

УДК (64.012.25+614.8):001.8

А.Л. ЯЛОВЕЦЬ*

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПЛАНІВ ДІЙ ІЗ ПРОТИДІЇ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ (Ч. II)

*Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, м. Київ, Україна

Анотація. При дослідженні процесів протидії надзвичайним ситуаціям виникає проблема структуризації цих процесів, яка може розглядатися з точки зору двох рівнів абстракції: загальнотеоретичного та проблемно-орієнтованого. Якщо загальнотеоретичний рівень передбачає виявлення загальних концепцій та принципів, що лежать в основі планування послідовностей операцій, які формують електронні плани дій, то проблемно-орієнтований рівень передбачає врахування проблемної специфіки досліджуваної надзвичайної ситуації. Загальнотеоретичний рівень абстракції був розглянутий у першій частині методологічних засад створення електронних планів дій із протидії надзвичайним ситуаціям. У даній статті викладено другу частину методологічних засад, в якій проблема структуризації розглядається з точки зору проблемно-орієнтованого рівня абстракції. У статті проаналізовано шість кроків, які необхідно виконати у процесі побудови електронного плану дій. На прикладах продемонстровано особливості подання в електронних планах дій технологій протидії надзвичайним ситуаціям. Зокрема, описано особливості подання паралельних процесів в електронних планах дій, побудови компонентів електронного плану дій для вибору альтернатив між технологіями протидії надзвичайній ситуації та послідовного планування низки задач протидії надзвичайній ситуації. Виконано порівняння запропонованих методологічних засад із методологічними засадами створення традиційних планів дій та продемонстровано суттєві відмінності результатів застосування зазначених методологічних засад при створенні відповідних планів дій. Обґрунтовано переваги використання електронних планів дій у складі СППР СПОР для вирішення проблем оперативного управління протидією надзвичайним ситуаціям у ситуаційних центрах.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, методологія, планування, електронний план дій, операція, сили, засоби, ресурси, технологія.

Abstract. When studying the processes of counteracting emergencies, the problem of structuring these processes arises. This problem can be considered from the point of view of two levels of abstraction: general theoretical and problem-oriented. If the general theoretical level involves the identification of general concepts and principles that underlie the planning of appropriate sequences of operations, which together form electronic action plans, then the problem-oriented level involves taking into account the problem specifics of the emergency under study. The general theoretical level of abstraction of the problem of structuring counteraction processes was considered in the first part of the methodological bases for creating electronic action plans to deal with emergencies. This article is the second part of the methodological bases, in which the problem of structuring is considered from the point of view of a problem-oriented level of abstraction. Six steps that need to be followed in the process of building an electronic action plan are outlined and analyzed. Informative examples demonstrate the features of the presentation of emergency response technologies in electronic action plans. In particular, the features of representing parallel processes in electronic action plans, building components of an electronic action plan for choosing alternatives between emergency response technologies and sequential planning of a number of emergency response tasks are shown. A comparison of the proposed methodological bases with the methodological bases for creating traditional action plans is made, and significant differences in the results of applying these methodological bases when creating the corresponding action plans are demonstrated. The advantages of using electronic action plans as part of the DSS SPOR to solve the problems of operational management of emergency response in situational centers are substantiated.

Keywords: emergency situation, methodology, planning, electronic action plan, operation, forces, means, resources, technology.

1. Вступ. Загальна характеристика проблеми структуризації процесів протидії надзвичайним ситуаціям

Розроблення Методологічних засад створення електронних планів дій (ЕПД) ґрунтується на дослідженні проблеми структуризації процесів протидії надзвичайним ситуаціям (НС). При цьому проблема структуризації процесів протидії НС має розглядатися з точки зору двох рівнів абстракції: загальнотеоретичного, який передбачає виявлення загальних концепцій та принципів, що лежать в основі планування послідовностей операцій, що у сукупності формують ЕПД, та проблемно-орієнтованого, який передбачає врахування проблемної специфіки досліджуваної НС та виявлення і формалізацію природної морфології (структури), синтаксису (характерних взаємозв'язків між елементами структури) та семантики (змісту елементів структури) процесів протидії досліджуваній НС.

Загальнотеоретичний рівень абстракції проблеми структуризації (незалежний від специфіки конкретної НС та спрямований на обґрунтування загальних методів побудови ЕПД) був викладений у першій частині Методологічних засад [1]. Там же було зазначено, що створення ЕПД забезпечується засобами СППР СПОР [2] і є окремою творчою задачею, для розв'язання якої необхідно розробити методологічні засади створення ЕПД як багатоаспектної сукупності заходів з управління протидією НС різного походження.

У даній статті наводиться друга частина Методологічних засад, в якій проблема структуризації розглядається виходячи з передумови, що користувач СППР СПОР має уявлення про загальні принципи формування ЕПД. Із цього видно, що пропонується частина Методологічних засад спрямована на викладення практичних рекомендацій щодо побудови ЕПД з урахуванням природних, структурних та змістовних особливостей НС, що розглядаються.

У загальному випадку у процесі вирішення будь-яких складних задач планування цілеспрямованих результативних дій, метою яких є поступове зменшення невизначеностей та великої розмірності проблеми, що вирішується, у практичній діяльності людина виконує декомпозицію процесу розв'язування такої проблеми на упорядковану сукупність етапів, структура яких та зміст виявлених складових кожного етапу вже не характеризуються первинною складністю загальної проблеми, що вирішується, та можуть розглядатися як самостійні проблемно незалежні компоненти.

Виходячи з цього, у процесі побудови ЕПД необхідно виконати такі кроки:

1. Загальний аналіз структури процесу протидії НС із виявленням та фіксацією упорядкованої сукупності етапів протидії.
2. Морфологічний аналіз кожного виявленого етапу.
3. Синтаксичний аналіз структури етапу.
4. Семантичний аналіз елементів структури етапу.
5. Формування первинного ЕПД за рахунок узагальнення результатів попередніх кроків.
6. Прагматичний аналіз процесу протидії НС із внесенням до складу ЕПД необхідних додаткових елементів та зв'язків.

Для визначення основних проблем, які мають бути вирішені у процесі створення компонентів ЕПД, виконаємо загальний аналіз перелічених кроків.

Метою статті є викладення практичних рекомендацій щодо побудови ЕПД з урахуванням природних, структурних та змістовних особливостей НС, що розглядаються.

2. Загальний аналіз структури процесу протидії НС

Будь-який процес має власну внутрішню структуру, яку можна інтерпретувати як деяку зміну етапів, де при виконанні кожного етапу відбувається цілеспрямоване перетворення

об'єкта дослідження. На концептуальному рівні внутрішня структура процесу протидії абстрактній НС може бути зведена до укрупненого узагальненого опису, що складається з упорядкованої сукупності етапів. Структура такого процесу може бути подана за допомогою різних нотацій (у тому числі нотацій BPMN, BPWin тощо). Однак ми вважаємо за доцільне використати діаграму діяльності UML, яка також застосовна для цієї мети (рис. 1).

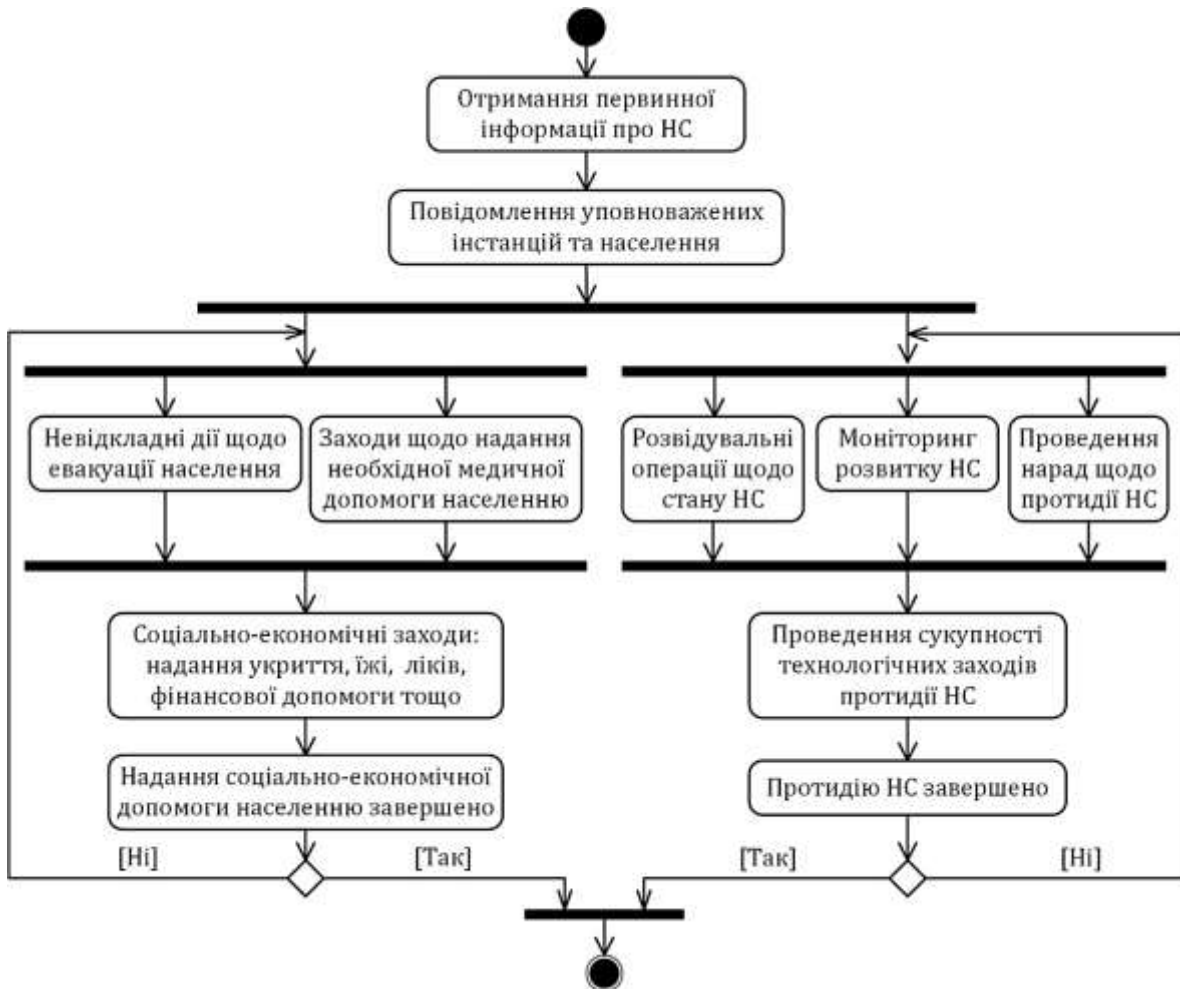


Рисунок 1 – Внутрішня структура процесу протидії абстрактній НС в нотації UML

Загальний аналіз наведеної структури процесу протидії НС дозволяє зробити такі висновки:

- Структура містить послідовно-паралельне сполучення окремих етапів, яке у сукупності формує процес протидії НС. У процесі протидії, як підкреслювалось вище, відбувається поступове зменшення невизначеностей, якими характеризується загальна ситуація, пов'язана з НС. Ефективність процесу протидії залежить від достовірності інформації щодо стану НС та своєчасного її надходження і, як наслідок, залучення необхідних сил та засобів (СЗ) протидії на основі достатньої інформації про розвиток НС. До того часу, доки не буде з'ясовано, які саме угруповання СЗ та ресурсів необхідні відповідно до наявної інформації, процес протидії НС буде розвиватися послідовно. І навпаки, процес може бути запаралелений за умови отримання достатньої інформаційної підтримки. Як видно з рис. 1, перші два етапи розвиваються послідовно, наступні етапи – паралельно. Детальному опису структурованого подання технологій протидій, яким відповідають окремі етапи або об'єднання сукупності етапів, присвячений п. 5 статті, а опису структурованого подання паралельних процесів в ЕПД – п. 6 статті.

- Сукупність окремих етапів, незважаючи на їх формальну незалежність, може бути інформаційно або технологічно пов'язаною. Подібні сукупності етапів можуть розглядатися як суцільні блоки, бо тільки їх загальне виконання надає змогу прийняти вірне рішення у процесі протидії НС. Наприклад, на рис. 1 прикладом такої сукупності етапів є блок «Розвідувальні операції – Моніторинг – Проведення нарад». Дійсно, будь-яка інформація, отримана в ході моніторингу розвитку НС або розвідувальних операцій, може впливати на продуктивність протидії та, як наслідок, на прийняття рішень щодо зміни заходів із протидії, що, як правило, потребує проведення необхідних нарад фахівців відповідних галузей знань. Крім того, за подібними чинниками технологічного змісту можуть об'єднуватись інші етапи. Детально ці питання будуть викладені в п. 8 статті.

- Зв'язки між окремими етапами (сукупністю етапів) можуть мати взаємозалежний (циклічний) характер. Процес виконання окремих етапів або сукупності етапів (для зручності викладення назовемо їх етапами типу 1) в деяких випадках у певній мірі залежить від результатів виконання інших етапів (етапів типу 2), в ході яких відбувається формування інформації, необхідної для прийняття рішень щодо виконання етапів типу 1. У загальному випадку при створенні типових ЕПД включення таких етапів передбачається заздалегідь у чітко визначених місцях процесу протидії НС. При використанні ЕПД додаткове включення подібних етапів та їх упорядкованість залежать від складності НС та поточної ситуації процесу протидії. Наприклад, на рис. 1 до етапів типу 1 належить «Проведення сукупності технологічних заходів протидії НС», що у загальному випадку об'єднує цілу низку внутрішніх етапів протидії, зміст яких залежить від властивостей загальної технології, що використовується для протидії. До етапів типу 2 належить блок, який розглядався в попередньому пункті. Вибір загальної технології (етап типу 1) виконується на основі інформації, отриманої в ході виконання етапу типу 2. Якщо в ході виконання етапу типу 1 була отримана нова інформація, яка впливає на ефективність протидії НС і, як наслідок, на доцільність використання вибраних технологічних заходів протидії, необхідно виконати операції, які належать до складу етапу типу 2, тобто додатково включити їх у відповідні місця ЕПД. У результаті виконання таких операцій можлива ситуація вибору іншої загальної технології, що відповідає поверненню до початку етапу типу 1. Таким чином, зв'язки між етапами можуть мати циклічний характер. Особливості вирішення цих питань будуть викладені у п. 7 статті.

- Окремі сукупності етапів підтримують функціонально різні напрямки протидії й мають виконуватись незалежно один від одного і розглядатись як окремі напрями робіт. У процесі виконання протидії в деяких випадках існують різні напрями робіт, кожний з яких направлений на ліквідацію наслідків окремого процесу. Наприклад, на рис. 1 показані два напрями протидії: один пов'язаний з евакуацією населення та відповідними соціальними заходами, другий – з технологічними заходами протидії, направленими безпосередньо на протидію розвитку НС. Детально ці питання будуть викладені в п. 8 статті.

Таким чином, у результаті загального аналізу структури процесу протидії НС виявлені специфічні особливості цього процесу, методологію формалізації яких при побудові ЕПД описано в пп. 5–8 статті.

3. Морфологічний, синтаксичний та семантичний етапи аналізу процесу протидії НС

Як було показано вище, морфологічний етап аналізу передбачає поступовий аналіз структури кожного виявленого етапу протидії НС. Метою цього аналізу є виявлення та фіксація елементів, які складають даний етап, та досягнення повноти, несуперечності та адекватності подання елементів у складі етапу, що повинно відповідати природній структурі досліджуваного етапу. Наприклад, розглянемо одну з технологій протидії НС природного характеру, пов'язану з забезпеченням утримання ґрунтів, – створення підпірної стінки. За структурою названа технологія включає до свого складу такі роботи (технологічні операції):

комплекс земляних робіт, який включає сукупність робіт із виїмки ґрунтів, розчищення площадки, ущільнення ґрунтів, що потребують використання відповідних технічних засобів (екскаваторів, бульдозерів, засобів ущільнення ґрунтів тощо); вантажні перевезення, які мають виконати перевезення зайвих ґрунтових мас, необхідних будівельних конструкцій та матеріалів для виконання будівельних робіт тощо; будівельно-монтажні роботи зі створення підпірної стінки з залученням необхідної будівельної техніки (бетонозмішувачів, вібраторів, будівельних кранів тощо). Якість виконання морфологічного аналізу впливає на адекватність подання складу даної технології в ЕПД.

Основною метою синтаксичного аналізу є визначення та фіксація усталених зв'язків між елементами етапу, виявленими у процесі проведення морфологічного аналізу. В результаті синтаксичного аналізу формується упорядкована послідовність елементів, яка повинна відповідати природній структурі етапу, що формалізується. Наприклад, проведення синтаксичного аналізу для технології створення підпірної стінки, структура якої розглянута вище, передбачає таку послідовність виявлених технологічних операцій:

1. Паралельне виконання комплексу робіт:
 - 1.1. Земляні роботи з залученням екскаваторів та бульдозерів (виїмка та переміщення ґрунтів).
 - 1.2. Вантажні перевезення зайвого ґрунту вантажним автотранспортом.
2. Ущільнення ґрунту підмурку за допомогою спеціальної техніки.
3. Альтернативні технології створення підпірної стінки:
 - 3.1. Монолітні технології, які включають таку послідовність робіт.
 - 3.1.1. Арматурно-опалубні роботи.
 - 3.1.2. Зварювальні роботи.
 - 3.1.3. Монтажні роботи.
 - 3.1.4. Бетонні роботи (виготовлення та укладення бетонної суміші).
 - 3.1.5. Вібраційні роботи.
 - 3.1.6. Догляд за бетоном.
 - 3.2. Збірно-монолітні технології, які включають таку послідовність робіт:
 - 3.2.1. Монтаж збірних конструкцій.
 - 3.2.2. Арматурно-опалубні роботи за місцем.
 - 3.2.3. Зварювальні роботи.
 - 3.2.4. Бетонні роботи за місцем.
 - 3.2.5. Вібраційні роботи.
 - 3.2.6. Догляд за бетоном.
4. Земляні роботи (зворотна засипка ґрунту).
5. Ущільнення насипного ґрунту за допомогою спеціальної техніки.

При виконанні семантичного аналізу розглядається зміст окремих операцій та виявляються їх якісні та кількісні характеристики. Тобто з'ясовується, які СЗ і ресурси та в якій кількості необхідно залучити для виконання кожної виявленої операції (елемента етапу, що аналізується). Наприклад, для операції «Монтаж збірних конструкцій» з вищенаведеного прикладу необхідно визначити типи задіяних будівельних кранів, їх вантажопідйомність та кількість, кількість та склад необхідної робочої сили тощо.

Зауважимо, що для якісного виконання морфологічного, синтаксичного та семантичного аналізів при побудові ЕПД доцільно залучати фахівців із відповідних галузей знань.

4. Прагматичний аналіз процесу протидії та формування остаточного типового ЕПД

Після проведення операцій, викладених в пп. 2 та 3 статті, виконується узагальнення отриманих результатів: окремі семантично описані елементи ЕПД об'єднуються в доцільні послідовності, виявлені у процесі синтаксичного аналізу, які групуються в послідовно-паралельну структуру, що відповідає загальному уявленню про первинний ЕПД; ця струк-

тура доповнюється з'єднувальними елементами та мітками початкового й цільового станів. Таким чином, формується первинне подання ЕПД. Однак це подання відображає тільки ситуацію, яка відповідає детермінованому розвитку подій. На жаль, у реальній дійсності розвиток подій далеко не завжди можна передбачити заздалегідь. Урахування недетермінізму при створенні ЕПД відбувається на етапі прагматичного аналізу.

Основною метою прагматичного аналізу процесу протидії НС є створення остаточного типового ЕПД за рахунок виявлення і внесення в ЕПД множини потенційно можливих стратегій розвитку НС, що виконується у процесі оцінки можливих змін як у процесах розвитку НС, так і в заходах із протидії НС. Виконання прагматичного аналізу стосується етапів, які мають блочну структуру (п. 2 статті), у процесі здійснення яких можлива деяка зміна ситуації інформаційного або технологічного характеру. Це стосується ситуацій, коли надійшла нова інформація про загальний стан розвитку НС (не спричинена роботами, що виконуються) або в ході виконання технологічних операцій отримано небажаний результат, який не дозволяє продовжити роботи за даною технологією. В таких випадках необхідне прийняття рішень щодо зміни вибраної стратегії протидії. Особливості вирішення цих питань викладено в п. 7 статті.

Таким чином, описана послідовність виконання структуризації процесів протидії НС дозволяє детально відпрацювати основні кроки створення ЕПД.

5. Структуроване подання технологій протидії НС

Після виконання процесів аналізу, описаних в пп. 2–4 статті, вже не виникає труднощів із поданням технологій протидії НС в ЕПД. При наявності сформованого структурованого опису технології протидії НС, як доцільної послідовності технологічних операцій, інструментарій, наявний в СППР СПОР, дозволяє природно подавати структуру та зміст технології у формалізованому вигляді. Наприклад, ЕПД, створений на основі опису технології «Створення підпірної стінки», розглянутої в п. 3 статті, прийме вигляд, показаний на рис. 2.

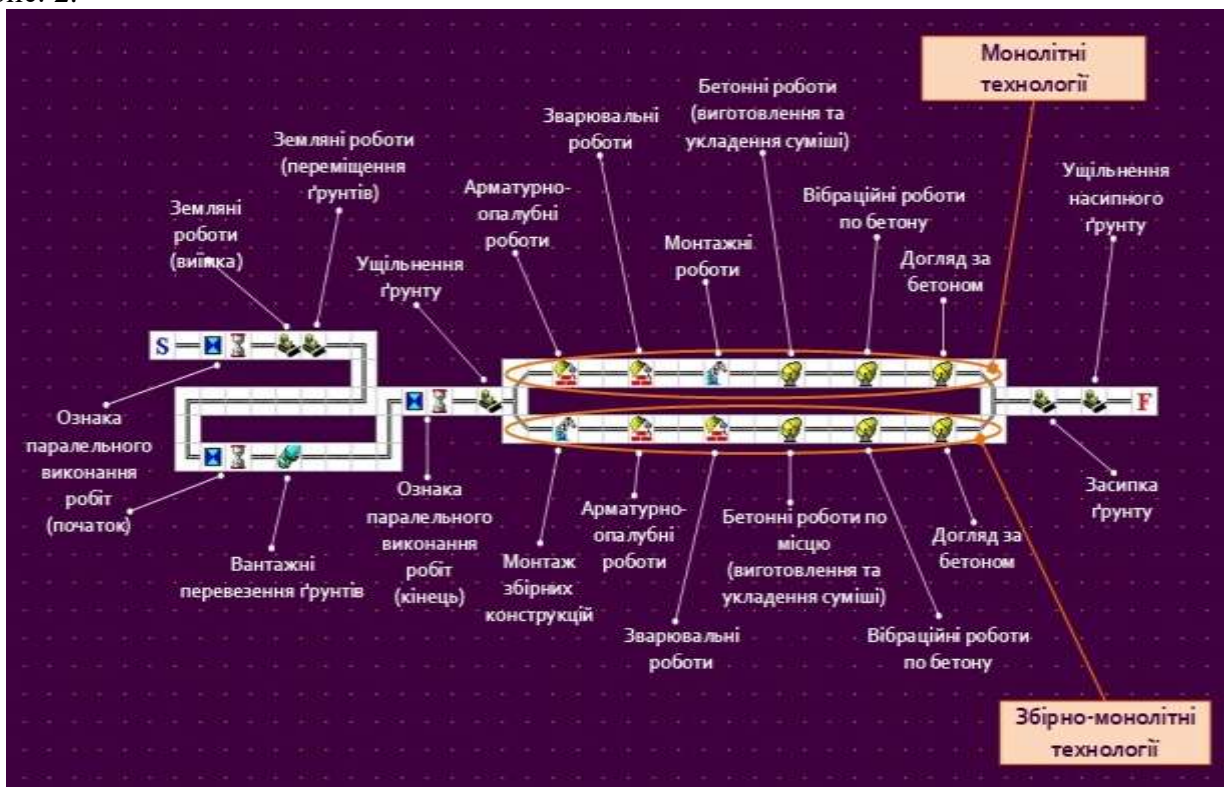


Рисунок 2 – Фрагмент ЕПД, що подає технології створення підпірної стінки

Семантична інформація щодо змісту окремих операцій міститься в діалогах параметризації, які поставлені у відповідність кожній технологічній операції. Наприклад, для операції «Земляні роботи», яка на рис. 2 присутня в декількох інтерпретаціях («Риття», «Засипка», «Пересув» (переміщення ґрунтів), «Ущільнення»), специфіка операції зазначається, як показано на рис. 3. Таким же чином задається семантика інших технологічних операцій.

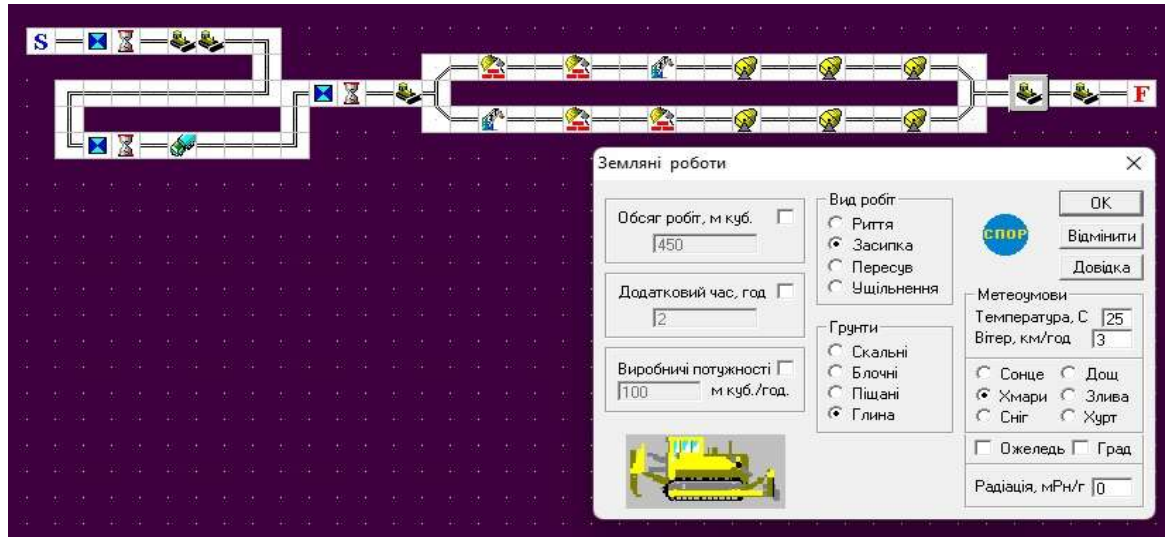


Рисунок 3 – Приклад діалогу параметризації операції ЕПД

Отже, за допомогою сукупності електронних прототипів операцій, поданих в ЕПД засобами СППР СПОР, забезпечується однозначне та наочне подання послідовностей технологічних операцій, які мають бути здійснені у процесі виконання конкретної технології.

Разом з тим, у процесі створення ЕПД необхідно враховувати особливості виконання процесів протидії (п. 2 статті). Особливу увагу необхідно звернути на паралельні процеси, тобто такі, що виконуються одночасно.

6. Подання паралельних процесів в ЕПД

При виконанні протидії НС виникають ситуації, коли окремі процеси виконуються одночасно. При цьому можливі два випадки: коли виконання процесів технологічно незалежні і їх результати не перетинаються та коли виконання процесів технологічно пов'язані. Прикладом першого випадку (рис. 1) є одночасне виконання евакуації населення та виконання технологічних заходів протидії. Прикладом другого випадку (рис. 2) є паралельне виконання комплексу земляних робіт та вантажних перевезень ґрунту. У першому випадку процеси виконуються одночасно, але їх паралельність не носить технологічного характеру, вони незалежні між собою за результатами і направлені на протидію різним аспектам НС. Такі випадки розглянуті в п. 8 статті.

У даному підрозділі статті будуть розглянуті ситуації, які належать до другого випадку. Особливістю таких ситуацій є висока часова та технологічна залежність між паралельними процесами, тобто час виконання одного процесу впливає на своєчасність виконання іншого, а без виконання одного процесу неможливо виконання іншого. Наприклад, для розглянутого вище паралельного виконання земляних та вантажних робіт ця особливість полягає в такому.

Технологічний аспект

Для забезпечення нормальних умов виконання робіт необхідно, щоб частина ґрунту, який

екскаватор видає у відвал при ритті, була вивезена з будівельної площадки вантажним автотранспортом. При цьому частина ґрунту повинна залишитись для виконання зворотної засипки нижньої частини збудованої підпірної стінки. Тобто, повинні паралельно працювати екскаватори (риття ґрунту), бульдозери (переміщення ґрунту) та вантажний автотранспорт (транспортування зайвого ґрунту). Ці процеси мають бути скоординовані.

Часовий аспект

Координація цих процесів забезпечується за рахунок синхронізації їх виконання. Необхідний час вантажних перевезень, що визначається кількістю задіяних автомобілів та їх вантажопідйомністю, повинен збігатися з часом виробництва об'ємів ґрунту задіяними екскаваторами з урахуванням часу, необхідного для виконання переміщення ґрунту бульдозерами.

Для формалізації паралельних процесів в ЕПД використовується комбінація операцій «Довільний елемент» і «Пауза» (рис. 2). За допомогою операції «Довільний елемент» встановлюються ознака початку паралельного процесу та його порядковий номер. Зауважимо, що в ЕПД може бути довільна кількість паралельних процесів. За допомогою операції «Пауза» визначається різниця в часі між паралельними процесами. Так, якщо тривалість основного процесу (процесу, що підтримує загальну технологію робіт, в нашому випадку – земляні роботи) перевищує тривалість вантажних перевезень і перевезення мають розпочатися пізніше початку земляних робіт, то в операції «Пауза», що розташована в ЕПД перед операцією «Вантажні перевезення» (рис. 4), вказується необхідна затримка їх виконання (в даному випадку 3 години).

У процесі автоматизованої обробки ЕПД засобами СППР СПОР ця похибка буде врахована як відтермінування виконання вантажних перевезень на 3 години від початку виконання земляних робіт. І завдяки тому, що вантажні перевезення мають тривалість, порівняльну із тривалістю земляних робіт, відбудеться паралельне виконання означених робіт.

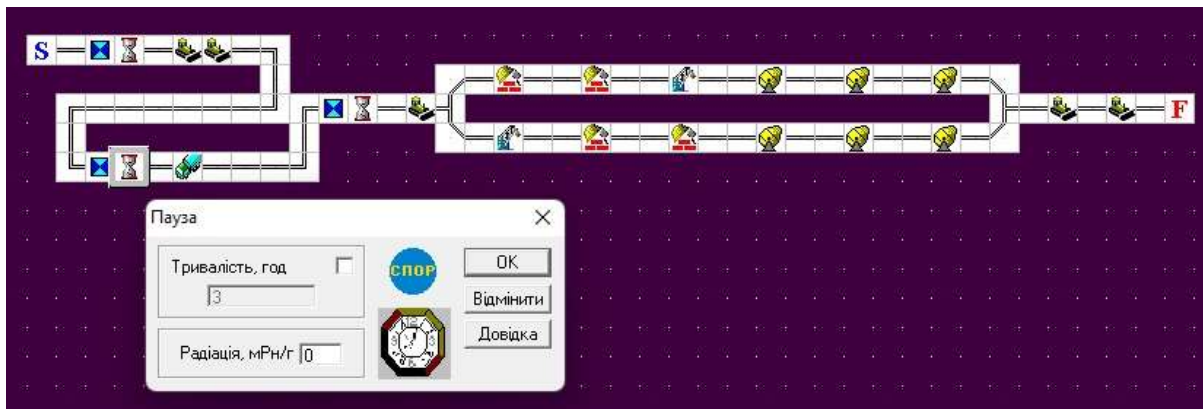


Рисунок 4 – Налаштування синхронізації паралельних процесів

Завершення виконання паралельного процесу також здійснюється за допомогою комбінації операцій «Довільний елемент» і «Пауза» (рис. 2). При параметризації операції «Довільний елемент» ознакою завершення паралельного процесу буде цифра $1000X$, де X – номер паралельного процесу, який закривається (номер, вказаний в операції «Довільний елемент» при відкритті паралельного процесу). Наприклад, якщо номер паралельного процесу дорівнює 2, то ознакою завершення даного паралельного процесу буде 10002.

7. Побудова компонентів ЕПД для вибору альтернатив між технологіями протидії НС

При розгляді альтернатив слід розподіляти їх на два типи:

- Матеріально-технічного характеру.
- Технологічного характеру.

Перший тип альтернатив стосується ситуацій, коли для здійснення деякої технологічної операції (сукупності операцій) можуть бути залучені різні угруповання (типи або комбінації СЗ та ресурсів) і кінцева ефективність виконання операцій визначається у процесі пошуку оптимальних шляхів засобами СППР СПОР у залежності від спроможності альтернативних угруповань більш оптимально за обраними критеріями досягти заданої мети.

Другий тип альтернатив безпосередньо стосується альтернативних технологій, тобто технологій, кожна з яких може бути успішно застосована для протидії НС. Так, якщо для протидії НС існує декілька різних технологій, то необхідно забезпечувати альтернативне подання в ЕПД послідовностей технологічних операцій, кожна з яких відповідає окремій технології.

Слід зауважити, що якщо альтернативи другого типу можна передбачити та подати заздалегідь, а при використанні ЕПД відмовитись від якихось неприйнятних із них за якимись чинниками, то перший тип альтернатив неможливо передбачити, бо він залежить від можливостей регіону НС і визначається тільки ним. Внесення альтернатив першого типу, як правило, відбувається у процесі адаптації типового ЕПД до особливостей регіону НС. На рис. 5 показані приклади альтернатив першого та другого типів. На рис. 5 подано фрагмент ЕПД протидії зсуву як НС природного характеру. Фрагмент містить два аспекти протидії: невідкладні дії з допомоги людям та стабілізації ситуації (верхня частина ЕПД, права цільова мітка «F») і міри із протидії новим проявам зсуву (нижня частина ЕПД, нижня цільова мітка «F»). Особливості розподілення цих фрагментів ЕПД буде розглянуто в п. 8 статті.

У даному підрозділі статті розглянемо другий аспект протидії: подання множини технологій, кожна з яких може бути використана для протидії. Як і на рис. 2, де подані два види технологій (монолітні та збірно-монолітні), у даному випадку є 9 альтернативних технологій протидії розвитку зсуву (подані на ЕПД зліва направо):

- Дренажні роботи.
- Направлений глибинний вибух.
- Виїмка ґрунту, засипка вологостійким ґрунтом, ущільнення засипаного ґрунту.
- Створення підпірної стінки (шпунтового ряду).
- Заморожування вологонасичених шарів ґрунту.
- Підсипка ґрунтом більшої щільності та ущільнення ґрунтів (витіснення ґрунтових вод під тиском).
- Закріплення ґрунтів термічним способом.
- Влаштування ґрунто- та буронабивних паль.
- Закріплення ґрунтів силікатизацією.

Після виконання сукупності аналізів НС (п.1 статті) ці технології за допомогою інструментарію СППР СПОР подаються в ЕПД.

Разом з тим, при створенні ЕПД необхідно враховувати можливий недетермінізм розвитку НС (п. 4 статті). Як показано вище, при виконанні прагматичного аналізу при створенні ЕПД необхідно забезпечити можливість повернень до альтернативних варіантів протидії НС. Зазначені повернення реалізуються за допомогою зв'язків типу «Зворотний клапан» (рис. 5). При цьому формуються так звані маршрути можливих повернень (на рис. 5 виділені сірим кольором), які ведуть до етапу прийняття рішень (рис. 5).

Таким чином, за допомогою засобів середовища СППР СПОР користувач має можливість сформулювати адекватне подання послідовностей цілеспрямованих результативних дій як заходів протидії досліджуваній НС.

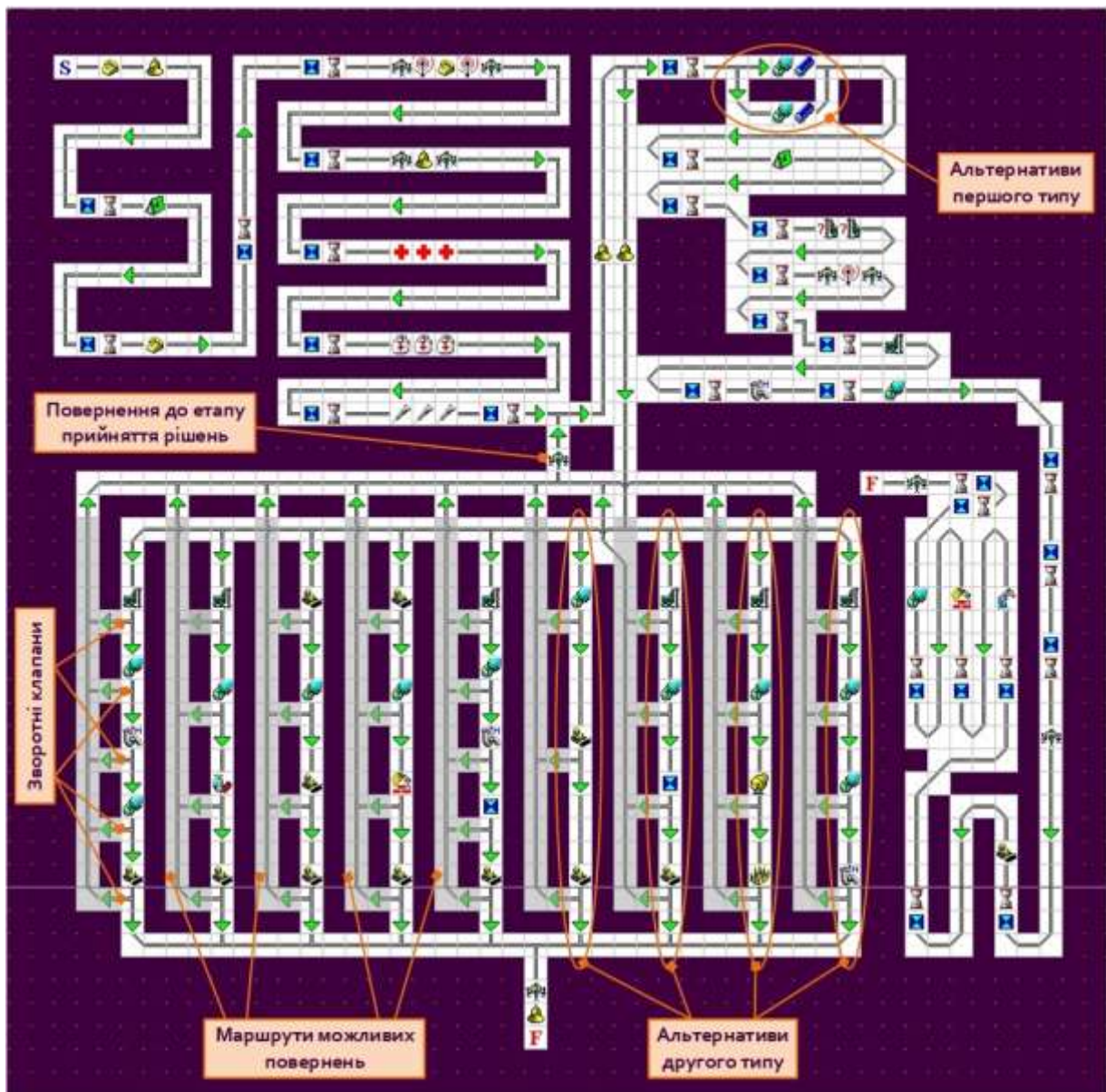


Рисунок 5 – Фрагмент ЕПД протидії зсуву

8. Послідовне планування низки задач протидії НС

При виникненні НС, як правило, одночасно розвиваються декілька небезпечних процесів, які характеризуються непередбачуваністю та високою швидкістю розгортання. Для протидії таким НС доцільно розробляти ЕПД комплексного характеру, тобто необхідно враховувати всі можливі аспекти розвитку НС, які можуть бути нею спричинені, та розробляти заходи протидії таким наслідкам.

У прикладі, розглянутому у п. 7 статті (рис. 5), показані два аспекти протидії: невідкладні дії зі стабілізації ситуації та заходи із протидії новим проявам зсуву. Кожна з названих протидій може виконуватись одночасно, але вибір доцільних угруповань СЗ та ресурсів має здійснюватися окремо. У даному випадку для цього необхідно розділити ЕПД на дві окремі частини. Це здійснюється шляхом редагування ПД (вилученням «зайвих» зв'язків та доповненням необхідними новими).

Наприклад, якщо необхідно проаналізувати перший із названих аспектів, треба вилучити зв'язок, який забезпечує перехід до другого аспекту протидії та замінити його на горизонтальний елемент зв'язку (рис. 6, варіант 1). При аналізі другого аспекту необхідно

виконати аналогічні дії, але додати кутовий елемент зв'язку (рис. 6, варіант 2).

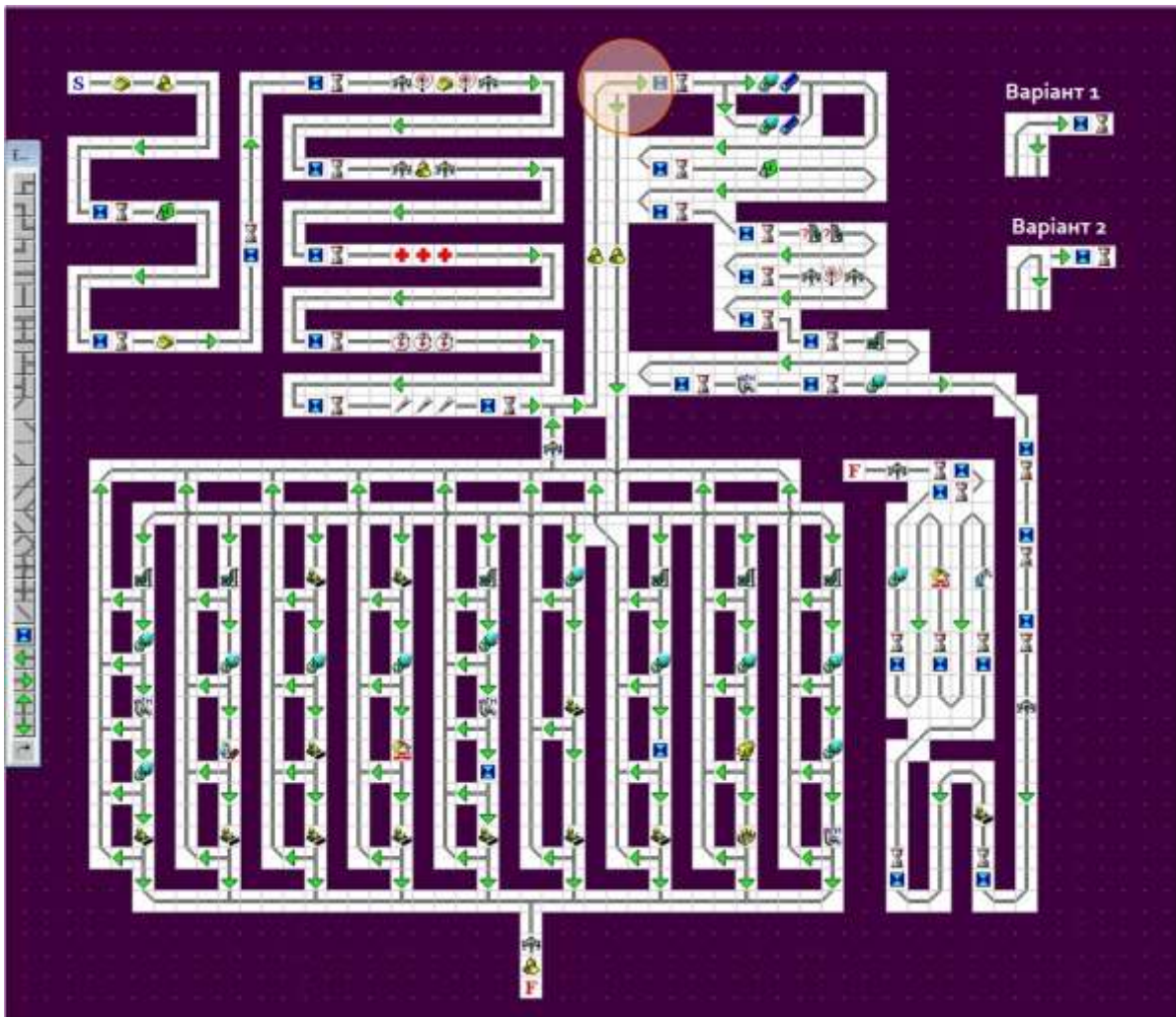


Рисунок 6 – Редагування ЕПД для вибору необхідного аспекту аналізу

Очевидно, що за рахунок таких можливостей ЕПД стає гнучким і дозволяє одночасно планувати різні аспекти протидії НС.

9. Порівняння запропонованих методологічних засад із методологічними засадами створення традиційних планів дій

У [4] проаналізовано традиційний процес планування протидії НС, що включає до свого складу шість кроків і відповідає існуючим світовим підходам щодо вирішення проблеми планування протидії НС. За результатами аналізу в [4] зроблено висновок, що наведені кроки процесу планування протидії НС можна розглядати як методологічні засади створення традиційних планів дій (ПД).

Виходячи з цього, вважаємо за доцільне визначити, як співвідносяться зазначені методологічні засади з методологічними засадами створення ЕПД, запропонованими в [1] і в даній статті, або, інакше кажучи, в чому полягають відмінності результатів застосування цих методологічних засад при створенні відповідних планів дій.

Для визначення цього виявимо основні відмітні особливості методологічних засад створення традиційних ПД [4–8].

Такі методологічні засади:

- Передбачають формування спільної групи планування для створення ПД, яка має

включати основну команду планування (до якої залучають фахівців з управління протидією НС та представників усіх служб і відомств, зацікавлених у створенні ПД) та представників спільноти регіону, для якого створюється ПД.

- Орієнтовані на створення ПД тільки для тих типів НС, виникнення яких найбільш імовірно в цьому регіоні.

- Орієнтовані на використання СЗ та ресурсів, наявних у регіоні на момент створення ПД.

- Орієнтовані при створенні ПД на розроблення декількох альтернативних варіантів реагування на НС.

- Орієнтовані на створення ПД, що є текстовими документами, як правило, з багатьма додатками, що загалом містять регламентований опис дій із протидії певній НС.

- Орієнтовані на створення ПД виключно для потреб конкретного регіону та розраховані на використання у випадку виникнення НС виключно у даному регіоні.

На відміну від цього, методологічні засади, запропоновані в [1] та даній статті:

- Не передбачають формування спільної групи планування в частині залучення представників спільноти якогось регіону, оскільки орієнтовані на створення типових ЕПД.

- Орієнтовані на створення типових ЕПД для НС, що належать до Класифікатора надзвичайних ситуацій [9].

- Орієнтовані на використання СЗ та ресурсів, наявних у регіоні на момент настання НС.

- Орієнтовані не тільки на розроблення множини альтернативних варіантів протидії НС, але й на мотивований вибір із них оптимального варіанта дій за визначеними критеріями оптимальності.

- Орієнтовані на створення ЕПД, що формально є графом простору станів [3], де як стани виступають операції із протидії НС, а як оператори – зв'язки між операціями, що семантично упорядковують їх у доцільні послідовності у складі ЕПД. Такі ЕПД придатні для комп'ютерного оброблення та дозволяють формалізувати процес подання знань про протидію досліджуваній НС і в оперативному режимі можуть бути адаптовані до фактичних властивостей регіону НС й використані для автоматизованого супроводження виконання процесів протидії НС у реальному масштабі часу.

- Орієнтовані на створення типових ЕПД, які враховують знання експертів щодо протидії НС і можуть бути використані в будь-якому регіоні для протидії НС.

Крім того, запропоновані методологічні засади створення ЕПД, на відміну від методологічних засад створення традиційних ПД, мають теоретичне обґрунтування загальних методів та принципів побудови ЕПД, яке викладено в [1].

Зауважимо, що створення планів дій, виконуване відповідно до обох аналізованих методологічних засад, має відбуватися заздалегідь, задовго до виникнення НС.

Очевидно, що основним недоліком методологічних засад створення традиційних ПД є те, що вони орієнтовані на створення ПД, які є текстовими документами. Використання таких ПД унеможливує виконання автоматизованого управління процесами протидії НС. На відміну від цього, запропоновані методологічні засади орієнтовані на створення ЕПД, придатних для комп'ютерного оброблення і можуть використовуватись для автоматизованого супроводження виконання процесів протидії НС у реальному масштабі часу.

Певною перевагою методологічних засад створення традиційних ПД можна вважати їх всебічне врахування потреб та особливостей спільноти регіону НС, що підвищує готовність та обізнаність спільноти до процесів протидії НС. У той же час ця перевага є перешкодою до осучаснення процесів протидії НС у частині впровадження інтелектуальних інформаційних технологій у ці процеси та підвищує вплив людського фактора на процеси прийняття рішень, що далеко не завжди є позитивною ознакою.

Очевидно, що запропоновані методологічні засади створення ЕПД усувають зазна-

чені перепони і є перспективними для використання шляхом впровадження СППР СПОР у ситуаційні центри для оперативного управління процесами протидії НС.

10. Висновки

У статті запропоновано методологічні засади, спрямовані на викладення практичних рекомендацій щодо побудови ЕПД з урахуванням природних, структурних та змістовних особливостей досліджуваної НС. З цією метою розглянуто шість кроків, які необхідно виконувати у процесі побудови ЕПД як етапи аналізу процесу протидії НС.

При цьому продемонстровано основні аспекти виконання таких кроків і описано особливості подання в ЕПД:

- паралельних процесів, що виконуються в рамках протидії НС;
- множини альтернативних технологій протидії НС;
- планування низки різних задач протидії НС тощо.

На змістовних прикладах показано особливості створення ЕПД для протидії зсуву.

Крім того, у роботі виконано порівняння запропонованих методологічних засад із методологічними засадами створення традиційних планів дій та продемонстровано суттєві відмінності результатів застосування зазначених методологічних засад при створенні відповідних планів дій. Зокрема, встановлено, що запропоновані методологічні засади орієнтовані на створення ЕПД, за допомогою яких розв'язуються задачі пошуку множини альтернативних варіантів протидії НС та мотивованого вибору з них оптимального варіанта дій за визначеними критеріями оптимальності, що неможливо здійснити за допомогою традиційних ПД. За результатами порівняння обґрунтовано переваги використання ЕПД у складі СППР СПОР для вирішення проблем оперативного управління протидією НС у ситуаційних центрах.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Яловець А.Л. Методологічні засади створення електронних планів дій із протидії надзвичайним ситуаціям (Ч. I). *Математичні машини і системи*. 2023. № 2. С. 44–54.
2. Арістов В.В., Коломієць Є.А., Кондращенко В.Я., Яловець А.Л. Система підтримки оперативних рішень («СПОР»). Свідоцтво про реєстрацію права на твір № 13585. Державний департамент інтелектуальної власності України, 2005.
3. Яловець А.Л. Про формалізацію планів дій із протидії надзвичайним ситуаціям. *Проблеми програмування*. 2023. № 1. С. 38–47.
4. Яловець А.Л. Аналітичний огляд світових підходів з управління протидією надзвичайним ситуаціям. *Математичні машини і системи*. 2023. № 1. С. 84–100.
5. Barbera J.A., Macintyre A.G. Medical Surge Capacity and Capability: A Management System for Integrating Medical and Health Resources During Large-Scale Emergencies. U.S. Department of Health and Human Services, Office of the Assistant Secretary for Preparedness and Response, 2007. 274 p.
6. Etkin D. Disaster Theory: An Interdisciplinary Approach to Concepts and Causes. Elsevier, 2016. 359 p.
7. Carter W.N. Disaster management: a disaster manager's handbook. Mandaluyong City, Phil.: Asian Development Bank, 2008. 391 p.
8. Essentials of Public Health Preparedness and Emergency Management / R. Katz, J.A. Banaski (eds.). Burlington, MA. Jones & Bartlett Learning, 2019. 210 p.
9. ДК 019:2010. Класифікатор надзвичайних ситуацій. [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 19 с.

Стаття надійшла до редакції 26.07.2023