

## КОНЦЕПЦІЯ ТА АЛГОРИТМИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ПРОТИДІЇ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ НА ТЕРИТОРІЇ ОСОБЛИВО ВАЖЛИВИХ ОБ'ЄКТІВ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

**Васюхін М. І.**, д.т.н., провідний науковий співробітник Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, м. Київ, e-mail: [vasgeovideo@i.ua](mailto:vasgeovideo@i.ua);

**Касім А. М.**, к.т.н. докторантка Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, м. Київ, e-mail: [apeesa@i.ua](mailto:apeesa@i.ua);

**Бень А. П.**, к.т.н., проректор з науково-педагогічної роботи Херсонської державної морської академії, e-mail: [a\\_ben@i.ua](mailto:a_ben@i.ua), ORCID: 0000-0002-9029-3489

*В сучасних умовах підвищення рівня терористичної діяльності в світі досить гостро постає питання захисту особливо важливих об'єктів від актів незаконного втручання в їхню діяльність з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій. Від ефективності та достовірності роботи автоматизованих систем захисту таких об'єктів залежить не тільки безпека експлуатації самого об'єкта, але безпека й життя людей, держави в цілому. Прикладом особливо важливих об'єктів є президентські палаци, аеродроми, атомні станції, нафтопереробні заводи, військові об'єкти, морські порти тощо. Метою статті є створення концепції та алгоритмів побудови системи виявлення та протидії надзвичайним ситуаціям на території особливо важливих об'єктів у реальному часі. У дослідженні розроблено концепцію побудови та функціонування системи захисту особливо важливих об'єктів, яка включає: алгоритм створення системи комплексного захисту особливо важливих об'єктів та граф процесу розвитку надзвичайних ситуацій та заходів протидії. Ітераційну схему проектування СППР щодо безпеки на рівні особливо важливих об'єктів, яка містить такі етапи системного проектування та однойменні рівні формалізованих описів, а саме: концептуальний, функціональний, забезпечуючий, організаційний та загальносистемний. Процес проектування розглядається як поступове зменшення невизначеності уявлень про систему шляхом проведення декомпозиції процесу проектування на послідовні етапи у напрямку до зростання ступеня детальності і повноти цих уявлень. Такий підхід дозволяє періодично уточнювати і, у разі потреби, коригувати цілі та задачі системи, нарощувати її можливості, координувати взаємодію різнофахових розробників її складових.*

***Ключові слова:** системи захисту, надзвичайні ситуації.*

**DOI: 10.33815/2313-4763.2019.2.21.089-097**

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах підвищення рівня терористичної діяльності в світі досить гостро постає питання захисту особливо важливих об'єктів (ОВО) від актів незаконного втручання в їхню діяльність з метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій (НС). Від ефективності та достовірності роботи автоматизованих систем захисту таких об'єктів залежить не тільки безпека експлуатації самого об'єкта, але безпека й життя людей, держави в цілому [1–13].

Прикладом ОВО є президентські палаци, аеродроми, атомні станції, нафтопереробні заводи, військові об'єкти, морські порти тощо.

**Аналіз попередніх досліджень.** Серед відомих систем охорони ОВО можна виділити наступні: «H-Field» (США), «GEOQUIP» «RAFID» (Великобританія), «RADIOCONTACT» (Північна Ірландія), «ARZENAL» (Угорщина), «MAGAL» (Ізраїль), «Гефест», «Грот», «Уран-М», «Рубеж-3М» (Росія), АС «Центр» (Україна, гол. конструктор М.М. Биченок) та ін. [1, 5–11].

Найбільш привабливим аналогом є система [1], в якій використовується системний підхід до інформатизації управління регіональною безпекою. Автором запропоновано загальну класифікацію НС, принципи створення системи підтримки управлінських рішень із регіональної безпеки, яка спрямована на підвищення ефективності заходів запобігання і реагування на НС природного та техногенного походження, наведено методи розрахунків показників ефективності системи, методи оцінювання ризиків життєдіяльності

і господарювання, інструментально-забезпечуючі засоби, модульно-ієрархічна структура прикладної програмної системи, структура організаційної частини системи.

Ефективність такого підходу підтверджена практичною реалізацією результатів у ряді автоматизованих систем підтримки управлінських рішень із регіональної безпеки, зокрема: АС «Інформ-Чорнобиль» (гол. конструктор С.О. Довгий), «Центр», АС «Урядова інформаційно-аналітична система з питань НС» (гол. конструктор О.Г. Додонов).

У Європі та США подібними є система IRIS (Німеччина), система RIMNET (Великобританія), ARAC (США). Вони забезпечують постійний контроль за радіаційно-небезпечними об'єктами, здійснюють прогнозування й аналіз наслідків можливих чи реальних аварійних ситуацій, забезпечують інформаційну підтримку захисних заходів.

Роботи [16-8] присвячені розв'язанню питань підготовки, прийняття і контролю виконання управлінських рішень із регіональної безпеки щодо ефективної мобілізації ресурсів захисту, раціонального їх використання при ліквідації наслідків НС, запобіжних та рятувальних заходах. Це досягається шляхом системного використання математичних моделей, методів та комп'ютерно-телекомунікаційних засобів і технологій.

Проведений аналіз методів побудови систем захисту ОВО засвідчив присутність наступних недоліків:

- наявні концепції побудови та функціонування систем безпеки ОВО недостатньо враховують специфіку конкретного об'єкта;
- неповна структуризація процесів розвитку і протидії НС;
- одностороння класифікація НС та причин їх виникнення на території ОВО;
- недосконала модель процесу виявлення та уникнення НС, спричинених діями особистості;
- відсутні методи визначення рівня небезпеки суб'єктів погроз виникнення НС на території ОВО;
- існує необхідність в ітераційному проектуванні та програмній реалізації СППР з виявлення та попередження НС на території ОВО.

**Рішення задачі.** Метою статті є створення концепції та алгоритмів побудови системи виявлення та протидії надзвичайним ситуаціям на території особливо важливих об'єктів у реальному часі. Для цього необхідно вирішити такі задачі:

- створити концепцію побудови та функціонування систем безпеки ОВО з урахуванням специфіки конкретного об'єкта;
- структуризувати процеси розвитку і протидії НС;
- класифікувати НС та причини їх виникнення на території ОВО;
- вдосконалити модель процесу виявлення та уникнення НС, спричинених діями особистості;
- виконати ітераційне проектування СППР з виявлення та попередження НС на території ОВО.

**Об'єкт дослідження** – процеси побудови автоматизованих систем захисту особливо важливих об'єктів.

**Предмет дослідження** – концепція та алгоритми побудови системи виявлення та протидії надзвичайним ситуаціям на території особливо важливих об'єктів у реальному часі. Методами дослідження є: системний підхід В.М. Глушкова, методи побудови баз знань при розробці моделей та методів побудови автоматизованої системи виявлення та попередження НС на території ОВО.

**Основні результати.** Запропоновано концепцію побудови та функціонування системи безпеки, яку представлено на рис. 1. Перелік усіх етапів робіт зі створення системи комплексного захисту ОВО наведено у вигляді послідовного алгоритму, рис. 2. Ця схема дозволяє виділити основні етапи, а саме: передпроектна підготовка; розробка концепції безпеки об'єкту; розробка і оформлення техніко-економічного обґрунтування; робоче проектування; реалізація; впровадження; експлуатація, навчання обслуговуючого персоналу, здача комплексу в експлуатацію.

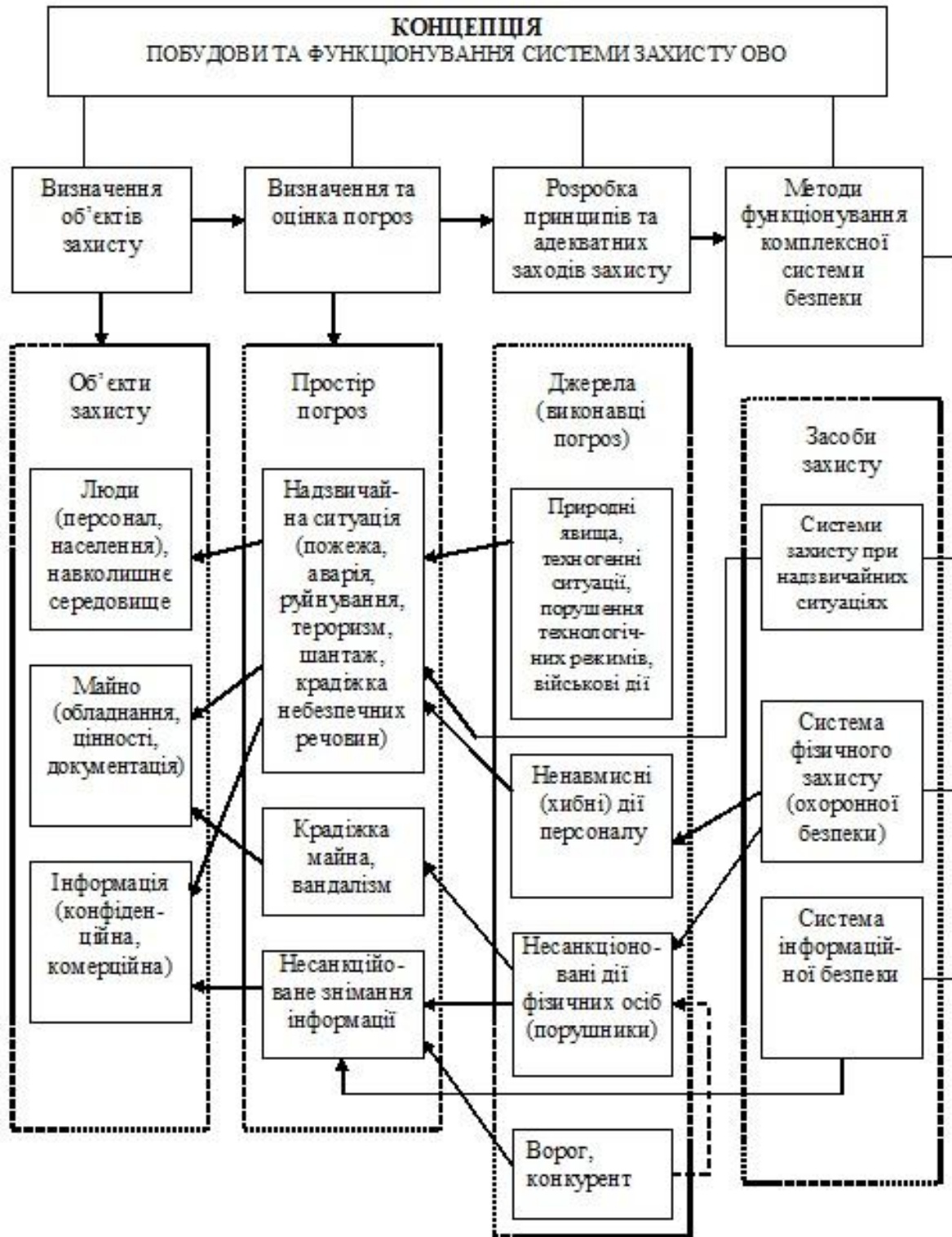


Рисунок 1 – Концепція побудови системи безпеки ОВО

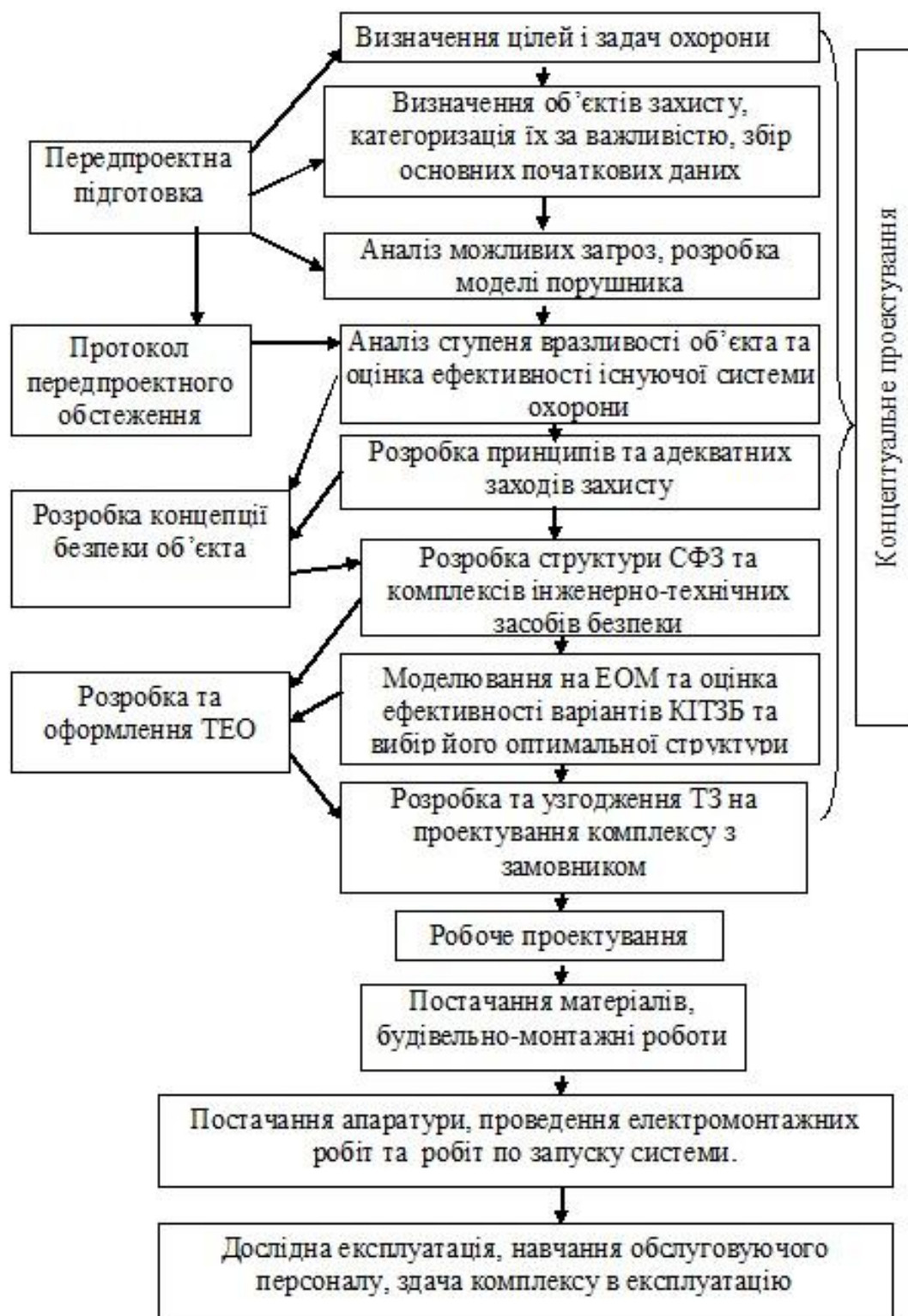


Рисунок 2 – Алгоритм створення системи комплексного захисту ОВО

Процес розвитку НС і заходи протидії представлено у вигляді орієнтованого мультиграфа, що зображений на рис. 3, вершини якого відповідають якісно різним станам складових компонентів НС, а дуги – альтернативним подіям, що відбуваються при зміні цих станів.

Складові компоненти НС утворюють взаємозалежну множинну тріаду:  $C = \{V, X, Z\}$ , де  $V = \bigcup_v V_v$  – множина джерел небезпеки,  $X = \bigcup_\alpha X_\alpha$  – множина об’єктів ураження,  $Z = \bigcup_\beta Z_\beta$  – множина ресурсів захисту. Зміна станів цих компонентів відбувається під дією факторів  $P = \{U, R\}$ , де  $U$  – множина непересічних підмножин вражаючих впливів  $W$  і захисних заходів  $M$ ,  $R$  – множина внутрішніх факторів ураження  $Q$  і захисту  $F$ . Вважається, що фактори  $W$  викликають переходи компонентів у небажані стани, а фактори  $M$  – у бажані.

Такий підхід дає змогу розглядати управління захисними ресурсами та заходами у вигляді послідовного вибору казуальних зв’язків.

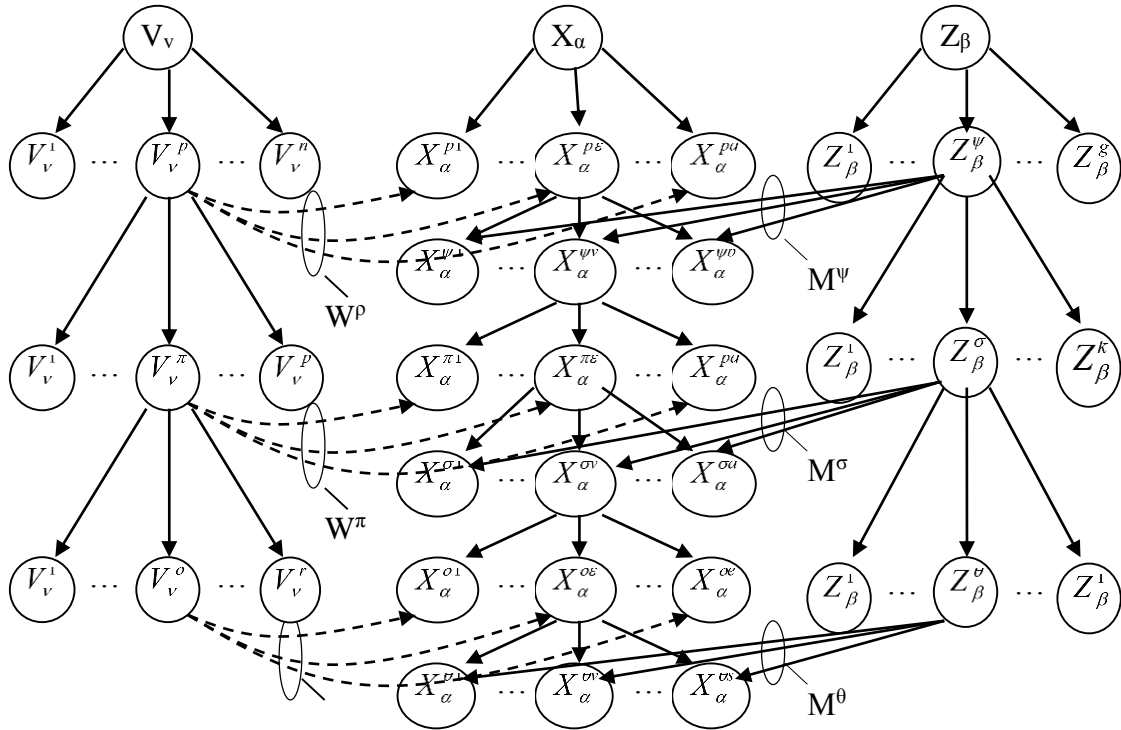


Рисунок 3 – Граф процесу розвитку НС та заходів протидії

Системний підхід ґрунтується на загальних і спеціальних принципах. Перші відображають досвід створення широкого класу автоматизованих систем управління, незалежно від їх проблемної орієнтації (ефективності, спадкоємності, комплексності, відкритості до розвитку нових задач, єдиного інформаційного поля, модульності, уніфікації та стандартизації).

Спеціальні принципи зумовлені особливостями даної проблемної області. Головними серед них для такого роду систем є принцип випереджаючого реагування. Цей принцип вимагає постійного моніторингу за джерелами виникнення НС, прогнозування їх появи, оперативного застосування захисних заходів.

Основними частинами структурного складу системи є функціональна, забезпечуюча та організаційна. Авторами пропонується будувати функціональну частину за принципом прогнозного управління, забезпечуючу частину – за принципом геоінформаційних технологій, організаційну частину – за принципом стереотипних ситуацій.

Пропонується ітераційна процедура системного проектування, що представлена на рис. 4.

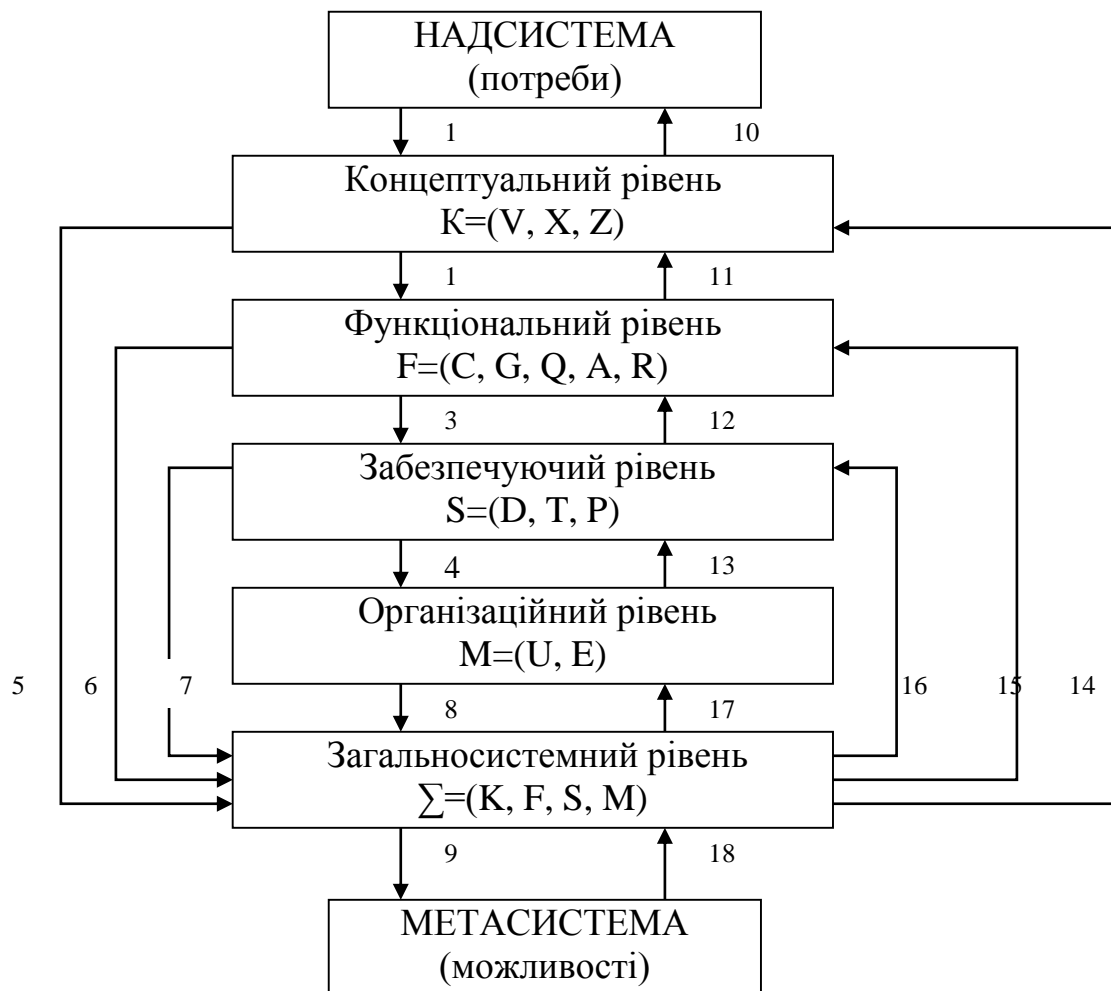


Рисунок 4 – Ітераційна схема проектування системи підтримки управлінських рішень щодо безпеки на рівні ОВО

Процес проектування системи характеризується складністю чіткого визначення місця і часу виникнення НС, різноманітністю та різнотипністю об'єктів, наявністю великої кількості взаємозв'язаних факторів ураження і захисту, зміною станів компонентів, а також підвищенням рівня інформаційних потреб користувачів, удосконаленням інструментарію.

Авторами виділяються такі етапи системного проектування та одноименні рівні формалізованих описів, а саме: концептуальний (K), функціональний (F), забезпечуючий (S), організаційний (M) та загальносистемний ( $\Sigma$ ).

На концептуальному рівні визначаються джерела небезпеки (V), об'єкти ураження (X) і ресурси захисту (Z), розробляються сценарії прояву і протидії НС, окреслюються основні задачі управління запобіжними, рятувальними і відновлювальними заходами. На функціональному рівні розробляються математичні моделі і алгоритми контролю (C) і прогнозування (G) обстановки та планування (Q), аналізу (A) і регулювання (R) ресурсів захисту. На забезпечуючому рівні проектується технічний комплекс (T), інформаційна база (D) та програмне забезпечення (P). На організаційному рівні проектується організаційна структура служб управління (U) та експлуатації (E), регламент людино-машинної взаємодії при підготовці, прийнятті та контролі виконання управлінських рішень. На загальносистемному рівні на основі результатів попередніх етапів здійснюється уточнення, доповнення, узагальнення та приведення формалізованих описів системи у цілісну проектну документацію.

За допомогою прямих і зворотних зв'язків між різними рівнями формалізованих описів реалізується ітераційний характер процесу проектування системи. За допомогою

низхідних прямих зв'язків передаються цільові функції: скорочення ймовірних витрат і витрат у НС (1); підвищення якісних показників управління (2); зменшення часу на обробку, збір та видачу даних (3); удосконалення показників організаційно-технологічного рівня процесів підготовки, прийняття і контролю виконання управлінських рішень (4); управління інтерфейсами (5-8); необхідного ресурсного забезпечення проектних робіт (9). За допомогою висхідних зворотних зв'язків передаються пропозиції щодо розширення сфери застосування системи (10), удосконалення модельно-алгоритмічного базису (11), удосконалення та модернізації програмно-технічного комплексу (12), реорганізації служб управління і експлуатації (13), розвитку взаємозв'язків і взаємодії системи (14-17), припустимого ресурсного забезпечення проектних робіт (18).

**Висновки з перспективами.** Таким чином, у роботі запропоновано:

1. Концепцію побудови та функціонування системи захисту ОВО, яка включає:
    - алгоритм створення системи комплексного захисту ОВО;
    - граф процесу розвитку НС та заходів протидії.
  2. Ітераційну схему проектування СППР щодо безпеки на рівні ОВО, яка містить такі етапи системного проектування та однойменні рівні формалізованих описів, а саме: концептуальний, функціональний, забезпечуючий, організаційний та загальносистемний.
  3. Процес проектування розглядається як поступове зменшення невизначеності уявлень про систему шляхом проведення декомпозиції процесу проектування на послідовні етапи у напрямку до зростання ступеня детальності і повноти цих уявлень.
- За допомогою прямих і зворотних зв'язків між різними рівнями формалізованих описів досягається ітераційний характер процесу проектування системи.
4. Такий підхід дозволяє періодично уточнювати і, у разі потреби, коригувати цілі та задачі системи, нарощувати її можливості, координувати взаємодію різнофахових розробників її складових.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Биченок М. М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою. К. : Інститут національної безпеки, 2005. 196 с.
2. Палагин А. В., Опанасенко В. Н. Реконфигурируемые вычислительные системы : основы и приложения. К. : Просвіта, 2006. 280 с.
3. Горбулін В. П., Качинський А. Б. Системно-концептуальні засади стратегії національної безпеки України. К. : ДЦ ВЦ «Євроатлантикінформ», 2007. 592 с.
4. Пюшки Л. Методы и средства построения автоматизированных интегрированных систем защиты особо важных объектов : дис... канд.техн.наук : 05.13.06. К., 2005. 156 с.
5. Vasiukhin M., Tkachenko O., Kasim A., Ivanyk I. Methods and means for building a system of visual images forming in GIS of critical important objects protection. *Securitologia*. 2013. 2 (18). P. 75–83.
6. Ходаков В. Е., Жарикова М. В., Лященко Е. Н. Применение когнитивного подхода для решения задачи поддержки принятия управленческих решений при ликвидации лесных пожаров. *Автоматика. Автоматизация. Електротехнічні комплекси та системи*. 2009. № 1(23). С. 13–17.
7. Васюхін М. І., Касім А. М., Гулевець В. Д., Бойко О. Л., Чукаріна Н. М. Методи створення динамічних графічних образів при вирішенні задач відображення поточної обстановки на території аеропорту та прилеглих до нього зонах. *Автоматизированные системы управления и приборы автоматики*. 2010. Вып. 151. С. 112–118.
8. Васюхін М., Касім А., Гулевець В., Бойко О. Геоінформаційні комплекси реального часу для виявлення і попередження надзвичайних ситуацій на особливо важливих об'єктах. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. 2009. № 1 (17). С. 238–244.
9. Васюхін М. И., Касим А. М., Креденцар С. М., Пономарев С. А. Метод преобразования изображений символов в системах защиты особо важных объектов.



*Физическая ядерная безопасность : сборник докладов 1-го Международного форума.* К. : «ЛЕКС», 2005. С. 49–55.

10. Васюхін М. І., Запорожець О. І., Гулевець В. Д., Касім А. М., Чукаріна Н. М. Проблеми картографічної підтримки автоматизованої системи комплексного захисту аеропорту. *Проблеми інформатизації та управління.* 2010. № 3 (31). С. 30–38.

11. Васюхин М., Ткаченко А., Касим А., Долынный В., Иванык Ю. Особенности построения и функционирования автоматизированных систем безопасности особо важных объектов. *Securitologia.* 2014. 1 (19). Р. 167–179.

12. Палагін О. В., Касім А. М., Васюхін М. І., Белозьоров Ж. О. Геоінформаційна система визначення координат наземних і надводних цілей. *Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві – освіта, наука, практика (SLA-2018) : збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції (13–15 вересня 2018 р., м. Херсон).* Херсон : Херсонська державна морська академія, 2018. С. 97–104.

13. Васюхін М. І., Бень А. П., Вишинський В. А., Касим А. М., Павленко П. М. Система представлення повітряної та наземної обстановки для ситуаційних центрів оперативного управління антитерористичними операціями. *Nauka i praktyka bezpieczeństwa.* Kraków : Wydawnictwo EAS, 2019. С. 300–307.

## REFERENCES

1. Bichenok M. M. (2005). *Osnovi informatizacii upravlinnya regionalnoyu bezpekoyu.* Kyiv : Institut nacionalnoi bezpeki, 2005.

2. Palagin A. V. & Opanasenko V. N. (2006). *Rekonfiguriruemie vihchislitelnihe sistemih: osnovih i prilozheniya.* Kyiv : Prosvita.

3. Gorbulin V. P., Kachinskij A. B. (2007). *Sistemno-konceptualjni zasady strategii nacionalnoi bezpeki Ukraini.* Kyiv : DC NVC Evroatlantikininform.

4. Pyushki L. (2005). Metodih i sredstva postroeniya avtomatizirovannihkh integrirovannihkh sistem zashchity osobo vazhnykh ob'ektov. *Candidate's thesis.* Kyiv.

5. Vasiukhin M., Tkachenko O., Kasim A. & Ivanyk I. (2013). Methods and means for building a system of visual images forming in GIS of critical important objects protection. *Securitologia,* 2 (18), 75–83.

6. Khodakov V. E., Zharikova M. V., Lyathenko E. N. (2009). Primenenie kognitivnogo podkhoda dlya resheniya zadachi podderzhki prinyatiya upravlencheskikh resheniy pri likvidacii lesnykh pozharov. *Avtomatika. Avtrmatizaciya. Elektrotekhnichni kompleksi ta sistemi,* 1(23), 13–17.

7. Vasyukhin M. I., Kasim A. M., Gulevecj V. D., Boyjko O. L., Chukarina N. M. (2010). Metodi stvorennya dinamichnykh grafichnykh obraziv pri virishenni zadach vidobrazhennya potочної обстановки на території аеропорту та прілеглих до нього зон. *Avtomatizirovanihe sistemih upravleniya i priborih avtomatiki,* 151, 112–118.

8. Vasyukhin M., Kasim A., Gulevecj V. & Boyjko O. (2009). Geoinformacijni kompleksi realnogo chasu dlya viyavleniya i poperedzhennya nadzvichajnykh situacij na osoblivo vazhnykh ob'ektakh. *Suchasni dosyagnennya geodezichnoi nauki ta virobniictva,* 1 (17), 238–244.

9. Vasyukhin M. I., Kasim A. M., Kredencar S. M. & Ponomarev S. A. (2005). Metod preobrazovaniya izobrazheniy simvolov v sistemakh zashchity osobo vazhnykh ob'ektov. *Fizicheskaya yadernaya bezopasnostj : sbornik dokladov 1-go Mezhdunarodnogo foruma.* Kyiv : «LEKS». 49–55.

10. Vasyukhin M. I., Zaporozhecj O. I., Gulevecj V. D., Kasim A. M. & Chukarina N. M. (2010). Problemi kartografichnoi pidtrimki avtomatizovanoi sistemi kompleksnogo zakhistu aеропорту. *Problemi informatizacii ta upravlinnya,* 3 (31), 30–38.

11. Vasyukhin M., Tkachenko A., Kasim A., Dolihnnihyj V., Ivanikh Yu. (2014). Osobennosti postroeniya i funkcionirovaniya avtomatizirovannihkh sistem bezopasnosti osobo vazhnykh ob'ektov. *Securitologia,* 1 (19), 167–179.

12. Palagin O. V., Kasim A. M., Vasyukhin M. I., Belozjorov Zh. O. (2018). Geoinformacijna sistema viznachennya koordinat nazemnykh i nadvodnykh cilej. *Bezpeka*



*zhittediyalnosti na transporti i virobnictvi – osvita, nauka, praktika (SLA-2018) : zbirnik materialiv V Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii. Kherson: Khersonsjka derzhavna morskja akademiya. 97–104.*

13. Vasyukhin M. I., Ben A. P., Vishinskiy V. A., Kasim A. M., Pavlenko P. M. (2019). Sistema predstavleniya povitryanoi ta nazemnoi obstanovki dlya situaciynikh centriv operativnogo upravlinnya antiteroristichnimi operaciyami. *Nauka i praktyka bezpieczestwa. Krakow :Wydawnictwo EAS, 300–307.*

**Васюхин М. И., Касим А. М., Бень А. П. КОНЦЕПЦИЯ И АЛГОРИТМЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ НА ТЕРРИТОРИИ ОСОБО ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

*В современных условиях повышение уровня террористической деятельности в мире достаточно остро стоит вопрос защиты особо важных объектов от актов незаконного вмешательства в их деятельность с целью предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций. От эффективности и достоверности работы автоматизированных систем защиты таких объектов зависит не только безопасность эксплуатации самого объекта, но безопасность и жизнь людей, государства в целом. Примером особо важных объектов являются президентские дворцы, аэродромы, атомные станции, нефтеперерабатывающие заводы, военные объекты, морские порты и тому подобное. Целью статьи является создание концепции и алгоритмов построения системы обнаружения и противодействия чрезвычайным ситуациям на территории особо важных объектов в реальном времени. В исследовании разработана концепция построения и функционирования системы защиты особо важных объектов, которая включает: алгоритм создания системы комплексной защиты особо важных объектов и граф процесса развития чрезвычайных ситуаций и мер противодействия. Итерационную схему проектирования СППР безопасности на уровне особо важных объектов, которая содержит следующие этапы системного проектирования и одноименные уровни формализованных описаний, а именно: концептуальный, функциональный, обеспечивающий, организационный и общесистемный. Процесс проектирования рассматривается как постепенное уменьшение неопределенности представлений о системе путем проведения декомпозиции процесса проектирования на последовательные этапы в направлении к росту степени детальности и полноты этих представлений. Такой подход позволяет периодически уточнять и, в случае необходимости, корректировать цели и задачи системы, наращивать ее возможности, координировать взаимодействие разнофаховых разработчиков ее составляющих.*  
*Ключевые слова: системы защиты, чрезвычайные ситуации.*

**Vasyukhin M. I., Kasim A. M., Ben A. P. CONCEPT AND ALGORITHMS OF CREATION SYSTEMS OF EMERGENCY DETECTION AND RESPONSE IN THE TERRITORY OF PARTICULAR IMPORTANCE REAL-TIME OBJECTS**

*In the current climate of increasing terrorist activity in the world, the question of protecting particularly important objects from acts of unlawful interference with their activities to prevent emergencies is a pressing issue. The efficiency and reliability of the automated security systems of such objects depends not only on the safety of the operation of the object itself, but also on the safety and life of the people, the state as a whole. Examples of particularly important objects are presidential palaces, airfields, nuclear power plants, oil refineries, military installations, seaports, and more. The purpose of the article is to create a concept and algorithms for building a system of detection and response to emergencies in the territory of particularly important objects in real time. The research has developed the concept of building and functioning of the system of protection of especially important objects, which includes: the algorithm of creation of the system of complex protection of especially important objects and the graph of the process of development of emergency situations and countermeasures. An iterative scheme for designing DSS for security at the level of critical objects, which contains the following stages of system design and levels of formalized descriptions, namely: conceptual, functional, providing, organizational and system-wide. The design process is seen as a gradual reduction of the uncertainty of the system concept by decomposing the design process into successive steps towards increasing the degree of detail and completeness of these representations. This approach allows us to periodically refine and, if necessary, adjust the goals and objectives of the system, increase its capabilities, and coordinate the interaction of various developers of its components.*

**Keywords:** protection systems, emergency situations.

© Васюхін М. І., Касім А. М., Бень А. П.

Статтю прийнято  
до редакції 20.08.19