

Tolkunov I.A., Popov I.I.

Pour the design of forming processes the concentration of aeroions in the air environment of apartments of the special setting Ministry of emergency measures of Ukraine

On the basis of aerodynamic calculations of distributing of air in the apartments of the special setting of Ministry of emergency measures of Ukraine, theoretical research of distribution of aeroions is conducted on the basic area of streams of the ionized air and a mathematical model, describing these processes, is offered

Key words: aeroion, aeroionization, corona aeroionizer, normative aeroionic mode, artificial ionization of air, guided generator of aeroions, apartment of the special setting Ministry of emergency measures of Ukraine

УДК [556.114:574.63] (285.33)

*Третьяков О.В., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ,
Пономаренко Р.В., ад'юнкт, НУЦЗУ*

**ЗАСТОСУВАННЯ СТРУКТУРИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИНИКНЕННЯ,
РОЗВИТКУ І ПРОТИДІЇ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ
ЗА УЧАСТЮ ОБ'ЄКТІВ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Проведений аналіз дієвості підходу структуризації процесів розвитку та протидії надзвичайним ситуаціям та виявлено можливі шляхи пристосування його для природно-техногенних надзвичайних ситуацій, які можуть виникнути на об'єктах питного водопостачання, з метою їх уникнення

Ключові слова: надзвичайні ситуації, ресурс захисту, іонообмінні матеріали, технологія виробництва питної води

Постановка проблеми. Підвищення ефективності управління заходами запобігання і реагування на надзвичайні ситуації (НС) стає все більш актуальною задачею для органів та підрозділів Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи (МНС), у зв'язку із зростанням втрат і витрат внаслідок тяжких аварій та стихійних лих. Можливості традиційних підходів до забезпечення надійності виробничих процесів і фізичного захисту населення у потенційно небезпечних регіонах об'єктивно обмежені наявними

ресурсами на їхню реалізацію. Тому в умовах ризику виникнення і небезпеки НС потрібна більш ефективна мобілізація ресурсів захисту, а також більш раціональне їх використання у запобіжних, рятувальних і відновлювальних заходах. Відповідно в цих умовах зростають вимоги до оперативності і обґрунтованості управлінських рішень, оскільки будь-які зволікання чи нераціональні дії неминуче призводять до збільшення втрат і витрат. Однак зазначені вимоги взаємно суперечливі. Для підвищення оперативності рішень необхідно зменшувати витрати часу на збір, обробку і надання необхідної вихідної інформації, а для підвищення їх обґрунтованості — збільшувати часові витрати. Традиційні технології управління не спроможні розв'язати це протиріччя [1, 2].

Управління регіональною безпекою є по суті процесом підготовки, прийняття і контролю виконання рішень щодо захисту населення, господарських об'єктів і природного середовища регіону від НС різного походження. Цей процес є загальноприйнятим, тобто по суті має схожий алгоритм виконання, для різних галузей промисловості в Україні, але для більш ефективного функціонування необхідна його конкретизація відповідно до специфіки виробничого процесу. В першу чергу, для об'єктів питного водопостачання, як об'єктів життєзабезпечення населення, потенційно небезпечних об'єктів, а також з метою виконання покладених задач на регіональні служби та підрозділи цивільного захисту України (ЦЗ), у зв'язку з їх призначенням, як співвиконавців Загальнодержавної програми «Питна вода України на 2006-2020 рр.» Якісне удосконалення управління регіональною безпекою досягається шляхом системного використання математичних моделей і методів, комп'ютерно-телекомунікаційних засобів і технологій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Практичним підтвердженням ефективності такого підходу є розробка ряду автоматизованих систем підтримки управлінських рішень з регіональної безпеки. Зокрема, в Україні було створено систему «Інформ-Чорнобиль» [3] для управління комплексними заходами з ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, а також систему «Центр» [1] для прогнозного моделювання обстановки та управління силами і засобами в зонах хімічного зараження, радіоактивного забруднення, катастрофічних затоплень, сейсмічних руйнувань та ін. Для інформаційного забезпечення заходів по захисту населення і територій від НС техногенного і природного характеру створено першу чергу Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань

Застосування структуризації процесів виникнення, розвитку і протидії надзвичайним ситуаціям за участю об'єктів питного водопостачання

НС [4]. На Заході функціонують відомі аналогічні системи IRIS (Німеччина), RIMNET (Великобританія), ARAC (США) та інші, що забезпечують постійний контроль за радіаційно-небезпечними об'єктами, прогнозування та аналіз наслідків можливих чи реальних аварійних ситуацій, інформаційну підтримку захисних заходів.

Потреба єдиного науково обґрунтованого підходу до комплексної автоматизації інформаційних процесів в ієрархічній структурі управління захисними заходами в умовах ризику і небезпеки НС різного походження розглянута в роботі [1]. Формалізований опис процесів розвитку і протидії НС відображається, як встановлення системоутворюючих причинно-наслідкових зв'язків між джерелами небезпеки, об'єктами ураження і ресурсами захисту. Оскільки ці казуальні зв'язки призводять до зміни станів і властивостей взаємодіючих компонентів, застосовують подієвий підхід для їхнього визначення [5, 6, 7]. Подією називається стрибкоподібна зміна властивостей того чи іншого компонента, під час якої він переходить у якісно новий стан. Кожна подія відбувається під впливом взаємозумовлених зовнішніх і внутрішніх факторів. Перші спрямовані на компонент з боку оточуючого його середовища, другі — з середини компонента. За природної властивості кожний компонент або створює опір несприятливим впливам зовнішнього середовища, або навпаки — переходить у стан небезпечний для цього середовища. Результати взаємодії компонентів під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів проявляються у вигляді послідовних подій, що характеризують процеси розвитку і протидії НС. Кожна з цих подій реалізує певний казуальний зв'язок між станом-причиною і одним із можливих станів-наслідків взаємодіючих компонентів.

Постановка завдання та його вирішення. Проведення аналізу дієвості підходу структуризації процесів розвитку та протидії НС та пристосування його для природно-техногенних НС, за участю об'єктів питного водопостачання, з метою вибору дієвого ресурсу захисту для уникнення їх виникнення.

Виходячи з викладеного раніше, можна сказати, що процеси виникнення НС можна представити у загальному вигляді орієнтованим мультиграфом

$$\Sigma = (C, P), \quad (1)$$

вершини C якого, відповідають якісно різним станам складових компонентів НС, а дуги P — альтернативним подіям, що відбуваються при зміні цих станів.

Кожен компонент у будь-якому стані може породжувати ряд альтернативних подій, які визначають можливі варіанти нових станів цього чи інших компонентів. Складові компоненти НС утворюють взаємозалежну тріаду

$$C = \{V, X, Z\}, \quad (2)$$

де: $V = \bigcup_{\gamma} V_{\gamma}$ — 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

$$P = \{U, R\}, \quad (3)$$

де U — множина непересічних підмножин вражаючих впливів W і захисних заходів M ; R — множина внутрішніх факторів ураження Q і захисту F .

Будемо вважати, що фактори W і Q викликають переходи компонентів у небажані стани, а фактори M і F — у бажані.

Для побудови графової моделі при застосуванні структуризації процесів виникнення, розвитку і протидії НС за участю об'єктів питного водопостачання було обрано Карачунівський водопровідний комплекс (КВК), який призначено для господарсько-питного водопостачання частини міста Кривого Рогу (населення близько 400 тис. чол.).

Комплекс споруд КВК включає: джерело водопостачання (Карачунівське водосховище); насосні станції I-го підйому; реагентне господарство; блок очисних споруд фільтрувальної станції (камери реакції, горизонтальні відстійники, фільтри, резервуари чистої води); хлораторна первинного і вторинного хлорування; насосні станції II-го підйому; шламонакопичувач. Карачунівське водосховище утворено на злитті річок Інгулець, Бічна і Боковенька і має проектний об'єм – 308,5 млн. м³.

Побудову графової моделі проводили у три етапи. На першому етапі розглядалися можливі шляхи попередження виникнення НС, які можуть мати місце при участі об'єктів питного водопоста-

чанья, у загрозовий період. Другий та третій етапи враховували наслідки виникнення НС, можливі варіанти рятування та подальшого відновлення об'єктів ураження за участю наявних або альтернативних ресурсів захисту.

Оскільки цивільний захист – це система організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних та протиепідемічних заходів, які здійснюються силами і засобами центральних та місцевих органів виконавчої влади, з метою запобігання та ліквідації НС, які загрожують життю та здоров'ю людей, завдають матеріальних збитків у мирний час і в особливий період, то на першому етапі побудови графової моделі процесу розвитку і протидії НС було проведено структурування факторів, які визначають загрозовий період, а саме всебічне обстеження заданого об'єкту для виявлення альтернативних джерел небезпеки – V_γ ; потенційних об'єктів ураження – X_α ; наявних ресурсів захисту – Z_β .

На початку побудови графової моделі розроблялися можливі сценарії прояву небезпечних факторів, які впливають на стан води в Карачунівському водосховищі та, як наслідок, на стан питної води, що в подальшому може призвести до виникнення НС техногенного характеру пов'язаних з вмістом домішок у воді понад гранично допустимі концентрації.

Для оцінки вихідних станів джерел небезпеки, які можуть виникнути в середовищі об'єктів ураження, було використано показник загрозовості – V^{ρ_γ} . Основні джерела небезпеки, для умов Карачунівського водосховища, було взято з таблиці, взаємозв'язок та можливі сценарії розвитку цих джерел в об'єктах ураження відображено на рисунку.

Структурований вигляд наявності факторів небезпеки наведено у таблиці.

При цьому стан джерел характеризувався за найбільш важкими сценаріями здатності джерел формувати зони ризику (рис.).

Переходи джерел у ці стани спричиняються факторами Q_ρ

$$Q^\rho = V_\gamma \rightarrow \bigcup_{\rho=1}^h X_\alpha^{\rho_\varepsilon} \quad (4)$$

Тут X^{ρ_ε} – показники уразливості, що характеризують можливі погіршення стану води в Карачунівському водосховищі при невиконанні попереджувальних заходів (ρ – зона ураження, ε – попереджувальні заходи). Попереджувальні заходи при цьому пови-

нні бути спрямовані на організацію виробництва питної води з якістю, що відповідає вимогам чинних санітарних норм, в умовах виникнення НС техногенного характеру та існуючою технологією її виробництва.

Таблиця – Структуризація факторів, які визначають загрозовий період для Карачунівського водопровідного комплексу

Джерела небезпеки, V_γ	Об'єкти ураження, X_α	Ресурси захисту, Z_β
V^1_γ – стан притоків водосховища	X^1_α – стан води в водосховищі	Z^1_β – технологічний процес виробництва питної води
V^2_γ – аварії на підприємствах, що скидають води у притоки водосховища	X^2_α – біота водосховища	Z^2_β – організація постачання питної води з інших джерел
V^3_γ – активний розвиток водоростей у водосховищі	X^3_α – питна вода виготовлена за технологією водопровідного комплексу	Z^3_β – створення нового технологічного процесу виробництва питної води *
V^4_γ – замор риби		
V^5_γ – комплекс споруд водопровідного комплексу		
V^6_γ – комунікації постачання питної води		

* - розглядалося, як можливо потенціальний ресурс захисту.

На сьогоднішній день технологія виробництва питної води на КВК є одним з основних існуючих ресурсів, який може бути використаний в якості первинного попереджувального заходу і тим самим запобігти можливості переходу об'єктів ураження в кризовий стан, а в подальшому і після кризовий. Оскільки існуюча технологія виробництва питної води вичерпала свій потенціал щодо її якісного виробництва, як свідчать проведенні нами наукові дослідження [8], то дія джерел небезпеки на об'єкти ураження безумовно призведе до їх переходу в кризовий період, тим самим визначається її не спроможність, як ресурсу захисту попередити виникнення НС техногенного характеру, в умовах КВК.

З вищесказаного випливає, що на сьогоднішній день, при використанні діючої технології виробництва питної води на КВК існує постійна загроза дії вражаючих впливів – W_p (5) на населення, внаслідок вживання неякісної питної води.

$$W_{\rho} : V_{\gamma}^{\rho} \times X_{\alpha} \rightarrow \bigcup_{\varepsilon=1}^{\alpha} X_{\alpha}^{\rho\varepsilon} \quad (5)$$

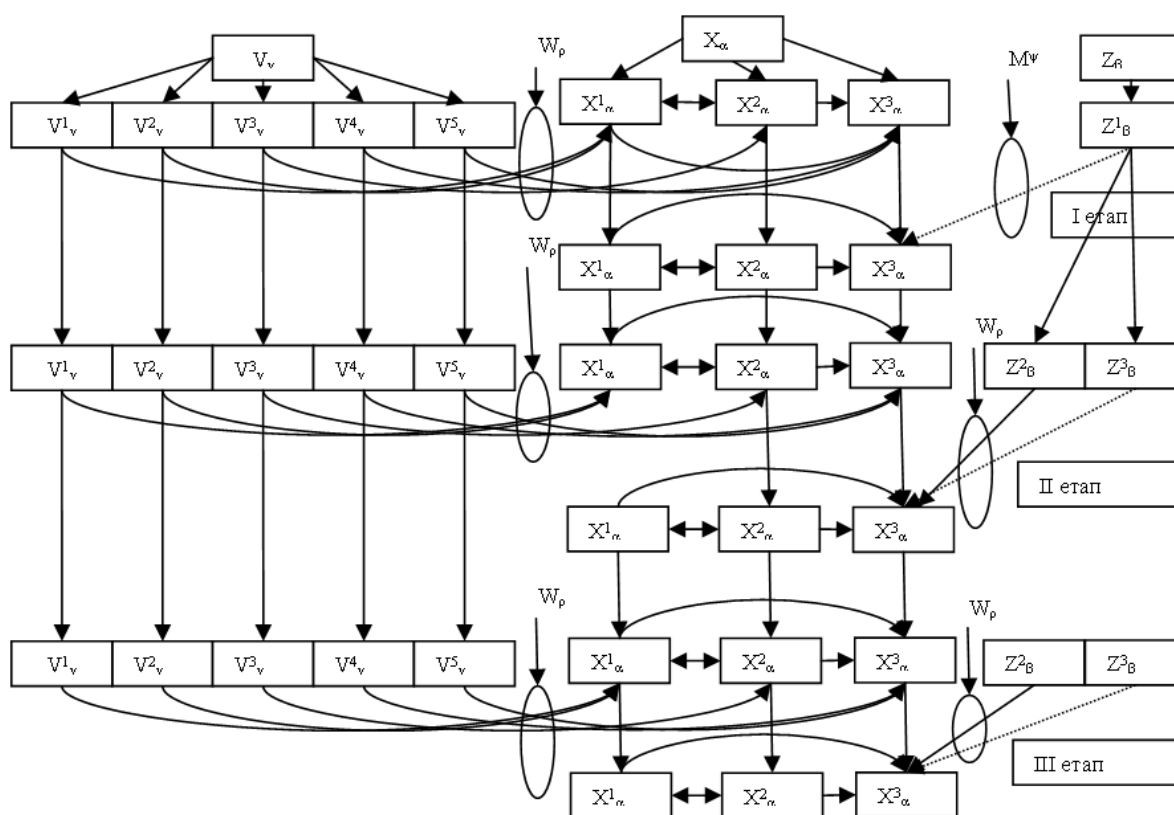


Рис. – Структуризація процесів розвитку та протидії надзвичайним ситуаціям при участі об'єктів питного водопостачання

Під загрозою вражаючих впливів на населення внаслідок вживання не якісної питної води розуміється – інфекційні захворювання, масові отруєння, захворювання на вірусний гепатит А (ВГА), яке за медико-соціальним значенням та економічними збитками посідає одне з провідних місць в інфекційній патології у нашій країні.

Для запобігання можливих втрат необхідно розробити варіантні попереджувальні заходи і відповідні угруповання ресурсів для їхньої реалізації. В цьому випадку такими є:

- організація альтернативного постачання питної води з інших джерел;
- розробка та впровадження принципово нового технологічного процесу виробництва питної води, здатного забезпечити її якість на нормативному рівні в будь який період розвитку надзвичайних ситуацій, будь то загрозливий, кризовий чи після кризо-

вий, та мати необхідний запас технологічної міцності щодо можливого погіршення стану вихідної води.

Після проведення попереджувальних заходів за допомогою існуючих ресурсів захисту визначався новий стан питної води виготовленої з води водосховища залежно від спроможності доведення її до якості, визначеної нормативними документами, за існуючою технологією водопідготовки, як існуючого ресурсу попереджувальних заходів. При цьому оцінка нового стану виконувалася за допомогою показника опірності, що характеризує можливості об'єктів чинити протидію очікуваним вражаючим впливам за допомогою попереджувальних заходів. Переходи об'єктів у нові стани реалізуються під дією зовнішніх факторів у вигляді попереджувальних заходів M_{ψ}

$$M^{\psi} : Z_{\beta}^{\psi} \times X_{\alpha}^{\rho_s} \rightarrow \bigcup_{v=1}^b X_{\alpha}^{\psi_v} \quad (6)$$

Для зменшення первинних втрат на кризовому чи після кризовому періодах необхідно розробити варіантні рятувальні заходи та встановити необхідні угруповання ресурсів для їхньої реалізації, будь то забезпечення населення привозною питною водою, чи питною водою з інших джерел водопостачання. Ці дії будуть тягнути за собою певні матеріальні витрати, які кількісно вже будуть перевищувати витрати на попереджувальні заходи на першому етапі розвитку НС. Застосування нової технології підготовки питної води, як ресурсу захисту, на даному етапі не можливе, оскільки потребує значних часових витрат на її впровадження.

На сьогоднішній день у випадку виникнення НС техногенного характеру пов'язаних з забрудненням питної води, сили та засоби служби ЦЗ не здатні провести рятувальні або (та) відновлювальні заходи в короткий термін, оскільки в їх розпорядженні не має жодних швидкодіючих ресурсів захисту на місцях. Тому як наслідок органи місцевого управління змушені будуть використовувати альтернативне джерело для забезпечення населення якісною питною водою, а саме організацію постачання питної води виготовленої з інших джерел водопостачання, але це буде пов'язано із значними матеріальними витратами.

Розрахунок можливих витрат з місцевого бюджету на забезпечення питною водою частини населення м. Кривий Ріг під час

виникнення НС техногенного характеру пов'язаних з вмістом домішок у питній воді понад гранично допустимі концентрації, виходячи з середньостатистичної потреби людини в питній воді на добу (біля 5 л) при середній ціні за 1 л привозної води 0,5 грн. та чисельності населення частини міста 400 тис. чол., становитимуть – 1 млн. грн. на добу, без врахування витрат на доставку води у мікрорайони міста.

Проведені нами науково-дослідні дослідження, дозволили розробити нову технологію виробництва питної води в умовах Карачунівського водопровідного комплексу, яка складається з наступних технологічних стадій: коагуляція з додатковим введенням Na_2CO_3 → відстоювання → катіонування на фільтрі з катіонітом КУ-2-8 → декарбонізація → аніонування на фільтрі з аніонітом АВ-17-8 [9]. Реалізація запропонованої технології забезпечує досягнення наступних основних показників якості питної води: $pH = 7,6$, вміст солей жорсткості 0,3 – 0,7 ммоль/л, вміст сульфатів 19 – 32 мг/л, сухий залишок 343 – 472 мг/л. Запропонована технологія забезпечує досягнення цих показників якості питної води навіть при збільшенні у двічі вмісту домішок у воді водосховища.

Для впровадження нової технології виробництва питної води на КВК та використання її як основного ресурсу захисту, як в умовах НС техногенного характеру так і в умовах повсякденного забезпечення населення міста питною водою, якість якої відповідає вимогам санітарних норм, необхідно близько 45 млн. грн. з урахуванням витрат на проектування, закупку обладнання, монтаж, випробовування та додаткові експлуатаційні витрати. Новий технологічний процес виробництва питної води, є основним та дієвим ресурсом захисту, населення від НС за участю об'єкту питного водопостачання.

Висновок. Проведений аналіз дієвості підходу структуризації процесів розвитку та протидії НС дозволив виявити можливі шляхи пристосування його для природно-техногенних НС, які можуть виникнути на об'єктах питного водопостачання, з метою вибору дієвого ресурсу захисту та уникнення їх виникнення. Побудована модель процесів виникнення, розвитку та протидії НС, в умовах КВК, дає змогу досліджувати варіанти прояву джерел небезпеки, оцінювати рівень ризику виникнення тієї чи іншої НС, виявляти найбільш критичні та уразливі компоненти, в тому чи іншому стані об'єктів ураження під впливом джерел небезпеки, а

також розробити адекватні контрзаходи у вигляді впровадження нового технологічного процесу виробництва питної води.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биченок М.М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою /М. Биченок – К.: ІПНБ РНБОУ, 2005. – 196 с.
2. Концепції Загальнодержавної цільової програми розвитку цивільного захисту на 2009—2013 роки: за станом на 20 серпня 2008 р. / Кабінет Міністрів України. — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во, 2008. — (Бібліотека офіційних видань)
3. Довгий С. О., Копійка О.В. Автоматизована система для підтримки прийняття рішень при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС / Довгий С. О., Копійка О.В. — К.: Наук. Думка, 2001. — с 211 – 266.
4. Додонов А. Г. Введение в теорию живучести вычислительных систем / Додонов А. Г., Кузнецова М. Г., Горбачик Е. С – К.: Наук, думка, 1990.-180 с.
5. Управление ресурсами в чрезвычайных ситуациях // Механизация и автоматизация упр. — 1991. — № 4. - С. 28-32.
6. Касти Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы / Касти — Москва: Мир, 1982. — 216 с.
7. Михалевич В. С, Волкович В. Д., Быченко Н. Н. Проблемы моделирования и управления защитой региона в чрезвычайных ситуациях / В. Михалевич, В. Волкович, Н. Быченко УСиМ. – 1991. –№ 8.- С. 3-12.
8. Третьяков О. В. Розробка технології виробництва питної води високої якості для Карачунівського водопровідного комплексу. / О. В. Третьяков. – Харків: УЦЗУ, 2008. – 76 с (звіт з НДР, Держ. реєстр. 0108U004230).
9. Третьяков О. В. Розробка технології виробництва питної води високої якості для Карачунівського водопровідного комплексу. / О. В. Третьяков. – Харків: УЦЗУ, 2009. – 80 с (звіт з НДР, Держ. реєстр. 0109U003067).

Третьяков О.В., Пономаренко Р.В.

Применение структуризации процесса возникновения, развития и противодействия чрезвычайным ситуациям с участием объектов питьевого водоснабжения

Проведенный анализ действенности подхода структуризации процессов развития и противодействия чрезвычайным ситуациям и выявлены возможные пути приспособления его для природно-техногенных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть на объектах питьевого водоснабжения, с целью их избегания

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, ресурс защиты, ионообменные материалы, технология производства питьевой воды

Tretyakov O.V., Ponomarenko R.V.

Application structuring the origin, development and countering emergencies objects with drinking water

The analysis of the effectiveness of the approach of structuring processes of development and combating of emergencies and found ways to adapt it to the natural man-made emergencies that may occur in drinking water supply facilities in order to avoid them

Key words: emergencies, resource protection, ion exchange materials, production technology of drinking water

УДК 614.84

*Шило С.Г., канд. техн. наук, доц., ХНЕУ,
Маляров М.В., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ,
Борозенець І.О., канд. техн. наук, доц., ХНЕУ*

**АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ НАДІЙНОСТІ ОПЕРАТОРА
ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ СЛУЖБИ МНС
(представлено д-ром техн. наук Абрамовим Ю.О.)**

Запропоновано аналітичну модель оцінки надійності оператора оперативно-диспетчерської служби, наведено розрахунки, що підтверджують адекватність та практичну значимість моделі

Ключові слова: диспетчер, ймовірність відмови, ресурс роботоспроможності, надійність людини-оператора

Постановка проблеми. Оперативно-диспетчерська служба (ОДС) МНС являє собою складну ергатичну систему, що включає обов'язкові технічну, програмну та особистісну (оператори ОДС)