

Ольга Олександрівна Тютюнник (кандидат технічних наук, доцент)<sup>1</sup>

Ігор Вікторович Рубан (доктор технічних наук, професор)<sup>2</sup>

Вадим Володимирович Тютюнник (доктор технічних наук, професор)<sup>3</sup>

Наталія Олександрівна Бринза (кандидат технічних наук, доцент)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Харків, Україна

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

<sup>3</sup>Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ АНТИКРИЗОВИХ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНОГО ХАРАКТЕРУ (НА ПРИКЛАДІ ЕПІДЕМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПОШИРЕННЯ COVID-19)

З метою подальшого розвитку науково-технічних основ створення в єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій, в роботі розглянуті особливості функціонування ситуаційних центрів при епідемічній небезпеці поширення COVID-19 та розроблено процедуру підтримки прийняття на регіональному рівні управління антикризових рішень стосовно реалізації дій за призначенням, які спрямовані на мінімізацію наслідків від надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру, в умовах епідемічної небезпеки поширення COVID-19.

**Ключові слова:** надзвичайна ситуація медико-біологічного характеру, епідемічна небезпека, COVID-19, підтримка прийняття антикризових рішень, ситуаційний центр, єдина державна система цивільного захисту, мінімізація наслідків.

### Вступ

Широкий спектр проблем, що повстають в сучасних умовах виникнення небезпечних для території України надзвичайних ситуацій (НС) медико-біологічного характеру та призводять до порушень нормальних умов життєдіяльності суспільства, що характеризуються значними соціально-економічними наслідками, вказує на необхідність розробки ефективних заходів оптимального управління процесами своєчасного виявлення потенціальних джерел медико-біологічних небезпек і мінімізації наслідків від різного роду епідемій [1–4].

Перспективним напрямом розробки таких заходів є створення геоінформаційної системи безпеки території та населення держави від НС медико-біологічного характеру, функції якої реалізовано за принципом класичного контуру управління та схематично представлено на рис. 1 [5, 6].

Як видно з рис. 1, ефективність функціонування геоінформаційної системи безпеки від НС медико-біологічного характеру в багатьох випадках залежить від роботи системи підтримки ухвалення антикризових рішень, яка базується на синтезі інформаційно-комунікаційних технологій, засобів накопичення та представлення інформації, комп'ютерних засобів підтримки прийняття рішень. Ця система підтримки ухвалення рішень може бути представлена у вигляді ситуаційного центру, під яким розуміється сукупність методів, алгоритмів, моделей

прийняття управлінських рішень і комплексу технологій, як підтримуючих, так і тих, що реалізують ці рішення [7–9]. Розробка таких підходів до прийняття ефективних антикризових рішень щодо реалізації завчасних дій за призначенням, які спрямовані на мінімізацію наслідків від НС медико-біологічного характеру, є актуальною задачею.

**Постановка проблеми.** В Україні для забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту функціонує єдина державна система цивільного захисту (ЄДСЦЗ), яка складається з функціональних і територіальних підсистем та спрямована на розв'язання питань забезпечення необхідного рівня безпеки життєдіяльності території держави лише в умовах, коли виникла НС.

При цьому, цілковито відкритими для держави залишаються проблемні питання реалізації, базуючись на уявленнях системного підходу та за даними рис. 2, в системі ЄДСЦЗ функції моніторингу та розробки ефективних управлінських рішень всіх локальних підсистем, спрямованих на попередження та локалізацію НС, в умовах зародження джерел небезпек різної природи [10–12].

Це вказує на необхідність термінового розв'язання питань включення до складу ЄДСЦЗ інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами запобігання й ліквідації НС.

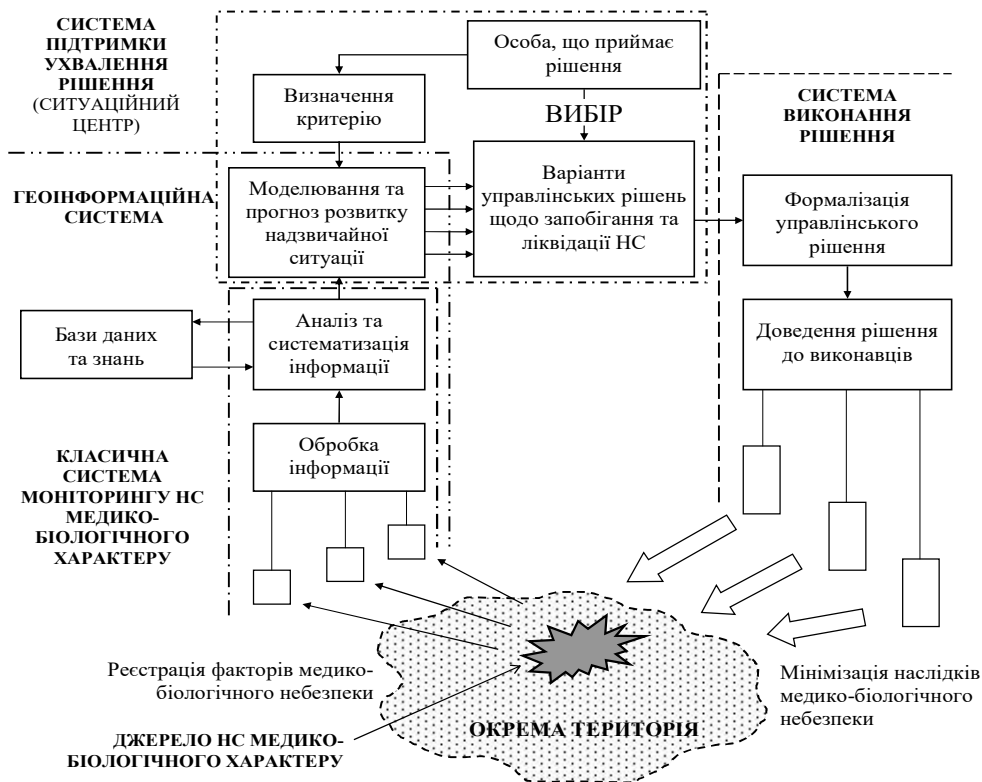


Рис. 1. Схема структури геоінформаційної системи безпеки від НС медико-біологічного характеру як засобу управління

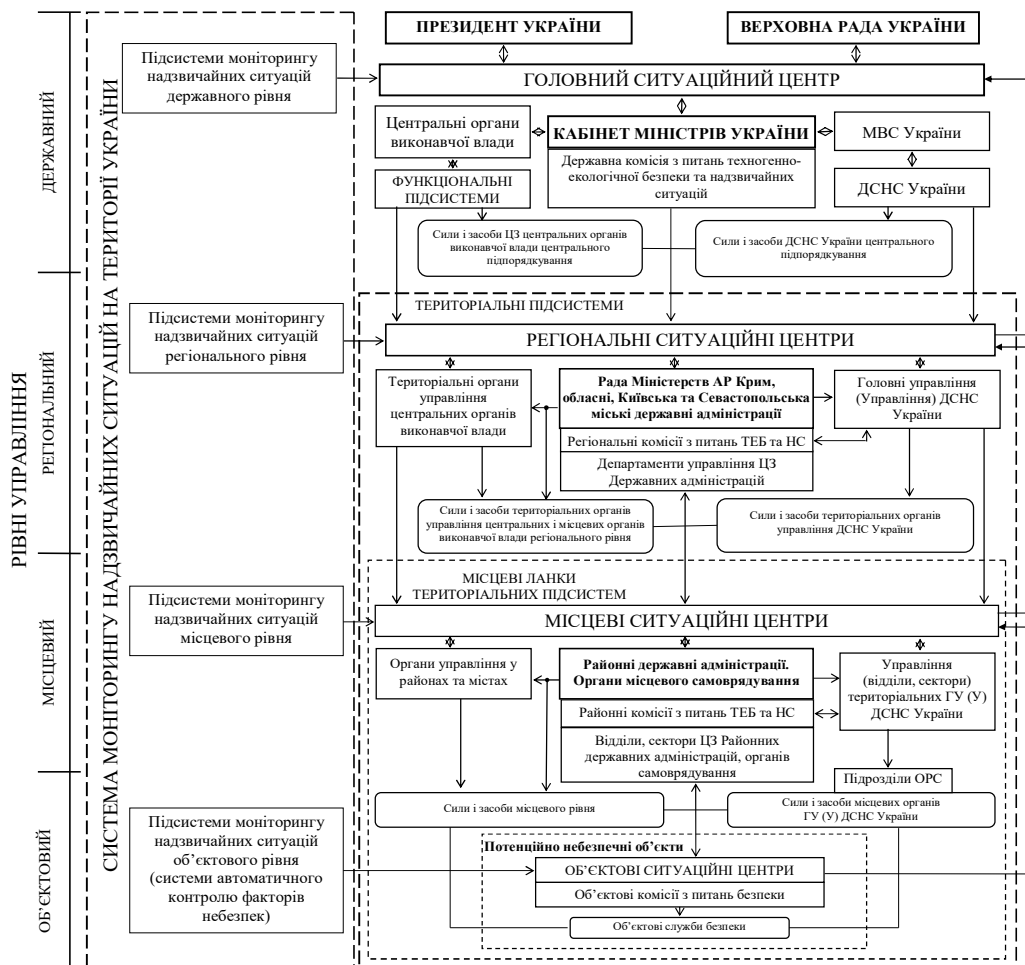


Рис. 2. Комплексна функціональна схема інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами запобігання, локалізації та ліквідації наслідків НС у Єдиній державній системі цивільного захисту

Створення ефективної інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків НС пропонується у відповідності за підходом, який розроблено у роботах [5–9] та графічно представлено на рис. 2. У цьому підході реалізовано комплексне включення в діючу систему ЄДСЦЗ по вертикалі від об'єктового до державного рівнів різних функціональних елементів територіальної підсистеми моніторингу НС та складових підсистеми ситуаційних центрів, які жорстко пов'язані між собою на інформаційному та виконавчому рівнях для прийняття відповідних антикризових рішень для розв'язання різних функціональних задач моніторингу, попередження та ліквідації НС природного, техногенного, соціального та воєнного характеру.

Проведений аналіз показав, що на сьогодні в Україні відсутні наукові основи щодо створення системи ситуаційних центрів в рамках інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами запобігання та ліквідації НС у ЄДСЦЗ та оцінки умов для експертів ситуаційних центрів щодо обґрунтування оптимальних антикризових рішень, спрямованих на забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності населення та території держави на різних стадіях розвитку надзвичайних ситуацій, зокрема медико-біологічного характеру. Це й визначило необхідність формування мети та задач цього дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Згідно стратегії реформування Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) [13], серед актуальних напрямків удосконалення функціонування ЄДСЦЗ необхідно визначити низку проблемних питань науково-інформаційно-технологічного характеру, які стосуються оптимального управління процесами запобігання та ліквідації НС, а саме:

1. Удосконалення механізму взаємодії ДСНС з іншими структурами усіх рівнів забезпечення національної безпеки шляхом подальшого розвитку державного центру управління в надзвичайних ситуаціях ДСНС, утворення відповідних регіональних центрів та налагодження їх взаємодії з Головним ситуаційним центром та іншими ситуаційними центрами складових сектору безпеки і оборони.

2. Запровадження системи управління усіма видами техногенної безпеки (з вивільненням різних видів енергії) на основі ризико-орієнтованого підходу і європейських стандартів щодо оцінювання і аналізу ризиків цих видів техногенної безпеки суб'єктів господарювання.

3. Створення та забезпечення функціонування автоматизованої системи управління телекомунікаційними мережами, центру обробки даних, комплексної підсистеми інформаційної підтримки прийняття рішень та їх виконання з питань НС, у тому числі – комплексної системи захисту інформації.

**Метою статті** є подальший розвиток, згідно стратегії реформування ДСНС, науково-технічних основ створення в ЄДСЦЗ системи ситуаційних центрів та удосконалення процедури підтримки прийняття антикризових рішень, спрямованих на забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності населення та території держави на різних стадіях розвитку НС, зокрема медико-біологічного характеру.

Для досягнення поставленої мети в цьому дослідженні необхідно вирішити завдання щодо удосконалення процедури підтримки прийняття антикризових рішень стосовно реалізації дій за призначенням, які спрямовані на мінімізацію наслідків від НС медико-біологічного характеру, в умовах епідемічної небезпеки поширення COVID-19.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Ситуаційний центр при функціонуванні в ЄДСЦЗ повинен, у відповідності до даних рис. 3, забезпечити: 1) аналіз отриманої від підсистеми моніторингу інформації; 2) моделювання розвитку НС на території міста, регіону, держави; 3) розробку та ухвалення управлінських рішень щодо запобігання виникненню та ліквідації НС, а також мінімізації їх наслідків.

Функціонування, представленої на рис. 3, схеми в умовах повноти вхідної інформації та наявності одного часткового критерію оцінювання множини допустимих рішень не представляє труднощів при обґрунтуванні оптимальних антикризових рішень. З іншого боку, сучасні проблемні ситуації характеризуються неповнотою знань (невизначеністю) вихідних даних та множиною часткових критеріїв оцінювання. Таким чином, традиційний підхід, заснований на декомпозиції проблеми на дві умовно незалежні задачі – багатокритеріальної оптимізації в детермінованій, тобто без урахування невизначеності, постановці і прийняття рішення в умовах невизначеності для скалярної цільової функції в сучасних умовах, не задовольняє вимогам практики за точністю й ефективністю.

Це обумовлено тим, що задача багатокритеріальної оптимізації в принципі є некоректною, тому що дозволяє визначити рішення тільки з точністю до області компромісних рішень, а її регуляризація для визначення єдиного рішення, заснована на розрахунку узагальненої багатофакторної скалярної оцінки, базується на погано структурованих, суб'єктивних експертних оцінках, детермінізація яких призводить до великих похибок. З іншого боку, методи прийняття рішень в умовах невизначеності за скалярною оцінкою і очікуваного ефекту, без урахування його багатокритеріальності, так само не адекватні. Тому викає необхідність розвитку методології комплексного вирішення задачі прийняття рішень з урахуванням багатокритеріальності і неповної невизначеності вихідних даних.

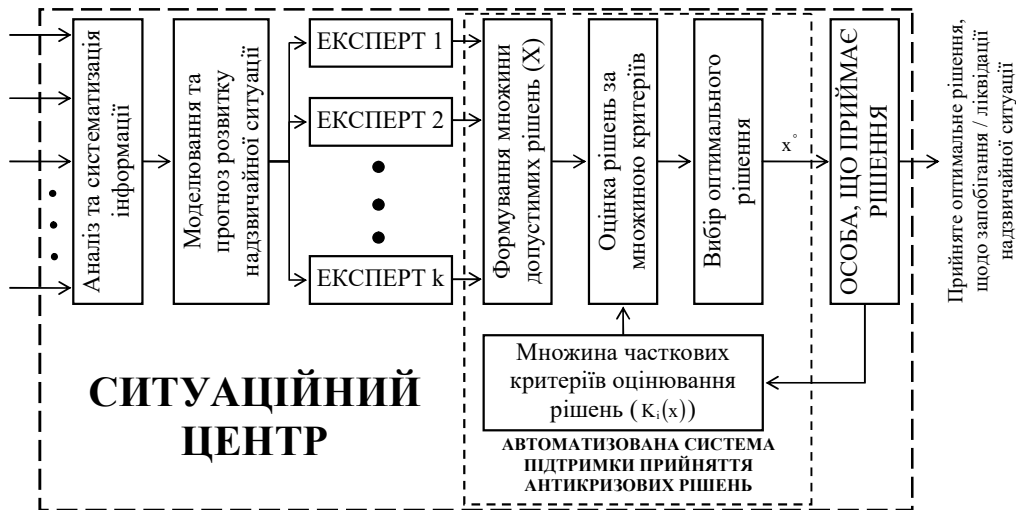


Рис. 3. Функціональна схема обґрунтування оптимальних антикризових рішень щодо забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності при надзвичайних ситуацій різного характеру, в умовах невизначеності вхідної інформації для експертів системи ситуаційних центрів Єдиної державної системи цивільного захисту

Допустима множина рішень експертів ситуаційного центру ЄДСЦЗ у загальному випадку, згідно [14–16], включає підмножину узгоджених  $X^S$  та неузгоджених (компромісних)  $X^C$  рішень щодо забезпечення відповідного рівня безпеки на відповідному рівні життєдіяльності (об'єктовому, місцевому, регіональному та державному) при НС. Особливістю останньої підмножини є неможливість покращити ні одного часткового критерію  $k_i(x)$ ,  $i = 1, n$  без погіршення якості хоч би одного іншого часткового критерію. Крім того, ефективне рішення  $x^\circ$  обов'язково належить області компромісів. Це означає, що задача багатокритеріальної оптимізації

$$x^\circ = \arg \min_{x \in X} \langle k_i(x) \rangle, \forall i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

не має рішення, тобто є некоректною задачею згідно Адамара [17–19], оскільки у загальному випадку не забезпечує визначення єдиного оптимального рішення із множини компромісів  $X^C$ . У зв'язку з цим, виникає задача багатокритеріальної оптимізації.

Процедура прийняття експертами ситуаційного центру управлінських антикризових рішень ускладнюється тим, що необхідними умовами ефективності рішень є їх своєчасність, повнота й оптимальність. Тому, підвищення ефективності прийнятих рішень пов'язане з необхідністю рішення задачі багатокритеріальної оптимізації в умовах невизначеності при виникненні НС різного характеру. Це також потребує розробки формальних, нормативних методів і моделей для комплексного рішення проблеми прийняття рішень в умовах багатокритеріальності й невизначеності при управлінні процесами запобігання та локалізації НС медико-біологічного

характеру для забезпечення ефективного функціонування ЄДСЦЗ.

На сьогодні серед НС медико-біологічного характеру найбільшу небезпеку становить інфекційна хвороба, яку спричиняє новий штам коронавірусу (COVID-19). Так, у всьому світі більше 50 млн. людей захворіли на COVID-19. Від хвороби померло понад 1,26 млн. людей. В Україні перший випадок захворювання на COVID-19 було зафіксовано в Чернівцях 29 лютого (підтверджено 3 березня) 2020 р. у чоловіка, який прибув з Італії. Відтоді було зареєстровано понад 3 500 тис. випадків зараження, з яких близько 91000 виявилися летальними [20, 21].

Ці дані визначили напрямок наших досліджень щодо подальшого розвитку науково-технічних основ створення в ЄДСЦЗ системи ситуаційних центрів. Так, відповідно до [22] та залежно від епідемічної ситуації на території України встановлюється “зелений”, “жовтий”, “помаранчевий” або “червоний” рівень епідемічної небезпеки поширення COVID-19.

Базуючись на цих уявленнях, в роботі розроблено процедуру функціонування регіонального ситуаційного центру щодо підтримки прийняття антикризових рішень стосовно встановлення на регіональному рівні управління відповідного рівня епідемічної небезпеки поширення COVID-19. Цю процедуру представлено схематично на рис. 4, де  $N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Регіон}}(t)$  – показник виявлення нових випадків інфікування COVID-19 на 100 тис. населення,  $K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Регіон}}(t)$  – показник виявлення випадків інфікування COVID-19 (методом полімеразної ланцюгової реакції та експрес-тесту на визначення антигена коронавірусу SARS-CoV-2),  $K_{\text{Тест}+}^{\text{Регіон}}(t)$  – кількість тестувань методом полімеразної ланцюгової реакції та експрес-тесту на визначення

антигена коронавірусу SARS-CoV-2 на 100 тис. населення,  $K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Region}}(t)$  – показник завантаженості ліжок, забезпечених подачею медичного кисню у закладах охорони здоров'я, визначених для госпіталізації пацієнтів з підтвердженим випадком COVID-19,  $N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(t)$  – кількість госпіталізованих пацієнтів з підтвердженим та підозрілим випадком COVID-19.

За даними рис. 4, “зелений”, “жовтий” та “помаранчевий” рівні епідемічної небезпеки визначаються в системі єдиного часу ( $t$ ) за результатами щоденної оцінки (де  $K_{A_1} = 3$  доби і  $K_{A_2} = 7$  діб – кількість діб для проведення процедури першого і другого етапу аналізу,  $T_{M_1} = 7$  діб і  $T_{M_2} = 14$  діб – перший і другий період спостереження) відповідних ознак епідемічної небезпеки, як на окремій території так і в цілому в державі.

Підхід щодо встановлення “жовтого” рівня епідемічної небезпеки реалізовано шляхом реалізації у регіональному ситуаційному центрі наступних інформаційно-технічних процедур:

1) отримання у реальному масштабі часу від лікарень інформації щодо значень показників  $N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Region}}(t)$ ,  $K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(t)$  і  $K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)$ ;

2) отримання від МОЗ України за вищим пріоритетом у реальному масштабі часу інформації щодо рівня епідемічної небезпеки в регіонах держави ( $U^{\text{МОЗ}}(t)$ );

3) формування в блоці «А» динамічних масивів даних моніторингу діяльності лабораторій, а саме:  $M[N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Region}}(t)]$ ,  $M[K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(t)]$  і  $M[K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)]$ ;

4) формування в блоці «С» масивів даних запитів результатів діяльності лабораторій у відповідні терміни спостережень, а саме:  $M_1[N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Region}}(T_{M_2})]$ ,  $1 = 1 \dots K_{A_1}$ ;  $M_m[K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(T_{M_1})]$ ,  $m = 1 \dots K_{A_1}$ ;  $M_n[K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)]$ ,  $n = 1 \dots K_{A_1}$ ;

5) формування в блоці «D» динамічних масивів даних від МОЗ України щодо рівня епідемічної небезпеки в регіонах держави, а саме:  $M_p[U^{\text{МОЗ}}(t)]$ ,  $p = 1 \dots K^{\text{Region}}$  (де  $K^{\text{Region}}$  – кількість регіонів держави);

6) виявлення фактів перевищення значень факторів небезпеки порогових рівней, а саме:  $M_1[N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Region}}(T_{M_2})] \geq \theta_1$ ;  $M_m[K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(T_{M_1})] \geq \theta_2$ ;  $M_n[K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)] \geq \theta_3$ ;  $M_p[U^{\text{МОЗ}}(t)] = "Ч"$  (де  $\theta_1 = 75 \cdot 10^{-5}$  осіб,  $\theta_2 = 4\%$ ,  $\theta_3 = 3 \cdot 10^{-3}$  тестувань);

7) рахунок кількості ( $k$ ) проявів факторів небезпеки;

8) формування, в залежності від отриманих результатів, обґрунтованих антикризових рішень для Державної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій (Державна комісія з питань ТЕБ та НС) щодо

встановлення «зеленого» (при  $k = 0$  – кількість проявів факторів небезпеки) або «жовтого» (при  $k \geq 1$ ) рівня епідемічної небезпеки.

У разі встановлення на території держави «жовтого» рівня епідемічної небезпеки регіональний ситуаційний центр здійснює заходи, які спрямовані на повторну перевірку епідемічного стану регіону та оцінку можливості переходу системи на інший рівень епідемічної небезпеки.

Цей підхід реалізовано шляхом реалізації у регіональному ситуаційному центрі наступних інформаційно-технічних процедур:

1) формування в блоці «F» масивів даних запитів результатів діяльності лабораторій у відповідні терміни спостережень, а саме:  $M_g[N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Region}}(T_{M_2})]$ ,  $g = 1 \dots K_{A_2}$ ;  $M_q[K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(T_{M_1})]$ ,  $q = 1 \dots K_{A_2}$ ;  $M_j[K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)]$ ,  $j = 1 \dots K_{A_2}$ ;

2) виявлення фактів перевищення значень факторів небезпеки порогових рівней, а саме:  $M_g[N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Region}}(T_{M_2})] \geq \theta_1$ ;  $M_q[K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(T_{M_1})] \geq \theta_2$ ;  $M_j[K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)] \geq \theta_3$ ;

3) рахунок кількості проявів факторів небезпеки;

4) формування, в залежності від отриманих результатів, обґрунтованих антикризових рішень для Державної комісії з питань ТЕБ та НС щодо переходу системи до «зеленого» (при  $k = 0$ ) рівня епідемічної небезпеки або зберігання стану системи на «жовтому» (при  $k \geq 1$ ) рівні епідемічної небезпеки.

У разі зберігання на території держави «жовтого» рівня епідемічної небезпеки регіональний ситуаційний центр здійснює заходи, які спрямовані на оцінку ситуації щодо переходу регіону до попереджувального «помаранчевого» рівня епідемічної небезпеки, який потребує запровадження посиленних обмежувальних протиепідемічних заходів.

Підхід щодо встановлення «помаранчевого» рівня епідемічної небезпеки реалізовано шляхом реалізації у регіональному ситуаційному центрі наступних інформаційно-технічних процедур:

1) отримання у реальному масштабі часу від закладів охорони здоров'я інформації щодо значень показників  $K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Region}}(t)$  і  $N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(t)$ ;

2) формування в блоці «B» динамічних масивів даних моніторингу діяльності закладів охорони здоров'я, а саме:  $M[K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Region}}(t)]$  і  $M[N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(t)]$ ;

3) формування в блоці «E» масивів даних запитів результатів діяльності закладів охорони здоров'я у відповідні терміни спостережень, а саме:  $M[N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(T_{M_1})]$ ;  $M\left[\frac{dN_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(T_{M_1})}{dT_{M_1}}\right]$ ;

$M[K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(T_{M_1})]$ ;

4) виявлення фактів перевищення значень факторів небезпеки порогових рівней, а саме:  $M[K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Region}}(t)] \geq \theta_4$ ;  $M[N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(T_{M_1})] \geq \theta_5$ ;

$$M \left[ \frac{dN_{\text{Госпитал.}}^{\text{Регион}}(T_{M1})}{dT_{M1}} \right] \geq \theta_6; \quad M [K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Регион}}(T_{M1})] \geq \theta_7;$$

$$M [K_{\text{Тест}+}^{\text{Регион}}(t)] \geq \theta_8 \quad (\text{де } \theta_4 = 65\%, \theta_5 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ осіб, } \theta_6 = 50\%, \theta_7 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ тестувань});$$

5) рахунок кількості проявів факторів небезпеки;

б) формування, в залежності від отриманих результатів, обґрунтованих антикризових рішень для Державної комісії з питань ТЕБ та НС щодо переходу регіону до «помаранчевого» (при  $k \geq 1$ ) рівня епідемічної небезпеки або зберігання стану регіону на «жовтому» (при  $k = 0$ ) рівні епідемічної небезпеки.

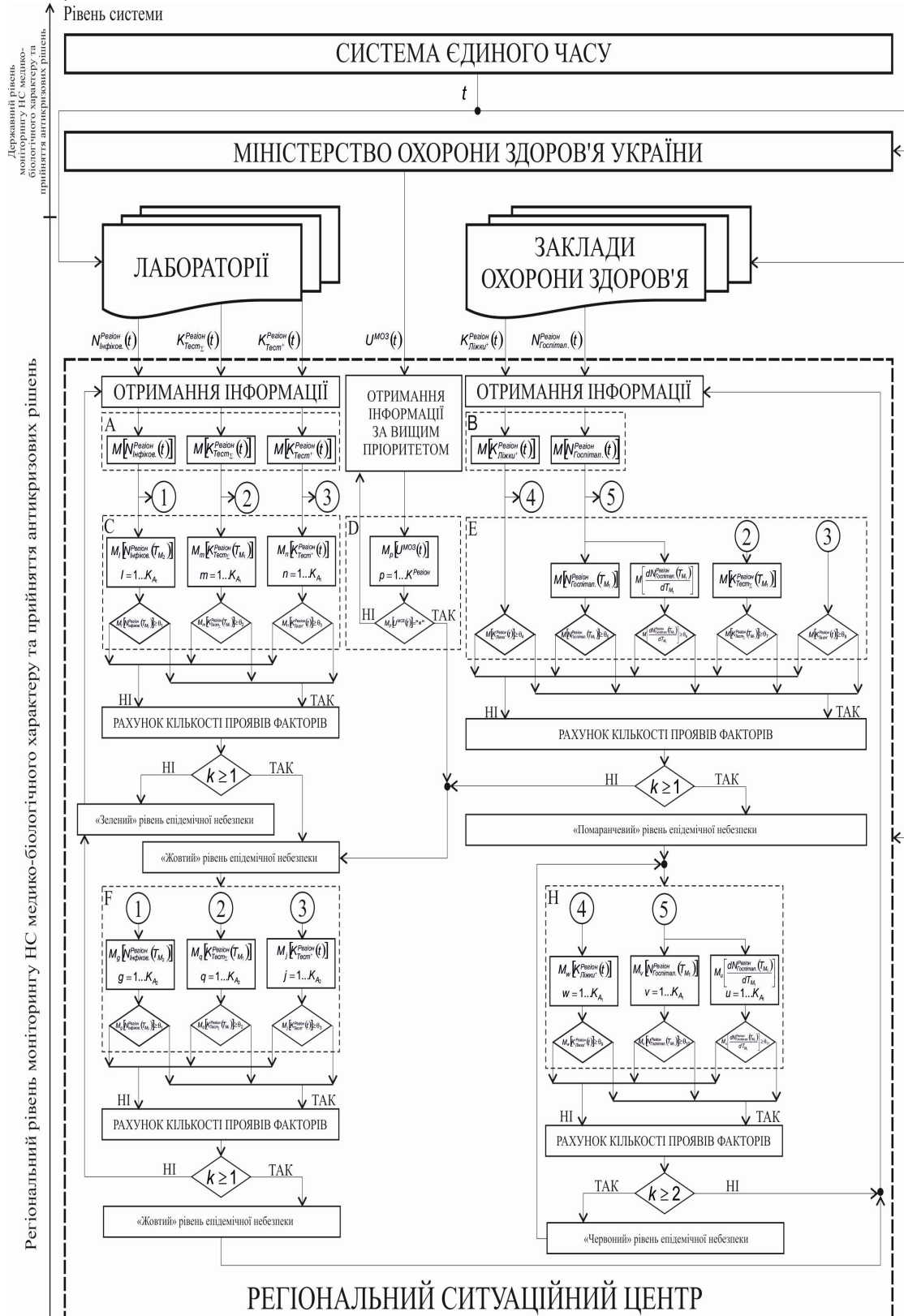


Рис. 4. Схема реалізації процедури функціонування ситуаційного центру щодо підтримки прийняття антикризових рішень

У разі встановлення на території регіону «помаранчевого» рівня епідемічної небезпеки регіональний ситуаційний центр здійснює заходи, які спрямовані на оцінку ситуації щодо переходу регіону до «червоного» рівня епідемічної небезпеки.

Підхід щодо встановлення «червоного» рівня епідемічної небезпеки реалізовано шляхом реалізації у регіональному ситуаційному центрі наступних інформаційно-технічних процедур:

1) формування в блоці «Н» масивів даних запитів результатів діяльності закладів охорони здоров'я у відповідні терміни спостережень, а саме:

$$M_w \left[ K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Регіон}}(t) \right], \quad w = 1 \dots K_{A_1};$$

$$M_v \left[ N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Регіон}}(T_{M_1}) \right],$$

$$v = 1 \dots K_{A_1}; M_u \left[ \frac{dN_{\text{Госпітал.}}^{\text{Регіон}}(T_{M_1})}{dT_{M_1}} \right], \quad u = 1 \dots K_{A_1};$$

2) виявлення фактів перевищення значень факторів небезпеки порогових рівнів, а саме:

$$M_w \left[ K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Регіон}}(t) \right] \geq \theta_9; \quad M_v \left[ N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Регіон}}(T_{M_1}) \right] \geq \theta_{10};$$

$$M_u \left[ \frac{dN_{\text{Госпітал.}}^{\text{Регіон}}(T_{M_1})}{dT_{M_1}} \right] \geq \theta_{11} \quad (\text{де } \theta_9 = 65\%,$$

$$\theta_{10} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ осіб, } \theta_{11} = 50\%);$$

3) рахунок кількості проявів факторів небезпеки;

4) формування, в залежності від отриманих результатів, обґрунтованих антикризових рішень для Державної комісії з питань ТЕБ та НС щодо переходу регіону до «помаранчевого» (при  $k \leq 2$ ) рівня епідемічної небезпеки або зберігання стану регіону на «червоному» (при  $k \geq 2$ ) рівні епідемічної небезпеки.

Таким чином, представлені в роботі результати є частиною запланованих наукових досліджень, які спрямовані на створення в ЄДСЦЗ системи ситуаційних центрів, з метою удосконалення процедури підтримки прийняття антикризових рішень щодо взаємного функціонування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, силових відомств та комунальних служб для ефективної реалізації в мирний час та в особливий період комплексу заходів, що спрямовані на захист населення, територій, навколишнього природного середовища, майна, матеріальних і культурних цінностей на різних стадіях розвитку НС природного, техногенного, соціального та воєнного характеру.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Викладені основні принципи створення в ЄДСЦЗ підсистеми підтримки прийняття антикризових рішень в умовах невизначеності вхідної інформації про НС медико-біологічного характеру:

1. Запропоновано створення ефективної інформаційно-аналітичної підсистеми управління

процесами запобігання та ліквідації НС шляхом комплексного включення в діючу систему ЄДСЦЗ по вертикалі, від об'єктового до державного рівнів різних функціональних елементів територіальної системи моніторингу НС та складових системи ситуаційних центрів, які жорстко пов'язані між собою на інформаційному та виконавчому рівнях для прийняття відповідних антикризових рішень, для розв'язання різних функціональних задач моніторингу, запобігання та ліквідації НС медико-біологічного характеру.

2. Показано, що основу ситуаційного центру становить підсистема підтримки прийняття антикризових рішень, яка забезпечує експертну оцінку обстановки на об'єкті управління та розвитку загроз на території міста, регіону, держави, а також розробку та ухвалення управлінських рішень щодо запобігання та ліквідації НС медико-біологічного характеру, а також мінімізації їх наслідків. Обов'язковою умовою функціонування підсистеми підтримки прийняття антикризових рішень є те, що не тільки невірні, але й неефективні рішення призводять до соціальних збитків, або призводять до нераціонального використання фінансових, часових, трудових, енергетичних та інших ресурсів при управлінні процесами запобігання та ліквідації НС.

3. Встановлено, що створення в Україні ситуаційних центрів, як елементів ЄДСЦЗ, відбувається в умовах імовірного територіально-часового розподілу джерел виникнення небезпеки поширення COVID-19. Це обумовлюється невизначеністю параметрів, які впливають на умови нормального функціонування території України. У зв'язку з цим виникає проблема прийняття оптимальних антикризових рішень в умовах невизначеності щодо забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності держави.

4. Удосконалено процедуру підтримки прийняття антикризових рішень (особливістю реалізації якої є створення ситуаційних центрів) на виконання підсистемою медичного, біологічного та психологічного захисту населення та підсистемою забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення ЄДСЦЗ дій за призначенням, які спрямовані на мінімізацію наслідків від НС медико-біологічного характеру, в умовах епідемічної небезпеки поширення COVID-19. Процедура підтримки прийняття антикризових рішень на регіональному рівні управління передбачає комплексне виконання в системі єдиного часу наступних п'яти взаємопов'язаних (як за умов збільшення, так і за умов зменшення рівня епідемічної небезпеки) функцій:

1) безперервний моніторинг характеру динаміки параметрів  $U^{MO3}(t)$ ,  $N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Регіон}}(t)$ ,

$K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(t)$ ,  $K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)$ ,  $K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Region}}(t)$  і  $N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(t)$  в регіоні;

2) оцінка, за результатами моніторингових досліджень характеру динаміки параметрів  $U_{\text{МОЗ}}(t)$ ,  $N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Region}}(t)$ ,  $K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(t)$  і  $K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)$ , необхідності встановлення в регіоні «жовтого» рівня епідемічної небезпеки поширення COVID-19 або збереження в регіоні «зеленого» рівня епідемічної небезпеки;

3) повторна перевірка, за результатами моніторингових досліджень характеру динаміки параметрів  $N_{\text{Інфіков.}}^{\text{Region}}(t)$ ,  $K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(t)$  і  $K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)$ , «жовтого» епідемічного стану регіону та оцінка необхідності переходу системи на інший (вищий або нижчий) рівень епідемічної небезпеки поширення COVID-19;

4) оцінка, за результатами моніторингових

### Література

1. Оперативна інформація про поширення та профілактику COVID-19. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://moz.gov.ua/article/news/operativna-informacija-pro-poshirennja-koronavirusnoi-infekcii-2019-cov19>. 2. Мешканців Харківщини закликають готуватися до нової хвилі коронавірусу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://2day.kh.ua/ua/kharkow/meshkantsiv-kharkivshchynny-zaklykayut-hotuvatysya-do-novoyi-khvyli-koronavirusu>. 3. Соловійов С.О., Дзюбли І.В., Мінце О.П. Прогностична модель епідемічного процесу коронавірусної інфекції COVID-19 в Україні. *Медична інформатика та інженерія*. 2020. № 2. С. 70–78. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/here/article/view/11176/10719>. 4. Гадецька З.М., Меркотан М.В. Аналіз і прогнозування рівня захворюваності на COVID-19 в країнах Європейського регіону. *Економіка і суспільство*. 2022. Вип. 39. 5. Тютюник В.В., Чорногор Л.Ф., Калугін В.Д. Системний підхід до оцінки небезпеки життєдіяльності при територіально часовому розподілі енергії джерел надзвичайних ситуацій. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. Харків: Національний університет цивільного захисту України. 2011. Вип. 14. С. 171–194. 6. Андронов В.А., Дівізінюк М.М., Калугін В.Д., Тютюник В.В. Науково-конструкторські основи створення комплексної системи моніторингу надзвичайних ситуацій в Україні. *Монографія*. Харків: Національний університет цивільного захисту України. 2016. 319 с. 7. Тютюник В.В., Калугін В.Д., Писклакова О.О. Основоположні принципи створення у Єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. 2018. Вип. 4(50). С. 168–177. 8. Тютюник В.В., Калугін В.Д., Писклакова О.О. Оцінка умов створення у Єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій на основі аналізу динаміки прояву небезпек на території України. *Наукове видання «Комунальне*

досліджень характеру динаміки параметрів  $K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Region}}(t)$ ,  $N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(t)$ ,  $K_{\text{Тест}\Sigma}^{\text{Region}}(t)$  і  $K_{\text{Тест}^+}^{\text{Region}}(t)$ , ситуації щодо переходу регіону до попереджувального «помаранчевого» рівня епідемічної небезпеки поширення COVID-19, який потребує запровадження посиленних обмежувальних протиепідемічних заходів, або збереження в регіоні «жовтого» рівня епідемічної небезпеки;

5) оцінка, за результатами моніторингових досліджень характеру динаміки параметрів  $K_{\text{Ліжки}^+}^{\text{Region}}(t)$  і  $N_{\text{Госпітал.}}^{\text{Region}}(t)$ , ситуації щодо переходу регіону до «червоного» рівня епідемічної небезпеки або збереження в регіоні «помаранчевого» рівня епідемічної небезпеки.

*господарство міст. Науково-технічний збірник. Серія: «Технічні науки та архітектура»*. Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. 2019. №1(147). С. 66–82.

9. Тютюник В.В., Калугін В.Д., Писклакова О.О. Управлінські основи створення у Єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій. *Вісник національного університету цивільного захисту України. Серія "Державне управління"*. Харків: Національний університет цивільного захисту України. 2020. Вип. 1(12). С. 546–571. 10. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року № 5403-VI. *Голос України*. 2012. Листопад (№ 220(5470)). С. 4–20. 11. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 року № 11 «Про затвердження Положення про Єдину державну систему цивільного захисту». 12. Кулешов М.М., Садковий В.П., Тютюник В.В. Державна система цивільного захисту. Харків: Друкарня Мадрид, 2020. 232 с. 13. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 січня 2017 року № 61-р. «Про схвалення Стратегії реформування системи Державної служби України з надзвичайних ситуацій» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-%D1%80>.

14. Ruban Igor, Tiutiunyk Vadym, Tiutiunyk Olha. Features of decision support by experts of the situational center under conditions of uncertainty of input information in emergency situations. *Матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології та безпека. ІТБ-2020"*. Київ: Інститут проблем реєстрації інформації НАН України. 2020. С. 120–124. 15. Рубан І.В., Тютюник В.В., Тютюник О.О. Особливості створення системи підтримки прийняття антикризових рішень в умовах невизначеності вхідної інформації при надзвичайних ситуаціях. *Науковий журнал "Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони"*. Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського. 2021. №1(40). С. 75–84. 16. Тютюник В.В., Ященко О.А., Рубан І.В., Тютюник О.О. Особливості функціонування системи ситуаційних центрів на різних стадіях розвитку



надзвичайних ситуацій. *Науковий журнал "Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони"*. Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського. 2022. Вип. 1(43). С. 41–52.

17. Петров Э.Г., Писклакова О.А. Анализ подходов к решению задачи поиска оптимального решения в условиях неопределенности. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2007. №4(27). С. 14–19.

18. Петров Э.Г., Писклакова О.А. Постановка задачи взаимной трансформации различных видов неопределенности. Компьютерное моделирование та інтелектуальні системи. 2007. С. 190–193.

19. Петров Е.Г., Новожилова М.В., Гребеннік І.В.

Методи і засоби прийняття рішень в соціально-економічних системах. Київ: Техніка. 2004. 256 с.

20. Бровченко Ігор. Розробка математичної моделі поширення епідемії COVID-19 в Україні. *Світогляд*. 2020. №2(82). С. 2–14.

21. Шаховська Наталія. 50,5 млн людей у світі захворіли на COVID-19... *Світогляд*. 2020. №6(86). С. 40–41.

22. Постанова Кабінету Міністрів України від 09 грудня 2020 р. №1236 «Про встановлення карантину та запровадження обмежувальних протиепідемічних заходів з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2».

**PECULIARITIES OF SUPPORTING ANTI-CRISIS DECISIONS IN THE CONDITIONS OF EMERGENCY SITUATIONS OF A HEALTH-BIOLOGICAL NATURE (ON THE EXAMPLE OF THE EPIDEMIC DANGER OF THE SPREAD OF COVID-19)**

*Olha Tiutiunyk (Candidate of technical sciences, associate professor)<sup>1</sup>*

*Igor Ruban (Doctor of technical sciences, professor)<sup>2</sup>*

*Vadym Tiutiunyk (Doctor of technical sciences, professor)<sup>3</sup>*

*Nataly Brynza (Candidate of technical sciences, associate professor)<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkov, Ukraine*

<sup>2</sup>*Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine*

<sup>3</sup>*National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkov, Ukraine*

*In order to further develop the scientific and technical foundations for creating an information and analytical subsystem for managing the processes of preventing and eliminating emergencies in the Unified State Civil Protection System, the paper considers the features of the functioning of situational centers in the epidemic danger of the spread of COVID-19 and developed a procedure to support the adoption at the regional level of management anti-crisis solutions regarding the implementation of actions for the intended purpose, aimed at minimizing the consequences of emergencies of a medical and biological nature, in the context of the epidemic danger of the spread of COVID-19.*

**Keywords:** *biomedical emergency, epidemic danger, COVID-19, support for making anti-crisis decisions, situation center, The Unified State Civil Protection System, minimization of consequences.*

**References**

1. Operativna informatsiia pro poshyrennia ta profilaktyku COVID-19. Available at: <https://moz.gov.ua/article/news/operativna-informacija-pro-poshyrennja-koronavirusnoi-infekcii-2019-cov19>.

2. Meshkantsiv Kharkivshchyny zaklykaiut hotuvatysia do novoi khvyli koronavirus. Available at: <https://2day.kh.ua/ua/kharkow/meshkantsiv-kharkivshchyny-zaklykaiut-hotuvatysya-do-novoyi-khvyli-koronavirusu>.

3. Soloviov S.O., Dziubly I.V., Mintse O.P. Prohnostychna model epidemichnogo protsesu koronavirusnoi infektsii COVID-19 v Ukraini. *Medychna informatyka ta inzheneriia*. 2020. #2. S. 70–78. Available at: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/here/article/view/11176/10719>.

4. Hadetska Z.M., Merkotan M.V. Analiz i prohnozuvannia rinvnia zakhvoriuvanosti na COVID-19 v krainakh Yevropeiskoho rehionu. *Ekonomika i suspilstvo*. 2022. Vyp. 39.

5. Tiutiunyk V.V., Chernogor L.F., Kalygin V.D. Systemnyi pidkhid do otsinky nebezpeky zhyttiediiialnosti pry terytorialno chasovomu rozpodili enerhii dzherel nadzvychainykh sytuatsii. *Problemy nadzvychainykh sytuatsii*. Kharkiv: Natsionalnyi universytet tsyvilnoho

zakhystu Ukrainy. 2011. Vyp. 14. P. 171–194.

6. Andronov V.A., Diviziniuk M.M., Kalygin V.D., Tiutiunyk V.V. Naukovo-konstruktorski osnovy stvorennia kompleksnoi systemy monitorynhu nadzvychainykh sytuatsii v Ukraini. *Monohrafiia*. Kharkiv: Natsionalnyi universytet tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. 2016. 319.

7. Tiutiunyk V.V., Kalygin V.D., Pysklakova O.O. Osnovopolozhni pryntsypy stvorennia u Yedynii derzhavnii systemi tsyvilnoho zakhystu informatsiino-analitychnoi pidsystemy upravlinnia protsesamy poperedzhennia y lokalizatsii naslidkiv nadzvychainykh sytuatsii. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku*. Poltava: Poltavskiyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet imeni Yuriiia Kondratiuka. 2018. Vyp. 4(50). P. 168–177.

8. Tiutiunyk V.V., Kalygin V.D., Pysklakova O.O. Otsinka umov stvorennia u Yedynii derzhavnii systemi tsyvilnoho zakhystu informatsiino-analitychnoi pidsystemy upravlinnia protsesamy poperedzhennia y lokalizatsii naslidkiv nadzvychainykh sytuatsii na osnovi analizu dynamiky proiavu nebezpek na terytorii Ukrainy. *Naukove vydannia «Komunalne hospodarstvo mist. Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk. Serii: «Tekhnichni nauky ta arkhitektura»*. Kharkiv: Kharkivskiyi natsionalnyi

universytet miskoho hospodarstva imeni O.M. Beketova. 2019. #1(147). P. 66–82.

- 9. Tiutiunyk V.V., Kalygin V.D., Pysklakova O.O.** Upravlinski osnovy stvorennia u Yedynii derzhavonii systemi tsyvilnoho zakhystu informatsiino-analitychnoi pidsystemy upravlinnia protsesamy poperedzhennia y lokalizatsii naslidkiv nadzvychainykh sytuatsii. *Visnyk natsionalnoho universytetu tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. Seriya "Derzhavne upravlinnia"*. Kharkiv: Natsionalnyi universytet tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. 2020. Vyp. 1(12). P. 546–571.
- 10.** Kodeks tsyvilnoho zakhystu Ukrainy vid 2 zhovtnia 2012 roku #5403-VI. Holos Ukrainy, 2012, lystopad (#220(5470)), P. 4–20.
- 11.** Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 9 sichnia 2014 roku #11 «Pro zatverdzhennia Polozhennia pro Yedynu derzhavnu systemu tsyvilnoho zakhystu».
- 12. Kulieshov M.M., Sadkovyi V.P., Tiutiunyk V.V.** Derzhavna systema tsyvilnoho zakhystu. Kharkiv: Drukarnia Madryd, 2020. 232.
- 13.** Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 25 sichnia 2017 roku № 61-r. «Pro skhvalennia Stratehii reformuvannia systemy Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z nadzvychainykh sytuatsii». Available at: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/61-2017-%D1%80>.
- 14. Ruban Igor, Tiutiunyk Vadym, Tiutiunyk Olha.** Features of decision support by experts of the situational center under conditions of uncertainty of input information in emergency situations. *Materialy XKh Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii "Informatsiini tekhnologii ta bezpeka. ITB-2020"*. Kyiv: Instytut problem reiestratsii informatsii NAN Ukrainy. 2020. P. 120–124.
- 15. Ruban I.V., Tiutiunyk V.V., Tiutiunyk O.O.** Osoblyvosti stvorennia systemy pidtrymky pryiniattia antykrizovykh rishen v umovakh nevyznachenosti vkhidnoi informatsii pry nadzvychainykh sytuatsiiakh. *Naukovyi*

*zhurnal "Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony"*. Kyiv: Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Cherniakhovskoho. 2021. #1(40). P. 75–84.

- 16. Tiutiunyk V.V., Yashchenko O.A., Ruban I.V., Tiutiunyk O.O.** Osoblyvosti funktsionuvannia systemy sytuatsiinykh tsentriv na riznykh stadiakh rozvytku nadzvychainykh sytuatsii. *Naukovyi zhurnal "Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony"*. Kyiv: Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy imeni Ivana Cherniakhovskoho. 2022. #1(43). P. 41–52.
- 17. Petrov E.G., Pysklakova O.A.** Analiz podkhodov k resheniyu zadachi poiska optimal'nogo resheniya v usloviyakh neopredelennosti. *Vestnik Khersonskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta*. 2007. #4(27). P. 14–19.
- 18. Petrov E.G., Pysklakova O.A.** Postanovka zadachy vzhaymnoi transformatsyy razlychnykh vydiv neopredelennosti. *Kompiuterne modeliuвання ta intelektualni systemy*. 2007. P. 190–193.
- 19. Petrov E.H., Novozhylova M.V., Hrebennik I.V.** Metody i zasoby pryiniattia rishen v sotsialno-ekonomichnykh systemakh. Kyiv: Tekhnika. 2004. 256.
- 20. Brovchenko Ihor.** Rozrobka matematychnoi modeli poshyrennia epidemii COVID-19 v Ukraini. *Svitohliad*. 2020. #2(82). P. 2–14.
- 21. Shakhovska Nataliia.** 50,5 mln liudei u sviti zakhvorily na COVID-19... *Svitohliad*. 2020. #6(86). P. 40–41.
- 22.** Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 09 hrudnia 2020 roku. #1236 «Pro vstanovlennia karantynu ta zaprovadzhennia obmezhuvalnykh protyepidemichnykh zakhodiv z metoiu zapobihannia poshyrenniu na terytorii Ukrainy hostroi respiratornoi khvoroby COVID-19, sprychynenoi koronavirusom SARS-CoV-2».