

А.Л. Яловець

ПРОБЛЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЛАНУВАННЯ СИЛ, ЗАСОБІВ ТА РЕСУРСІВ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРОТИДІЄЮ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

У статті розглянуто питання автоматизації планування сил, засобів та ресурсів, використовуваних у процесі протидії надзвичайній ситуації. Наведено формальний опис задачі планування сил, засобів та ресурсів та обґрунтовано, що ця задача включає дві взаємопов'язані задачі, які передбачають виконання оцінки потенційних можливостей аналізованого регіону щодо доступних сил, засобів та ресурсів для протидії надзвичайній ситуації та генерування варіантів угруповань сил, засобів та ресурсів, функціонально достатніх для протидії аналізованій надзвичайній ситуації з урахуванням множини обмежень. Детально розглянуто питання автоматизації рішення задач оцінки потенційних можливостей регіону та генерації варіантів угруповань сил, засобів та ресурсів. Охарактеризовано основні функції систем АНАЛІЗ та СИНТЕЗ, засобами яких зазначені задачі вирішуються. Обґрунтовано, що завдяки вирішенню цих задач забезпечується адаптація електронного плану дій до реальних можливостей регіону.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, електронний план дій, планування, сили, засоби, ресурси, регіон.

Вступ

В статті [1] в рамках опису архітектури СППР СПОР були коротко розглянуті питання адаптації типового електронного плану дій (ЕПД) до реальних можливостей та властивостей регіону НС. Метою даної статті є деталізація цих питань з точки зору особливостей автоматизації їх вирішення.

Однією з найактуальніших задач, що вирішується в процесі ухвалення рішень та характеризується складністю формалізації, є планування цілеспрямованих дій, упорядкована сукупність яких дозволяє отримати бажаний результат. У процесі ухвалення рішень, спрямованих на протидію надзвичайній ситуації (НС), проблема планування дій стає центральною, визначає дійовість і ефективність заходів, що вживаються в процесі протидії НС, та формує стратегію дій сил та засобів, залучених для ліквідації НС. Електронними прототипами фіксації такої стратегії є ЕПД [2].

Формування стратегії дій сил та засобів, що потребують відповідних ресурсів, залежить від якості розв'язання задачі планування сил, засобів та ресурсів (СЗР), необхідних для протидії НС. В свою чергу, задача планування СЗР перебуває у безпосередньому зв'язку із задачею планування заходів протидії НС.

У цілому зміст задачі планування СЗР полягає у наступному: для заданої НС, яка визначається класом, вектором потужностей робіт (дій), необхідних для її подолання, і місцем (регіоном) протікання, виходячи з наявних у регіоні і доступних для використання СЗР, необхідно побудувати і оцінити повну сукупність угруповань СЗР, здатних досягти місця подій у визначений час і подолати НС, не перевищуючи водночас ліміту доступних ресурсів.

Означена структура задачі планування має складний взаємозалежний характер, який потребує спеціального аналізу на формальному рівні з урахуванням результатів, викладених в [3].

1. Формальний опис задачі планування сил, засобів та ресурсів

Задача $P_{СЗР}$ планування СЗР формально може бути описана за допомогою кортежу:

$$P_{СЗР} = \langle R, NS, Pr \rangle,$$

де R – регіон, що розглядається;

NS – НС, що виникла в регіоні R ;

Pr – правила планування СЗР, порядок використання та зміст яких залежать від змісту і структури елементів R та NS .

Регіон R може бути описаний четвіркою:

$$R = \langle S, C, E, P \rangle,$$

де S – система зв'язків у регіоні R ;

C – сукупність сил та засобів різних класів, розташованих у регіоні R ;

E – сукупність ресурсів різних класів, розташованих у регіоні R ;

P – сукупність пунктів локалізації елементів C та E у регіоні R .

У свою чергу, НС NS може бути описана так:

$$NS = \langle CL, MS \rangle,$$

де CL – клас НС (відповідно до Класифікатора НС [4]);

MS – кількісні характеристики НС.

Під правилами Pr будемо розуміти відображення pr :

$$pr: NS \rightarrow EPD^n,$$

де EPD^n – типовий ЕПД, що у графоматематичному вигляді представляє особливості аналізованої НС NS ; n – кількість альтернатив протидії НС NS , що враховують множину доцільних технологій протидії та множину варіантів можливого використання СЗР у складі технологій протидії NS ; $n \in N$, де N характеризує потенційну багатоальтернативність протидії НС, виходячи із властивостей NS та прогнозованих можливостей регіону R .

Необхідно зазначити, що задача розроблення типового ЕПД [2] відповідає практичній інтерпретації наведеного відображення.

Система зв'язків S між пунктами P описується двійкою:

$$S = \langle D, SV \rangle,$$

де D – показник пропускнуої спроможності окремого зв'язку з S для сил та засобів C в регіоні R ;

SV – властивості зв'язку S , які впливають на витрати ресурсів E під час його використання.

Сукупність сил та засобів C є об'єднанням окремих одиниць сил та засобів C_j :

$$C = \bigcup_{j \in J} C_j,$$

де J – множина класів сил та засобів.

C_j описується кортежем:

$$C_j = \langle M, Ep \rangle,$$

де M – множина потужностей M_j у всіх видах робіт, для яких одиниця сил та засобів C_j призначена;

Ep – множина ресурсів Ep_j^k , необхідних для використання одиницею сил та засобів C_j .

Сукупність ресурсів E є об'єднанням окремих ресурсів E_j^k :

$$E = \bigcup_{\substack{k \in K \\ j \in J}} E_j^k,$$

де K – множина класів ресурсів.

У свою чергу, E_j^k може бути представлена двійкою:

$$E_j^k = \langle CLE, KE \rangle,$$

де CLE – клас ресурсу;

KE – кількість ресурсу.

Водночас необхідно, щоб виконувалась вимога:

$$Ep_j^k \subset E_j^k.$$

Кількісні характеристики MS НС можуть бути описані наступним чином:

$$MS = \langle CLW, KW \rangle,$$

де CLW – клас виду робіт, необхідних для подолання НС NS ;

KW – необхідна потужність із даного виду робіт.

M_j може бути описана за допомогою кортежу:

$$M_j = \langle CLW_j, KW_j \rangle,$$

де CLW_j – клас виду робіт, який виконується одиницею сил та засобів C_j ;

KW_j – потужність із даного виду робіт, яка відповідає одиниці сил та засобів C_j .

Однак необхідно, щоб виконувалась вимога:

$$MS \subset M_j.$$

Разом з тим, вирішуючи задачу $P_{СЗР}$ планування СЗР для подолання НС NS , необхідно враховувати наступні обмеження:

1) для кожної компоненти CLW_j вектору потужностей KW має виконуватись умова:

$$\sum_{j \in J} KW_j^{CLW_j} \leq KW_R^{CLW_j};$$

2) для кожної компоненти CLE вектору ресурсів E має виконуватись умова:

$$\sum_{j \in J} Ep_j^{CLE} \leq E_R^{CLE}$$

(до обмежень (2) також мають входити витрати на переміщення сил та засобів до місця подій);

3) для кожної одиниці сил та засобів формується показник прохідної спроможності D , який формалізує характер впливу стану та властивостей зв'язку S для елементів множини C , що також входить до складу обмежень задачі;

4) до системи обмежень також входять географічні умови регіону R , зафіксовані у його оперативній електронній карті (ОЕК), а також дані БД сил і засобів C та ресурсів E регіону R .

Розв'язанням задачі планування СЗР є формування остаточного ЕПД $EPD_R^{n_1}$ ($EPD_R^{n_1} \subset P_{СЗР}$), адаптованого до реальних можливостей регіону R шляхом залучення для протидії НС необхідних угруповань СЗР, наявних в регіоні R . Це забезпечується в результаті виконання операції r над EPD^n та відповідає конкретизації змісту й структури типового ЕПД реальним даним про існуючі СЗР регіону R :

$$r: EPD^n \rightarrow EPD_R^{n_1},$$

де n_1 – кількість альтернатив протидії НС NS з урахуванням реальних властивостей регіону R (в тому числі мережі доріг, на яких мають виконуватись транспортні операції); $n < n_1 \leq N$.

З іншого боку, типові ЕПД EPD^n можуть бути подані як об'єднання деякої сукупності технологій T^n , види, кількість і зміст яких залежать як від виду НС NS , так і від знань про існуючі заходи протидії НС NS :

$$EPD^n = \bigcup_{n \in N} T^n.$$

У свою чергу, технології T^n можуть бути подані як об'єднання семантично упорядкованої сукупності технологічних операцій TO_f , які є елементарними складовими типових ЕПД EPD^n і можуть використовуватися в складі багатьох технологій T^n :

$$T^n = \bigcup_{f \in F} TO_f.$$

Потужність F множини технологічних операцій визначає необхідну їх кількість, а елементи множини характеризують семантику таких операцій, що у сукупності формує необхідний набір технологічних операцій [2], використовуваний для створення ЕПД засобами СППР СПОР.

Таким чином, транзитивно отримуємо:

$$EPD^n = \bigcup_{f \in F} TO_f.$$

Отже, виконання операції r слід інтерпретувати як проведення аналізу можливості виконання сукупності технологічних операцій TO_f у складі типового ЕПД EPD^n з протидії НС NS на основі реальної інформації про стан СЗР регіону R та вибір сукупності технологій T^n , які забезпечені необхідними СЗР, і можуть бути виконані з урахуванням наведених вище обмежень 1 – 4, та, як наслідок, формують остаточний ЕПД $EPD_R^{n_1}$, адаптований до реальних можливостей регіону R .

Виходячи з викладеного, у загальному випадку задача планування СЗР складається з двох взаємопов'язаних задач, що включають до свого складу:

1) оцінку потенційних можливостей регіону НС щодо доступних СЗР для протидії НС;

2) генерування варіантів угруповань СЗР, функціонально достатніх для протидії НС з урахуванням множини обмежень.

Питання автоматизації розв'язання зазначених задач розглянуто відповідно в п.2 та п.3 статті.

2. Оцінка потенційних можливостей регіону НС

Оцінка потенційних можливостей регіону НС щодо доступних СЗР виконується засобами системи АНАЛІЗ. Систему АНАЛІЗ реалізовано мовою PDC Visual Prolog 5.2. До складу системи АНАЛІЗ входить база знань (БЗ) разом з інструментальними засобами її супроводу, в якій,

зокрема, представлені знання про множину технологій протидії різним НС.

Слід зауважити, що результативне вирішення задачі аналізу можливостей регіону засобами системи АНАЛІЗ потребує наявності розвиненого інформаційного забезпечення (БД регіону), яке зберігало б актуальну інформацію про СЗР, розміщені у регіоні (наприклад, у складі семантичних БД ОЕК регіону).

Система АНАЛІЗ забезпечує виконання наступних функцій [5]:

- 1) аналіз можливостей регіону щодо протидії НС;
- 2) синтез видів НС, що можуть бути подолані за рахунок власних СЗР регіону;
- 3) прогноз можливостей регіону щодо протидії НС.

Реалізація зазначених функцій зводиться до виконання, з одного боку, аналізу можливості протидії виду НС, що розглядається, з іншого боку – синтезу складних технологій протидії НС, забезпечених необхідними СЗР. Водночас, якщо виконання функції (2) ґрунтується на аналізі СЗР, розташованих виключно в регіоні, що розглядається, то виконання функцій (1) і (3) – на аналізі всього комплексу доступних СЗР (у тому числі тих, що знаходяться за межами регіону). У процесі аналізу відповідних доступних СЗР здійснюється формування множини складних технологій, виконання яких забезпечується за рахунок існуючих сукупностей СЗР.

Таким чином, виконання аналізу доступних СЗР дозволяє обмежити множину потенційно можливих альтернатив протидії до множини згенерованих складних технологій, забезпечених необхідними формуваннями СЗР.

2.1. Задача аналізу можливостей регіону щодо протидії НС. Призначенням цієї задачі є виконання попереднього планування СЗР, яке полягає у генеруванні множини складних технологій, потенційно застосованих для протидії НС, що розглядається, забезпечених необхідними формуваннями СЗР. У результаті розв'язання цієї задачі генеруються всі можливі варіанти складних технологій протидії НС, які можуть бути підрозділені на два види: складні

технології, виконання яких досягається виключно за рахунок СЗР, розміщених у межах регіону, і складні технології, виконання яких забезпечується за умови спільного використання СЗР, розміщених як у регіоні, так і за його межами. Згенеровані складні технології та відповідні їм сукупності СЗР формують вихідну інформацію для системи СИНТЕЗ (див. п.3 статті).

Для розв'язання задачі аналізу використовуються алгоритми пошуку на оргграфах. Як оргграф виступає граф технологій протидії НС. Як вершини графа виступають елементи технологій, декомпозовані до рівня окремих операцій, і найменування СЗР, що використовуються для виконуваних окремих операцій. Зв'язна сукупність таких вершин формує структуру технологій протидії НС, що розглядається. Для оброблення такого оргграфу використовується модифікований алгоритм пошуку в глибину із поверненням. У процесі пошуку виконується зіставлення окремих знайдених екземплярів СЗР і використовуваних для виконання розглянутої технології протидії НС, з конкретними СЗР, розташованими в регіоні. В результаті завершення пошуку в глибину формуються дві різні множини варіантів:

- 1) множина варіантів угруповань СЗР, розташованих у регіоні НС, необхідних для протидії НС;
- 2) множина додаткових варіантів угруповань СЗР, необхідних для протидії НС, що розташовані як у регіоні НС, так і за його межами.

Найменування екземплярів СЗР, що складають варіанти угруповань СЗР, розташованих у межах регіону НС, формується із зазначенням місць їх дислокації та кількості, з посиланнями на технології протидії НС, для здійсненості яких даний екземпляр СЗР необхідний. Найменування екземплярів СЗР, необхідних для протидії НС та розташованих за межами регіону НС, формуються лише із зазначенням тих технологій протидії НС, для здійсненості яких даний екземпляр СЗР необхідний.

Водночас, загальна кількість сформованих варіантів протидії буде визначатися як об'єднання доступних та альтернатив-

них сукупностей технологій протидії НС, що відповідає всьому вектору технологій протидії аналізованій НС, представлених у БЗ системи АНАЛІЗ.

2.2. Задача синтезу видів НС, що можуть бути подолані за рахунок власних СЗР регіону є зворотною до задачі, розглянутій в п.2.1. Призначення цієї задачі полягає у виконанні завчасного (не оперативного) аналізу дієздатності регіону з метою визначення множини видів НС, протидія яким досяжна за рахунок власних СЗР регіону, що, з одного боку, значно знижує невизначеність, властиву початковим етапам процесу ухвалення рішень щодо протидії НС, з іншого боку – дозволяє своєчасно і мотивовано використовувати відповідні доступні СЗР для оперативної протидії НС.

Для розв'язання задачі синтезу видів НС застосовано метод прямого логічного виводу, запропонований у [6]. Як початковий стан виводу виступають екземпляри СЗР, розташовані в регіоні НС. Логічний вивід, що полягає у висхідному просуванні мережевою структурою технологій, представлених у БЗ системи АНАЛІЗ, успішно виконується за умови, коли кожна субтехнологія, що входить до складу технології протидії окремій НС, забезпечена необхідними СЗР регіону; в іншому випадку технологія виведена не буде. Розв'язання задачі синтезу засобами системи АНАЛІЗ здійснюється в результаті вибору регіону НС та виконання процесу прямого логічного виводу, внаслідок якого формується множина видів НС, яким спроможний протидіяти цей регіон за рахунок власних СЗР.

2.3. Задача прогнозу можливостей регіону щодо протидії НС. Призначенням цієї задачі є виконання завчасного (не оперативного) аналізу дієздатності регіону з метою отримання прогнозної оцінки щодо можливості виникнення видів НС, породження яких спричиняється життєдіяльністю та особливостями регіону, що розглядається. А також – завчасного планування заходів протидії таким НС, що дозволяє, з одного боку, мотивовано оцінювати характер впливу об'єктів, що розміщуються (зводяться) в регіоні, на його нормальну життєдіяльність, з іншого боку – отримувати вичерпну

інформацію про необхідні сукупності СЗР, які вимагають свого розміщення у регіоні.

Розв'язання цієї задачі ґрунтується як на інформації БД про потенційно небезпечні виробництва, розташовані в регіоні, так і на знаннях, представлених у БЗ системи АНАЛІЗ, що описують каузальні зв'язки між видами небезпечних виробництв і типами НС, які можуть бути спричинені небезпечними виробничими процесами. Алгоритми розв'язання цієї задачі ґрунтуються на алгоритмах пошуку на оргграфах (див. п.2.1).

Розв'язання задачі прогнозу передбачає вибір досліджуваного регіону та виконання обстеження готовності СЗР регіону протидіяти можливим НС, виникнення яких потенційно може бути викликане функціонуванням виробництв, розташованих у досліджуваному регіоні. Результати обстеження регіону поділяються на два випадки: задовільне забезпечення та незадовільне забезпечення регіону. У випадку, коли забезпечення регіону угрупованнями СЗР є задовільним, система АНАЛІЗ пропонує для огляду склад технологій протидії можливим НС та відповідні СЗР із зазначенням місць їх розташування та кількості. У випадку, коли забезпечення регіону є незадовільним, система пропонує для огляду не тільки інформацію про доступні СЗР, а й вказує на необхідні додаткові СЗР, залучення яких необхідне для протидії аналізованій НС.

Отже, реалізоване засобами системи АНАЛІЗ комплексне вирішення проблеми оцінки можливостей регіону дозволяє швидко і точно оцінювати рівень готовності регіону до протидії множині НС, які входять до складу Класифікатора НС. Отримувані результати дозволяють адекватно оцінювати ступінь дієздатності окремого регіону та планувати перелік необхідних заходів для підвищення його готовності до подолання потенційно можливих НС.

3. Генерування варіантів угруповань СЗР

Генерування варіантів угруповань СЗР, функціонально та кількісно достатніх для протидії НС з урахуванням множини обмежень, виконується засобами системи

СИНТЕЗ. Систему СИНТЕЗ реалізовано мовою PDC Visual Prolog 5.2.

Генерування варіантів угруповань СЗР [7] передбачає на основі врахування всіх обставин поточної ситуації вирішення задач оперативного комбінування, розподілу та доставки на місце подій угруповань СЗР, визначених засобами системи АНАЛІЗ, необхідних та достатніх для подолання НС у межах аналізованих складних технологій протидії. Під вирішенням завдань комбінування, розподілу та доставки угруповань СЗР мається на увазі побудова та оцінка повної сукупності угруповань сил та засобів, здатних досягти в заданий час місця подій та подолати НС, одночасно не перевищуючи ліміту доступних ресурсів.

На відміну від системи АНАЛІЗ, що здійснює якісний аналіз можливості використання СЗР для протидії НС, система СИНТЕЗ забезпечує варіантне планування СЗР на підставі кількісного аналізу СЗР та здійснює порівняння, оптимізацію та остаточний вибір угруповань сил та засобів за показниками коефіцієнту запасу за всіма компонентами вектору потужностей для НС та коефіцієнту використання доступних ресурсів за всіма компонентами вектору ресурсів регіону. В процесі оперативного планування формується множина варіантів комбінацій сил та засобів, що задовольняють усю систему обмежень. У разі, якщо система АНАЛІЗ породжує рішення, що потребують додаткових угруповань СЗР, засобами системи СИНТЕЗ здійснюється пошук варіантів угруповань сил та засобів, розташованих за межами регіону НС, із знаходженням найкращих із них за критеріями найменшого дефіциту потужностей чи ресурсів.

Вихідними даними для задачі варіантного планування СЗР є: умови регіону та території місця подій, запаси різних ресурсів; характеристики транспортних комунікацій; доступні сили та засоби із зазначенням їхніх характеристик та пунктів розміщення; опис НС з конкретизацією класу, місця подій, потужності та фронту робіт (обмежень на можливу кількість одночасно розгорнутих сил та засобів). Варіантне пла-

нування здійснюється з використанням інформації про дорожню мережу регіону НС, що надходить з картографічної БД ОЕК.

Рішенням варіантного планування є синтезування впорядкованих альтернативних варіантів угруповань сил та засобів, що описуються структурою, складом і схемами переміщення до місця подій, яке відповідає наступним умовам:

1) Кожне угруповання сил та засобів має:

- потужності, достатні для подолання НС за всіма видами виконуваних робіт;
- необхідний фронт робіт на місці подій;
- можливість досягти місця подій за дорожніми умовами;
- усі необхідні ресурси;

2) Витрати сукупності залучених угруповань сил та засобів не перевищують ресурсних обмежень за будь-яким видом ресурсів.

Під час вирішення задачі синтезу варіантів угруповань СЗР здійснюється оброблення графу технологій протидії НС, який за своїми властивостями подібний до орграфу, використовуваного для аналізу можливостей регіону (див. п.2.1). За вершини графа виступають елементи технологій, декомпозовані до рівня окремих операцій, та найменування СЗР, що використовуються для виконання операцій. Пов'язна сукупність таких вершин формує структуру технологій протидії досліджуваній НС. Для оброблення такого орграфу використовується алгоритм пошуку в глибину із поверненням. У процесі пошуку виконується зіставлення окремих знайдених екземплярів СЗР і використовуваних для виконання розглянутої технології протидії НС, з конкретними СЗР, розташованими в регіоні, з урахуванням їх кількісних показників. У результаті виконання недетермінованого пошуку формується множина варіантів угруповань СЗР, що функціонально та кількісно достатні для протидії НС з урахуванням множини визначених обмежень.

Таким чином, в результаті виконання автоматизованого оперативного планування процесів протидії генеруються сукупності

складних технологій протидії НС, здійсненість яких забезпечується за рахунок чітко визначених угруповань СЗР, за всіма показниками здатних виконати відповідні необхідні обсяги робіт із протидії НС.

4. Формування остаточного ЕПД, адаптованого до регіону НС

Результати оперативного планування, що виконуються засобами систем АНАЛІЗ та СИНТЕЗ, використовуються для формування остаточного ЕПД, адаптованого як до властивостей і можливостей регіону, що розглядається, так і до особливостей НС, що відбувається. Процес адаптації типового ЕПД забезпечується засобами СППР СПОР за рахунок:

1. Збереження у ПД лише тих альтернативних технологій протидії НС, які забезпечені необхідними СЗР;

2. Остаточної автоматизованої параметризації операцій, що становлять дієздатні технології протидії НС;

3. Автоматизованого додавання до ЕПД картографічної інформації БД ОЕК про транспортні комунікації та автоматичну параметризацію транспортних операцій.

У результаті виконаної адаптації типового ЕПД формується остаточний ЕПД, що за структурою та змістом відповідає реальним можливостям регіону НС.

Інакше кажучи (див. п.1 статті), формування остаточного ЕПД $EPD_R^{n_1}$ відбувається в результаті виконання операції r з адаптації типового ЕПД EPD^n до реальних можливостей регіону R :

$$r: EPD^n \rightarrow EPD_R^{n_1}.$$

Як впливає з викладеного, операція r включає виконання оцінки потенційних можливостей регіону НС щодо доступних СЗР для протидії НС та на основі отриманих результатів генерування варіантів угруповань СЗР, функціонально достатніх для протидії НС з урахуванням множини обмежень.

У результаті виконання операції r формується остаточний ЕПД $EPD_R^{n_1}$, де індекс R означає, що ЕПД адаптований до можливостей регіону R . Індекс n_1 характе-

ризує кількість альтернатив протидії НС NS з урахуванням можливостей регіону R . Як показано в п.1 статті, $n < n_1 \leq N$. Зазначимо, що, незважаючи на те, що в результаті виконання операції r кількість альтернатив протидії НС NS зменшується (в порівнянні з n) за рахунок відкидання альтернатив, не забезпечених необхідними угрупованнями СЗР, вона одночасно зростає за рахунок додавання альтернатив, пов'язаних з мережею доріг, на яких відбуватимуться транспортні операції. Як наслідок, фактична кількість альтернатив n_1 буде більше n , але не більше N , де N характеризує потенційну багатоальтернативність протидії НС виходячи із властивостей NS та прогнозованих можливостей регіону R .

Висновки

Однією з найбільш відповідальних задач, що вирішуються на початкових етапах виникнення НС, є задача планування СЗР, сутність якої полягає в оперативному і точному визначенні (з урахуванням системи обмежень) угруповань СЗР, функціонально здатних протидіяти НС. Від якості вирішення цієї задачі значною мірою залежить ефективність та результативність виконання процесу протидії НС.

У статті виконано формальний опис та запропоновано постановку задачі планування СЗР, на основі якої показано, що вирішення цієї задачі передбачає послідовне розв'язання двох взаємопов'язаних задач аналізу можливостей регіону НС та синтезу дієздатних угруповань СЗР, спроможних результативно протидіяти НС. Детально розглянуто питання автоматизації рішення цих задач та охарактеризовано основні функції систем АНАЛІЗ та СИНТЕЗ, засобами яких зазначені задачі вирішуються. Обґрунтовано, що завдяки вирішенню задач аналізу можливостей регіону НС та синтезу дієздатних угруповань СЗР, забезпечується оперативна адаптація електронного плану дій до реальних можливостей регіону.

Література

1. Яловець А.Л. Архітектура та функціональні можливості системи підтримки прийняття рішень СПОР. *Проблеми програмування*, 2023. №2. С. 3 – 9.
2. Яловець А.Л. Про формалізацію планів дій з протидії надзвичайним ситуаціям. *Проблеми програмування*, 2023. №1. С. 38 – 47.
3. Кондращенко В.Я., Яловець А.Л. Формальные основы планирования сил, средств и ресурсов при решении задач противодействия чрезвычайным ситуациям средствами системы «Цунами-2000». *Моделирование та інформаційні технології*, 1999. Вип.2. С. 3 – 7.
4. ДК 019:2010. Класифікатор надзвичайних ситуацій. Держспоживстандарт України, 2010.
5. Яловець А.Л. Анализ возможностей региона по противодействию чрезвычайным ситуациям на основе СЛМ-модели. *Научно-практичные проблемы моделирования та прогнозування надзвичайних ситуацій*. К.: КНУ-БА, МНС України, 2000. Вип.4. С. 18 – 24.
6. Яловець А.Л. Представление и обработка знаний с точки зрения математического моделирования: Проблемы и решения. Киев: Наукова думка, 2011. 360 с.
7. Кондращенко В.Я. Синтез структуры угруповань сил та засобів при проектуванні заходів протидії комплексним надзвичайним ситуаціям. *Моделирование та інформаційні технології*, 2000. Вип. 6. С. 3 – 10.
4. ДК 019:2010. Classifier of emergency situations. State consumer standard of Ukraine, 2010. (in Ukrainian).
5. Yalovets A.L. Analysis of the region's capabilities to counter emergency situations based on the SLM model. *Scientific and practical problems of modeling and forecasting emergency situations*. K.: KNU-BA, Ministry of Emergency Situations of Ukraine, 2000. Iss.4. P. 18 – 24. (in Russian).
6. Yalovets A.L. Knowledge representation and processing from the point of view of mathematical modeling: Problems and solutions. Kyiv: Naukova Dumka, 2011. 360 p. (in Russian).
7. Kondrashchenko V.Ya. Synthesis of the structure of groups of forces and means in the design of countermeasures against complex emergency situations. *Modeling and information technologies*, 2000. Iss.6. P. 3 – 10. (in Ukrainian).

Одержано: 03.08.2023

Про автора:

Яловець Андрій Леонідович,
доктор технічних наук,
головний науковий співробітник.
Кількість наукових публікацій
в українських виданнях – понад 100.
Кількість наукових публікацій
в зарубіжних виданнях – 5.
<http://orcid.org/0000-0001-6542-3483>

Місце роботи автора:

Інститут проблем математичних машин
та систем НАН України.
03187, Київ-187,
проспект Академіка Глушкова, 42.
Тел.: (044) 526 13 69.
E-mail:andriy.yalovets@gmail.com

References

1. Yalovets A.L. Architecture and functional capabilities of the decision-making support system SPOR. *Problems in programming*, 2023. № 2. P. 3 – 9. (in Ukrainian).
2. Yalovets A.L. On the formalization of emergency action plans. *Problems in programming*, 2023. № 1. P. 38 – 47. (in Ukrainian).
3. Kondrashchenko V.Ya., Yalovets A.L. Formal foundations for planning forces, means and resources in solving problems of countering emergency situations by means of the system Tsunami-2000. *Modeling and information technologies*, 1999. Iss.2. P. 3 – 7. (in Russian).