

АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ ТИПОВИХ СЦЕНАРІЇВ ЛІКВІДАЦІЇ НС З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

***Анотація.** У статті проаналізовані методи і моделі для формування типових сценаріїв ліквідації НС регіонального рівня. Сценарії розглядаються як інтелектуальний концепт для наповнення бази знань для підтримки прийняття рішень з ліквідації НС.*

***Ключові слова:** альтернатива, надзвичайна ситуація, регіон, система, сценарій.*

***Аннотация.** В статье проанализированы методы и модели для формирования типовых сценариев ликвидации ЧС регионального уровня. Сценарии рассматриваются в качестве интеллектуальных концептов для наполнения базы знаний для поддержки принятия решений по ликвидации ЧС.*

***Ключевые слова:** альтернатива, чрезвычайная ситуация, район, система, сценарий.*

***Abstract.** Methods and models of standard scenery for forming response to ES were analyzed in the article. The sceneries are considered as an intelligent concept for data knowledge filling for the decision support of response to ES.*

***Keywords:** alternative, extremal situation, region, system, scenery.*

1. Вступ

Багаторічний досвід ліквідації різнопланових аварій в Україні переконливо засвідчує, що традиційні методи і засоби запобігання і реагування на надзвичайні ситуації недостатньо ефективні. Для більш ефективної протидії катастрофічним явищам потрібно завчасно виявляти джерела підвищеного ризику, постійно контролювати їхній стан, оперативно прогнозувати процеси прояву вражаючих впливів та на основі аналізу ймовірних втрат і витрат виробляти адекватні упереджуючі контрзаходи.

Практичне вирішення цієї комплексної проблеми, як показує світовий досвід, можливе на основі системного використання сучасних інформаційних технологій, методів математичного моделювання і оптимізації та засобів комп'ютерної техніки, автоматики і зв'язку.

Нові інформаційні технології забезпечують суттєве підвищення оперативності і обґрунтованості управлінських рішень, що відкриває реальні можливості для упереджуючого реагування на небезпеку, прояв вражаючих впливів, на відміну від традиційного реагування на їхні наслідки.

Управління регіональною безпекою є, по суті, процесом підготовки, підтримки прийняття і контролю виконання рішень щодо захисту населення, господарських об'єктів і природного середовища регіону від надзвичайних ситуацій (НС) різного походження.

У статті [1] авторами була обґрунтована необхідність створення автоматизованих систем управління безпекою життєдіяльності регіону, запропоновані концептуальні та методологічні засади побудови автоматизованих систем управління безпекою життєдіяльності регіону як складової електронного урядування в Україні, які можуть бути покладені в основу створення конкретної системи управління безпекою регіону (СУБР).

При створенні таких систем не можна обмежуватися тільки створенням програмно-технічного і телекомунікаційного базису, розробкою засобів колективного відображення інформації, формуванням баз даних, створенням інформаційно-довідкових систем. Основна ж, найбільш специфічна для них функція, це підтримка інформаційними технологіями розумової, інтуїтивної, творчої діяльності осіб, що приймають рішення (ОПР).

Сценарії вироблення управлінського рішення є саме тією інтелектуальною надбудо-вою, що повинна забезпечити змістовне наповнення процесів вироблення управлінського рішення в таких системах.

Розробка подібних сценаріїв повинна виконуватися завчасно, до виникнення НС. При цьому необхідно передбачувати усі можливі НС, які можуть виникнути в регіоні, промоделювати можливі варіанти розвитку НС, врахувати різні джерела виникнення НС і вторинні фактори ураження, оцінити загрози і збитки, можливі види втрат і ризиків при різних видах НС.

Створення подібних сценаріїв і відповідних механізмів (регламентів) управлінської діяльності є досить дорогим задоволенням.

Тому виникає необхідність формування типових сценаріїв ліквідації НС, обираючи при цьому оптимальну сукупність моделей та методів формування типових сценаріїв, що забезпечують екстремальне значення наперед заданої характеристики безпеки регіонального рівня при обмеженнях на деякі її характеристики.

Напрацьована сукупність типових сценаріїв та моделей розвитку НС – це база знань автоматизованої системи управління безпекою регіону. При прогнозуванні виникнення тієї чи іншої НС чи ліквідації її із бази знань буде вибиратися один чи кілька типових сценаріїв і оперативно адаптуватися до реальних умов експертами та ОПР, які приймають участь у ліквідації НС.

Для побудови сценаріїв повинна застосовуватись єдина методологія, яка включає ряд взаємопов'язаних етапів формування і аналізу сценаріїв виникнення і розвитку кризових ситуацій. Процес розробки сценаріїв має ітераційний характер, тобто на будь-якому етапі розробки забезпечується можливість повернення до минулого етапу і внесення необхідної сукупності уточнень.

При формуванні конкретних заходів з ліквідації НС і усуненні її наслідків саме завчасно підготовлені сценарії ліквідації НС можуть бути використані як основні інструменти для ефективного прийняття рішень і координації відповідних дій, які здійснюються об'єктивною чи регіональною системою безпеки.

2. Постановка задачі

Згідно з масштабом, сценарії розподіляються на локальні і загальні. Локальний сценарій складається для окремого потенційно небезпечного об'єкта (ПНО) і є основою для прийняття рішень відповідною системою управління. Загальний (регіональний) складається із сукупності регіональних ПНО і є основою для прийняття рішень владними органами регіонів. Ці сценарії містять усі ПНО регіонів, локальні сценарії і міри протидії у випадку виникнення і розвитку НС у регіоні. В регіональних сценаріях відбиваються результати реалізації зведених координаційних планів дій регіональних і об'єктних органів управління. Згідно з цими планами приймаються управлінські рішення щодо ліквідації НС у регіоні.

НС з початку її виникнення до локалізації і ліквідації її наслідків розвиваються у часі. Тому сценарій, як засіб для опису та модель змінення обстановки, пов'язаної з виникненням і розвитком НС, визначається у дискретному часовому просторі з заданим часовим кроком. Часовий крок повинен відповідати реальному процесу розвитку НС і бути адекватним тому інтервалу, продовж якого можуть бути сформовані нові ситуації і засоби щодо їх усунення.

Саме сценарії, як метод надання альтернативних варіантів рішень в залежності від обстановки, можуть бути використані як основні інструменти для ефективного прийняття рішень і координації дій, що приймаються системою безпеки як локального, так і регіонального рівня. Під час створення сценарію ліквідації НС потрібно зняти невизначеність факторів ризику і у явному вигляді указати значення тих факторів, що пов'язані з конкретною НС і відповідають опису обстановки.

У сценаріях повинні знайти відображення типові заходи, які проводяться в умовах НС: оповіщення про НС відповідальних осіб; прибуття відповідальних осіб у заздалегідь визначене місце протягом визначеного часу і встановленим маршрутом; блокування місць можливої небезпеки, обмеження доступу до території небезпеки; евакуація людей, майна, документів із зони небезпеки згідно з заздалегідь визначеним планом; комплекс дій по усуненню НС та спеціалізовані заходи в залежності від виду НС і моделі її розвитку.

Ефективність отриманих оцінок і необхідні заходи з протидії і ліквідації НС суттєво залежать від адекватності побудованого сценарію реальному процесу розвитку НС. При цьому різноманітність форм подання не повинна відбиватися на змісті сценаріїв. Сценарій повинен бути інваріантним до форм його подання, трактуватися і розумітися однозначно усіма учасниками процесу ліквідації НС.

Основні вимоги до методів формування подання сценаріїв:

- простота і зручність використання директив у процесі підготовки і прийняття рішень;
- можливість комп'ютерної обробки в діалоговому режимі;
- ясність структури сценаріїв, взаємозв'язків між основними подіями;
- просторове подання НС та навколишнього середовища;
- повнота заходів для ліквідації НС.

3. Моделі та методи формування типових сценаріїв ліквідації НС

Сценарії ліквідації НС та їх наслідків, як і моделі розвитку НС, формують експерти, а рішення, з використанням існуючих сценаріїв та моделей, приймають ОПР.

Найбільш перспективна форма подання сценаріїв у вигляді його фрагментів, коли кожний фрагмент подається згідно з єдиною стандартною формою: час, подія, взаємозв'язки між подіями, послідовність подій. Використовуються такі методи формування типових сценаріїв ліквідації НС: текстові, табличні, графічні.

Текстовий метод формування сценаріїв. У сценарії стисло описуються етапи виникнення, розвитку і ліквідації НС (директиви, настанови, накази, розпорядження тощо).

Табличний метод формування сценаріїв використовується спеціалістами і експертами по протидії НС. При цьому сценарій подається як послідовність фрагментів у визначенні моменту часу [2–4].

Математичний метод подання сценарію представляється орієнтованим графом у вигляді дерева виводів і використовується для отримання оцінок подій і залежностей у процесі аналізу варіантів розвитку НС. При цьому процеси ліквідації кожного з видів НС можуть інтерпретуватися у вигляді проходження інформації вздовж вузлів і дуг відповідної мережі. Отже, імовірність появи первинних наслідків дії НС, а також математичного очікування часу до їх ліквідації та її дисперсії, будуть залежати від структури регіональної мережі ліквідації НС і пропускових здатностей її складових елементів. У процесі управління, яке пов'язано з ліквідацією НС, можуть бути використані усі методи подання сценаріїв.

Перші два методи формування сценаріїв носять статистичний характер, їх можна назвати директивними (узагальненими) та умовно постійними для конкретної НС, що виключає багатоваріантність рішень.

Формування сценарію розвитку подій у загальному вигляді проходить такі етапи [5]:

1. Описується вхідна подія.
2. Описуються (у тому числі в циклі кількох ітерацій) можливі наслідки без урахування застосування управлінських впливів.
3. Виявляються негативні наслідки, що вимагають оперативного втручання (управлінського впливу).

4. Формується управлінський вплив у вигляді набору організаційно-технічних заходів, що реалізують одну із стратегій розвитку (сценарій управління).

5. Аналізуються можливі наслідки реалізації відповідного сценарію управління і обирається найбільш прийнята стратегія розвитку, що закладається у сценарій ліквідації НС.

Сценарій вироблення управлінського впливу реалізується на основі використання процедури аналізу сценаріїв розвитку подій, представлених різними групами експертів (ОПРами), яка повторюється. Ця процедура полягає у складанні сценаріїв по кожному з аспектів, які істотно впливають на розвиток ситуації, і повторюваному ітеративному процесі узгодження сценаріїв розвитку різних аспектів ситуації.

Вхідною подією для формування сценарію у випадку НС є повідомлення про НС. Від того, наскільки точно і однозначно буде ідентифікована НС (вид, рівень, місце виникнення, навоколишнє середовище тощо), залежатиме і коректність вибору сценарію ліквідації НС та подальшої його адаптації до реальних умов. Саме для ефективного цільового діалогу оператора, що приймає повідомлення про НС, та людини, що інформує про НС, має бути створений формалізований діалог у вигляді сценарію.

Як об'єкти, де можуть виникнути НС, слід розглядати не лише ПНО, визначені такими на законодавчому рівні, а і місця скупчення людей, розважальні та медичні заклади, об'єкти проживання й відпочинку населення, лісові, водні, гірські зони та місця відходів та інші. Кожний з цих об'єктів може стати місцем НС різних рівнів – від об'єктового до загальнодержавного і навіть міждержавного.

Тому одним із перших кроків завчасної підготовки до можливості виникнення НС є сценарій ідентифікації НС. В основу такого сценарію можуть бути покладені класифікатори НС та різних об'єктів. Такими класифікаторами можуть бути в першу чергу:

– класифікатор надзвичайних ситуацій, в основу якого покладено державний класифікатор [6], доповнений деякими класифікаційними угрупованнями, необхідними для формування сценарію;

– державний класифікатор будівель та споруд, об'єктами класифікації якого є будівлі виробничого та невиробничого призначення, інженерні споруди різного функціонального призначення;

– класифікатор вулиць;

– класифікатор місць скупчення населення;

– класифікатор медичних та розважальних закладів;

– класифікатор об'єктів особливої важливості;

– класифікатори лісових, гірських та водних зон;

– класифікатори інших об'єктів, на яких може виникнути НС, та ін.

Кожний тип об'єктів повинен мати свій тип електронного паспорта, а кожний об'єкт свій паспорт, в якому зберігається вся інформація про об'єкт і яка може бути використана експертами у процесі формування сценарію, а також ОПРами і експертами у процесі ліквідації НС безпосередньо чи при адаптації типового сценарію до реальних умов і прийняття відповідних управлінських рішень.

Діалог оператора з людиною, яка сповіщає про НС, повинен відбуватися за мінімально коротким часом, тому сценарій діалогу має бути формалізований як з точки зору запитань, так і з точки зору відповідей. Тобто ставиться формальне запитання абоненту, яке записане у сценарії (далі може бути уточнення цього запитання, враховуючи стан абонента), після чого із відповіді (частіше не конкретної, розмитой, навіть з підключенням психолога) обирається одна із множини альтернатив, які видаються на екран оператора після вибору із альтернатив відповіді на запитання із сценарію. Таким чином, фіксується конкретний формалізований діалог оператора з абонентом, який не може бути змінений і в подальшому може бути використаний для аналізу роботи оператора як “чорного ящика”.

Виходячи із значимості результатів діалогу оператора з абонентом, можна вважати опис сценарію діалогу базовим елементом сценарного підходу до ліквідації НС.

Сценарій являє собою одновхідовий орієнтований граф (дерево діалогу). Кожна вершина графа містить питання, яке оператор задає абоненту, перелік альтернатив, з яких оператор обирає релевантну відповідь абоненту, якому відповідає наступна вершина графа сценарію, в залежності від обраної альтернативи. Після вибору альтернативи в шарі ідентифікації НС передбачається підключення диспетчерів конкретних екстрених, аварійних чи рятувальних служб (однієї або кількох), прописаних у цій вершині. Це підключення відбувається, і диспетчери підключених екстрених служб отримують трафік діалогу “оператор-абонент” і самі можуть підключитися в режимі аудіоконференції по діалогу. Відповідно до протоколу обміну з екстреною службою, згідно з сценарієм, автоматично дається завдання для відповідної служби.

Вибравши одну з альтернатив, оператор отримує наступний перелік питань та альтернатив, прив'язаних до класифікатора. Оператор обирає ту з них, яка адекватна відповіді абонента. У залежності від альтернативи відповіді активізується відповідна вершина графа сценарію.

Коли дуга графа, на яку потрапив діалог “абонент-оператор” по визначенню обставин події вичерпується, відбувається перехід на початок наступної частини діалогу. У кожній вершині сценарію діалогу для ідентифікації відповіді абонента використовується той чи інший класифікатор як інформаційний об'єкт системи.

При формуванні такого типу сценарію необхідно обов'язково використовувати ГІС-технології, за допомогою яких оператор на цифровій карті отримує відображення місця НС, навколишнє середовище, наявність поблизу об'єктів, які можуть привести до ланцюга НС, тощо. В сценарії повинно бути відображено, які саме служби необхідно терміново залучати до ліквідації НС, який державний орган сповіщати про НС.

Отже, сучасні географічні інформаційні системи з їх розвиненими аналітичними можливостями дозволяють наочно відобразити і осмислити інформацію про конкретні об'єкти, процеси та явища в їх сукупності. ГІС дозволяють виявити взаємозв'язки і просторові відносини, підтримують колективне використання даних та їх інтеграцію в єдиний інтеграційний масив [7].

Для того, щоб мати можливість прийняти певні управлінські рішення, ОПР повинен мати можливість знати, як буде розвиватися НС, якщо не приймати ніяких рішень щодо її ліквідації, мати прогнози наслідків НС. Це друга необхідна компонента при розробці сценарію ліквідації НС, другий крок. Необхідно розробляти моделі розвитку різнопланових НС, прогнозувати їх наслідки і обов'язково з використанням ГІС-технологій.

В [8] розроблені моделі і алгоритми оцінювання впливу НС, що трапилась на ПНО, на навколишнє середовище. Ці моделі і алгоритми дозволяють з використанням ГІС-технологій розробляти зони ризиків і зони впливів вторинних факторів вибухопожежної НС на окремому ПНО. При розробці регіональних паспортів безпеки це дозволить будувати регіональні зони ризиків від регіональних ПНО.

Крім того, для об'єктивної оцінки ситуації ОПРами до сценарію повинні бути підключені електронні паспорти ПНО та інших об'єктів, на яких можуть виникнути НС, електронні паспорти територій. Електронні паспорти повинні бути виконані теж з використанням ГІС-технологій. ГІС допомагає створити базову структуру для спільної роботи і спілкування, надаючи спільне поле посилення на дані на основі їх просторового розташування. Тобто з'являється можливість прив'язати до конкретного регіону об'єкт, що знаходиться в даному місці, будь-яку пов'язану з цим об'єктом інформацію, легко використати і налагодити зручний і швидкий обмін цією інформацією.

Використовуючи перераховані компоненти, експертами формуються різні варіанти управлінських рішень у вигляді набору організаційно-технічних рішень, що реалізують

різні стратегії рішень управлінського впливу та аналізуються можливі наслідки кожної стратегії в залежності від різних факторів впливу.

Усі методи формування сценаріїв (текстовий, табличний, графів) мають на меті зняття невизначеності, яка характеризується відповідними факторами ризику і від яких залежать стратегія, методи і способи організації захисних мір протидії і ліквідації НС.

Для опису окремих елементів сценарію ліквідації НС можуть бути використані такі визначення [2, 3]:

- ситуація $S(t)$ – це набір подій з моменту часу t в хронологічному порядку;
- обстановка $I(t)$ – це ситуація $S(t)$, до якої додається інформація про ресурси захисту об'єкта, регіону, про збитки, прийняті рішення, людські втрати тощо;
- сценарій R – це процес розвитку НС, зміни обстановки у дискретному часовому просторі $R = R\{I(t_i) \mid i = 0, 1, \dots\}$;
- часовий шаг сценарію τ_i – інтервал часу між двома сусідніми точками зміни обстановки;
- фрагмент сценарію – набір подій і взаємозв'язків між ними, який визначає ситуації за часовий крок $\tau = t_i - t_{i-1}$, тобто описує ситуацію за час τ ;
- фактори ризику (природні, техногенні, соціально-політичні, військові);
- невизначені фактори ризику, частина яких у значній мірі доступна впливу ОПР, інша частина тільки контролюється ОПР.

При текстовому методі подання сценарію визначаються фрагменти сценарію і дається набір подій на інтервалі $[0, T]$, який поділяється на дискретні моменти часу t_i з часовим кроком сценарію τ_i . Період T характеризує час, протягом якого ліквідується осередок враження. Моменти часу t_i відповідають точкам контролю за розвитком НС з метою поліпшення ситуації. Часовий крок сценарію τ_i обирається виходячи з можливості протидії НС силами і засобами, які відповідають рівню НС.

В $t = 0$ формується опис початкової обстановки і умов, при яких виникає НС. Протягом інтервалу T розробляються заходи протидії НС для різних варіантів її ліквідації. У подальшому сценарій процесу ліквідації НС перевіряється і коректується експертами.

Табличний метод подання сценарію більш за все застосовується в діалоговому режимі для докладного аналізу розвитку НС, оцінювання варіантів її розвитку і оперативних заходів протидії. При цьому сценарій подається як послідовність окремих фрагментів ліквідації НС у часі. Для проектування діалогу потрібно визначити [8]:

- структуру діалогу (діалог типу “питання-відповідь”, діалог на засадах меню, діалог на основі екранних форм, діалог на основі командної мови);
- можливий сценарій розвитку діалогу проектується як послідовність переходів станів системи ліквідації НС;
- семантику повідомлень (відповідність між повідомленнями і діями користувача);
- синтаксис повідомлень.

Графічний метод подання сценарію. Здебільшого сценарії ліквідації НС можна подати у вигляді орієнтованого графа подій, який містить мережу можливих послідовних подій, що відбуваються як без оперативного втручання в їхній розвиток, так і на основі реалізації управлінських впливів [9]. Вузли графа можуть бути інтерпретовані як стан процесу ліквідації НС, а дуги – як переходи з одного стану до іншого. Ці переходи можна розглядати і як реалізацію узагальнених операцій ліквідації НС, що характеризуються густиною розподілення або функцією ваги та імовірністю виконання.

Вузол графа розглядається як точка виведення повідомлення, яка потребує відповіді від користувача. Позначення на дузі визначає умову, при виконанні якої можливий пере-

хід. Існування декількох дуг, що поєднують два вузли, визначає існування відповідних умов переходу. Доцільно визначити три типи вузлів:

- вузол, в який подається повідомлення на ввід даних, в залежності від цього повідомлення існує передача на сусідній вузол;
- вузол, в який подається повідомлення без запитання на вхідне повідомлення, після цього автоматично впливає передача на сусідній вузол;
- вузол, в який подається повідомлення з запитанням на ввід даних, після якого виконується безумовний перехід на сусідню вершину.

Фрагмент сценарію дозволяє відобразити процес розвитку НС за визначений інтервал часу, провести оперативний аналіз НС з метою прийняття рішень для організації протидії. Фактично кожний вузол – це окремий стан системи (діалогу).

Таким чином, графічне подання сценаріїв ліквідації НС дає можливість розглядати вузли як входи і виходи для операції, а дуги характеризують час виконання реальних складових частин операції ліквідації НС.

Як формальне уявлення локального сценарію ліквідації НС G_{hk} використовується узагальнений мережевий граф $G_{hk} = (V^{hk}, L^{hk})$, який має назву Граф локального сценарію (ГЛС) для k -го користувача при вирішенні h -ої задачі $k = \overline{1, K}$, $h = \overline{1, H^k}$, де V^{hk} – множина вузлів ГЛС, H^{hk} – множина гілок ГЛС.

Кожний з вузлів разом з гілкою (гілками) відповідає q -му кроку ліквідації НС, тобто $V_q^{hk} \in V^{hk}$ графа G_{hk} і характеризує вхідну функцію, яка визначає умови для гілок, що входять до вузла з інших вузлів.

При розробці типових сценаріїв ліквідації НС потрібно враховувати стохастичну природу виникнення і ліквідації НС. Як методи, що здатні це робити, доцільно виділити: марківські мережі (напівмарківський процес відновлення) [10]; стохастичні мережі Петрі [11]; ГЕРТ-мережі [12].

Напівмарківський процес відновлення допускає використання довільних функцій розподілення і має розроблені методи розрахунків, але не враховує імовірність переходу між вузлами, які характеризують (залежність від часу) перебування системи у даному стані.

Стохастичні мережі Петрі також допускають використання довільних функцій розподілення, мають розроблені методи розрахунків і дозволяють реалізувати мережу, в якій імовірність виконання переходу між вузлами залежить від часу перебування системи в заданому часі. Їх недоліком є конкретна реалізація подій, які виникли під час імітаційного експерименту, для отримання повної інформації потрібно здійснювати багато імітаційних експериментів.

ГЕРТ-мережі також допускають використання довільних функцій розподілення, дозволяють розраховувати найменший або найбільший час двох випадкових подій. Недоліком є неможливість моделювати систему, в якій імовірність виконання переходу між вузлами залежить від часу перебування системи у даному стані. До недоліків також слід віднести відсутність методів розрахунків для мереж довільного виду.

Але ГЕРТ-мережі можуть знайти застосування в системах обробки інформації, які використовують як обчислювальні вузли персональні комп'ютери користувачів. У неоднорідних розподілених системах вузли можуть мати різні характеристики продуктивності, доступності в момент початку обчислювань. Саме для таких систем метод ГЕРТ-мережевого аналізу підходить і може дозволити спрогнозувати час виконання завдання, імовірності вдалого виконання завдання, обрати оптимальні інтервали резервного копіювання поточного стану завдання для отримання оптимальної продуктивності і надійності системи.

В ГЕРТ-мережі як параметр гілки можна обрати час виконання відповідної складової операції ліквідації НС (V_i, V_j) або інший типовий параметр, що володіє об'єктивністю для гілок будь-якого напрямку руху. Цей параметр є випадковою величиною, яка визначається умовною імовірністю у дискретному випадку, щільністю або функцією розподілення у неперервному випадку при умові, що подія у початковому вузлі вже трапилась.

Для спрощення структури графа локальної системи (ГЛС), визначення в ньому вузлів джерел, вузлів стоків і проміжних вузлів, а також визначення для контурів графа для аналізу взаємозв'язків між q кроками використовується квадратна матриця досяжності $w = \|W_0\|$, яка відповідає орієнтованому графу $G = (V, L)$ локального сценарію ліквідації НС.

Для побудови ГЛС в [3] використовується сукупність таблиць рішень T_q . Приклад таблиці рішень наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Таблиця рішень T_q

Найменування умов	Альтернативи рішень			
	Правило 1	Правило 2	Правило ...	Правило М
Умова 1				
....				
Умова n				
Імовірність виникнення ситуації				

Кожний вузол ГЛС відповідає одній таблиці рішень, спрямовані гілки відповідають взаємозв'язкам між таблицями рішень. Кожному ГЛС відповідає матриця досяжності $w = \|W_0\|$. Елемент матриці $W_{ij} = 1$, якщо вузла V_j можна досягнути з вузла V_i ; якщо це не так, то $W_{ij} = 0$.

Існування в ГЛС спрямованого шляху $\mu[V_i, V_j]$ свідчить, що в локальному сценарії $C_{hk} = \{T_q^{hk}, q = \overline{1, Q_{hk}}\}$, де T_q^{hk} – таблиця рішень, яка описує окремий крок q для k -го користувача при рішенні h -задачі, існує послідовність пов'язаних таблиць рішень, що кожна з них відповідає вузлу шляху $\mu[V_i, V_j]$.

Кількість вузлів шляху $\mu[V_i, V_j]$ дорівнює N , і кожна таблиця рішень T_{qn} ($n = \overline{1, N-1}$) в опису дій містить посилання на чергову таблицю рішень T_{qn-1} послідовності $T_q = T_i, T_{qn} = T_j$.

Аналіз структури ГЛС, визначення і аналіз його характеристик, виділення ГЛС джерел, стоків і проміжних вузлів спрощується, якщо елементи матриці досяжності ГЛС упорядкувати по етапах їх проходження, що, у свою чергу, приведе до упорядкування структури ГЛС.

4. Висновки

1. Обґрунтована необхідність завчасного формування сценаріїв ліквідації НС як інтелектуального концепту систем підтримки прийняття рішень з питань ліквідації НС.
2. Обґрунтована необхідність використання ГІС-технологій при формуванні сценаріїв ліквідації НС.
3. Визначені необхідні етапи формування типових сценаріїв та їх основні компоненти.

4. Проведено аналіз можливих методів формування сценаріїв ліквідації НС та обґрунтовано найбільш ефективне подання сценарію у виді орієнтованого графа.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузьменко Г.Є. Методологічні та концептуальні засади створення автоматизованої системи управління безпекою окремого району України / Г.Є. Кузьменко, В.С. Хомініч // Математичні машини і системи. – 2011. – № 4. – С. 59 – 69.
2. Архипова Н.И. Управление в чрезвычайных ситуациях / Н.И. Архипова, В.В. Кульба. – М.: РГГУ, 1998. – 316 с.
3. Проблемы управления безопасностью сложных систем // Материалы VIII междунар. конф. / Под ред. В.В. Кульбы. – М.: РГГУ, 2000. – 463 с.
4. Имитационное моделирование и сценарный подход в СППР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vasilieva.narod.ru/ptpu/11_5_02.htm.
5. Морозов А.О. Побудова сценаріїв розвитку подій – основа функціонування інформаційно-аналітичних систем типу ситуаційні центри / А.О. Морозов, Г.Є. Кузьменко // 36. доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика СППР'2009». – Київ: ПММС, 2009. – С. 89 – 92.
6. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій. – К.: Держстандарт України, 2002. – 15 с.
7. Білецький Б.О. Деякі аспекти інтеграції ПС-додатків для систем підтримки прийняття рішень / Б.О. Білецький // Матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. “ГІС-форум. 2006”. – Київ, 2006. – С. 235 – 238.
8. Кузьменко Г.Є. Алгоритми прогнозування розвитку вибухопожежної ситуації на потенційно небезпечному об’єкті та її вплив на навколишнє середовище / Г.Є. Кузьменко, В.С. Хомініч // Математичні машини і системи. – 2010. – № 2. – С. 76 – 85.
9. Разработка структуры диалога [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sea1608.narod.ru/LK5.htm>.
10. Филипс Д. Методы анализа сетей / Д. Филипс, А. Гарсиа-диас. – М.: Мир, 1984. – 496 с.
11. Петерсон Д. Теория сетей Петри и моделирование систем / Петерсон Д.; пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
12. Шибанов А.П. Использование моделей GERT при оптимизации компьютерных сетей [Электронный ресурс] / А.П. Шибанов, Н.В. Кравчук. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11721692>.

Стаття надійшла до редакції 23.01.2012