна использоваться модель, реализацию которой необходимо осуществлять в условиях ограниченных пропускных способностей автомобильных дорог в зоне ЧС (указанную модель в дальнейшем будем именовать имитационной моделью функционирования автомобильного транспорта – ИМФАТ). Расчёты сроков прибытия к объектам в этих условиях как формирований МЧС России, так и автомобильного транспорта с материальными средствами (естественно, что для этой категории участников ликвидации последствий ЧС необходимо учитывать (моделировать) продолжительность (процесс) погрузочно-разгрузочных работ автомобилей) осуществляется с использованием имитационной модели, которая итерационно, на основе данных о пропускных способностях автомобильных дорог, получаемых с использованием системы ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система – Российская система глобального позиционирования) и допустимых скоростей движения автотранспорта по ним, позволяет рассчитывать (моделировать) процесс выдвигания автомобильных колонн и отдельных автомобилей сил и средств МЧС России, включая автомобильный транспорт с материальными средствами (МС) по запланированным, на основе вышеуказанных моделей, маршрутам. Подчеркнём, что указанную модель необходимо разработать на основе принципа оптимальности Беллмана [5].

Отметим также, что ГЛОНАСС при осуществлении связи с его региональной вычислительной сетью (РВС) может осуществлять, в интересах МЧС России, спутниковый мониторинг его транспортных средств в части, касающейся оптимизации маршрутов, мониторинга текущего положения транспорта на карте, контроля графика движения и навигации в незнакомых местах [6] (рис. 2).

Охарактеризуем теперь технологию работы информационной системы (рис. 2) при ликвидации последствий ЧС.

В блоке расчётов, представленном на рис. 2, должна быть реализована, в рамках компьютерного приложения «MS Project», упомянутая ранее модель расчёта сроков ликвидации последствий ЧС на объектах региона. На рис. 3. приведены укрупнённые расчёты, выполненные для двух вариантов применения сил и средств МЧС России при ликвидации последствий ЧС на объекте, в рамках компьютерного приложения «MS Project».

Расчёт продолжительности ликвидации последствий ЧС на объектах региона осуществляется здесь на основе сетевой модели по методу критического пути – МКП [7].

При этом заметим, что во второй графе таблицы представлены планируемые работы, которые должны быть выполнены в целях ликвидации последствий ЧС на объекте.

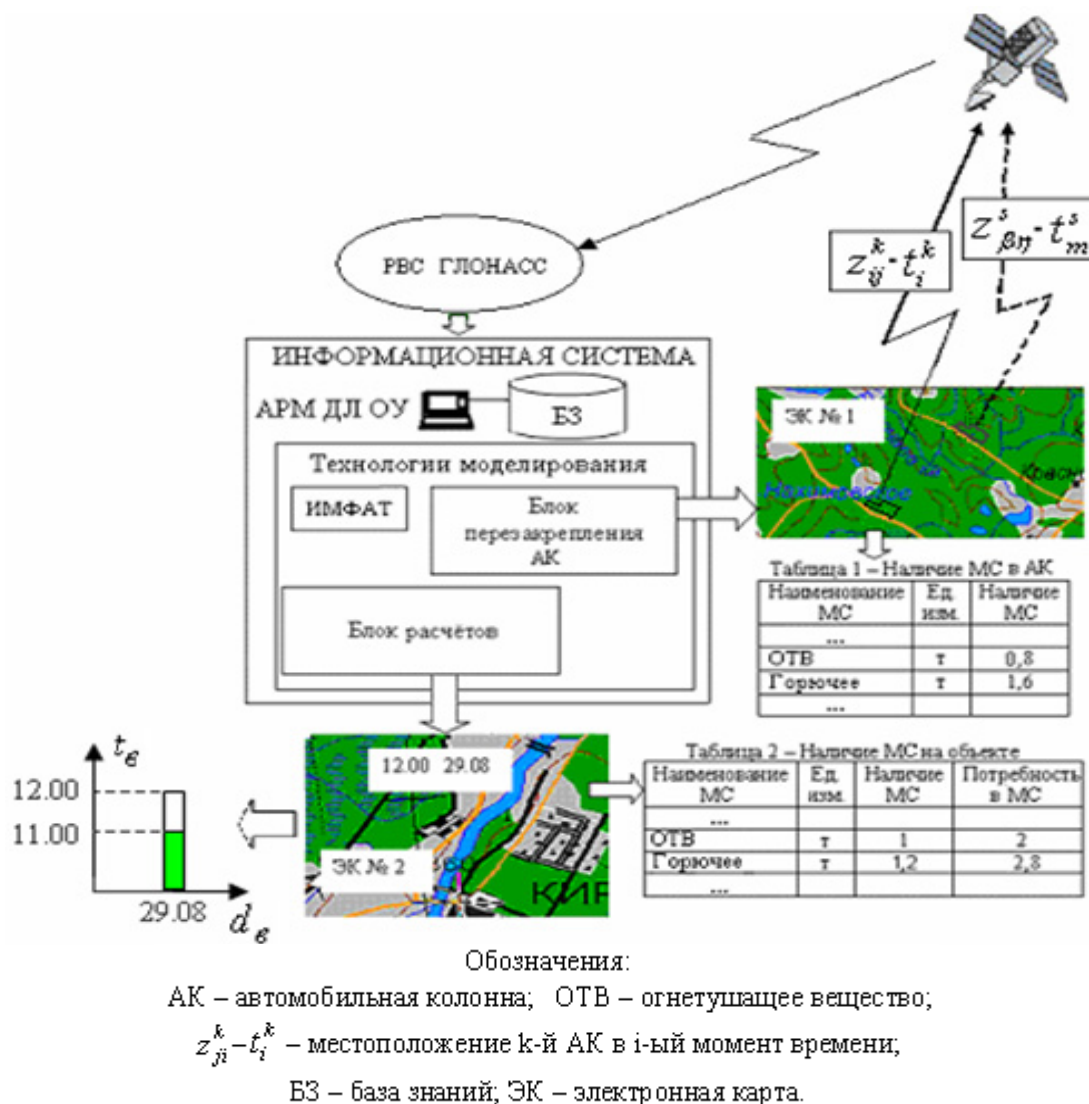


Рис. 2. Концептуальная схема динамического моделирования (расчёта) сроков ликвидации последствий ЧС на объектах региона

В первой таблице рис. 3 представлен фрагмент смоделированной ситуации, в которой материальные средства, необходимые для ликвидации последствий ЧС на объекте, имеются в полном объёме (продолжительность ликвидации последствий ЧС – 5,25 ч), во второй таблице рисунка представлен фрагмент смоделированной ситуации, в которой указанные материальные средства подаются на объект с задержкой по отношению к сроку их необходимого наличия в 1 ч.

Следует отметить, что возможны случаи, когда кроме планируемых работ, которые должны быть выполнены в целях ликвидации последствий ЧС на объекте и заранее включены в одну из таблиц приложения «MS Project» (рис. 3), готовых для реализации соответствующих расчётов, появляются внеплановые работы. В этом случае появившиеся дополнительные работы должны быть включены в соответствующую таблицу приложения «MS Project», находящуюся в информационной системе, автоматически, с использованием имеющихся вычислительных сетей МЧС России. Проведённый таким образом информационный обмен позволяет придать большую обоснованность результатам реализации модели расчёта сроков ликвидации последствий ЧС на объектах региона.

$$L_{ij}^* = \min_i \{L_{ij}^l\}$$

при ограничении:

$$PS_{k_1, k_2} > 0 \text{ для } \forall (k_1, k_2) \in M_{ij}^*,$$

где $K = \{k : k = \overline{1, N}\}$ – множество узлов транспортной сети (поставщики МС, потребители МС и транспортные объекты, разрушение которых препятствует бесперебойному движению автотранспорта); (k_1, k_2) , где $k_1, k_2 \in K$ – участок транспортной сети, ограниченный узлами k_1 и k_2 ; PS_{k_1, k_2} – пропускная способность участка (k_1, k_2) , авт./сут.; L_{k_1, k_2} – протяженность участка (k_1, k_2) , км. В случае отсутствия однозвенного пути, соединяющего k_1 с k_2 , а также при $PS_{k_1, k_2} = 0$ определим $L_{k_1, k_2} = B$ (км), где B – достаточно большое число; i – номер узла-поставщика МС; $I \in K$ – множество узлов-поставщиков МС; j – номер узла-потребителя МС; $J \in K$ – множество узлов-потребителей МС; M_{ij}^l ($l=1, 2, \dots$) – множество узлов транспортной сети, определяющих l маршрут от i узла до j узла (от поставщика до потребителя); L_{ij}^l – протяженность M_{ij}^l маршрута, км; M_{ij}^* – множество узлов транспортной сети, определяющих маршрут минимальной протяженности от i узла (поставщика) до j узла (потребителя); L_{ij}^* – протяженность маршрута минимальной протяженности – M_{ij}^* , км.

Следует отметить, что необходимые модели блока расчётов инициализируются по сигналу в БЗ « z_{ij}^k и t_i^k – приняты». Такая операция реализуется, например, на основе «демон»-процедур методами искусственного интеллекта [8]. По данному сигналу происходит расчёт срока ликвидации последствий ЧС на объекте с последующей визуализацией его на ЭК № 2 в формате «время-дата» (рис. 2).

Таким образом, технология реализации СПО заключается в непрерывном (динамическом) решении комплекса моделей, позволяющем представлять текущие (актуальные) показатели расчётов на электронных картах в реальном масштабе времени. В этом и заключается концепция использования информационной системы при управлении ликвидацией последствий ЧС в режиме динамического моделирования (расчёта) сроков ликвидации последствий ЧС на объектах региона.

При этом за счет непрерывного автоматизированного решения предлагаемых математических моделей, реализующих расчёт сроков ликвидации последствий ЧС на объектах региона, предполагается повышение как оперативности получения управленческой информации, так и обоснованности планирующих документов и управленческой информации в ходе ликвидации последствий ЧС регионального характера. Отметим, что оценку эффективности, предлагаемой в статье информационной системы, можно провести на основе математического аппарата, изложенного в работе [9].

Литература

1. Малыгин И.Г., Сильников М.В. Интеллектуальные системы транспортной безопасности // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 1 (29). С. 6–13.
2. Васьков В.Т., Малыгин И.Г., Плотников Ю.А. Автоматизированная геоинформационная система поддержки принятия решений по управлению оперативными подразделениями пожарной охраны // Проблемы управления рисками в техносфере. 2011. № 1 (17). С. 58–66.

3. Вагнер Г. Основы исследования операций. М.: Мир, 1972. Т. 1.
4. Маслаков М.Д., Черных А.К. Об оценке срока выполнения одного класса комплексных работ на связных множествах объектов на основе математического моделирования // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 1 (29). С. 73–80.
5. Беллман Р., Калаба Р. Динамическое программирование и современная теория управления. М.: Наука, 1969.
6. Тольга А.В., Воронина А.Д. Системы спутникового мониторинга транспорта // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки: сб. науч. трудов по материалам Междунар. науч.-практ. конф. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. Ч. 3.
7. Таха Х.А. Введение в исследование операций. М.: Изд. дом «Вильямс», 2001.
8. Джексон П. Введение в экспертные системы. М.: Изд. дом «Вильямс», 2001.
9. Маслаков М.Д., Багрецов С.А., Черных А.К. Об одном подходе к оценке эффективности математических моделей // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 3 (27). С. 67–73.