

УДК 004.9

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ КООРДИНАЦИИ В СИСТЕМЕ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ

Ляшенко Е.Н., Кирийчук Д.Л.

Херсонский национальный технический университет

Проведен анализ работ в области теории координации. Обоснована актуальность разработки моделей, которые позволят решить задачу координации в многоуровневых иерархических системах.

Предложена структура многоуровневой иерархической системы гражданской защиты населения от чрезвычайных ситуаций, выделены уровни управления системы.

Приведена формальная постановка задачи координации в рассматриваемой системе.

Ключевые слова: *задача координации, многоуровневая иерархическая система, чрезвычайная ситуация, система гражданской защиты населения.*

Введение. Согласно Кодексу гражданской защиты Украины [1], чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на отдельной территории или субъекте хозяйствования на ней или водном объекте, которая характеризуется нарушением нормальных условий жизнедеятельности населения, вызванная катастрофой, аварией, пожаром, стихийным бедствием, эпидемией, эпизоотией, эпифитотией, применением средств поражения или другим опасным событием, которое привело (может привести) к возникновению угрозы жизни или здоровью населения, большому количеству погибших и пострадавших, нанесению значительных материальных убытков, а также к невозможности проживания населения на такой территории или объекте, ведения на ней хозяйственной деятельности.

Классификация ЧС на территории Украины осуществляется в соответствии с [2, 4].

Согласно [2, 4], ЧС по характеру происхождения делятся на: ЧС техногенного характера (аварии на транспорте, пожары, взрывы, аварии с выбросом химических, радиоактивных и биологически опасных веществ, аварии в электроэнергетических системах, системах жизнеобеспечения, системах телекоммуникаций, на очистных сооружениях, в системах нефтегазового промышленного комплекса, гидродинамических аварий и т.п.); ЧС природного характера (опасные геофизические, геологические, метеорологические или гидрологические явления, деградация почв, недр, пожары в природных экологических системах, изменение состояния воздушного бассейна, инфекционная заболеваемость и отравление людей, инфекционные заболевания домашних животных, массовая гибель диких животных, поражение сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями и др.); ЧС социального характера (противоправные действия террористического и антиконституционного направления, исчезновение (похищение) оружия и опасных веществ, несчастные случаи с людьми и т.п.); ЧС военного характера (применение обычного оружия или оружия массового поражения, в ходе которого возникают вторичные факторы поражения населения).

В зависимости от объемов причиненных ЧС последствий, количества пострадавших и погибших, объемов технических и материальных ресурсов, необходимых для ликвидации ее последствий, определяют следующие уровни чрезвычайных ситуаций: государственный, региональный, местный и объектовый [2].

По данным Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям (ГСЧС) [3] в течение девяти месяцев 2014 года в Украине зарегистрировано 98 ЧС, которые, в соответствии с [2], разделились на ЧС: техногенного характера – 55; природного характера – 38; социального характера – 5.

Вследствие этих ЧС погибло 207 человек (из них 19 детей) и 449 – пострадали (из них 134 ребенка). По масштабам ЧС разделились на: государственного уровня – 4; регионального уровня – 8; местного уровня – 37; объектового уровня – 49.

В условиях возникновения ЧС необходима четкая координация действий органов управления и подразделений Оперативно-спасательной службы гражданской защиты, а также эффективное координационное управление силами и средствами, привлекаемыми для локализации зон и ликвидации последствий ЧС с целью спасения жизней, сохранения здоровья людей, снижения ущерба природной среде и материальных потерь, а также прекращения действия характерных для ЧС опасных факторов.

Таким образом, развитие теоретических основ реализации механизма координации в системе гражданской защиты населения от чрезвычайных ситуаций является важной и актуальной научной задачей.

Анализ последних достижений и публикаций. Вопросам координации в научной литературе уделяется недостаточное внимание.

В классической работе М. Месаровича, Д. Мако, И. Такахара [7] исследуются математические модели иерархических структур управления. В предлагаемых авторами моделях иерархических систем используется формальный язык общей теории систем, основанный на теоретико-множественных концепциях, что предоставляет возможность получать обобщенные описания для проведения структурных исследований данных классов систем.

Центральное место в работе занимает исследование проблемы координации в двухуровневых системах и возможность распространения этих результатов на многоуровневые иерархические системы. Авторы рассматривают координацию как сферу деятельности или задачу вышестоящей управляющей системы, в ходе которой она пытается добиться, чтобы нижестоящие системы управления функционировали согласованно.

В данной работе также сформулированы принципы координации, которые определяют различные стратегии для координатора, т.е. определяют структуру процесса координации: принцип прогнозирования взаимодействий, принцип согласования взаимодействий и принцип оценки взаимодействий.

В работе [6] рассмотрены модели и методы координации инвестиционной деятельности, направленные на согласование интересов элементов крупномасштабных экономических систем (КЭС).

Под координацией в данной работе авторы понимают аппарат установления правил взаимодействия элементов КЭС, которые направлены на приведение к глобальной цели Z , стоящей перед системой в целом, локальных целей отдельных элементов $Z_i (i \in I$, где I – множество элементов КЭС) и обеспечивающий согласование их действий по реализации этих целей.

Также в [6] авторами предложены три подхода к координации деятельности элементов КЭС:

- 1) целевой – определение и координация целей отдельных элементов;
- 2) оптимизационный – разработка внутреннего взаимодействия между элементами;
- 3) информационный – согласование финансовых и материальных потоков.

В работе [8] приведена общая схема координации в многоуровневых динамических системах, а также математическая постановка задачи координации в двухуровневых системах, состоящих из центра и ряда элементов нижнего уровня, взаимодействие между которыми происходит только через центр. Предложена процедура координации в таких системах. На основе общей процедуры конструируются различные численные методы координации, которые разбиваются на два основных класса – безитеративные и итеративные. При итеративных процедурах координации в многоуровневых динамических системах происходит многократный обмен информацией, а при безитеративных – однократный обмен информацией между уровнями.

В [9] на основе [7] предложены алгоритмы координации, основанные на нечетких множествах. В [10] рассматривались вопросы координации в условиях неопределенности для сложных производственных систем.

Формальная постановка задачи координации в многоуровневых иерархических системах требует наличия адекватных математических моделей, которые в силу особенностей предметной области не были предложены в рассмотренных работах. А модели координации, предложенные в [7,8,9] не обладают свойствами универсальности, достаточными для адаптации задач координации к классу многоуровневых иерархических систем.

Целью статьи является формирование и обоснование научных подходов к решению задачи координации в многоуровневых иерархических системах, к классу которых можно отнести систему защиты населения от чрезвычайных ситуаций.

Структура системы гражданской защиты населения от чрезвычайных ситуаций регионального уровня управления (СГЗН). Согласно [1, 5] единая система гражданской защиты населения от чрезвычайных ситуаций состоит из территориальных и функциональных подсистем и имеет четыре уровня управления:

- 1) общегосударственный (ликвидация ЧС, которые развиваются на территории двух и более областей);
- 2) региональный (ликвидация ЧС, которые развиваются на территории двух и более административных районов);
- 3) местный (ликвидация ЧС, которые выходят за границы потенциально опасного объекта);
- 4) объектовый (ликвидация ЧС, которые разворачиваются на территории объекта или самом объекте, и последствия которых не выходят за границы объекта).

В данной статье будет рассмотрена структура системы гражданской защиты населения от чрезвычайных ситуаций регионального уровня управления.

Структура СГЗН представлена на рис. 1 [1].

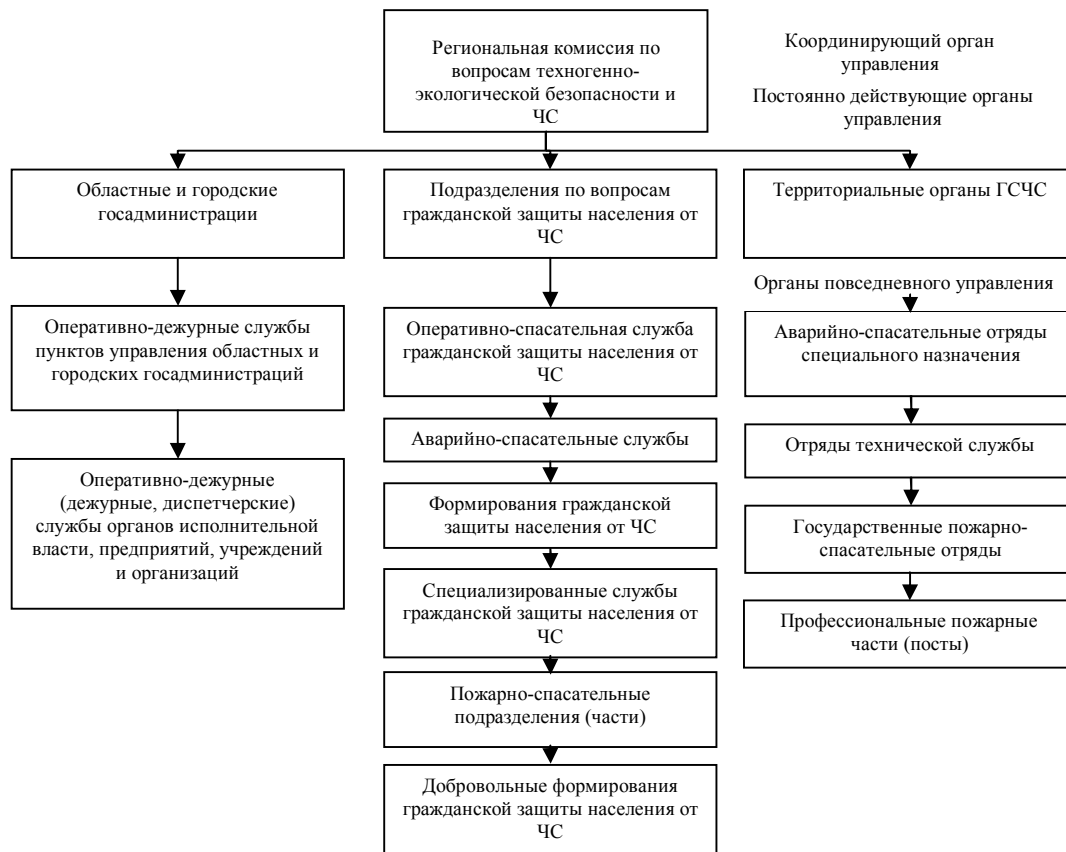


Рисунок 1 – Структура СГЗН

СГЗН имеет иерархическую структуру и три уровня управления. Каждый уровень СГЗН в свою очередь имеет: координирующие органы управления, постоянно действующие органы управления и органы повседневного управления.

Таким образом СГЗН можно отнести к классу иерархических многоуровневых систем.

Рассмотрим далее вопросы координации в системах указанного класса. Для этого представим структуру СГЗН в виде иерархии уровней управления (рис. 2).

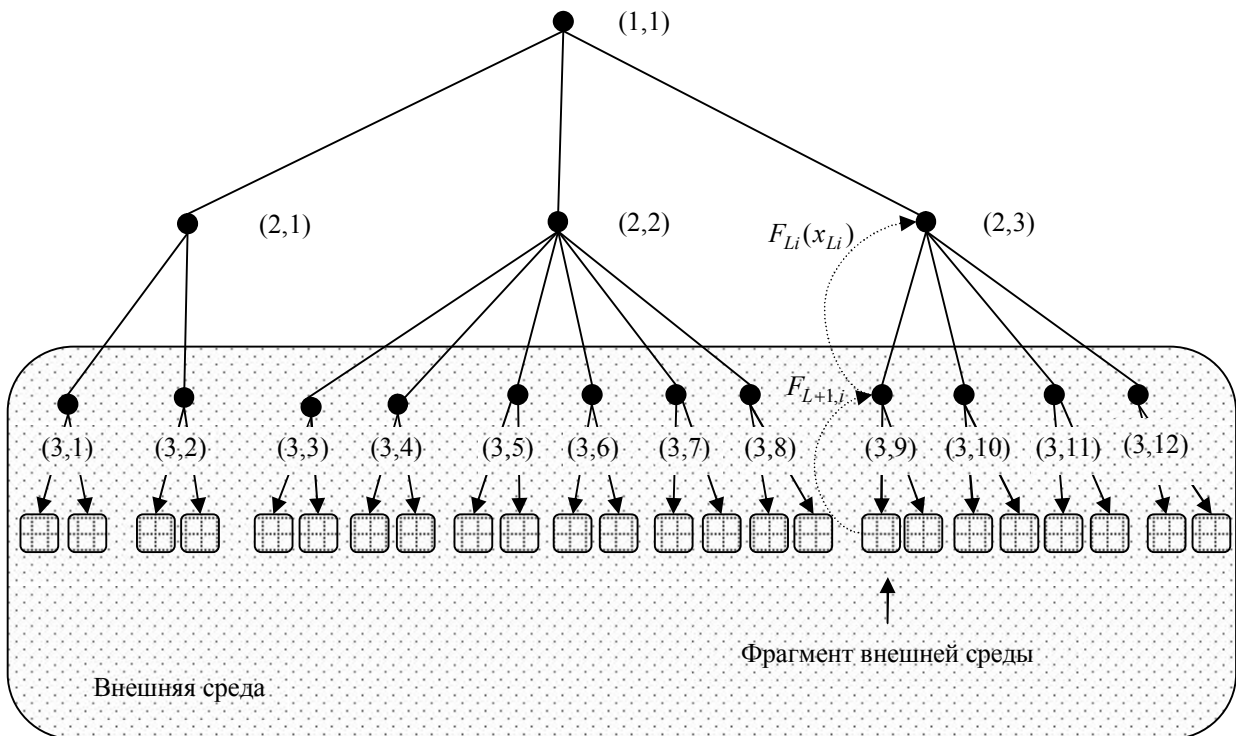


Рисунок 2 – Структура СГЗН в виде иерархии уровней управления

Пусть L – общее число уровней управления в системе, а N – общее число элементов системы. На уровне l , $l \in [1: N]$, расположены N_l элементов.

Для системы на рис. 2 общее число уровней управления равно трем ($L = 3$). На первом уровне расположен только один элемент $N_1 = 1$, второй уровень содержит три элемента $N_2 = 3$, а третий – двенадцать элементов $N_3 = 12$.

Элементы всех уровней, начиная со второго, подчинены одному элементу вышестоящего уровня. Для элемента (l, i) (i -й элемент l -го уровня управления) необходимо ввести множество индексов элементов $(l + 1)$ -го уровня управления, относящихся к элементу (l, i) . Данные множества обозначаются через J_{li} , $l \in [1: L - 1]$ и имеют следующие свойства [8]:

$$\bigcup_{i \in [1: N_l]} J_{li} = [1: N_{l+1}], \quad J_{li_1} \cap J_{li_2} = \emptyset \quad \text{при} \quad i_1 \neq i_2 \quad (1)$$

Для системы на рис. 2 $J_{11} = \{1; 2; 3\}$, $J_{21} = \{1; 2\}$, $J_{22} = \{3; 4; 5; 6; 7; 8\}$, $J_{23} = \{9; 10; 11; 12\}$.

Пусть $x_{li} \in (1:L)$, $i \in [1:N_i]$ – вектор, характеризующий состояние элемента (l,i) , $F_{li}(x_{li})$ – вектор показателей этого элемента, который передается на верхний уровень управления, а $\Phi_{li}(x_{li})$ – векторный критерий элемента.

Взаимосвязь между элементами разных уровней задается соотношениями [8]:

$$x_{li} = \{F_{l+1,j}, j \in J_{li}\}, \quad l \in [1:L-1], \quad i \in [1:N_l] \quad (2)$$

Для системы на рис.2 $x_{11} = (F_{21}, F_{22}, F_{23})$, $x_{21} = (F_{31}, F_{32})$, $x_{22} = (F_{33}, F_{34}, F_{35}, F_{36}, F_{37}, F_{38})$, $x_{23} = (F_{39}, F_{310}, F_{311}, F_{312})$.

Состояние элемента (l,i) определяется совокупным вектором показателей элементов нижнего, $(l+1)$ -го уровня управления, относящихся к элементу (l,i) .

Для всех элементов управления, ограничения, которым должен удовлетворять вектор x_{li} записываются в виде [8]:

$$x_{Li} \in H_{Li}, \quad i \in [1:N_L] \quad (3)$$

где H_{Li} – ограничения, заданные в виде интервала, либо объединения интервалов, либо множества значений функции, либо правила или системы правил.

Для $l \in [1:L-1]$ векторы x_{li} должны удовлетворять ограничениям:

$$x_{li} \in H_{li} = X_{li}^1 \cap X_{li}^2 \quad (4)$$

где $X_{(l+1),i}^1 = \{x_{li} = \{F_{l+1,j}, j \in J_{li}\} | H(x_{li}), x_{l+1,j} \in X_{l+1,j}\}$, $X_{(l+1),i}^2 = \{x_{li} | H(x_{li})\}$.

Допустим, что в рассматриваемой системе глобальная целевая функция совпадает с целевой функцией элемента первого уровня и имеет вид:

$$\Phi_{11}(x_{11}) \rightarrow \max \quad (5)$$

Таким образом, задачей координации является задача (2)-(5).

Введем такое x_{li}^* , что:

$$\begin{aligned} \Phi_{li}(x_{li}) &\rightarrow \max; \\ x_{li}^* &\in H_{li}; \\ l &\in [2:L], i \in [1:N_l] \end{aligned} \quad (6)$$

Пусть P – множество по Парето, тогда, решение x^* может быть получено как решение задачи векторной оптимизации:

$$x^* = (\{x_{li}^*\}, l \in [1:L], i \in [1:N_l]), \quad x^* \in P \quad (7)$$

Решение задачи координации может быть сведено к решению задачи векторной оптимизации по Парето с учетом вектора критериев Φ и вектора ограничений H .

Вывод. Проведен анализ работ в области теории координации. Обоснована актуальность разработки моделей, которые позволят решить задачу координации в многоуровневых иерархических системах.

Предложена структура многоуровневой иерархической системы гражданской защиты населения от чрезвычайных ситуаций, выделены уровни управления системы.

Приведена формальная постановка задачи координации в рассматриваемой системе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI // Офіційний вісник України. – 2012. – № 89. – С. 3589
2. Національний класифікатор «Класифікатор надзвичайних ситуацій» ДК 019:2010: надано чинності наказом Держспоживстандарту України від 11.10.2010 № 457 [чинний від 01.01.2011]. – К. : Держспоживстандарт України. – 2010. – 19 с.
3. Інформаційна довідка про надзвичайні ситуації, які сталися на території України протягом 9 місяців 2014 року [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://mns.gov.ua/opinfo/7710.html>
4. Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями: постанова Кабінету Міністрів України № 368 від 24.03.2004 р. // Офіційний вісник України. – 2014. – № 12. – С. 740.
5. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту: постанова Кабінету Міністрів України № 11 від 09.01.2014 р. // Офіційний вісник України. – 2014. – № 8. – С. 10.
6. Клебанова Т. С. Модели и методы координации в крупномасштабных экономических системах / Т. С. Клебанова, Е. В. Молдавская, Чанг Хонгвен. – Харьков : БизнесИнформ, 2002. – 148 с.
7. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такаха. – М. : Мир, 1973. – 344 с.
8. Алиев Р. А. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления / Р. А. Алиев, М. И. Либерзон. – М. : Радио и связь, 1987. – 208 с.
9. Алтунин А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень : Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
10. Ходаков В. Е. О развитии основ теории координации сложных систем / В. Е. Ходаков, Н. А. Соколова, Д. Л. Кирийчук // Проблемы информационных технологий. – 2014. – № 02 (016). – С. 12-21.

REFERENCES

1. Kodeks civiljnogo zakhistu Ukraïni vid 02.10.2012 № 5403-VI // Oficiyjnij visnik Ukraïni. – 2012. – № 89. – S. 3589
2. Nacionalnij klasifikator «Klasifikator nadzvichajnykh situacij» DK 019:2010: nadano chinnosti nakazom Derzhspozhivstandartu Ukraïni vid 11.10.2010 № 457 [chinnij vid 01.01.2011]. – K. : Derzhspozhivstandart Ukraïni. – 2010. – 19 s.
3. Informacijna dovidka pro nadzvichajni situacii, yaki stalisy na teritorii Ukraïni protyagom 9 misyaciv 2014 roku [Elektronnij resurs] – Rezhim dostupu : <http://mns.gov.ua/opinfo/7710.html>
4. Pro zatverdzhennya Poryadku klasifikacii nadzvichajnykh situacij tekhnogenogo ta prirodnogo kharakteru za ikh rivnyami: postanova Kabinetu Ministriv Ukraïni № 368 vid 24.03.2004 r. // Oficiyjnij visnik Ukraïni. – 2014. – № 12. – S. 740.
5. Pro zatverdzhennya Polozhennya pro edinu derzhavnu sistemu civiljnogo zakhistu: postanova Kabinetu Ministriv Ukraïni № 11 vid 09.01.2014 r. // Oficiyjnij visnik Ukraïni. – 2014. – № 8. – S. 10.
6. Klebanova T. S. Modeli i metodih koordinacii v krupnomashtabnykh ehkonomicheskikh sistemakh / T. S. Klebanova, E. V. Moldavskaya, Chang Khongven. – Kharjkov : BiznesInform, 2002. – 148 s.
7. Mesarovich M. Teoriya ierarkhicheskikh mnogourovnevnykh sistem / M. Mesarovich, D. Mako, I. Takakha. – M. : Mir, 1973. – 344 s.

8. Aliev R. A. Metodih i algoritmih koordinacii v promishlennihk sistemakh upravleniya / R. A. Aliev, M. I. Liberzon. – M. : Radio i svyazj, 1987. – 208 s.
9. Altunin A. E. Modeli i algoritmih prinyatiya resheniy v nechetkikh usloviyakh / A. E. Altunin, M. V. Semukhin. – Tyumenj : Izd-vo Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 2000. – 352 s.
10. Khodakov V. E. O razvitii osnov teorii koordinacii slozhnihk sistem / V. E. Khodakov, N. A. Sokolova, D. L. Kiriychuk // Problemih informacionnihk tekhnologij. – 2014. – № 02 (016). – S. 12-21.

Ляшенко О.М., Кирийчук Д.Л. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ КООРДИНАЦІЇ В СИСТЕМІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ УПРАВЛІННЯ

Проведено аналіз робіт в галузі теорії координації. Обґрунтовано актуальність розробки моделей, які дозволять вирішити задачу координації в багаторівневих ієрархічних системах.

Запропоновано структуру багаторівневої ієрархічної системи цивільного захисту населення від надзвичайних ситуацій, визначені рівні управління системи.

Наведено формальну постановку задачі координації в даній системі.

Ключові слова: задача координації, багаторівнева ієрархічна система, надзвичайна ситуація, система цивільного захисту населення.

Lyashenko E.N., Kiriychuk D.L. PROBLEM IN THE COORDINATION OF CIVIL PROTECTION OF POPULATION OF EMERGENCY MANAGEMENT REGIONAL LEVEL

The analysis works on the theory of coordination. The urgency of the development of models that allow to solve the problem of coordination in multilevel hierarchical systems.

The structure of multilevel hierarchical system of civil protection of population from emergency situations, highlighted the levels of system management.

Shows a formal statement of the problem of coordination in the system.

Keywords: the task of coordinating, multi-level hierarchical system, an emergency, the system of civil protection.

© Ляшенко О.М., Кирийчук Д.Л.

Статтю прийнято
до редакції 24.05.15