

УДК 681.5:614.844

ЗАДАЧА КООРДИНАТОРА И ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Мельник В.П.

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля

e-mail: fire@fire.ck.ua

Для поддержки принятия решений для обеспечения техногенной безопасности перевозки опасных грузов автомобильным транспортом, а также предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций рассмотрены принципы координации поддержки принятия решений в информационной среде Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям.

In order to support the decision for providing technological safety during the carriage of dangerous goods by road, as well as to prevent and eliminate the emergency situations there were disclosed the principles of coordination of decision support in the information sphere of the State Emergency Service of Ukraine.

(Поступила в редакцию 22 июля 2014 г.)

Введение

Каждый год на Украине транспортными средствами перевозится свыше 900 миллионов тон грузов (в том числе большое количество опасных), свыше 3 миллиардов пассажиров. На железнодорожный транспорт приходится около 60 % грузовых перевозок, автомобильный – 26 %, речной и морской – 14 %. Поскольку транспортом перевозится свыше 15 % потенциально опасных грузов (взрывоопасные, пожароопасные, химические и другие вещества), угроза жизни и здоровью людей, которые находятся на пути транспортировки, увеличивается.

Большое количество аварий при перевозке опасных грузов разными видами транспорта часто влечет за собой тяжелые последствия, заставляют международное сообщество постоянно совершенствовать системы безопасности и контроля при перевозке таких грузов. На сегодня в мире используются десятки тысяч разных химических соединений, причем ежегодно их количество увеличивается на 200-1 000 новых веществ [1].

Требования к обеспечению безопасности при перевозке опасных грузов применяются с целью приведения к минимуму рисков или ненадлежащего применения опасных грузов, в результате чего может возникнуть угроза здоровью и жизни людей, имуществу и окружающей среде.

При перевозке опасных грузов автомобильным транспортом классификация опасных грузов (опасных отходов) осуществляется на основании критериев, разработанных Комитетом экспертов ООН и приведенных в части 2 ДОПОГ (Европейское соглашение о международных дорожных перевозках грузов) / ADR [2].

Предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) при перевозке опасных грузов сегодня должно включать в себя: информационную поддержку сил и средств Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям (ГСЧС Украины); мониторинг транспортного средства; мониторинг за состоянием лиц, которые принимают участие в перевозке; прогнозирование возможных ситуаций и развитие событий при перевозке опасного груза; ситуационное направление транспорта для предупреждения и ликвидации ЧС; возможность восстановить полную картину события, используя данные

«черного ящика»; создание безопасного коридора и маршрут прохождения к месту назначения с координацией в автоматическом режиме с аварийными службами.

Технический прогресс в любой области экономики тесно связан с проблемой обеспечения техногенной безопасности, так как он неизбежно способствует увеличению степени риска возникновения ЧС и размера возможного убытка от них. Все это ставит проблему обеспечения техногенной безопасности объектов народного хозяйства в один ряд с наиболее актуальными народнохозяйственными задачами и нуждается в развитии теоретических основ и методов системотехники, информатики, системного анализа, теории принятия решения, искусственного интеллекта [3].

Результаты. Большая опасность, которую концентрируют в себе опасные вещества во время перевозок, требует от нас не только проводить мониторинг и своевременно предупреждать о возможном возникновении ЧС, но также максимально возможно владеть информацией о характеристике опасного груза, что даст возможность подразделениям ГСЧС Украины успешно отреагировать на ЧС в случае ее возникновения. На сегодняшний день при перевозке опасных грузов подразделения ГСЧС Украины теряют значительную часть времени на выяснение информации о характеристике опасного груза и его свойствах, что зачастую препятствует принятию правильного решения по использованию необходимых сил и средств на месте ЧС. Автором предложена ранее не существующая (рис. 1) модель системы информационной поддержки принятия решений ГСЧС Украины для обеспечения техногенной безопасности перевозки опасных грузов [5].

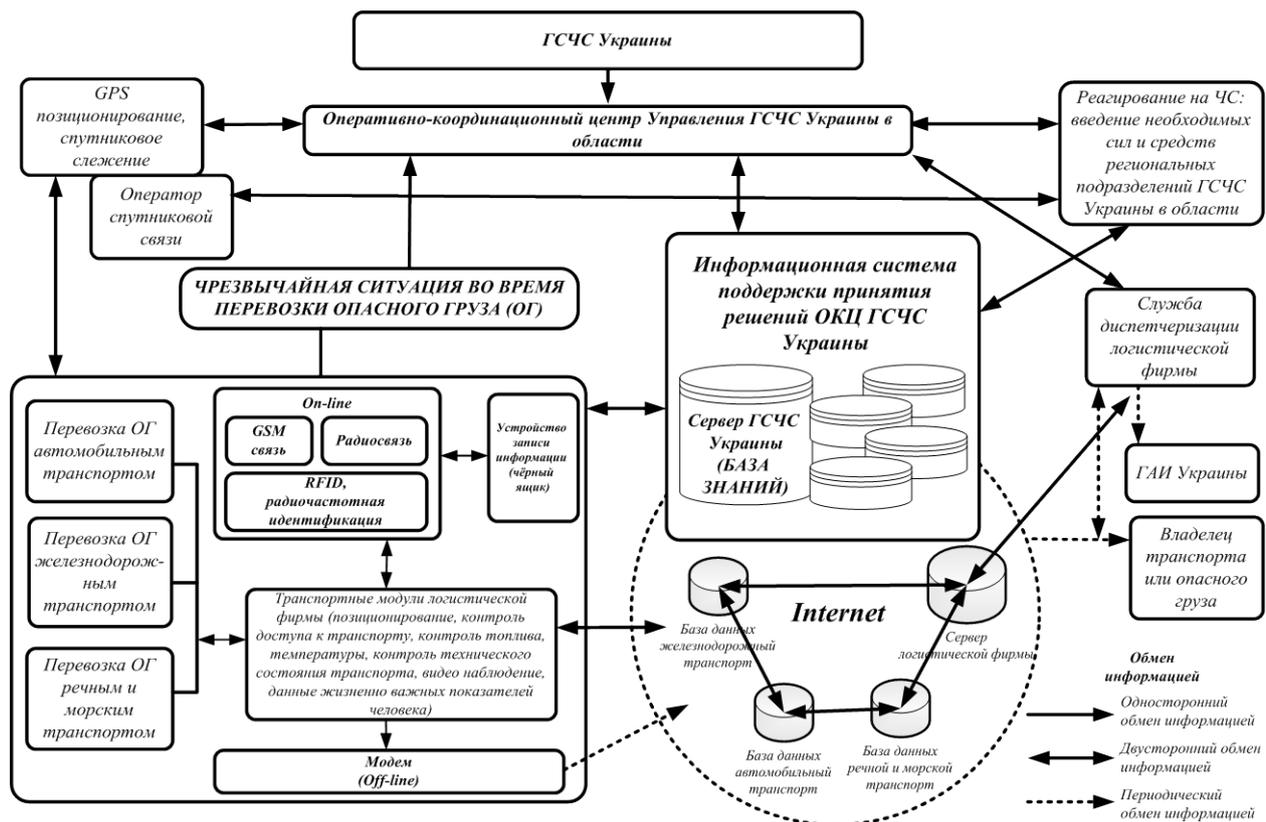


Рисунок 1 – Модель системы информационной поддержки принятия решений ГСЧС Украины для обеспечения техногенной безопасности перевозки опасных грузов

Для реализации предложенного в модели подхода возникает необходимость решать важную научно-техническую задачу, повышения безопасности транспортировки опасных грузов и участия ГСЧС Украины в системе опасных грузоперевозок нашего государства.

На сегодня остаются не решенными следующие задачи мониторинга безопасности перевозок опасных грузов:

- отсутствие автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений в структуре ГСЧС Украины над процессом перевозки опасных грузов;
- необходимость определения ГСЧС Украины местоположения транспортного средства в случае возникновения ЧС при перевозке опасных грузов;
- необходимость оптимизации и координации действий региональных подразделений ГСЧС Украины по организации ликвидации ЧС, связанной с перевозкой опасных грузов;
- отсутствие системы прогнозирования возникновения возможных ЧС и расчета рисков к началу транспортировки опасного груза, последствий ЧС, связанных с транспортировкой опасного груза;
- необходимость своевременного предупреждения возникновения ЧС и предоставление возможности проведения анализа ЧС, связанной с перевозкой опасных грузов;
- повышение эффективности системы обеспечения безопасности транспортировки опасных грузов (безопасность населения, водителей транспортных средств, опасного груза, транспортного средства и окружающей среды);
- несогласование действий между экстренными службами при ликвидации ЧС, связанной с опасными грузоперевозками;
- на государственном уровне законодательно отсутствуют нормы, которые регламентируют роль ГСЧС Украины (кроме ликвидации последствий ЧС) во время транспортировки опасных грузов.

Рассматривая вопрос количественного определения информации (данные мониторинга) об опасном грузе, который транспортируется, необходимо иметь в виду, что широкое ее использование в практике работы спасательных подразделений ГСЧС Украины, сложный характер ее движения и взаимодействие с разными подразделениями и службами, требуют обработки и соблюдение определенных норм информационного поведения.

Современные технологии разрешают в полной мере вести круглосуточный мониторинг за безопасностью перевозок опасных грузов различными видами транспорта, что дает возможность создать информационную систему поддержки принятия решений в областных оперативно-координационных центрах (ОКЦ) ГСЧС Украины (рис. 2).

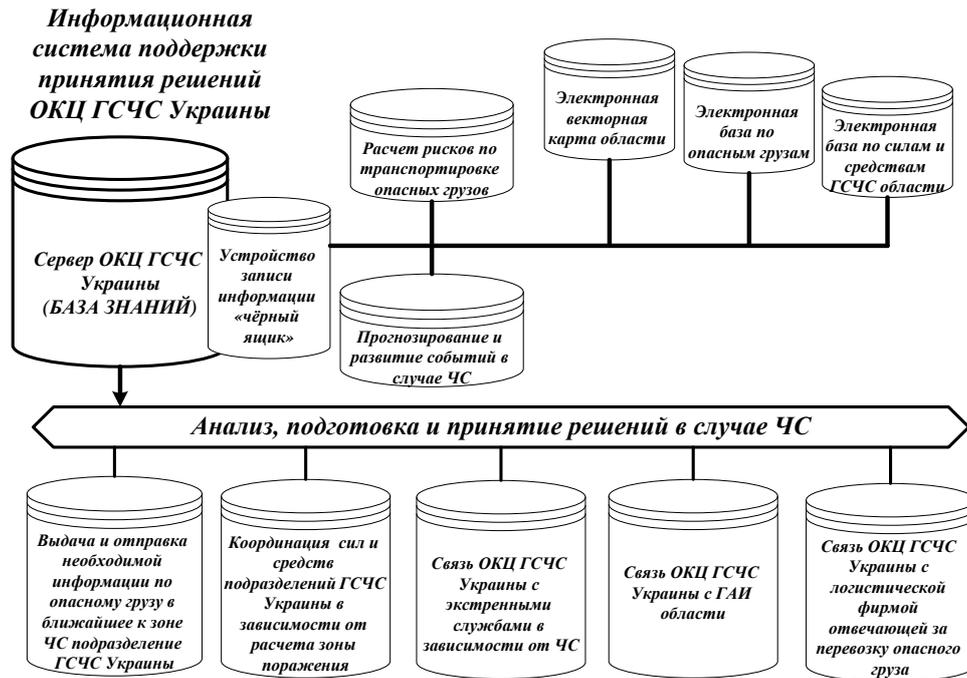


Рисунок 2 – Информационная система поддержки принятия решений областного ОКЦ ГСЧС Украины

Но, как показывает мировая практика, большая часть ЧС, возникающих во время перевозок, основывается на человеческом факторе. Проблему составляет достоверность и скорость информации, которую получают подразделения ГСЧС Украины, задействованные в ликвидации ЧС, связанных с перевозкой опасных грузов.

Обсуждение. Рассмотрим ранее не рассматриваемую задачу координации и задачу координатора в среде «информационная система поддержки принятия решений областного ОКЦ ГСЧС Украины», которые представлены автором на рис. 2.

Задача координатора состоит в оказании на нижестоящие элементы системы такого влияния, которое приводит к желательным в некотором заранее установленном смысле результирующим взаимодействиям (прогнозирование взаимодействий, развязывание взаимодействий, оценка взаимодействий, реакция на взаимодействия) [6].

Задача координации считается решенной, если глобальная задача оптимизации считается заданной, а локальные оптимизационные задачи параметризуются в результате подачи координирующих сигналов, то задача координатора состоит фактически в том, чтобы найти оптимальный координирующий сигнал (если таковой существует). Конкретная математическая задача, решаемая координатором, тогда должна быть такой, чтобы ее решение являлось искомым оптимальным координирующим воздействием. Основная трудность состоит в конкретизации этой задачи (местоположения транспортного средства связанного с перевозкой опасных грузов, последствий ЧС связанных с транспортировкой опасных грузов, время прошедшее с момента дорожно-транспортного происшествия (ДТП) связанного с транспортировкой опасных грузов).

Принцип согласования. При использовании принципа согласования способ координации строится на «развязывании» взаимодействий, и поэтому в распоряжении координатора имеется лишь метод координации путем изменения целей. Проанализируем две частные формы принципа согласования.

Согласование взаимодействий. Эта частная форма принципа согласования, можно выразить ее следующим предложением:

$$(\forall \gamma)(\forall x^\gamma)(\exists \hat{m}) \{ [(m, u) = x^\gamma \text{ и } K(m) = u] \Rightarrow m = \hat{m} \} \quad (1)$$

где γ – координирующие сигналы;
 m – управляющие сигналы (управляющие входы);
 \hat{m} – (оптимальное) управляющее воздействие;
 K – функция взаимодействия подпроцессов;
 x – связующие сигналы;
 u – связующие входы.

Принцип утверждает, что глобально оптимальное управляющее воздействие выработанное координатором обеспечивается оптимальными локальными решениями всякий раз, когда связующие входы согласованы. Рассмотрим основные действия диспетчера ОКЦ ГСЧС Украины в случае с ДТП связанного с транспортировкой опасных грузов: запрос соответствующих подразделений, для выполнения задачи по ликвидации ЧС; постановка задачи по введению необходимых сил и средств, необходимых для ликвидации ЧС; контроль потока оперативной информации по ЧС; запрос на введение дополнительных сил и средств ГСЧС Украины; связь с экстренными службами в зависимости от сложности ЧС; при этом руководствуясь поддержкой автоматизированного рабочего места (АРМ) «получая рекомендации от программных средств в которых заложены типовые рекомендации». Контролирует перемещения сил и средств с помощью программных средств «Геоинформационная система поддержки принятия решений для ликвидации чрезвычайных ситуаций во время перевозки опасных грузов».

Согласовывают качество поддержки принятия решений информационной системой областного ОКЦ ГСЧС Украины.

При такой форме принципа согласования сравниваются локальные затраты сил и средств ГСЧС (функции качества).

Пусть для каждого γ из n – множество координирующих сигналов ГСЧС, отображение $\bar{g}_\gamma : M \times U \rightarrow V^n$ определяется в виде:

$$\bar{g}_\gamma(m, u) = (g_{1\gamma}(m_1, u_1), \dots, g_{n\gamma}(m_n, u_n)). \quad (2)$$

Принцип согласования функций качества выражается тогда предложением (3), смысл которого сводится к тому, что глобально оптимальное управляющее воздействие складывается из оптимальных локальных решений всякий раз, когда согласованы ожидаемые и фактические локальные затраты (количество средств ГСЧС отвечает количеству сил ГСЧС):

$$(\forall \gamma)(\forall x^\gamma)(\exists \hat{m}) \{ [(m, u) = x^\gamma \text{ и } g_\gamma(m, K(m)) = g_\gamma(m, u)] \Rightarrow m = \hat{m} \}. \quad (3)$$

Концепции «линейной» координации с позиций общей теории систем.

Цель координатора в каждый момент координации состоит в том, чтобы повлиять на локальные решающие элементы так, чтобы их действия давали в результате улучшение глобальной функции качества (выбор соответствующего подразделения ГСЧС Украины, которое по своим функциональным характеристикам отвечает запрошенным требованиям). Глобальная задача, стоящая перед двухуровневой системой в каждый момент координации, является, таким образом, задачей улучшения или нахождения удовлетворительного управления, но не задачей оптимизации.

Основные понятия. Пусть двухуровневая система задана следующим образом. Процесс, управляемый двухуровневой иерархической системой, состоящей из координатора

(диспетчера ОКЦ ГСЧС) и локальных решающих элементов (подразделения ГКСЧС), определяется отображением $P: M \times \Omega \rightarrow Y$, где Ω – множество внешних воздействий или, в более абстрактном виде, заданное множество неопределенностей. Предположим, что существует глобальная функция затрат сил и средств $g: M \times \Omega \rightarrow V$, где V – такое линейно упорядоченное множество, что для данного подмножества управляющих воздействий $M^f \subseteq M$ глобальная задача улучшения может быть сформулирована следующим образом: найти управляющее воздействие \hat{m} в M , такое, что $g(m, \omega) < g(\hat{m}, \omega)$, для всех ω на Ω , где \hat{m} – определенное эталонное управляющее воздействие, принадлежащее M , а ω – сигналы (входы), представляющие собой внешние возмущения, поступающие из окружающей среды. Множество M^f называется множеством допустимых управляющих воздействий (обеспечить личный состав средствами технического вооружения и командами на выполнение поставленных задач).

Глобальную функцию затрат g можно выразить через процесс в целом P и некоторую функцию оценки затрат G , определенную как $M \times Y$ в виде:

$$g(m, \omega) = G(m, P(m, \omega)). \quad (4)$$

Такая интерпретация не является необходимой, но может оказаться полезной из-за своей наглядности.

По отношению к глобальной функции затрат g теперь можем установить предпочтительность различных управляющих воздействий. Предпочтительность находится в прямой зависимости от значений g на Ω . Более строго говоря, g индуцирует в M упорядочение, выражаемое отношением \succ , такое, что для всех m и m' из M :

$$m \succ m' \text{ тогда и только тогда, когда} \\ g(m, \omega) < g(m', \omega) \text{ для всех } \omega \text{ из } \Omega. \quad (5)$$

Если $m \succ m'$, будем говорить, что m предпочтительнее m' . Следовательно, глобальная задача улучшения формулируется так: известно эталонное управляющее воздействие \hat{m} , найти в M^f управляющее воздействие, которое предпочтительнее \hat{m} .

В общем случае вместо эталонного управляющего воздействия может быть задана специальная, так называемая «критериальная», функция $\tau: \Omega \rightarrow V$, которая служит для определения допустимого уровня значения функции качества. В этом случае глобальная задача состоит в том, чтобы найти управляющее воздействие \hat{m} , при котором $g(\hat{m}, \omega) < \tau(\omega)$ для всех ω из Ω . Проблему такого типа рассмотрим не как задачу улучшения, а как задачу удовлетворительного управления, чтобы подчеркнуть тот факт, что эталонное управление не всегда определяет допустимый уровень функции качества.

Примем, что процесс ликвидации ЧС в целом P состоит из n связанных между собой подпроцессов (получить информацию от диспетчера, прибыть на место, анализ ЧС, обмен информацией с диспетчером, локализация и ликвидация ЧС) $P_i: M_i \times U_i \rightarrow Y_i$ [1], где $M = M_1 \times \dots \times M_n$ и $Y = Y_1 \times \dots \times Y_n$.

Без ограничения общности можно принять, что локальная функция затрат g_{iB} для каждого $i, 1 \leq i \leq n$, аналогично глобальной функции затрат может быть выражена через подпроцесс P_i и заданную функцию оценки затрат определенную как $M_i \times Y_i \times U_i \times B_i$.

$$g_{iB}(m_i, u_i, \beta_i) = G_{iB}(m_i, P_i(m_i, u_i), u_i, \beta_i) \quad (6)$$

Очевидно, что координатор может воздействовать на локальные решающие элементы (элементы процесса привлечения дополнительных сил и средств ГСЧС), устанавливая для каждого из них оценочные диапазоны. Поэтому предположим, что у нас есть множество n ,

состоящее из элементов γ , таких, что при любых γ для каждого $i, 1 \leq i \leq n$, определено подмножество $U_i^\gamma \times B_i^\gamma \subseteq U_i \times B_i$. Элементы множества n будем называть координирующими сигналами: координатор выбирает γ из n устанавливает, таким образом, для каждого $i, 1 \leq i \leq n$, оценочный диапазон $U_i^\gamma \times B_i^\gamma$.

Основное различие между способами координации, применяемыми здесь, состоит в том, что оценочные диапазоны зависят от γ , но не являются в общем случае одноэлементными множествами, хотя множества B_i^γ и рассматриваются в частном случае как одноэлементные.

Взаимодействия между подпроцессами проявляются в связующих входах, поскольку подпроцессы объединены именно посредством связующих входов. Эти взаимодействия описываются отображением $K: M \times \Omega \rightarrow U$, компонентами которого служат отображения K_i . Взаимосвязанность локальных функций качества является результатом взаимодействий между подпроцессами, но она может также проявляться через взаимозависимость значений параметров β_i , фигурирующих в локальных функциях затрат.

Вывод. Под координируемостью понимают способ координации, который определяется тем, как конкретный элемент нижестоящего уровня (подразделения ГСЧС) общается с другими элементами своего уровня, а также тем, какие характеристики проблем, решаемых на этом уровне, могут подвергаться изменению в целях улучшения глобального результата (привлечения дополнительных сил и средств ГСЧС). Введенное понятие координируемости в среде поддержки принятия решений для обеспечения техногенной безопасности перевозки опасных грузов означает, что глобально допустимое управление, которые улучшают значения локальных функций качества (в заданных для них оценочных диапазонах), причем все такие глобально допустимые управляющие воздействия (если их несколько) улучшают значения глобальной функции качества мониторинга.

Таким образом, предлагаемые принципы координации поддержки принятия решений позволят установить условие координируемости и соответствующий принцип координации для улучшения или нахождения удовлетворительного управления в процессе принятия решения для обеспечения техногенной безопасности перевозки опасных грузов автомобильным транспортом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов, А.И. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / А.И. Павлов, В.Н. Тушонков, В.В. Титаренко; под ред. А.И. Павлов. – Москва: МИЭМП, 2006. – 302 с.
2. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) // Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.unece.org/ru/trans/danger/publi/adr/adr2013/13contentsr.html>. – Дата доступа: 17.07.2014.
3. Тимченко, А.А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів / А.А. Тимченко; за ред. Ю.Г. Леги. – Київ: Либідь, 2004. – 288 с.
4. Пухов Г.Е. Синтез многосвязных систем управления по методу обратных операторов / Г.Е. Пухов, К.Д. Жук.; под ред. А.Г. Ивахненко – Киев: Наук. Думка, 1966. – 215 с.
5. Системні методи, моделі та засоби автоматизованого контролю стану пожежної безпеки техногенно-небезпечних об'єктів: звіт про НДР (заключ.) / Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля; керів. теми А.А. Тимченко. – Черкаси, 2013. – 83 с. – № ДР 0113U004026.
6. Месарович М.И. Теория иерархических многоуровневых систем / М.И. Месарович, Д. Мако, М. Такаха; под ред. И.Ф. Шахнова. – Москва: Издательство «Мир», 1973. – 344 с.