

**О.В. Маєвський, к.т.н., доц.
Ю.Б. Бродський, к.т.н., доц.
М.О. Хохлов, аспірант**

Державний університет «Житомирська політехніка»

Інформаційна підсистема забезпечення функції попередження пожежної небезпеки регіонального ситуаційного центру

Метою дослідження є розробка пропозицій щодо створення інформаційної підсистеми комп'ютерної системи своєчасного попередження про рівень небезпеки виникнення пожеж як складової системи забезпечення функціонування регіонального ситуаційного центру. Під час проведення дослідження було застосовано методи системного підходу, аналізу і синтезу, математичного моделювання, теорії ймовірностей, чисельні методи та нейромережеві технології, на базі яких було сформовано і розкрито принцип функціонування інформаційної підсистеми, основу якого становить комп'ютерний алгоритм. Запропоновано модель інформаційної підсистеми попередження у вигляді розподіленої структури, що складається з двох вирішальних модулів, які паралельно виконують аналіз і оцінювання даних вхідних інформаційних каналів з метою своєчасного попередження про ризик виникнення пожежі. Теоретична і практична значущість дослідження полягає в поглибленні наявних і розробленні нових підходів і рекомендацій щодо розробки інформаційної підсистеми забезпечення функції своєчасного попередження пожежної небезпеки регіонального ситуаційного центру.

Ключові слова: надзвичайна ситуація; інформаційна підсистема; математична модель; температурний розподіл; функція правдоподібності; ймовірнісний класифікатор; нейромережа; комп'ютерна система; ситуаційний центр.

Актуальність. Актуальною проблемою сьогодення є прогнозування та своєчасне попередження надзвичайних ситуацій, зокрема оцінка ризиків виникнення пожеж не тільки природного, а й антропогенного (техногенного) походження. Для прогнозування пожеж і прийняття своєчасних ефективних рішень стосовно їх запобігання та нейтралізації пропонується розробити інформаційну підсистему контролю та оцінювання рівня ризику виникнення пожежі як складової системи забезпечення функціонування регіонального ситуаційного центру [1, 2].

Розробка такої інформаційної підсистеми є нетривіальною науково-технічною задачею і зв'язана насамперед з необхідністю проводити аналіз та оцінювання як детерміністичних (функціонально залежних) факторів впливу на виникнення пожеж, так і факторів стохастичної природи, які характеризуються певними значущими ознаками.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження з прогнозування пожеж і прийняття рішень щодо їх запобігання базуються на різноманітних сучасних технологіях та підходах, які сприяють більш ефективному реагуванню. G.Vibiana та ін. [4] досліджували використання методів підтримки рішень для гасіння пожеж, зокрема на стадіях підготовки (розміщення ресурсів) та реагування (розподіл пожежних бригад) під час пожежі. Використовуючи методи операційного аналізу, такі як математичне програмування та евристика, автори досліджують оптимізацію ресурсів для ефективного гасіння пожеж. Важливим аспектом є застосування симуляційних моделей та інструментів, що враховують погодні умови, тип ландшафту та доступність матеріалів і персоналу, що дозволяє приймати своєчасні та обґрунтовані рішення у випадку виникнення пожежі. Проте дослідження не враховує вплив економічних факторів на прийняття рішень на рівні місцевих органів влади. Зазначені симуляційні моделі є корисними для прогнозування динаміки пожеж, проте реальна поведінка пожежі може відрізнятися через нестабільні погодні умови, що вимагає частішого оновлення моделі та додаткового аналізу. Також є потреба у більшому залученні технологій, таких як геоінформаційні системи та машинне навчання, для підвищення точності прогнозів і полегшення процесу прийняття рішень на місцях.

Науковці С.Francesco [5], та С.A.S. Lelis [6] досліджують використання сучасних технологічних інструментів та методів у запобіганні лісовим пожежам, використовуючи віддалені сенсори, ШП-додатки та системи моніторингу. Аналізуються засоби виявлення пожежі: супутники, безпілотники та сенсорні мережі, які підвищують точність систем раннього попередження. Завдяки інтеграції штучного інтелекту та алгоритмів глибокого навчання дослідження показує, як аналітика прогнозування покращила здатність ідентифікувати зони високого ризику та прогнозувати моделі поширення пожежі в режимі реального часу.

Проте результати наведених вище досліджень обмежені матеріально-технічними та фінансовими складовими. Інтеграція даних з різних джерел залишається проблемою, оскільки невідповідності можуть призвести до затримок або неточності у виявленні пожежі. Крім того, запропоновані технології обмежені

погодними умовами, густим листям та потенційними проблемами обробки отриманих даних у режимі реального часу.

Дослідники з NASA [7] розглядають розбіжності спектральних даних у спостереженнях лісових пожеж. У цьому дослідженні порівнюються дані пожежі із даними інтерферометричного ехолота високої роздільної здатності (HIS), що зібрані під час STORM-FEST, проекту, спрямованого на спостереження за атмосферою. Дослідження має на меті зрозуміти, чому спектральні канали, які вимірюють різні довжини хвилі інфрачервоного світла, випромінюваного пожежами, демонструють невідповідності та підвищити точність технології дистанційного зондування під час виявлення та аналізу викидів лісових пожеж у різних умовах навколишнього середовища.

Проте деякі обмеження впливають на ширшу застосовність цього дослідження. По-перше, дослідження спирається на історичні дані та конкретні спектральні діапазони, що може обмежити його актуальність для сучасних досягнень дистанційного зондування з високою роздільною здатністю. Інша проблема полягає в тому, що аналіз зосереджений на певному наборі лісових пожеж і умов навколишнього середовища, зокрема, STORM-FEST, що потенційно впливає на можливість узагальнення результатів на інші регіони, схильні до лісових пожеж, або різні атмосферні умови.

Rida K. та ін. [8] досліджували методи прогнозування виникнення лісових пожеж за допомогою згорткових нейронних мереж (CNN), застосованих до супутникових даних, також зазначених в [3] та [10]. У цьому дослідженні розглядається проблема картографування та прогнозування лісових пожеж шляхом використання даних FIRMS NASA, які включають супутникові зображення VIIRS та MODIS. Фільтруючи ці дані на основі таких факторів, як рослинний покрив і поріг достовірності (60 % або вище), дослідження було спрямоване на забезпечення надійності виявлення лісових пожеж. Крім того, оцінюються просторові та сезонні тенденції лісових пожеж з 2000 по 2023 рік, визначаючи часи піку пожежної активності та регіони. З недоліків варто виокремити супутникові дані, які можуть не помітити менші пожежі або області, закриті хмарним покривом, що потенційно може призвести до зниження інформації. Окрім цього, критерії фільтрації, такі як зосередження лише на пожежах із рівнем достовірності 60 %, можуть пропустити важливі, але менш достовірно зареєстровані події. Зазначена модель CNN пропонує точні прогнози, проте залежність від минулих супутникових даних обмежує можливість врахування змін навколишнього середовища в реальному часі, таких як раптові зміни погодних умов. Ця залежність може вплинути на адаптивність моделі до сценаріїв реального часу, підкреслюючи необхідність інтеграції додаткових прогнозних моделей для покращення короткострокових прогнозів і покращення процесу прийняття рішень у боротьбі з лісовими пожежами.

У [9] представлено унікальний набір даних (Dataset) для прогнозування поширення лісових пожеж на наступний день. Використано різні змінні, що впливають на поширення вогню, такі як топографія, вегетаційний покрив, погодні умови, індекс посухи та густина населення. Dataset структуровано у двовимірні регіони, що дає змогу врахувати просторові залежності та надає потужний інструмент для навчання нейронних мереж і моделювання динаміки вогню. З недоліків варто зазначити, що обмеження за точністю вхідних даних можуть вплинути на кінцеву точність моделі, особливо, коли мова йде про регіони з меншою роздільною здатністю або відсутністю достатніх даних щодо зміни кліматичних умов на місцевому рівні. Крім того, існує ймовірність, що модель, заснована на цьому наборі даних, буде менш ефективною в інших географічних умовах або кліматичних зонах, які мають відмінні від досліджуваних характеристики.

Отже, на наш погляд, проблемними питаннями створення інформаційної системи прогнозування ризикових ситуацій регіонального рівня є: брак досліджень, особливо з наборами даних, щоб підтвердити та розширити початкові висновки щодо упередження та запобігання виникненню пожежі; необхідність удосконалення стратегій реагування на пожежі та зміни регіональних політик; дослідження проводилися без урахування економічної та фінансової складової, залежність від точних даних – недостовірні інформація може призвести до хибних прогнозів; інтерпретація різних технологій, таких як машинне навчання, дистанційне зондування та геоінформаційні системи, можуть бути складними для інтеграції у єдину систему; залежність від історичних даних може обмежити адаптивність системи до змін у кліматі або екосистемах; технології, такі як безпілотні апарати або супутникові системи, можуть бути обмежені погодними умовами або затримками в передачі даних.

Таким чином, для забезпечення якості контролю за виникаючими надзвичайними ситуаціями та підвищення ефективності управління регіоном доцільно урізноманітнити підходи і шукати нові технічні рішення розв'язування проблеми попередження про пожежну небезпеку.

Метою статті є розробка пропозицій щодо створення інформаційної підсистеми своєчасного попередження про рівень небезпеки виникнення пожеж як складової системи забезпечення функціонування регіонального ситуаційного центру.

Викладення основного матеріалу. Одним із головних завдань регіонального ситуаційного центру є виявлення і своєчасне попередження про загрозу виникнення надзвичайної ситуації. Відповідно, в структурі засобів забезпечення функціонування регіонального ситуаційного центру [1] обов'язковими

компонентами є інформаційні підсистеми за напрямками діяльності центру (рис. 1), один із яких – це інформаційна підсистема своєчасного попередження про ризик небезпеки виникнення пожеж у заданому регіоні відповідальності ситуаційного центру.

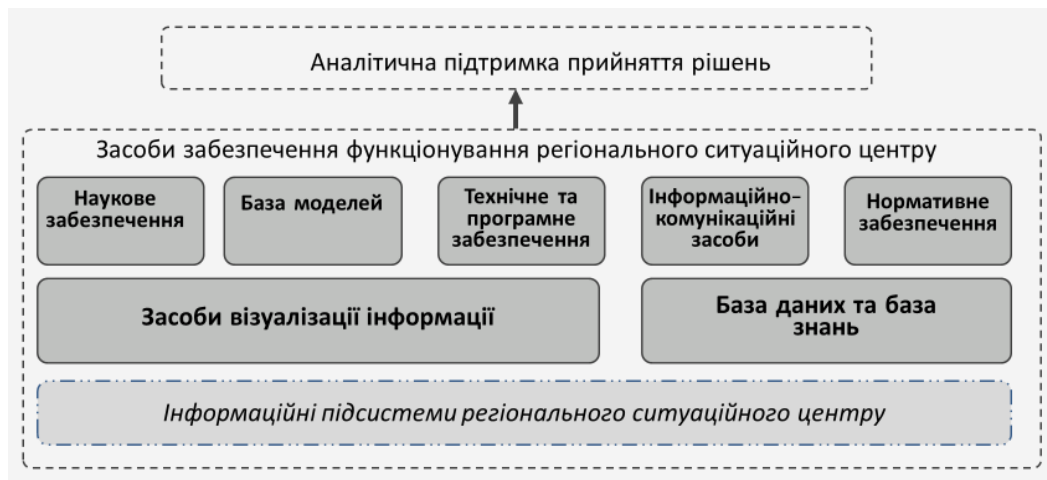


Рис. 1. Засоби забезпечення функціонування регіонального ситуаційного центру

Для розробки пропозицій щодо створення такої інформаційної підсистеми попередження про небезпеку необхідно провести аналіз факторів впливу на можливість виникнення відповідної загрозової ситуації.

Аналіз детерміністичних факторів впливу на виникнення пожежі.

Основними детерміністичними факторами впливу на виникнення пожежі є періодична сонячна активність, яка впливає на температурний стан ґрунтів заданого регіону, їх хімічний склад, вологість, пористість, теплоємність, також динаміка росту зелених насаджень (лісові насадження, трав'яний покрив), розподіл залягання радіоактивних елементів у ґрунті, що призводить до певного розігріву поверхні.

Під час побудови алгоритму функціонування інформаційної підсистеми основним детерміністичним фактором вважається рівень сонячної активності за досліджуваний період, що забезпечує значний розігрів поверхні землі. Суттєвими факторами є також хімічний склад ґрунту (різних типів ґрунту) та рівень вологості (при чому вологість може мати і певну стохастичну складову), що може сприяти виникненню пожежі на певній території регіону, що контролюється.

Аналіз інших детерміністичних факторів показує їх незначний вплив на причини виникнення пожежі. Так динаміка росту зелених насаджень за достатньо великий термін спостережень виходить на межу насиченості і являє собою повільно-змінювану функцію часу. Пористість і теплоємність ґрунту протягом тривалого періоду спостережень за територією регіону можна вважати для цієї задачі сталими величинами. Радіоактивний розігрів поверхні може бути взятий до уваги при розрахунках, якщо досліджувана територія регіону насичена рудами радіоактивних металів або їх солями. Також відіграє роль глибина залягання радіоактивних елементів і поле їх розподілу.

Аналіз стохастичних факторів впливу на виникнення пожежі.

До стохастичних факторів впливу належать: антропогенний – частота відвідування людьми певних ділянок досліджуваної території, випадання опадів, стан атмосфери (рівень її турбулентності), наявність пожеж за досліджуваний статистичний період.

З перелічених стохастичних факторів впливу, всі беруться до уваги з однаковим рівнем пріоритетності. Стан атмосфери оцінюється середньою швидкістю повітряних мас над територією регіону. Фактор випадання опадів можна замінити фактором вологості повітря за досліджуваний період у заданому регіоні.

Отже, з погляду авторів інформаційна підсистема своєчасного попередження виникнення пожеж як складова системи забезпечення функціонування регіонального ситуаційного центру має містити вхідні інформаційні канали з компонентами оброблення даних у режимі реального часу і подальшого їх опрацювання за допомогою ймовірнісного класифікатора і логічної нейромережі (рис. 2) з метою формування заключних висновків стосовно рівня ризику пожежі на території регіону. Тому пропонується розподілена структура у вигляді двох вирішальних модулів, які паралельно виконують аналіз і оцінювання даних вхідних інформаційних каналів, для реалізації системи підготовки прийняття рішення: найбільше значення ймовірності, що згенеровано класифікатором, «затверджується» рішенням логічної нейромережі, оскільки ймовірнісний класифікатор приймає на вхід бінарний вектор (присутній фактор, чи відсутній), а логічна нейромережа аналізує також і логіку поєднання факторів впливу. В результаті підсумкове рішення інформаційної підсистеми буде формуватися з достатньо високою достовірністю.

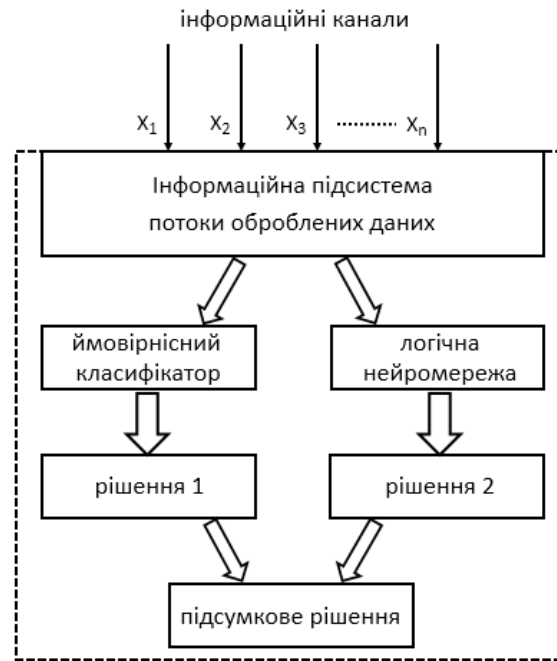


Рис. 2. Загальна структура інформаційної підсистеми

Алгоритм функціонування інформаційної підсистеми.

На вхід ймовірного класифікатора і логічної нейромережі з інформаційних каналів подається вектор ознак (1) у вигляді оброблених вхідних даних з досліджуваного фрагмента площі на території регіону:

$$\vec{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{bmatrix} \quad (1)$$

де x_1 – температура поверхні землі;

x_2 – тип ґрунтів (торф, суглинок, переважно суха трава тощо);

x_3 – вологість повітря (має ряд складових: «вологе», «помірної степені вологості» «сухе»);

x_4 – наявність людей;

x_5 – швидкість руху повітряних мас (наприклад, менше 20 м/с чи більше 20 м/с);

x_6 – факт фіксування наявності (відсутності) пожежі за визначений статистичний період.

Розглянемо параметр x_1 – температура земної поверхні. Як відомо, додатковий прогрів ґрунту за рахунок сонячної активності сприяє виникненню загорання на певних територіях регіону з легкозаймистою структурою (торф, значні ділянки сухої трави тощо). Для отримання температурних значень земної поверхні на досліджуваних ділянках регіону необхідно згенерувати розподіл регіонального температурного поля шляхом нанесення координатної сітки з фіксованим кроком. Кожна комірка сітки – це фрагмент площі, де оцінюється ризик виникнення пожеж за досліджуваний статистичний період, наприклад, 10 років. Розподіл температурного поля розраховується залежно від рівня сонячної активності за кожен рік статистичної вибірки шляхом чисельного розв’язання рівняння теплопровідності (2) для двовимірного випадку за відсутності внутрішніх теплових джерел:

$$\frac{\partial T(x, y, t)}{\partial t} = g^2 \cdot \left(\frac{\partial^2 T(x, y, t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(x, y, t)}{\partial y^2} \right), \quad (2)$$

де g – коефіцієнт температуропровідності ґрунту, який розраховується за відомою формулою

$$g = \frac{\lambda(x, y)}{\rho(x, y) \cdot c(x, y)}, \quad (3)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності $\left[\frac{Вт}{м \cdot C^0} \right]$;

ρ – щільність ґрунту $\left[\frac{кг}{м^3} \right]$;

c – теплоємність ґрунту $\left[\frac{Дж}{м^3 \cdot C^0} \right]$ на сітці координат ділянки, що досліджується в певний період, наприклад, як показано на рисунку 3.

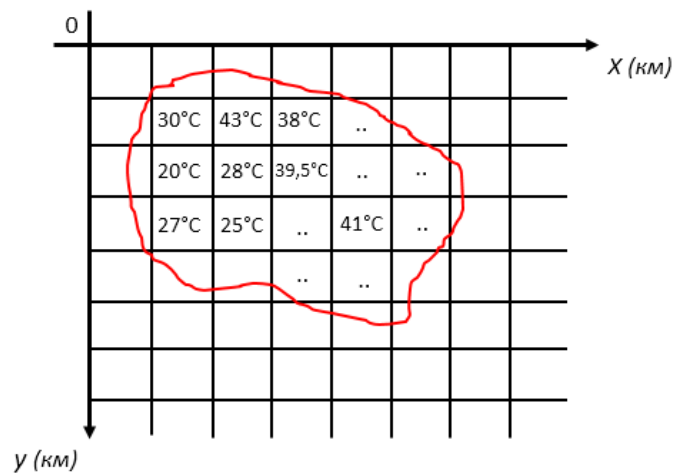


Рис. 3. Приклад розподілу температурного поля

Взагалі коефіцієнт теплопровідності, щільність ґрунту і теплоємність є функціями координат, оскільки в різних точках на території досліджуваного регіону залягають різні типи ґрунтів.

Для досліджень територія регіону ділиться на декілька секторів за типом ґрунтів і для кожного сектору розраховується своє температурне поле. Інформація стосовно всіх інших необхідних параметрів визначається шляхом статистичного збору даних за певний період часу. Аналізуючи зібрану інформацію, класифікатор формує відповідний вектор висновків, який має шість компонент, за якою з яких закріплено відповідне рішення. Кожна компонента вектора висновків становить собою ймовірність ризику пожежі на досліджуваному секторі в режимі реального часу. Затримка регламентується швидкістю системи моніторингу в процесі збору інформації про стан досліджуваних секторів у просторі ознак (1).

Для формування висновку ймовірнісний класифікатор використовує функції правдоподібності у вигляді багатовимірної щільності нормального розподілу $N(\mu_i, K_i)$ (4) для кожного з рішень R_i :

$$P(\bar{x} | R_i) = \left(\frac{1}{(2 \cdot \pi)^{l/2} \cdot |K_i|^{1/2}} \right) \cdot \exp \left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{(x - \mu_i)^T}{K_i \cdot (x - \mu_i)} \right), \quad i = 1, 2, \dots, M, \quad (4)$$

де $\mu_i = E[X]$ – математичне сподівання випадкової величини x в класі R_i ;

$K_i = E[(x - \mu_i) \cdot (x - \mu_i)^T]$ – матриця коваріації розмірності $l \times l$ для класу R_i ;

$|K_i|$ – визначник матриці коваріації.

Величини x , μ_i – це вектори-стовпчики, а x^T , μ_i^T – вектори-рядки.

Апостеріорний розподіл для кожного з висновків R_i , які формують вектор ймовірностей (6), має вигляд:

$$P(R_i | \bar{x}) = \frac{P(R_i) \cdot \sum_{j=1}^n P(x_j | R_i)}{\sum_{i=1}^M \left(P(R_i) \cdot \sum_{j=1}^n P(x_j | R_i) \right)} \quad (5)$$

В результаті ймовірнісний класифікатор інформаційної підсистеми (рис. 4) генерує ймовірності компонент у вигляді масиву рішень (вектор ймовірностей):

$$\vec{R} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \\ R_6 \end{bmatrix}, \tag{6}$$

- де R_1 – надвисокий рівень виникнення пожежі (0,9–1,0);
 R_2 – високий рівень виникнення пожежі (0,8–0,9);
 R_3 – достатньо високий рівень небезпеки (0,6–0,8);
 R_4 – середній рівень небезпеки, потребує додаткової оцінки (0,4–0,6)
 R_5 – низький рівень небезпеки (0,2–0,4);
 R_6 – малоймовірна небезпека (< 0,2).

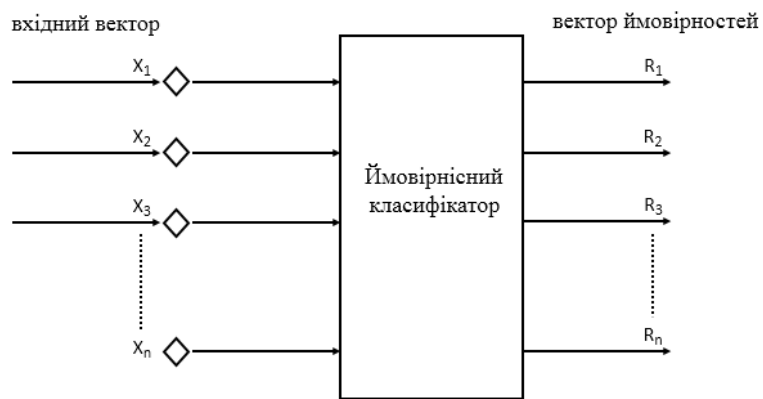


Рис. 4. Ймовірнісний класифікатор

Архітектура логічної нейромережі (рис. 5) вибудовується відповідно до організації зв'язку, що формують компоненти вхідного вектора. Навчання такої мережі пропонується виконувати за допомогою методу «опорних шляхів» або трасування.

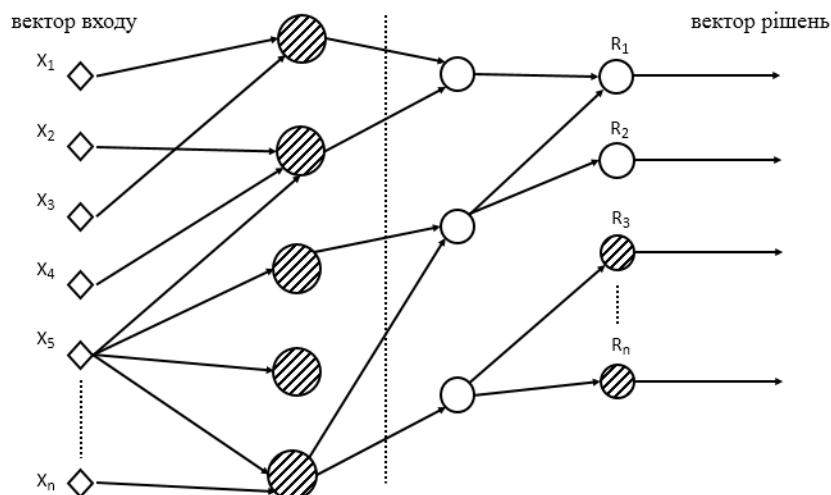


Рис. 5. Логічна нейромережа

Суть такого алгоритму навчання полягає в трасуванні з'єднань і призначенні високих значень вагових коефіцієнтів для кожного зв'язку. При такому трасуванні навчання проводиться на еталонах,

Особливість запропонованого алгоритму полягає в підході до формування підсумкового висновку щодо степені ризику виникнення надзвичайної ситуації (пожежі), а саме проміжні рішення формуються в окремих обчислювальних потоках, що підвищує швидкість роботи алгоритму та ефективність інформаційної підсистеми в цілому при генеруванні остаточного рішення.

Додатковою перевагою такого технічного рішення є адаптивність підсистеми до розширення інформаційного каналу відповідно збільшенню кількості факторів впливу, що підвищує рівень об'єктивності підсумкового рішення.

У подальшому наукові дослідження будуть спрямовані на проведення імітаційного моделювання, відповідних обчислювальних експериментів та технічну реалізацію запропонованої інформаційної підсистеми у складі системи забезпечення функціонування регіонального ситуаційного центру з метою своєчасного прийняття рішення про рівень небезпеки виникнення пожежі на території певного регіону.

Список використаної літератури:

1. Бродський Ю.Б. Концептуальний підхід до створення ситуаційного центру сталого розвитку регіону / Ю.Б. Бродський, С.В. Ковбасюк // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2024. – № 1 (49). – С. 151–159 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://sit.nuou.org.ua/article/view/298451>.
2. Бродський Ю.Б. Концепція створення регіонального ситуаційного центру / Ю.Б. Бродський, С.В. Ковбасюк // Інформаційно-комп'ютерні технології : тези доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції, 28–29 березня. – Житомир : Житомирська політехніка, 2024. – С. 39–40.
3. Головіна Н.В. Розроблення системи підтримки прийняття рішень для моніторингу та попередження лісових пожеж в Україні / Н.В. Головіна // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2024. – № 2 (89). – С. 150–156. DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2024.2.21.
4. Granda B. Decision support models and methodologies for fire suppression / B.Granda, J.León, B.Vitoriano // Fire. – 2023. – № 6 (2). – 37 p. DOI: 10.3390/fire6020037.
5. Carta F. Advancements in forest fire prevention: a comprehensive survey / F.Carta, C.Zidda, M.Putzu // Sensors. – 2023. – № 23 (14). DOI: 10.3390/s23146635.
6. Lelis C.A.S. Drone-Based AI system for wildfire monitoring and risk prediction / C.A.S. Lelis, J.J. Roncal, L.Silveira // IEEE access. – 2021. – P. 139865–139880. DOI: 10.1109/access.2024.3462436.
7. Inter-Comparison of wildfire and high-resolution interferometer sounder data from storm-fest: an investigation of wildfire spectral channel discrepancies / National Aeronautics and Space Administration (NASA), Staff. – Independently Published, 2018.
8. Kanwal R. Data-Driven approaches for wildfire mapping and prediction assessment using a convolutional neural network (CNN) / R.Kanwal, W.Rafaqat, M.Iqbal // Remote sensing. – 2023. – № 15 (21). DOI: 10.3390/rs15215099.
9. Huot F. Next day wildfire spread: a machine learning data set to predict wildfire spreading from remote-sensing data / F.Huot, R.L. Hu, N.Goyal // IEEE transactions on geoscience and remote sensing. – 2022. – № 60 (1). – 13 p. DOI: 10.1109/tgrs.2022.3192974.
10. Shaddy B. Generative algorithms for fusion of physics-based wildfire spread models with satellite data for initializing wildfire forecasts / B.Shaddy, D.Ray, A.Farguell // Artificial intelligence for the earth systems. – 2024. DOI: 10.1175/aies-d-23-0087.1.

References:

1. Brodskiy, Yu.B. and Kovbasiuk, S.V. (2024), «Kontseptualnyi pidkhid do stvorennia sytuatsiinoho tsentru staloho rozvytku rehionu», *Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony*, No. 1 (49), pp. 151–159, [Online], available at: <https://sit.nuou.org.ua/article/view/298451>
2. Brodskiy, Yu.B. and Kovbasiuk, S.V. (2024), «Kontseptsiia stvorennia rehionalnogo sytuatsiinoho tsentru», *Informatsiino-kompiuterni tekhnologii, tezy dopovidei XIV Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii*, 28–29 bereznia, Zhytomyrska politekhnika, Zhytomyr, pp. 39–40.
3. Holovina, N.V. (2024), «Rozroblennia systemy pidtrymky pryiniattia rishen dlia monitorynhu ta poperedzhennia lisovykh pozhezh v Ukraini», *Visnyk Khersonskoho natsionalnogo tekhnichnoho universytetu*, No. 2 (89), pp. 150–156, doi: 10.35546/kntu2078-4481.2024.2.21.
4. Granda, B., León, J. and Vitoriano, B. (2023), «Decision support models and methodologies for fire suppression», *Fire*, No. 6 (2), 37 p., doi: 10.3390/fire6020037.
5. Carta, F., Zidda, C. and Putzu, M. (2023), «Advancements in forest fire prevention: a comprehensive survey», *Sensors*, No. 23 (14), doi: 10.3390/s23146635.
6. Lelis, C.A.S., Roncal, J.J. and Silveira, L. (2024), «Drone-based AI system for wildfire monitoring and risk prediction», *IEEE Access*, pp. 139865–139880, doi: 10.1109/access.2024.
7. National Aeronautics and Space Administration (NASA), Staff (2018), *Inter-comparison of wildfire and high-resolution interferometer sounder data from storm-fest: an investigation of wildfire spectral channel discrepancies*, Independently published.
8. Kanwal, R., Rafiqat, W. and Iqbal, M. (2023), «Data-driven approaches for wildfire mapping and prediction assessment using a convolutional neural network (CNN)», *Remote Sensing*, No. 15 (21), doi: 10.3390/rs15215099.
9. Huot, F., Hu, R.L. and Goyal, N. (2022), «Next day wildfire spread: a machine learning data set to predict wildfire spreading from remote-sensing data», *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, No. 60 (1), 13 p., doi: 10.1109/tgrs.2022.3192974.

10. Shaddy, B., Ray, D. and Farguell, A. (2024), «Generative algorithms for fusion of physics-based wildfire spread models with satellite data for initializing wildfire forecasts», *Artificial Intelligence for the Earth Systems*, doi: 10.1175/aies-d-23-0087.1.

Маєвський Олександр Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-0335-6358>.

Наукові інтереси:

- системи штучного інтелекту;
- динаміка суцільних середовищ;
- моделювання стохастичних процесів.

Бродський Юрій Борисович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-6843-0192>.

Наукові інтереси:

- системологія і кібернетика;
- системний аналіз;
- математичне моделювання;
- інформаційні технології.

Хохлов Михайло Олегович – асистент кафедри комп'ютерної інженерії та кібербезпеки Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0009-0008-5420-4267>.

Наукові інтереси:

- системи графічного відтворення інформації;
- програмування прикладних пристроїв та додатків;
- безпека комп'ютерних мереж та інформації.

Maievskiy O.V., Brodskiy Yu.B., Khokhlov M.O.

The information subsystem of the regional situational center's fire hazard prevention function

The purpose of the study is to develop proposals for the creation of an information subsystem of timely warning about the level of danger of fire occurrence, as a component of the system for ensuring the functioning of the regional situational center. During the research, the methods of the system approach, analysis and synthesis, mathematical modeling, tools of probability theory, numerical methods, and neural network technologies were applied, on the basis of which the principle of functioning of the information subsystem, the basis of which is formed by the computational algorithm, was formed and revealed. A model of the warning information subsystem is proposed in the form of a distributed structure, consisting of two decisive modules that simultaneously analyze and evaluate the data of incoming information channels for timely warning about the risk of fire. The theoretical and practical significance of the research lies in the deepening of the existing and the development of new approaches and recommendations for the development of an information subsystem for ensuring the function of timely warning of fire danger of the regional situational center.

Keywords: emergency situation; information subsystem; mathematical model; temperature distribution; likelihood function; probabilistic classifier; neural network; computing system; situation center.

Стаття надійшла до редакції 03.10.2024.