

УДК 351.861

Т. С. Вовчук, аспірант (ORCID 0000-0001-7962-1077)
Р. І. Шевченко, д.т.н., професор, нач. каф. (ORCID 0000-0001-9634-6943)
Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Розглянуто розв'язання завдання з розробки інформаційної технології аналітичної підтримки процесу попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, з урахуванням сучасних можливостей технологій QR-кодування. В рамках поставленого наукового завдання проаналізовано сучасний стан питання щодо застосування технологій QR – кодування у практиці попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій різного характеру прояву. Визначено умови інтеграції існуючих вітчизняних підходів до попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження в інформаційно-аналітичний простір країни Європейської спільноти. Розроблено інформаційну технологію аналітичної підтримки управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, яка базується на методичному апараті з урахуванням сучасних можливостей QR – кодування та визначається двома групами граничних умов, які формуються як відповідні обмеження похідних наслідків надзвичайної ситуації, а саме наслідків першої похідної групи, як-то: кількості жертв, кількості постраждалих, кількості осіб з порушеними умовами життєдіяльності до території та часу поширення зони надзвичайної ситуації, наслідків другої похідної групи, а саме: прямих і непрямих збитків по відношенню до території, часу поширення та наслідкам першої похідної групи надзвичайної ситуації. Доведено, що інформаційна технологія «Veles» аналітичної підтримки QR – управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження може використовуватися у вигляді інформаційного забезпечення персональних комп'ютерів у аварійних службах різного ієрархічного рівня підпорядкування.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, інформаційна технологія, QR – кодування, попередження, об'єкти хімічної промисловості

1. Вступ

На сьогодні цивільний захист, як й деякі інші сучасні напрямки наукових досліджень, що активно розвиваються в останні десятиріччя, на жаль не має стійкої методологічної основи. Існуючий методологічний апарат цивільного захисту, спирається, з одного боку, на запозичені з інших напрямків підходи, з іншого боку до нього додаються додаткові протиріччя синергетичного характеру, що є результатом складних процесів їх поєднання в рамках дослідження теоретичних аспектів цивільного захисту. Додатковим чинником виступає накопичення прикладних досліджень, які потребують, в свою чергу, формування системних підходів до методології досліджень в сфері цивільного захисту.

Існуюча на сьогодні організація з попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на хімічному виробництві потребує докорінної технічної реорганізації в частині заходів системи цивільного захисту, що диктуються технологічними, економічними та урбаністичними особливостями сьогодення. Найбільш складним етапом у зазначеному процесі є формування єдиної методології з попередження подібних надзвичайних ситуацій, що базується на сучасних можливостях інформаційно-комунікативних технологій та інноваційних підходах, які б функціонально повністю охоплювали потреби, як окремих структурних підрозділів системи цивільного захисту, так і окремих етапів технологічного циклу об'єктів хімічної промисловості.

Враховуючи це, попередження надзвичайних ситуацій на об'єктах хімічної промисловості є актуальною та своєчасною проблемою сфери цивільного захисту.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Незважаючи на різнопланові заходи, які мають за мету запобігти виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру, їх кількість невпинно зростає.

У роботі [1], запропоновані основні методологічні припущення щодо можливості побудови інформаційних систем з дослідження механізмів поширення НС техногенного характеру. При цьому за межами дослідження залишились питання формування систем аналітичної підтримки саме процесу управління НС даного характеру.

У роботі [2] розглянуті саме умови формування систем аналітичної підтримки загального характеру та зроблено висновок, щодо можливості створення сучасної інформаційної технології з напрямку дослідження. В той же час ці умови не носять узагальнюючого характеру та досить складні для подальшої їх гармонізації до інформаційного простору Європейської спільноти.

У роботі [3], розглянуті особливості інформатизації різних умов окремо техногенного, природного та соціального середовища. Однак поза уваги залишились питання оцінки взаємовпливу окремих факторів на перебіг процесу виникнення та поширення НС та відповідно організації управління процесом подолання наслідків останніх, в рамках інформаційно-аналітичної технології.

У роботі [4] розглянуті окремі можливості інформатизації процесу подолання наслідків НС в умовах домінуючого урбаністичного характеру середовища. При цьому за межами дослідження залишились питання формування цільової системи аналітичної підтримки саме процесу управління НС в домінуючих урбаністичних умовах.

У роботі [5] автори звертають особливу увагу на інформаційно-комунікативний характер середовища подолання наслідків НС техногенного характеру. Втім поза уваги залишаються питання врахування особливостей подібної інтерпретації зони поширення НС на формування інформаційної технології підтримки дій керівника ліквідації НС.

У роботі [6] зазначається, що особливість сучасного середовища призводить до концентрації осередків надзвичайних подій насамперед техногенного походження, на території або об'єктах які межують с жилими будівлями та об'єктами з масовим перебуванням людей, що вимагає створення сучасних систем сповіщення о небезпеці з урахуванням можливостей сучасних інформаційних технологій. Однак алгоритмізація дій при виникненні загрози та її цільова доступність наявної інформації, залишились поза увагою дослідження.

У роботі [7] наведена спроба врахувати при створенні інформаційної технології окремі антропогенні фактори виникнення НС. Чітко доведено, що останні є своєрідним каталізатором, який прискорює та посилює вплив природних та техногенних факторів безпеки. Втім питання можливості формування відповідних баз даних та алгоритмів обробки отриманої інформації залишились поза увагою дослідження.

У роботі [8] розглянуті питання комп'ютерного моделювання процесу поширення НС на хімічно-небезпечних об'єктах. Однак поза увагою залишились питання автоматизації зазначеного процесу та відповідно розробки пропозицій щодо попередження подібних сценаріїв розвитку подій.

У роботі [9] дана спроба при створенні інформаційної технології максимально враховувати процес антропогенного мультимноження безпеки. Однак запропоновані рішення мають загальний характер, які, у нашому випадку, слід доповнити конкретними умова, які мають місце на хімічно-небезпечних об'єктах.

В роботі [10], визначається діапазон сучасних можливостей застосування інформаційних технологій для управління НС різного характеру. Втім отримані рекомендації наведено укрупнено відповідно до характеру НС, на шталт техногенні, природні тощо, що у свою чергу потребує додаткових досліджень та аналізу в умовах застосування інформаційних технологій в умовах конкретних об'єктів.

У роботі [11] автори переконливо доводять ефективність застосування способів та методів інформаційно-технічного впливу на різних етапах управління процесом НС. Втім залишають невирішеними питання подальшої практичної реалізації зазначених технологій.

У роботі [12], автори визначають діапазон застосування QR- технологій в умовах подолання НС медико-біологічного характеру Втім питання автоматизації процесу, тим більш створення спеціалізованої управлінської інформаційної технології не розглядається.

У роботі [13] автори наголошують, що інформаційні системи, які базуються на можливостях QR – технологій повинні у повній мірі вдовольняти потреби аварійно-рятувальних підрозділів (АРП). Втім їх застосування автори бачать лише підчас проведення аварійних робіт на транспорті.

У роботі [14] наголошується про необхідність забезпечити необхідний рівень конфіденційності інформації при застосуванні QR – технологій. Саме відсутність останньої спроможна викликати негативні соціальні наслідки. Втім дієвих механізмів які повинні забезпечити надійний рівень цільового доступу до інформації спеціального призначення, з метою виключити можливість втручання у процеси управління заходами попередження НС автори не наводять.

Таким чином, не вирішеною частиною проблеми є відсутність єдиної методології, яка реалізована в межах інформаційно-аналітичної системи підтримки управлінських рішень.

3. Мета та завдання дослідження

Метою роботи є формування основних підходів до розробки інформаційної технології аналітичної підтримки процесу попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, з урахуванням сучасних можливостей технологій QR-кодування.

Для досягнення поставленою мети були поставлені наступні завдання:

1. Визначити умови інтеграції існуючих вітчизняних підходів до попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження в інформаційно-аналітичний простір країни Європейської спільноти.

2. Розробити інформаційної технології аналітичної підтримки управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження.

4. Визначення вимог Європейського інформаційного простору до інформаційних технологій

У відповідності до Концепції програми інформатизації системи Міністерства внутрішніх справ України, на 2018–2020 роки автоматизація процесів підготовки сил та засобів до виконання завдань із ліквідації надзвичайних ситуацій, включає в себе:

1) планування застосування сил Національної поліції, Національної гвардії, Державної служби з надзвичайних ситуацій та інших органів системи МВС;

- 2) постановку завдань з ліквідації надзвичайних ситуацій;
- 3) збір, аналіз та інтеграцію оперативних даних зони виконання завдань;
- 4) оперативний обмін інформацією.

Такий поділ завдань дозволить автоматизувати процес прийняття рішення щодо ефективного застосування об'єднаних сил і засобів у швидкозмінній обстановці з метою попередження, локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій в першу чергу на об'єктах небезпечних виробництв [20].

Виходячи з наведеного автоматизована система QR – управління повинна включати в себе:

- 1) відображення загальної оперативної картини зони виконання завдань з геопросторовою прив'язкою, яка відображає в режимі реального часу розміщення сил та засобів, що залучаються до заходів з ліквідації надзвичайних ситуацій;

- 2) об'єднувати в собі дані з різноманітних джерел інформації;

- 3) мати можливість деталізації обстановки за допомогою відеосигналу, відображення координат місць знаходження аварійно-рятувальних підрозділів, спеціальних та транспортних засобів тощо;

- 4) мати можливість здійснювати динамічний контроль просторового положення сил, обмін стислими текстовими повідомленнями та забезпечувати відеотелефонний зв'язок керівника з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації на об'єктах небезпечного виробництва з керівниками нижчих ланок на місцях виконання завдань;

- 5) мати доступ до системи диспетчерського (оперативного) радіозв'язку системи ДСНС та МВС України в цілому, а у разі трансграничного поширення НС, мати доступ до систем країн партнерів.

Окремі можливості автоматизованої системи QR – управління надзвичайною ситуацією повинні забезпечити взаємодію з населенням, що прогнозовано може опинитися в зоні поширення надзвичайної ситуації на об'єкті хімічного виробництва. Від так остання повинна бути інтегрована в Систему екстреної допомоги населенню за єдиним телефонним номером 112.

Ключовим моментом всієї координації є обмін інформацією. Пошук і порятунок людей при катастрофах і НС з великою кількістю постраждалих (витоки нафти й особливо небезпечних хімічних речовин, непоодинокі випадки терористичних актів) складають 80% від всієї кількості випадків, тому ліквідація їх наслідків відбувається згідно заздалегідь розроблених принципів й алгоритмів. Решта випадків є комплексними, тобто з поєднанням специфіки декількох випадків одночасно.

Основним організаційним принципом взаємодії повинна бути система горизонтальних та вертикальних зв'язків рівнів реагування, що побудовані на єдиній інформаційно-аналітичній системі QR – управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічного виробництва.

Іншим основним принципом є уніфікація та стандартизація, з урахуванням вимог правового та інформаційно-аналітичного простору країн Європейської спільноти, заходів з попередження надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічного виробництва, що дозволить забезпечити оптимальні умови для створення матеріальних резервів та підготовки кадрів аварійно-рятувальних підрозділів.

В якості функціональної основи аналітичного апарату з обробки інформаційних повідомлень, що мають міститися в системі QR – управління розглянемо граничні та початкові умови забезпечення процесу попередження надзвичайної ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічного виробництва, що в умовах

щільності технологічних об'єктів на території автоматично призводить до міського рівня поширення НС, а у разі примикання до території виробництва районів міської забудови, до регіонального рівня небезпеки НС.

Беручи за основу сучасні теоретичні положення, щодо визначення рівня НС за групою пріоритетних наслідків, які і визначають рівень її поширення, можна констатувати, що домінуючим наслідком у цьому випадку поширення НС є q_1 – поширення хімічно-небезпечних речовин по території об'єкту виробництва або поза його межами.

Наслідками похідного порядку, а саме другого є кількість жертв q_{21} , кількість q_{22} – постраждалих та q_{23} – кількості осіб з порушеними умовами життєдіяльності, які формують першу групу граничних умов (1), а саме:

$$\begin{aligned} q_{21}(t) &= f_{21}(q_1, t) \leq q_{21}^{об} \\ q_{22}(t) &= f_{22}(q_1, t) \leq q_{22}^{об} \\ q_{23}(t) &= f_{23}(q_1, t) \leq q_{23}^{об} \end{aligned} \quad (1)$$

де $q_{21}^{об}, q_{22}^{об}, q_{23}^{об}$ – кількість загиблих, максимально допустима кількість постраждалих та осіб з порушеними умовами життєдіяльності в наслідок НС, що визначають її об'єктовий рівень поширення; f_{21}, f_{22}, f_{23} – відповідні відображення процесу зростання наслідків першої похідної групи.

Наступні наслідки НС формують граничні умови другої похідної групи (2) та складаються з q_{31} – прямих збитків від НС, q_{32} – непрямих збитків від НС, а саме:

$$\begin{aligned} q_{31}^{об} \leq q_{31} &= f_{31}(q_1, q_{21}, q_{22}, q_{23}, t) \leq q_{31}^{mic}; \\ q_{32}^{об} \leq q_{32} &= f_{32}(q_1, q_{21}, q_{22}, q_{23}, t) \leq q_{32}^{mic}, \end{aligned} \quad (2)$$

де $q_{31}^{об}, q_{32}^{об}, q_{31}^{mic}, q_{32}^{mic}$ – граничні межі (об'єктового та місцевого рівнів) поширення наслідків НС техногенного характеру на хімічно-небезпечному виробництві; f_{31}, f_{32} – відображення процесу зростання наслідків другої похідної групи.

Початковими умовами виникнення катастрофічної події будемо вважати наявність у поверхневому шарі ґрунту хімічно-небезпечних і сполуки $\rho_{іаа}$ відмінним від нуля вмістом:

$$0 \leq \rho_{неб}^i(x_0, y_0, z_0, t), \quad (3)$$

де x_0, y_0, z_0 – початкові координати джерела забруднення; i – хімічно-небезпечна сполука, яка виявлена на території об'єкту небезпечного виробництва.

У разі перевищення рівнів гранично допустимої концентрації (ГДК) для цієї і небезпечної сполуки будемо вважати початком виникнення надзвичайної ситуації.

Сформовані граничні та початкові умови (1)–(3) слід доповнити умовами формування процесу QR-управління на території хімічного виробництва.

Зауважимо, що інформаційний простір $\Psi(I_{QR})$ процесу QR-управління НС

техногенного характеру є частиною загального інформаційного простору $\Psi(I)$, і як наслідок справедливе ствердження (4):

$$\Psi(I_{QR}) \in \Psi(I). \quad (4)$$

За умови обмеження ємності Φ_{QR} інформаційного простору процесу QR-управління НС техногенного характеру, яке визначаються технічними можливостями щодо розміщення інформації в рамках одного коду Φ_{QR}^{\max} маємо наступне співвідношення (5):

$$\Phi_{QR}^i \leq \Phi_{QR}^{\max}, \quad (5)$$

де Φ_{QR}^i – інформаційна ємність одного коду.

Або обмеженням ємності інфраструктурного елемента системи QR-підтримки, яка визначається рівнянням (6):

$$\sum_{i=1}^4 \Phi_{QR}^{ij} \leq 4\Phi_{QR}^{\max}; (j = 1..m), \quad (6)$$

де Φ_{QR}^{ij} – інформаційна ємність коду різного рівня доступу ($i = 1..4$) для j об'єкту в межах можливої зони управління НС техногенного характеру.

Слід зауважити – сумарна інформаційна ємність j -об'єкту не буде використана за умов тах наповнення, що визначає перше обмеження умов цільового доступу, а саме (7):

$$\Phi_{QR}^1 \geq \Phi_{QR}^2 \succ \Phi_{QR}^3 \geq \Phi_{QR}^4. \quad (7)$$

Умова (7) є наслідком виконання рівняння наповнення інформаційного простору процесу QR-управління НС техногенного характеру (8):

$$\Psi(I_{QR}) = f_{QR}(I_{QR}^{API}, I_{QR}^1, \dots, I_{QR}^n), \quad (8)$$

де I_{QR}^{API} – інформація, яка використовується в процесі QR-управління НС техногенного характеру в інтересах АРП; $I_{QR}^1, \dots, I_{QR}^n$ – інформація, яка використовується в процесі QR-управління НС техногенного характеру в інтересах інших аварійних служб, соціальної підтримки людей, які знаходяться в зоні управління НС техногенного характеру, як постійно, так і тимчасово.

Від так умова цільового відбору інформації в процесі QR-управління НС техногенного характеру мають наступний вигляд (9):

$$4\Phi_{QR}^{\max} \succ \sum_{i=1}^4 \begin{cases} I_{QR}^{API} \rightarrow I_{QR \max}^i \\ I_{QR}^1 \rightarrow I_{QR \max}^{1i} \\ \vdots \\ I_{QR}^n \rightarrow I_{QR \max}^{ni} \end{cases}, \quad (9)$$

за умови, що рівняння Харкевича-Бонгарда, щодо цінності розміщеної в системі QR-управління НС техногенного характеру інформації (10):

$$\Psi(I_{QR}) = \log_2 \frac{P}{p}, \quad (10)$$

де P – вірогідність досягнення мети після отримання інформації, яка розміщена в системі QR-управління НС техногенного характеру; p – відповідно вірогідність досягнення мети до отримання відповідної інформації, виконується за сценарієм (11):

$$\begin{cases} P_{QR}^{AP\Pi} \rightarrow 1 \\ P_{QR}^1 \rightarrow \max \\ \vdots \\ P_{QR}^n \rightarrow \max \end{cases}, \quad (11)$$

де: $P_{QR}^{AP\Pi}$ – вірогідність досягнення мети дій за призначенням АРП; $P_{QR}^1 \dots P_{QR}^n$ вірогідність досягнення мети дій в умовах отримання інформації з системи QR-управління НС техногенного характеру іншими аварійними службами та пересічними громадянами.

Від так маємо наступну умову розміщення цільової інформації в системі QR-управління НС техногенного характеру, а саме (12):

$$\begin{cases} P_{QR}^{AP\Pi} \rightarrow 1 \\ p^{(1..n)i} \leq P_{QR}^{(1..n)i} \rightarrow \max \end{cases}. \quad (12)$$

Умова (12) може бути переглянута у разі зміни концепції цільової інформаційної підтримки у бік пріоритетів соціальних служб. Останнє доречно розглянути у рамках окремого дослідження, враховуючи, наприклад, специфіку надання допомоги в містах з різною кількістю населення та щільністю потенційно небезпечних та критично важливих об'єктів міської інфраструктури.

Від так вирази (4)-(6), (8)-(11) складають систему умов відбору цільової інформації процесу QR-управління НС техногенного характеру на підприємстві хімічного виробництва. Відповідно вирази (7), (12) є правилами забезпечення цільового доступу до інформації АРП у процесі QR-управління НС техногенного характеру.

Таким чином, функціональною основою методичного апарату з розробки інформаційної технології попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, з урахуванням сучасних можливостей QR – кодування, визначається двома групами граничних умов, які формуються як відповідні обмеження похідних наслідків надзвичайної ситуації, а саме наслідків першої похідної групи, як-то: кількості жертв, кількості постраждалих, кількості осіб з порушеними умовами життєдіяльності до території та часу поширення зони надзвичайної ситуації, наслідків другої похідної групи, а саме: прямих і непрямих збитків по відношенню до території, часу поширення та наслідкам першої похідної групи надзвичайної ситуації. Початок останньої, як похідної від катастрофічної події, що мала місце, визначається початковими та інформаційними умовами, які є відображенням координат джерела небезпеки на території об'єкту небезпечного виробництва та функціонування системи QR-управління.

5. Розробка інформаційної технології управління надзвичайною ситуацією на об'єктах хімічної промисловості

Інформаційна технологія «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження створено мовою візуального програмування високого рівня Object Pascal у середовищі Delphi. Необхідна інформація для поповнення бази даних заповнюється за відкритими джерелами, наявною нормативною базою та наочним спостереженням. Інформаційна технологія має клієнт-серверну архітектуру (рис. 1) і застосовує MySQL в якості системи управління та упорядкування базами даних.

Перший етап роботи з інформаційною технологією аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження передбачає проходження персональної QR ідентифікації, що дозволяє забезпечити дотримання Загальноєвропейських принципів опрацювання персональних даних у відповідності до вимог зазначених у розділі 4 цієї роботи (рис. 2).

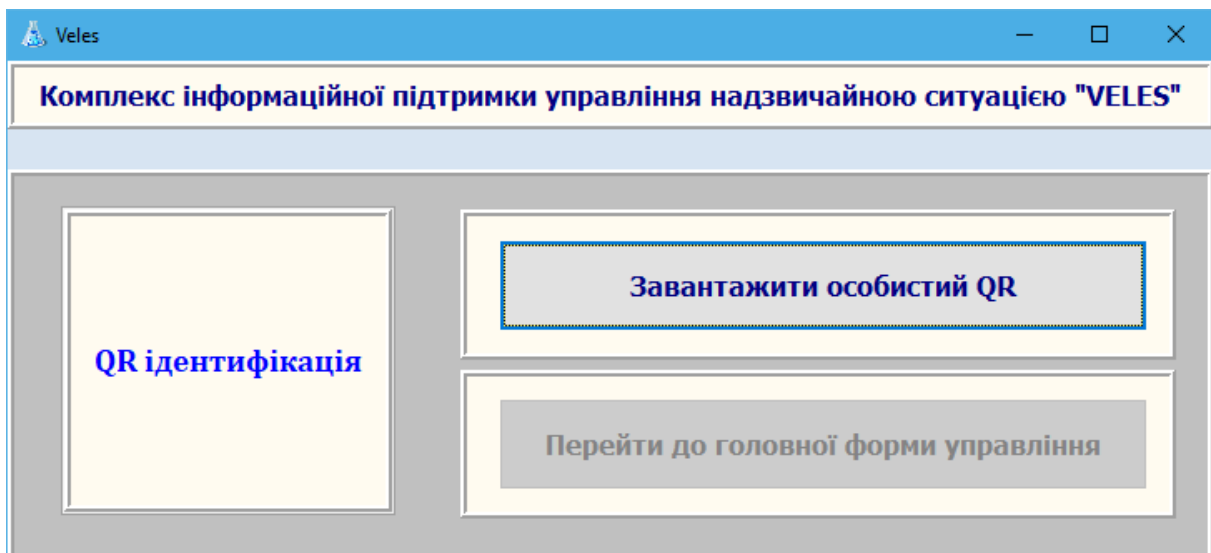


Рис. 1. Інтерфейс блоку QR-ідентифікації користувачів

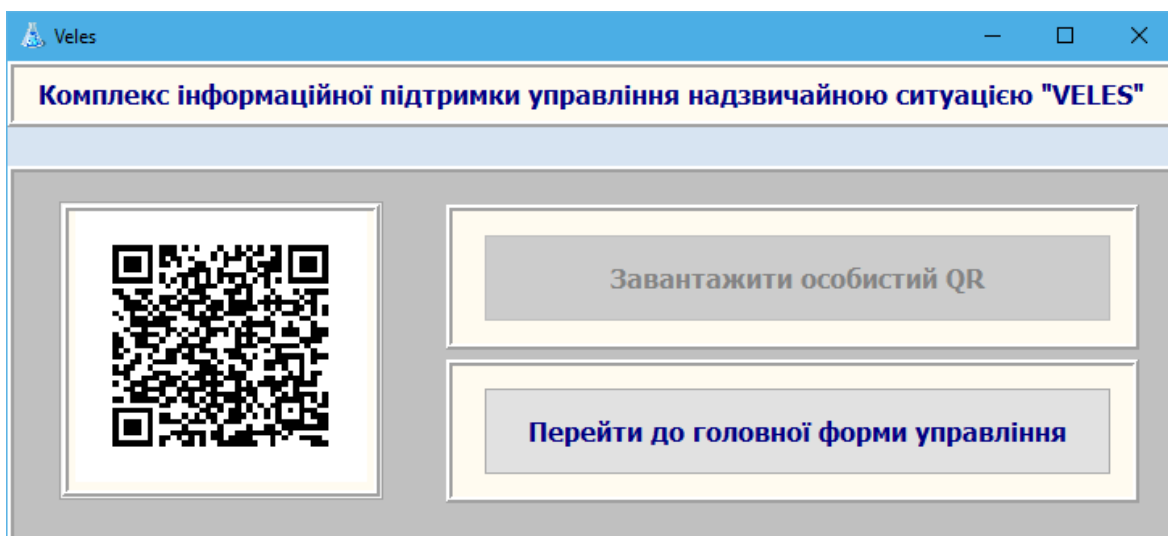


Рис. 2. Приклад проведення процедури QR-ідентифікації користувачів

Структура інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження містить 5 основних компонент, які представлені на рис. 3.

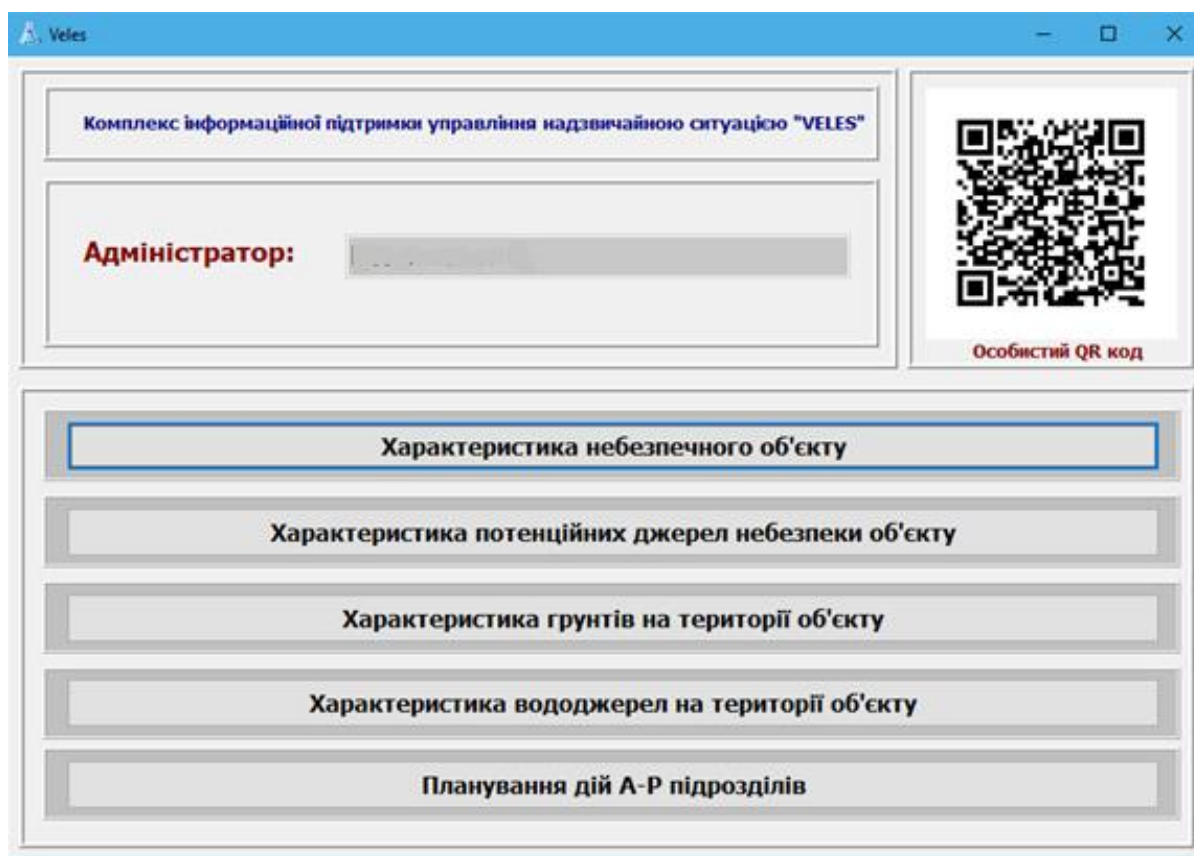


Рис. 3. Структура інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження

- 1) Блок характеристик небезпеки об'єкту небезпечного виробництва.
- 2) Блок характеристик джерел потенційної небезпеки об'єкту не безпечного виробництва.
- 3) Блок аналізу ґрунтів на території об'єкту небезпечного виробництва.
- 4) Блок аналізу ґрунтових вод на території та за межами об'єкту небезпечного виробництва.
- 5) Блок планування дій аварійно-рятувальних підрозділів з попередження надзвичайної ситуації техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження.

Відповідно наведені модулі включають:

- 1) Блок характеристик небезпеки об'єкту небезпечного виробництва – структурована інформація щодо характеристик об'єкту небезпечного виробництва (рис. 4). Ця компонента містить відомості про основні географічні та геоінформаційні дані, матеріально-технічні, транспортні засоби, які є у розпорядження на території об'єкту тощо. Атрибути та формат завдання інформації узгоджені із прийнятою у звітності ДСНС формою за незначними відхиленнями, які за необхідності легко модифікуються. Введені дані трансформуються в частину загального QR коду.

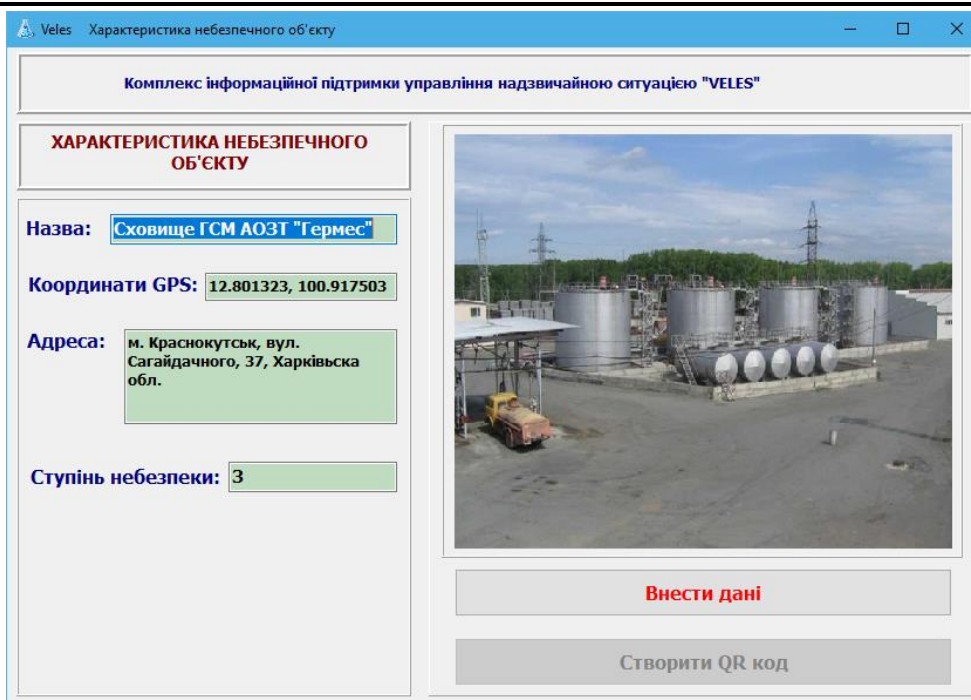


Рис. 4. Інтерфейс модуля «Характеристики небезпеки об'єкту небезпечного виробництва» інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження

2) Блок характеристик джерел потенційної небезпеки об'єкту небезпечного виробництва – інтерфейс бази даних щодо характеристик джерел небезпеки на об'єкті хімічної промисловості, який дозволяє оперативно обрати небезпечні технологічні ланки та тип обладнання, підготувати інформацію щодо параметричної ідентифікації умов (1)–(3) (рис. 5).

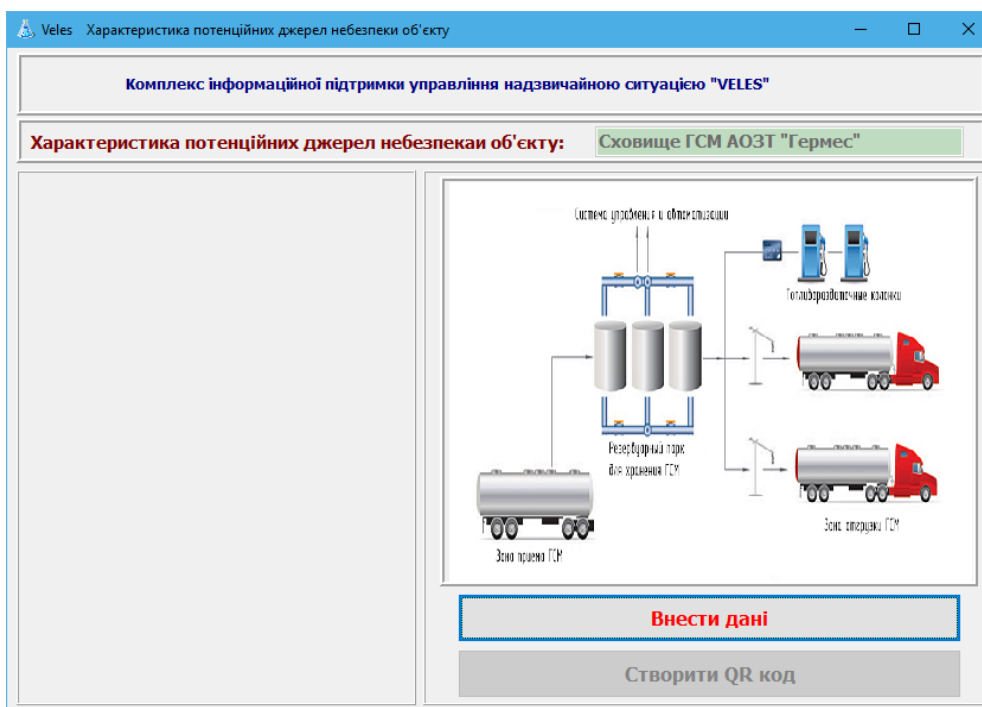


Рис. 5. Інтерфейс модуля «Характеристики джерел потенційної небезпеки» інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження

Ця складова інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження представляє собою інтерактивний інтерфейс, що містить повну базу ланок технологічного обладнання. При реалізації конкретного управлінського сценарію, керівник ліквідації НС може обрати з наявного переліку відповідну технологічну ланку, тоді як інформація про потенційні джерела небезпеки завантажується автоматично.

3) Блок аналізу ґрунтів на території об'єкту небезпечного виробництва – інтерфейс бази даних щодо окремих характеристик на штат електропровідності проб ґрунтів на об'єкті, який дозволяє оперативно визначити динаміку її зміни та, підготувати інформацію щодо параметричної ідентифікації умов (1)–(3) (рис. 6).

Ця складова інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження представляє собою інтерактивний інтерфейс, що містить повну базу точок забору проб ґрунту та зміни їх електропровідності протягом часу. Введені дані автоматично архівуються та трансформуються в частину загального QR коду.

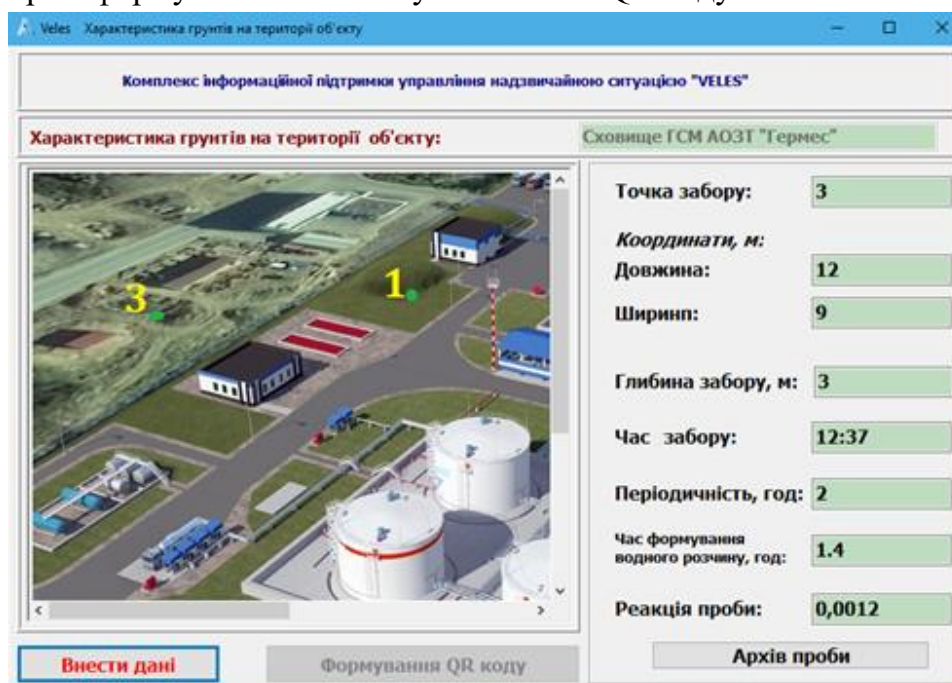


Рис. 6. Інтерфейс модуля «Аналіз ґрунтів на території об'єкту небезпечного виробництва» інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження

4) Блок аналізу ґрунтових вод на території та за межами об'єкту небезпечного виробництва – інтерфейс бази даних щодо характеристик електропровідності проб ґрунтових вод на об'єкті хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, який дозволяє оперативно визначити динаміку її зміни та, підготувати інформацію щодо параметричної ідентифікації умов (1)–(3) (рис. 7).

Ця складова інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження представляє собою інтерактивний інтерфейс, що містить повну базу точок забору проб ґрунтових вод та зміни їх електропровідності протягом часу. Введені дані автоматично архівуються та трансформуються в частину загального QR коду.

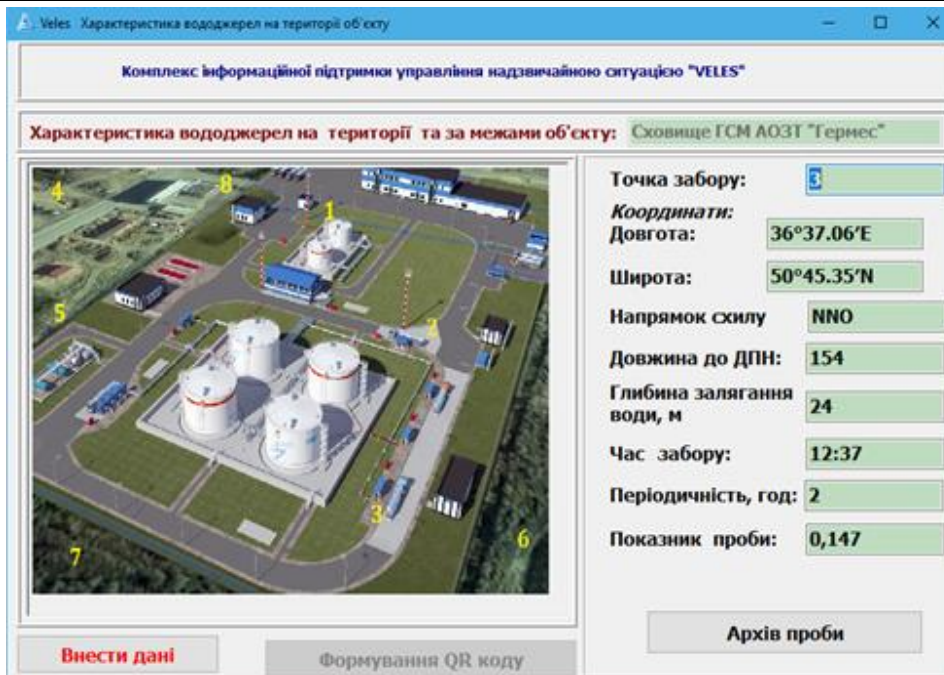


Рис. 7. Інтерфейс модуля «Аналіз ґрунтових вод на території об'єкту небезпечного виробництва» інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження

5) Блок планування дій аварійно-рятувальних підрозділів з попередження надзвичайної ситуації техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження за рахунок ідентифікації небезпеки хімічного ураження території об'єкту – включає програмну реалізацію умов доступу до інформації (8)-(11) QR-управління надзвичайною ситуацією (рис. 8). Введені дані автоматично архівуються та трансформуються в частину загального QR коду, який візуалізується на геоінформаційній платформі.

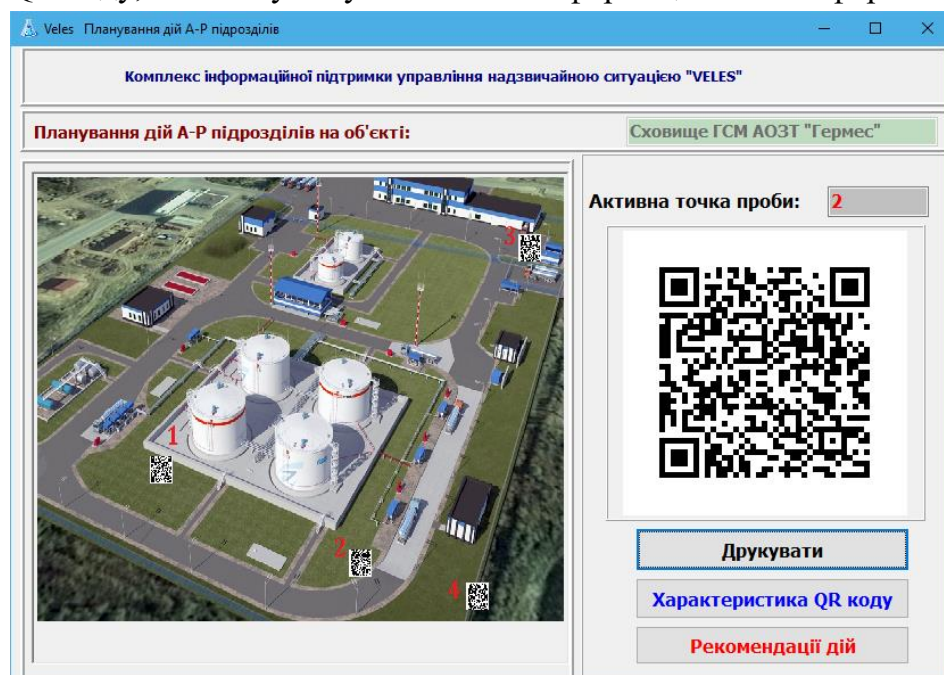


Рис. 8. Інтерфейс модуля «Планування дій аварійно-рятувальних підрозділів» інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження

Окремою частиною модуля є формування рекомендацій щодо забезпечення заходів безпеки життєдіяльності під час попередження надзвичайної ситуації техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження (рис. 9).

The screenshot shows a software window titled 'Veles Рекомендації щодо дій безпеки життєдіяльності під час попередження нс на об'єкті'. The main content area displays an 'АВАРІЙНА КАРТКА' (Emergency Card) for 'Сховище ГСМ АОЗТ "Гермес"'. The card is titled 'АВАРІЙНА КАРТКА № 13 ПЕРЕЛІК НХР' and contains a table of hazardous substances (HXP) and their properties.

Номер ООН	Найменування НХР	Ступінь токсичності	Номер ООН	Найменування НХР	Ступінь токсичності
1005	Ам'як зріджений	4			

Below the table, the card lists 'ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ І ВИДИ НЕБЕЗПЕКИ' (Basic properties and types of danger) for ammonia liquefied gas:

- Основні властивості:** Безкольоровий газ з різким запахом. Легше повітря, розчиняється в воді. Перевозиться у зрідженому стані під тиском. При виході в атмосферу димить.
- Пожежна і вибухова небезпека:** Горючий газ. Горить при наявності постійного джерела вогню. Пари утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Рис. 9. Приклад роботи модуля «Планування дій аварійно-рятувальних підрозділів» інформаційної технології «Veles» аналітичної підтримки QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження

У підсумку на основі отриманої інформації (модуль «Аналіз ґрунтів на території об'єкту небезпечного виробництва» та модуль «Аналіз ґрунтових вод на території та за межами об'єкту небезпечного виробництва») формується множина екзогенних параметрів, які є базою для подальшого формування антикризових управлінських рішень (модуль «Планування дій аварійно-рятувальних підрозділів») керівником з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження.

6. Обговорення результатів з формування основних підходів до розробки інформаційно-аналітичного забезпечення

Прогнозна ефективність отриманих результатів пояснюється єдиними методологічними підходами щодо впровадженням сучасних моделей попередження надзвичайної ситуації техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження у вигляді інформаційної технології QR-управління НС, яка інтегрована до інформаційно-комунікативного середовища країн Європейської спільноти.

Особливості запропонованої інформаційної технології QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості

в умовах надлишкового техногенного навантаження є можливість її широкого використання у вигляді інформаційного забезпечення персональних комп'ютерів у допоміжних аварійних службах різного ієрархічного рівня підпорядкування.

Запропонованій методології формування автоматизованої системи управління надзвичайними ситуаціями на об'єктах хімічної промисловості притомні ряд обмежень, які у подальшому слід врахувати при розробці та пілотному впровадженні інформаційної технології в практичну діяльність підрозділів ДСНС. Так мають бути враховані наступні компоненти:

1) при налаштуванні доступу населення до системи надання екстреної допомоги слід врахувати існуючі можливості з використання інформаційно-телекомунікаційних технологій, в першу чергу QR кодування та QR відтворення даних, а також організації електронної взаємодії нарівні суб'єктів, що забезпечують реагування на надзвичайну подію;

2) розробити окремий додаток (інформаційний модуль), який забезпечує процес взаємодії та використання інформаційних (QR), інформаційно-телекомунікаційних систем МВС для інформаційно-аналітичної підтримки при прийнятті рішень під час реагування на екстрені та надзвичайні події;

3) доповнити можливості інформаційної технології системою комутації із засобами відеоспостереження та фіксації подій в реальному часі;

4) доповнити можливості інформаційної технології системою комутації з електронними пристроями та система уповноважених ЦОВВ та іншими органами виконавчої влади з метою попередження екстрених подій та оперативного реагування у разі їх виникнення.

Ці недоліки можуть бути усунуті у подальшому шляхом сумісності традиційних методів реагування на катастрофічні події і інформаційно-телекомунікаційних технологій в рамках вдосконалення методики яка створюються, що дозволить в разі підвищити ефективність надання допомоги населенню та значно удосконалити діяльність аварійно-рятувальних служб та інших служб, які залучаються; віддалено бачити ситуацію на місці екстреної події; оперативно задіяти доступні ресурси, забезпечувати інформацією урядові та регіональні кризові центри в реальному масштабі часу.

Подальший розвиток даного дослідження полягає у розробці низки практичних рекомендацій, які стосуються в першу чергу гармонізації вітчизняних підходів та практик до вимог країн Європейської спільноти. Втім подібна гармонізація може зіткнутися з труднощами формування загальних принципів комплексного надання допомоги населенню у разі виникнення екстрених ситуацій, які загрожують здоров'ю, життю, майну або навколишньому природному середовищу, інших небезпечних та катастрофічних подій.

В той же час зважаючи на орієнтацію України на європейські стандарти в сфері цивільного захисту автоматизована система QR - управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах небезпечного виробництва впровадження останньої може зіткнутися з труднощами відповідності вимогам Загальноєвропейського нормативного законодавства.

В частині інтеграції в Систему екстреної допомоги населенню за єдиним телефонним номером 112 автоматизована система QR-управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічного виробництва можливі труднощі з опрацюванням персональних даних.

7. Висновки

1. Визначено умови інтеграції існуючих вітчизняних підходів до попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження в інформаційно-аналітичний простір країни Європейської спільноти, що дозволило сформулювати основи методичного апарату з розробки інформаційної технології попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, з урахуванням сучасних можливостей QR – кодування та визначити групу граничних умов, які формуються як відповідні обмеження похідних наслідків надзвичайної ситуації.

2. Розроблено інформаційну технологію аналітичної підтримки управління надзвичайною ситуацією техногенного характеру на об'єктах хімічної промисловості в умовах надлишкового техногенного навантаження, що дозволяє запровадити інноваційні підходи управління надзвичайними ситуаціями у повсякденній діяльності практичних підрозділів ДСНС різного ієрархічного рівня підпорядкування. В рамках пілотного застосування інформаційної технології на хімічно небезпечних об'єктах Харківської та Волинської області доведено підвищення ефективності прийняття управлінських рішень в умовах надзвичайних ситуацій, які прогнозуються: за часом на 15-30%, за інформаційною насиченістю на 30-45%.

Література

1. Mohan Rao P. V. J. Industrial accidents impact on environment. *Global Journal of Engineering, Design and Technology*. 2015. Vol. 2. Iss. 4. P. 41–42.
2. Togashi E., Baum J. D., Mestreau E., Löhner R., Sunshine D. Numerical simulation of long duration blast wave evolution in confined facilities. *Shock Waves*, 2012. Vol. 20. P. 409–424. doi: 10.1007/s00193-010-0278-7
3. Canada's most shameful environmental secret must not remain hidden. URL: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/nov/14/canadas-shameful-environmental-secret-tar-sands-tailings-ponds>
4. Mosa A., Duffin J. The interwoven history of mercury poisoning in Ontario and Japan. *CMAJ: Canadian Medical Association journal/journal de l'Association medicale canadienne*. 2017. Vol. 189. Is. 5. P. 213–215. doi: 10.1503/cmaj.160943
5. Third death in sewage treatment plant mishap at Delhi hotel. URL: <https://indianexpress.com/article/cities/delhi/third-death-in-sewage-treatment-plant-mishap-at-hotel-5167360>
6. NHRC seeks report on death of 5 people at sewage treatment plant in Delhi. URL: <https://www.indiatoday.in/mail-today/story/nhrc-seeks-report-on-death-of-5-people-at-sewage-treatment-plant-in-delhi-1337309-2018-09-11s>.
7. Як використовувати QR-code? URL: <http://www.mobiticket.ru/index.php?page=253>
8. Засадна Х. О. QR-кодування та альтернативні технології. *Фінансовий простір*. 2014. № 3(15). С. 103–108.
9. Бутирська І. В. Технологія QR-коду як інструмент підвищення ефективності функціонування сервісних систем. *Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці*. 2015. № 1(57). С. 165–171.
10. QR код в Україні. Ukrainian marketing group. URL: <http://umg.ua/news/49-qr-kod-v-ukraine.html>
11. Emergency Workers Scan QR Codes to Quickly Access Health Information. URL: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2021-34-19>

https://www.pcworld.com/article/256550/emergency_workers_scan_qr_codes_to_quickly_access_health_information.html

12. SOS QR. URL: <https://www.nhs.uk/apps-library/sos-qr>

13. Mercedes-Benz Rescue Assist. URL: <https://www.mercedesbenzcary.com/rescue-assist-video.html>

14. Evaluation and implementation of QR Code Identity Tag system for Healthcare in Turkey. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5005258>

T. Vovchuk, Postgraduate

R. Shevchenko, DSc, Professor, Head of Department

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT OF THE PROCESS OF PREVENTION OF EMERGENCIES AT THE FACILITIES OF THE CHEMICAL INDUSTRY

The paper considers the process of forming the main approaches to the development of information and analytical support of the process of prevention of emergencies of man-made nature at the chemical industry in conditions of excessive man-made load, taking into account modern capabilities of QR-coding technologies. Analysis of the current state of the issue convincingly proves that given Ukraine's orientation to European standards in the field of civil protection, there is a need to generalize and implement international experience in creating and operating management systems in emergencies, based on modern information and communication technologies, especially emergencies of technogenic character on objects of the chemical industry in the conditions of excessive technogenic loading. The conditions of integration of existing domestic approaches to the prevention of man-made emergencies at chemical facilities in the conditions of excessive man-caused load in the information-analytical space of the European Community, which allowed to form the basis of the methodological apparatus for developing information technology for man-made emergencies chemical industry projects in the conditions of excessive technogenic loading, taking into account modern possibilities of QR - coding and to define group of boundary conditions which are formed as corresponding restrictions of derivative consequences of an emergency situation. The information technology of analytical support of man-made emergency management at chemical industry facilities in the conditions of excessive man-caused load has been developed, which allows to introduce innovative approaches to emergency management into the daily activities of practical units of SES of different hierarchical level of subordination. The results obtained in this work allow us to further develop a number of practical recommendations, which relate primarily to the harmonization of domestic approaches and practices to the requirements of the European Community. Such harmonization should be based on the principles of comprehensive assistance to the population in the event of emergencies that threaten health, life, property or the environment, other dangerous and catastrophic events.

Keywords: emergency, information technology, QR-coding, warnings, objects of chemical industry

References

1. Mohan Rao, P. V. J. (2013). Industrial accidents impact on environment. *Global Journal of Engineering, Design and Technology*, 2(4), 41–42.

2. Togashi, E., Baum, J. D., Mestreau, E., Löhne, R., Sunshine, D. (2012). Numerical simulation of long duration blast wave evolution in confined facilities. *Shock Waves*, 20, 409–424. doi: 10.1007/s00193-010-0278-7

3. Canada's most shameful environmental secret must not remain hidden. Retrieved from <https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/nov/14/canadas-shameful-environmental-secret-tar-sands-tailings-ponds>

4. Mosa, A., Duffin, J. (2017). The interwoven history of mercury poisoning in Ontario and Japan. *CMAJ: Canadian Medical Association journal/journal de l'Association medicale canadienne*, 189(5), 213–215. Retrieved from <https://doi.org/10.1503/cmaj.160943>

5. Third death in sewage treatment plant mishap at Delhi hotel. Retrieved from

<https://indianexpress.com/article/cities/delhi/third-death-in-sewage-treatment-plant-mishap-at-hotel-5167360>

6. NHRC seeks report on death of 5 people at sewage treatment plant in Delhi. Retrieved from <https://www.indiatoday.in/mail-today/story/nhrc-seeks-report-on-death-of-5-people-at-sewage-treatment-plant-in-delhi-1337309-2018-09-11s>

7. Yak vykorystovuvaty QR-code? Retrieved from <http://www.mobiticket.ru/index.php?page=253>

8. Zasadna, Kh. O. (2014). QR-koduvannia ta alternatyvni tekhnolohii. *Finansovyi prostir*, 3(15), 103–108.

9. Butyrska, I. V. (2015). Tekhnolohiia QR-kodu yak instrument pidvyshchennia efektyvnosti funktsionuvannia servisnykh system. *Matematychni metody, modeli ta informatsiini tekhnolohii v ekonomitsi*, 1(57), 165–171.

10. QR kod v Ukrainy. Retrieved from <http://umg.ua/news/49-qr-kod-v-ukraine.html>

11. Emergency Workers Scan QR Codes to Quickly Access Health Information. Retrieved from https://www.pcworld.com/article/256550/emergency_workers_scan_qr_codes_to_quickly_access_health_information.html

12. SOS QR. Retrieved from <https://www.nhs.uk/apps-library/sos-qr>

13. Mercedes-Benz Rescue Assist. Retrieved from <https://www.mercedesbenzcary.com/rescue-assist-video.html>

14. Evaluation and implementation of QR Code Identity Tag system for Healthcare in Turkey. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5005258>

Надійшла до редколегії: 05.10.2021

Прийнята до друку: 22.11.2021