

С. В. Барабан¹
О. А. Шевчук¹

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

¹Вінницький національний технічний університет;

У роботі розроблено інформаційну технологію надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях, яка допомагає диспетчеру Державної служби України з надзвичайних ситуацій при розмові з особою, що знаходиться на місці надзвичайної події, а також коректно визначає рекомендації для подальших дій в надзвичайній ситуації, у той час коли чергова бригада прямує до місця надзвичайної події. Здійснено аналіз моделей та методів надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях. Визначено види та класи інформаційних технологій, що вирішують задачу надання рекомендацій. Запропоновано комбіноване застосування нечіткої логіки та експертних систем в процесі надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях. Виконано проектування програмних засобів надання рекомендацій за методологією аналізу та проектування систем Structured analysis and design technique (SADT). Розроблено програмні засоби для визначення необхідних ключових параметрів, за якими визначається кожна характеристика надзвичайної ситуації. Відповідно до поставлених задач запропоновано структурну організацію програмного продукту, розроблено і описано діаграму класів та схему алгоритму роботи програми. Розроблено програмне забезпечення для надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях, що забезпечує підвищення якості надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях за рахунок інтеграції технологій експертних систем та нечіткої логіки. Проведено тестування програмного забезпечення та аналіз інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях. Робота виконана відповідно до напрямку наукових досліджень кафедри комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету та плану наукової та навчально-методичної роботи кафедри.

Ключові слова: надзвичайна ситуація; система оперативного-диспетчерського управління; надання рекомендацій; експертні системи.

Вступ

У сучасному світі багато інформаційних технологій, що зосереджені на наданні рекомендацій, створюються для обробки значних об'ємів інформації за короткий проміжок часу. Значний осяг роботи, що вони виконують, спрощує роботу не тільки інженерів, а й будь якої особи в залежності від того у якій сфері застосовується дана інформаційна технологія. На сьогоднішній час для такої ефективної роботи створюються необхідні програми, системи та інші програмні засоби [1].

Для коректного обґрунтування даної роботи, розглянемо звичайні дії диспетчера Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) [2].

При виникненні надзвичайної ситуації, особа що помітила її чи є присутня на місці події, дзвонить у службу порятунку за номером 112, де її перенаправляють до одного із диспетчерів ДСНС, після короткого опитування оператор надає рекомендації з приводу дій у даній ситуації. Після цього диспетчер зв'язується з державною пожежно-рятувальною частиною (ДПРЧ) для передання інформації черговій бригаді, що потім виїжджає на місце події [3].

Однак досвід упродовж останніх років показує, що часто особи, що телефонують, знаходяться у стані шоку. Тому ефективніше відповідають на чітко поставлені запитання з переліком відповідей, а ніж на прохання повідомити, що сталося [4].

Дана інформаційної технології для надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях допомагає диспетчеру при розмові з особою, що знаходиться на місці події, а також коректно визначає рекомендації для подальших дій в надзвичайній ситуації, у той час коли чергова бригада прямує до місця події.

Розробка інформаційної технології для надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях є актуальною, оскільки, наявні аналоги не здатні запропонувати повний інструментарій, який би ефективно

та якісно допомагав користувачу в надзвичайних ситуаціях..

Постановка задачі

Необхідно розробити інформаційну технологію надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях з метою підвищення якості надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях.

Для розв'язання задачі виконаємо наступні завдання: проаналізуємо моделі та методи надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях, зпроектуємо інформаційну технологію надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях, програмно реалізуємо розроблену інформаційну технологію, протестуємо розроблену інформаційну технологію надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях.

Існує багато підходів до вирішення задачі надання рекомендацій: використання систем підтримки прийняття рішень, нейронних мереж, експертних систем, рекомендаційних систем, кластерного аналізу, методу експертних оцінок і т.д.

До недоліків рекомендаційних систем можна віднести певні етичні проблеми, адже захист персональних даних – одна з головних вимог користувача до інформаційної системи. Але факт залишається фактом – своєрідне стеження можливе, і звичайні відвідувачі сайтів не можуть перевірити, чи дійсно за ними відбувається стеження [5].

Система підтримки прийняття рішень є інтерактивною системою, яка забезпечує користувачеві легкий доступ до моделей і даних для того, щоб підтримати процес прийняття рішень стосовно слабоструктурованих і неструктурованих завдань [6].

Недоліки СППР залежать від типу її реалізації, проте до загальних проблем можна віднести труднощі розробки СППР та інтеграції всіх елементів системи, експлуатаційні труднощі у випадку наявності багатьох рівнів організації [7].

Штучна нейронна мережа – це математична модель, а також її програмна та апаратна реалізація, побудовані за принципом функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових клітин живого організму. Це поняття виникло при вивченні процесів, які відбуваються в мозку, та при намаганні змоделювати ці процеси [8].

Недоліком штучних нейронних мереж є те, що вони не здатні видавати точну відповідь. Вони можуть дати правильну відповідь, яка буде відрізнятися від неправильної всього на декілька відсотків. ШНМ не здатна крок за кроком вирішувати задачу, оскільки кожен нейрон є незалежним і вирішує свою частину завдання так, як забажає за потрібне. ШНМ не можуть вирішувати обчислювальні завдання через два вищеописані недоліки. Припустимо, необхідно розв'язати рівняння, яке необхідно розв'язувати в послідовному режимі, а ШНМ, на жаль, цього не вміє [12].

З використанням теорії нечітких множин вирішуються питання узгодження суперечливих критеріїв прийняття рішень, створення логічних регуляторів систем. Нечіткі множини дають змогу застосовувати лінгвістичний опис складних процесів, встановлювати нечіткі відношення між поняттями, прогнозувати поведінку системи, формувати множину альтернативних дій, виконувати формальний опис нечітких правил прийняття рішень

Для розробки інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях було обрано технологію експертних систем з використанням нечіткої логіки, що містить в своїй основі програмну оболонку та базу знань.

Технологія експертних систем – це тотожна (подібна, заснована на оптимізуючому алгоритмі чи евристиках) інтелектуальна комп'ютерна програма, що містить знання й аналітичні здібності одного чи кількох експертів в деякій галузі застосування і здатна робити логічні висновки на основі цих знань, тим самим забезпечуючи вирішення специфічних завдань (консультування, навчання, діагностування, тестування, проектування тощо) без участі експерта (фахівця в конкретній проблемній галузі) [8].

Виходячи з даної класифікації для задачі надання рекомендацій доцільно використовувати квазідинамічну експертну систему зважаючи на розвиток цифрових технологій.

Експертна система “DecisionSupportExpert::Shell” продукційного типу призначена для надання консультації чи рішення деякої конкретної проблеми, яку важко формалізувати, з будь-якої предметної області, знання до якої можна виразити за допомогою правил-продукцій, що мають такий вигляд :

«ЯКЩО <умова>ТО<дія>»

Сучасні вчені припускають, що будь-які знання можна подати у вигляді правил-продукцій. Це припущення досі не було повністю спростовано жадним прикладом [9].

Часто конкретна задача може бути поставлена з використанням символічного подання даних. Не

обов'язково подавати задачу в числовій формі [10].

Оскільки знання, що будуть використовуватися в експертних системах, можуть мати суперечливість, неоднозначність та неповноту, система покриває можливість роботи з нечіткою логікою ("так" з певним коефіцієнтом достовірності (КД), "ні")

Обчислювальний процес в продукційних системах суттєво відрізняється від фон-нейманівської схеми, тому данні при обчисленні знаходяться в одній області пам'яті. Відповідно до продукційних концепцій проектування та функціонування експертної системи складається з оболонки та бази знань(БЗ).

Представлення знань, що базується на правилах, побудовано на використанні виразу вигляду - "якщо" (умова) - "тоді" (дія). Якщо ситуація (факти) в задачі задовольняє правило "якщо", тоді використовується дія, що визначається частиною "тоді". Співставлення частин "якщо" (правил з фактами) може утворити так званий ланцюжок виводу. Правила забезпечують природній спосіб опису процесів, що керуються складним і швидкозмінним середовищем.

Оболонка складається з механізму логічного виведення, підсистеми пояснень отриманого результату та інтерфейсу користувача. Інтерфейсу користувача включає введення та корегування вхідних даних, включаючи дані бази знань, підсистему поповнення знань.

Загальний алгоритм роботи інтелектуальної системи надання рекомендацій складається з таких кроків:

1. Налаштування початкових параметрів системи
2. Відкриття першого блоку запитань
3. Перевірка успішності відкриття першого блоку запитань
4. Виведення помилки (за потреби)
5. Відкриття другого блоку запитань
6. Перевірка успішності відкриття другого блоку запитань
7. Виведення помилки (за потреби)
8. Фазифікація параметрів
9. Аналіз експертною системою
10. Перевірка на наявність рекомендацій
11. Виведення повідомлення про відсутність порад (за потреби)
12. Виведення рекомендацій

Результати дослідження

Для перевірки працездатності розробленого програмного продукту надання рекомендацій в надзвичайній ситуації проведемо тестування основних функцій продукту.

Тестування програмного продукту здійсимо в експертній системі "CLIPS".

Основними кроками при роботі з інформаційною технологією надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях є:

1. Користувач за допомогою інтерфейсу вводить набір вхідних значень, що представляє собою набір лінгвістичних показників.
2. За допомогою відповідних методів нечіткої логіки фазифікуються дані.
3. Відбувається дефазифікація отриманих значень та розраховується значення можливості для кожного логічного висновку, що є результатом, рекомендацією.
4. Вихідні результати у вигляді переліку рекомендацій стосовно дій у надзвичайних ситуаціях демонструються користувачу через інтерфейс.
5. Перехід до вибору іншого функціоналу або повторення проходження тесту.

Інтерфейс програмного продукту дозволяє користувачу, який вперше користується програмою швидко ознайомитись із основним функціоналом та можливостями програми. Також простота графічного інтерфейсу обумовлена низькими затратами оперативної пам'яті ПК при роботі програми.

На рис. 1 зображено головне вікно програмного продукту надання рекомендацій в надзвичайній ситуації.

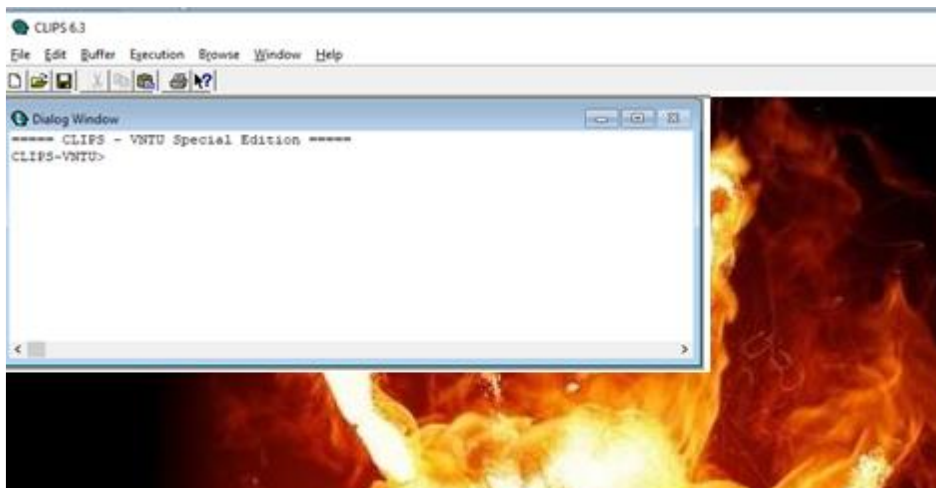


Рисунок 1 – Головне вікно програмного продукту надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях

На рис. 2 зображено вікно програми на якому користувач відповідає на поставлені питання, що знаходяться у базі інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях.

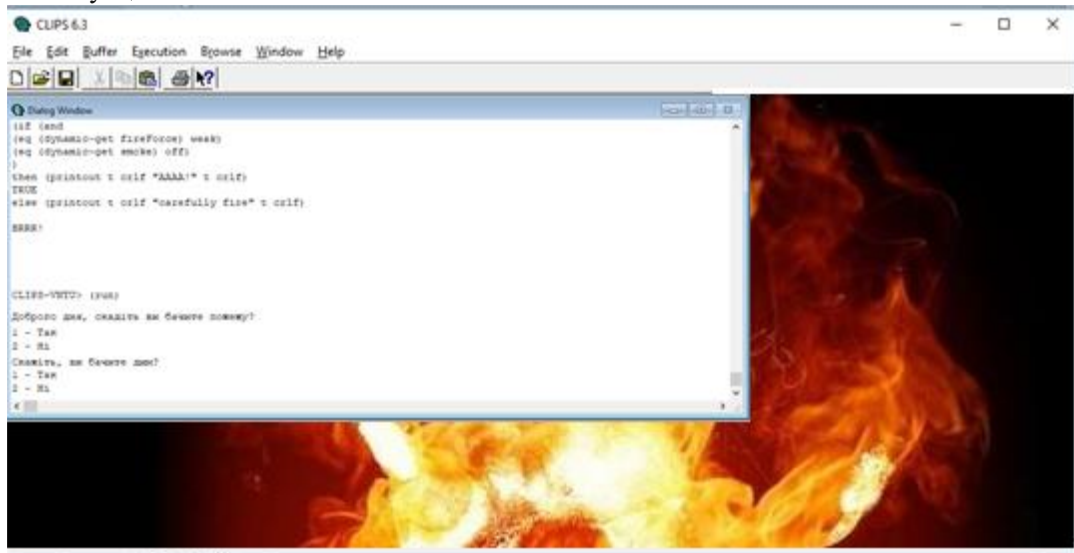


Рисунок 2 – Запуск інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях
Після того як користувач відповів на усі задані запитання інформаційної технології, програма виводить рекомендації, щодо дій в певній надзвичайній ситуації (рис. 3).



Рисунок 3 – Результат роботи інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях

Для перевірки якості наданих рекомендацій було проведено дослідження.

Якість наданих рекомендацій визначається середнім значенням оцінок, які експерти виставляють переліку рекомендованих дій в надзвичайних ситуаціях. Чим вище це значення, тим більша якість надання рекомендацій.

Дослідження якості надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях складається з двох етапів.

У першому етапі дослідженні брали участь 5 експертів. Кожен із них надавав рекомендацію для 10 надзвичайних ситуацій без використання інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях. Кожним експертом для кожної надзвичайної ситуації була виставлена оцінка якості надання рекомендацій (від 0 до 10), що показано в таблиці 1 .

Таблиця 1 – Оцінка якості надання рекомендацій без використання інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях

	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5
Надзвичайна ситуація 1	3	4	4	5	3
Надзвичайна ситуація 2	3	4	4	4	4
Надзвичайна ситуація 3	4	5	5	5	5
Надзвичайна ситуація 4	5	4	4	5	6
Надзвичайна ситуація 5	6	5	7	7	6
Надзвичайна ситуація 6	7	5	8	7	8
Надзвичайна ситуація 7	7	8	8	8	7
Надзвичайна ситуація 8	8	8	8	8	8
Надзвичайна ситуація 9	9	9	8	8	9
Надзвичайна ситуація 10	9	7	8	9	9

Після виставлення оцінок було обраховано коефіцієнти якості для кожної надзвичайної ситуації.

Надзвичайна ситуація 1 = 38%

Надзвичайна ситуація 2 = 38%

Надзвичайна ситуація 3 = 48%

Надзвичайна ситуація 4 = 48%

Надзвичайна ситуація 5 = 48%

Надзвичайна ситуація 6 = 70%

Надзвичайна ситуація 7 = 76%

Надзвичайна ситуація 8 = 80%

Надзвичайна ситуація 9 = 86%

Надзвичайна ситуація 10 = 84%

Загальний коефіцієнт якості надання рекомендації без використання експертом інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях становить 61,6%.

У другому етапі дослідження 5 експертів (з першого етапу) надавали рекомендацію для 10 надзвичайних ситуацій з використання інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях. Кожним експертом для кожної надзвичайної ситуації була виставлена оцінка якості надання рекомендацій (від 0 до 10), що показано в таблиці 2.

Таблиця 2 – Оцінка якості надання рекомендацій з використання інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях

	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4	Експерт 5
Надзвичайна ситуація 1	7	6	8	7	7
Надзвичайна ситуація 2	6	8	6	6	7
Надзвичайна ситуація 3	8	7	8	7	8
Надзвичайна ситуація 4	8	7	8	9	7
Надзвичайна ситуація 5	7	8	8	9	9
Надзвичайна ситуація 6	9	9	9	7	8
Надзвичайна ситуація 7	9	10	9	8	9
Надзвичайна ситуація 8	8	9	8	9	10
Надзвичайна ситуація 9	9	9	10	10	9
Надзвичайна ситуація 10	10	10	10	9	10

За виставленими оцінками було обраховано коефіцієнт якості для кожної надзвичайної ситуації.

Надзвичайна ситуація 1 = 70%

Надзвичайна ситуація 2 = 66%

Надзвичайна ситуація 3 = 76%

Надзвичайна ситуація 4 = 78%

Надзвичайна ситуація 5 = 64%

Надзвичайна ситуація 6 = 84%

Надзвичайна ситуація 7 = 90%

Надзвичайна ситуація 8 = 88%

Надзвичайна ситуація 9 = 94%

Надзвичайна ситуація 10 = 98%

Загальний коефіцієнт якості надання рекомендації з використання експертом інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях становить 80,8%.

Результати дослідження інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях показали, що якість надання рекомендацій експертом з використанням інформаційної технології зросла на 19,2% , в порівнянні з наданням рекомендацій експертом без використання інформаційної технології.

Висновки

В роботі розроблено інформаційну технологію надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях.

Здійснено аналіз підходів та інтелектуальних інформаційних технологій надання рекомендацій. Описано та досліджено переваги та недоліки експертних систем, систем підтримки прийняття рішень, штучних нейронних мереж та рекомендаційних систем. Для реалізації інформаційної технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях обрано технологію експертних систем з використанням нечіткої логіки. Здійснено класифікацію та аналіз моделі подання знань, а саме: логічне програмування, продукційна модель, фрейми та семантичні мережі. Обґрунтовано доречність комбінованого

застосування технології експертних систем і нечіткої логіки у інформаційній технології надання рекомендацій в надзвичайних ситуаціях.

Проектування було здійснено за методологією аналізу та проектування систем SADT. Розроблено загальну структуру програмного засобу, спроектовано IDEF0-, DFD-діаграми. Розроблена схема алгоритму роботи програмного продукту Програмне забезпечення розроблено з використанням мов програмування C# та CLIPS.

Результати тестування програмного продукту показали, що комбінування технології експертних систем та нечіткої логіки покращило якість наданих рекомендацій з 61,6% до 80,8% для даного тестового набору даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Шевчук О.А. Інтелектуальні інформаційні технології для задач надання рекомендацій у надзвичайній ситуації / Шевчук О.А.: – Збірник матеріалів Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021) Вінницького національного технічного університету.– В.: ВНТУ, 2021. – С. 1-3. - [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/viewFile/13218/11104>.

[2] Положення – ДСНС України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Polozhennya.html>

[3] Головне управління ДСНС України у Львівській області – Діяльність – Система 112 – Система оперативно-диспетчерського управління (СОДУ). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lv.dsns.gov.ua/ua/Sistema-operativno-dispatcherskogo-upravlinnya-SODU.html>

[4] Шматко О. В. «Розробка автоматизованої системи управління для оперативно-диспетчерської служби оперативно-координаційного центру ГУ ДСНС України у харківській області» – Харків, 2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://repositc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/364/1/soi_2016_4_39.pdf

[5] Малець І. О., «Інформаційно-системні моделі діалогового управління в термінальних ієрархічних системах в умовах надзвичайних ситуацій», Львів, 2009. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/3212>

[6] Невмержицький О. В. Аналіз сучасних моделей, орієнтованих на знання, та методів прийняття рішень [Електронний ресурс] / О. В. Невмержицький. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-13/119-125.pdf>.

[7] Братушка С. М. Системи підтримки прийняття рішень. Навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни / С. М. Братушка, С. М. Новак, С. О. Хайлук. – Суми: ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2010. – 265 с.

[8] Експертні системи [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: http://pidruchniki.com/74259/informatika/ekspertni_sistemi

[9] Організація аварійно-рятувальних робіт – Класифікація надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nuczu.edu.ua/images/menu/it-tehnologii/publish/9719.html>

[10] Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій, затверджене постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями» від 24 березня 2004 р. №368 Седих О. Л. Дослідження методології побудови та принципів функціонування експертних систем [Електронний ресурс] / О. Л. Седих, В. О. Овчарук. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sworld.com.ua/konfer42/46.pdf>.

REFERENCES

[1] Shevchuk O.A. Intelligent information technologies for tasks of providing recommendations in an emergency / Shevchuk O.A.: - Collection of materials Youth in science: research, problems, prospects (MN-2021) of the Vinnytsia National Technical University. - V.: VNTU, 2021. - S. 1-3. - [Electronic resource] – Access mode: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/paper/viewFile/13218/11104>.

[2] Regulations – State Emergency Service of Ukraine. [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Polozhennya.html>

[3] Head Office of the State Emergency Service of Ukraine in the Lviv Region – Activity – System 112 – System of Operational Dispatch Management (SODU). [Electronic resource]. – Access mode: <https://lv.dsns.gov.ua/ua/Sistema-operativno-dispatcherskogo-upravlinnya-SODU.html>

[4] Shmatko O. V. "Development of an automated control system for the operational dispatch service of the operational coordination center of the State Emergency Service of Ukraine in the Kharkiv region" - Kharkiv, 2016. [Electronic resource]. Access mode: http://repositc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/364/1/soi_2016_4_39.pdf

[5] I. O. Malets, "Information-system models of dialog management in terminal hierarchical systems in emergency situations", Lviv, 2009. [Electronic resource]. Access mode: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/3212>

[6] O. V. Nevmerzhyskyi Analysis of modern knowledge-oriented models and decision-making methods [Electronic resource] / O. V. Nevmerzhyskyi. – 2013. – Mode of access to the resource: <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-13/119-125.pdf>.

[7] Bratushka S. M. Decision support systems. Study guide for independent study of the discipline / S. M. Bratushka, S. M. Novak, S. O. Khayluk. - Sumy: DVNZ "UABS NBU", 2010. - 265 p.

[8] Expert systems [Electronic resource]. – 2014. – Resource access mode: http://pidruchniki.com/74259/informatika/ekspertni_sistemi

[9] Organization of emergency rescue operations - Classification of natural and man-made emergencies [Electronic resource]. Access mode: <https://nuczu.edu.ua/images/menu/it-tehnologii/publish/9719.html>

[10] Regulation on the classification of emergency situations, approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the Procedure for the classification of emergency situations by their levels" dated March 24, 2004 No.

Барабан Сергій Володимирович — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, e-mail: baraban.s.v@vntu.edu.ua

Шевчук Олена Андріївна — аспірант кафедри комп'ютерних наук, e-mail: helenshevchuk99@gmail.com.

Вінницький національний технічний університет;

S. V. Baraban¹
O. A. Shevchuk¹

Information technology of provision recommendations in emergency situations

¹Vinnitsia National Technical University;

In the work, information technology for providing recommendations in emergency situations was developed, which helps the dispatcher of the State Emergency Service of Ukraine when talking to a person at the scene of an emergency, and also correctly determines recommendations for further actions in an emergency, while the brigade on duty heading to the scene of an emergency. An analysis of models and methods of providing recommendations in emergency situations was carried out. The types and classes of information technologies that solve the task of providing recommendations are defined. The combined application of fuzzy logic and expert systems in the process of providing recommendations in emergency situations is proposed. The design of software tools for providing recommendations based on the methodology of analysis and design of Structured analysis and design technique (SADT) systems has been completed. Software tools have been developed to determine the necessary key parameters by which each characteristic of an emergency situation is determined. In accordance with the tasks, the structural organization of the software product is proposed, the class diagram and the scheme of the algorithm of the program are developed and described. Software for providing recommendations in emergency situations has been developed, which improves the quality of providing recommendations in emergency situations due to the integration of technologies of expert systems and fuzzy logic. Software testing and analysis of information technology for providing recommendations in emergency situations was carried out. The work was carried out in accordance with the direction of scientific research of the Department of Computer Sciences of Vinnitsia National Technical University and the plan of scientific and educational and methodological work of the department.

Keywords: emergency; a system of operational and dispatch management; providing recommendations; expert systems.

Baraban Serhii V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Department of Computer Sciences, e-mail: baraban.s.v@vntu.edu.ua

Shevchuk Olena A. — graduate student of the Department of Computer Sciences, e-mail: helenshevchuk99@gmail.com.