

РОЗРОБКА МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД НА ОСНОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ПІДХОДУ РОЙОВИХ АЛГОРИТМІВ

Литвин В. В., Угрин Д. І., Шевчук С. Ф., Баляснікова О. А., Іл'юк О. Д.

1. Вступ

Задача структуризації адміністративно-територіальних громад на ієрархічному рівні сьогодні є актуальною. Вирішення цієї задачі призводить до отримання рішення однієї з найважливіших комплексних проблем неоднорідності адміністративних одиниць (демографічної, економічної, соціальної і т. д.). Важливим аспектом роботи було вибір критеріїв, таких як наявність лікарень, пожежних частин, відділів поліції, соціальних установ тощо, по яким визначатимуться потенційні адміністративні центри та наближені до них адміністративні одиниці, що утворюватимуть територіальні громади.

Дослідження щодо структуризації адміністративно-територіальних одиниць формують задачу зміцнення адміністративних одиниць шляхом їх об'єднання. Більш крупні утворенні адміністративні одиниці дозволяють об'єднати бюджети існуючих територіальних утворень, що сприяє збільшенню фінансування щодо вирішення економічних, громадських, транспортних питань. Крім того, оптимізація структури за рахунок зміцнення адміністративних одиниць пропонує методику вирішення проблеми фінансової неоднорідності шляхом зменшення суміжних адміністративних одиниць за рахунок часткового об'єднання із адміністративними центрами.

Для регулювання процесу створення нових територіальних громад статті 11 Закону України «Про добровільне об'єднання територіальних громад» Кабінет Міністрів України постановив у 2015 році затвердити Методику формування спроможних територіальних громад.

В роботі пропонується формалізований ідентифікований структурний підхід до постановки та рішення задачі зміцнення адміністративних одиниць шляхом розв'язання задачі оптимізації та об'єднання по обраним критеріям.

2. Об'єкт дослідження та його технічний аудит

Об'єктом даного дослідження є процес формування територіальних громад шляхом використання ройових алгоритмів та методу багатокритеріальної оптимізації. Одним із найбільш проблемних місць в даному процесі є вибір адміністративного центру територіальної громади. Потрібно, щоб обраний центр мав повний набір критеріїв оцінювання, таких як: наявність пожежних частин, лікарень, відділів поліції, дитячих садочків та соціальних установ. Для виявлення особливостей даного процесу необхідно провести технологічний аудит щоб виявити основні аспекти такого процесу.

Перехід від економіки централізованого планування до ринкових відносин супроводжується цілим рядом змін моделі регіонального розвитку. Його основ-

ними проблемами являються: поглиблення сітки адміністративних центрів, районів, великих та середніх міст, а також приріст безробіття та інших соціальних проблем, що викликані неможливістю влаштування на роботу. Внаслідок цього руйнується економічний потенціал відокремлених адміністративних районів, центрів, що призводить до соціальної деградації та збільшення витрат коштів на соціальні потреби. Тому потрібні нові методи для оптимізації структури розміщення територіальних громад з метою досягнення однакового рівня соціального проживання в усіх регіонах, які не будуть залежати від кількості населення, величини території і т. д.

У роботі пропонується використовувати алгоритм сірих вовків для отримання максимально ефективного результату оптимізації розташування адміністративних центрів при побудові нових територіальних громад.

Алгоритм сірих вовків – є метаевристичним алгоритмом пошуку. В даній роботі будуть описані основні складові процесу, що визначає наближення обраних адміністративних одиниць (сірих вовків) до адміністративного центру (здобич). Необхідно оптимально розподілити адміністративні одиниці таким чином, щоб їхнє розташування було найближчим до адміністративного центру.

Суть алгоритму побудована на основі моделі полювання групи вовків. Вважається, що до вовка, котрий знаходиться найближче до здобичі перелаштовуються інші вовки, створюючи кільце. Надалі інші вовки знову перелаштовуються до вовка, який знаходиться ще ближче до цілі. Процес перелаштовування проходить до тих пір поки вовки не зберуться у групу. Коли дана ціль буде досягнута – це і буде оптимальна відстань до здійснення атаки на здобич.

Алгоритм сірих вовків включає в собі основні переваги над іншими метаевристичними алгоритмами своєю простотою та гнучкістю. В ньому не так багато дій, які працюють за циклічним принципом, що робить його простим у реалізації вирішення проблем оптимізації процесів.

Наступним етапом у роботі є визначення критеріїв оцінювання адміністративних одиниць на предмет адміністративного центру і можливість його об'єднання у територіальну громаду. Для цього пропонується використовувати метод багатокритеріальної оптимізації і алгоритм кажанів. Під багатокритеріальною оптимізацією найчастіше розуміють не вербальний опис задачі, а її модель. Тобто математичну модель прийняття рішення за декількома критеріями. Ці критерії можуть відображати оцінку різних якостей об'єкту або процесу, з приводу яких приймається рішення. Для отримання того чи іншого рішення необхідно визначити, яким саме критеріям буде віддаватись більша перевага. Для рішення такої проблеми необхідно сформулювати спеціальний принцип оптимальності, визначити додаткову суб'єктивну інформацію про об'єкти, а також визначити процедури отримання переваги одного об'єкту над іншим. До складу такої задачі входить один критерій, а до вихідної процедури додається обмеження, що і буде основним визначником критерію оцінювання адміністративного центру, який міститиме в собі додаткову інформацію, що необхідна для об'єднання. Для отримання стійкого рішення визначення суб'єктивної інформації використовувався алгоритм кажанів.

Алгоритм кажанів являється алгоритмом оптимізації. Основна перевага да-

ного алгоритму є швидкість його виконання. Такий алгоритм є потенційно потужнішим ніж алгоритми рою часток, а також генетичний алгоритм, які також використовуються для вирішення подібних завдань. Генетичний алгоритм та алгоритм рою часток є спрощеними варіантами алгоритму кажанів, тому що у генетичному алгоритмі використовуються нащадки, а в рою часток здійснюється пошук оптимального рішення за допомогою мінімізації локальних точок. Тим часом алгоритм кажанів містить в собі пошук точок і областей по локальному мінімуму та максимуму, а також здійснює процес пошуку та оптимізації за допомогою «поширення» ехолокацій, які містять в собі інформацію про первісну позицію тої чи іншої точки.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – розробка методу оптимального розміщення територіальних громад шляхом використання алгоритму сірих вовків, алгоритму кажанів і методу багатокритеріальної оптимізації. Вище перераховані методи та алгоритми використовуються з метою формування адміністративних громад із урахуванням обраних критеріїв для того, щоб покращити економічні та соціальні зв'язки між адміністративними одиницями та центрами.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

1. Побудувати математичну модель процесу утворення територіальної громади та оптимізувати параметри територіальних одиниць за допомогою методу багатокритеріальної оптимізації.
2. Визначити інформацію та набір критеріїв оцінювання для регулювання процесу приєднання до територіальної громади за допомогою алгоритму кажанів.
3. Встановити положення адміністративного центру у територіальній громаді, використовуючи алгоритм сірих вовків.
4. Протестувати роботу розробленого методу на прикладі формування територіальних громад у Заставнівському районі Чернівецької області (Україна).

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Оптимізація структури адміністративних громад вимагає вирішення проблеми фінансової неоднорідності шляхом зменшення суміжних адміністративних одиниць за рахунок часткового об'єднання із адміністративними центрами. Для створення нових територіальних громад необхідно керуватися діючими законами України, що врегульовують даний процес [1].

Алгоритм сірих вовків використовується для знаходження здобичі, в даному випадку адміністративного центру. Особливістю даного алгоритму є наявність циклів. Чим більше буде здійснено циклів знаходження адміністративного центру, тим точніший буде кінцевий результат. Такий процес відмічений у роботах [2, 3].

Серед основних алгоритмів, які використовуються для формування територіальних громад можна виділити генетичний алгоритм та класичний алгоритм кажанів [4].

При використанні генетичного алгоритму беруться до уваги основні елементи процесу формування територіальних громад, а саме: кількість учасників процесу формування, визначення початкової популяції, в даному випадку ад-

міністративні центри, кількість популяції загалом. Даний алгоритм широко використовується для рішення задач формування територіальних громад завдяки своїй функції схрещування. Тобто, формуючи популяцію, серед якої буде обиратись адміністративний центр громади, генетичний алгоритм запам'ятовує інформацію необхідну для подібного процесу та передає його наступному поколінню (нащадкам). Таким чином, кожна наступна популяція матиме тенденцію обрання більш доцільнішого адміністративного центру. Недоліком використання даного алгоритму є те, що при великій кількості ітерацій виникають багато потенційних рішень, а також існує ймовірність виникнення дуального зв'язку. Коли виникає такий зв'язок генетичний алгоритм не передбачає перевірки на предмет адміністративного центру з двох чи більше кандидатів.

Альтернативним варіантом рішення даної проблеми є використання класичного алгоритму кажанів [5]. Авторами [6–8] показано, що алгоритм кажанів, використовуючи свою особливість, а саме ехолокацію, дозволяє обирати серед потенційних кандидатів того, у кого більша концентрація критеріїв обрання в заданій області. Серед них можуть бути: насиченість транспортних зв'язків, кількість населення, кількість соціальних та державних установ.

Роботи [9, 10] присвячені глобальній оптимізації параметрів області використовуючи алгоритм кажанів. Процес утворення територіальних громад відбувається в заданій області (кластері). Дане обмеження задається для того, щоб уникнути рекурсивної процедури, яка призводить до збільшення кількості учасників процесу формування територіальної громади. Такі учасники можуть бути суміжними радами або населеними пунктами іншої територіальної громади.

Таким чином, результати аналізу дозволяють зробити висновок про те, що використовуючи один алгоритм найбільш ефективного результату досягти не можна. Потрібно використовувати функції декількох алгоритмів для того, щоб удосконалити метод формування територіальних громад.

5. Методи досліджень

Дослідивши алгоритм сірих вовків та метод багатокритеріальної оптимізації, було визначено, що для рішення поставленої задачі потрібно визначити усіх учасників територіальної громади. Далі потрібно побудувати математичну модель наведеного нижче алгоритму, зокрема моделі визначення критеріїв оцінювання. Наступним кроком буде моделювання процесу оптимального розташування адміністративних центрів та адміністративних одиниць у територіальних громадах.

Для визначення критеріїв оцінювання області у створеному алгоритмі використаємо метод багатокритеріальної оптимізації, а саме оптимізуємо параметри області (кластера), в якій здійснюється пошук адміністративних одиниць.

Таким чином, i -й кластер визначається наступним чином:

$$R_{ij} : \text{Якщо } oX_1 = A_{1j} | X_2 = A_{2j} | X_3 = A_{3j} \dots | X_n = A_{nj},$$

то $class = c_j$,

(1)

де $x = (x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ – кількість адміністративних одиниць; A_{ki} – набір власти-

ностей, які характеризують k -й критерій в i -тому кластері ($i \in [1, R]$), R – число допустимих адміністративних центрів, c_j – ідентифікатор j -го рівня, $j \in [1, m]$.

Завдання кластеризації може бути описано функцією:

$$f: R^n \{0,1\}^m, \quad (2)$$

де $f(x) = (c_1, c_2, c_3 \dots c_m)$, причому $j \in [1, m]$, $i \neq j$, коли критерій, що заданий числом x , належить до класу c_j .

Готовим рішенням є клас, який визначається наступним чином:

$$class = c_j \arg = \max_{1 \leq j \leq m} B_j. \quad (3)$$

Таким чином, заданий процес оптимізації параметрів області задля визначення критерію оцінювання адміністративних одиниць на предмет адміністративного центру здійснюється за допомогою методу багатокритеріальної оптимізації, зображеного на рис. 1. Це дозволяє ефективно вирішити поставлене завдання.

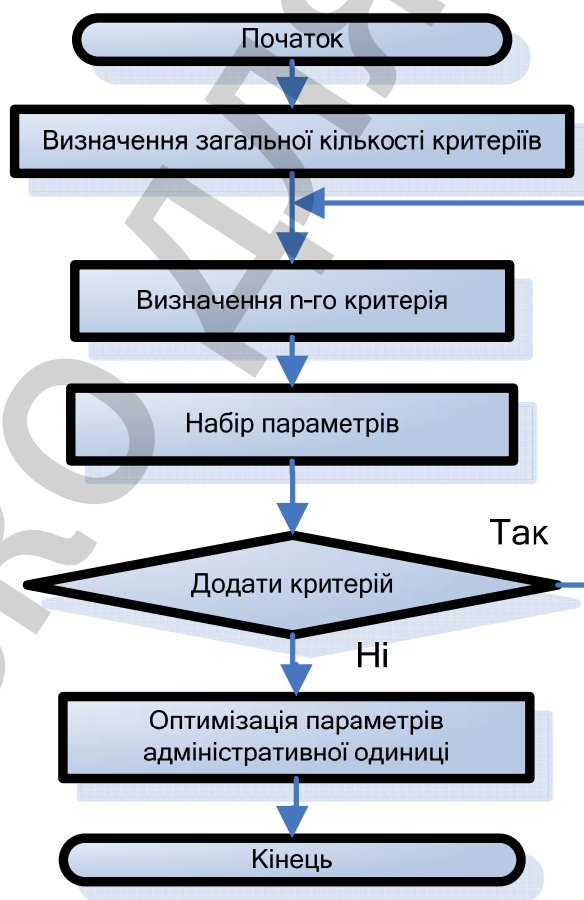


Рис. 1. Багатокритеріальна оптимізація параметрів адміністративної одиниці

Пропонується покрокова методика формування територіальних громад з використанням алгоритму сірих вовків:

Крок 1. Пошук найближчих адміністративних одиниць. Кожному адміністративному центру відповідають адміністративні одиниці $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$, а їх позиція генерується по області $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n)$, де θ є індексом позиції адміністративних центрів.

Крок 2. Знаходження найближчих трьох адміністративних одиниць. Кінцева позиція адміністративного центру генерується функцією:

$$f_x^n = \min \{ (\theta_1 - x_{i1})^2 + (\theta_2 - x_{i2})^2 + \dots + (\theta_n - x_{in})^2 \}. \quad (4)$$

На цьому кроці формується список з трьох адміністративних центрів, які ближче всього знаходяться до адміністративних одиниць.

Крок 3. Обчислення координат положення адміністративного центру по відношенню до адміністративних одиниць. Надалі обчислюється положення наступних адміністративних центрів $D_{\theta_1}, D_{\theta_2}, D_{\theta_3}$ і $Y_{\theta_4}, Y_{\theta_5}, Y_{\theta_6}$.

$$\vec{D}_a = |\vec{C}_1 \vec{X}_a - \vec{X}|, \vec{D}_b = |\vec{C}_2 \vec{X}_b - \vec{X}|, \vec{D}_d = |\vec{C}_3 \vec{X}_d - \vec{X}|, \quad (5)$$

$$\vec{Y}_1 = \vec{X}_a - \vec{A}_1 \vec{D}_a, \vec{Y}_2 = \vec{X}_a - \vec{A}_2 \vec{D}_a, \vec{Y}_3 = \vec{X}_a - \vec{A}_3 \vec{D}_a. \quad (6)$$

Положення адміністративних центрів A і C обчислюються за формулою:

$$\vec{A} = 2\vec{a}\vec{r}_1 - \vec{a}, \quad (7)$$

$$\vec{C} = 2\vec{r}_2, \quad (8)$$

де r_1 і r_2 – максимальне число адміністративних одиниць розташованих по області, де a – є майбутня територіальна громада:

$$\vec{a} = 2 - 2 \left(\frac{itr}{\max itr} \right), \quad (9)$$

де itr – це кількість повторень здійснення пошуку, а Maxitr – скільки повторень буде всього.

Крок 4. Обчислення нових координат для адміністративних одиниць.

Щоб обчислити нові координати адміністративних одиниць потрібно знайти середнє арифметичне до попередніх координат A_1, A_2, A_3 .

$$\vec{x}(i,1) = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3}{3}. \quad (10)$$

Крок 5. Порівняння кількості ітерацій. Якщо вони не збігаються, то все повертається до другого кроку.

Крок 6. У цьому кроці знаходиться найближчий адміністративний центр по відношенню до наявних адміністративних центрів. Саме він надалі буде перевірятись на предмет адміністративного центру методом багатокритеріальної оптимізації.

Запропонований алгоритм дозволяє максимально ефективно знайти готове сформоване рішення щодо побудови територіальних громад за допомогою алгоритму сірих вовків, а також створення можливості перевірки адміністративних одиниць на предмет адміністративного центру методом багатокритеріальної оптимізації.

Метою використання алгоритму кажанів, зображеним на рис. 2, є оптимізація параметрів нечіткого кластеру. Основна ідея являється в описі області, у якій задіяні учасники територіальної громади.

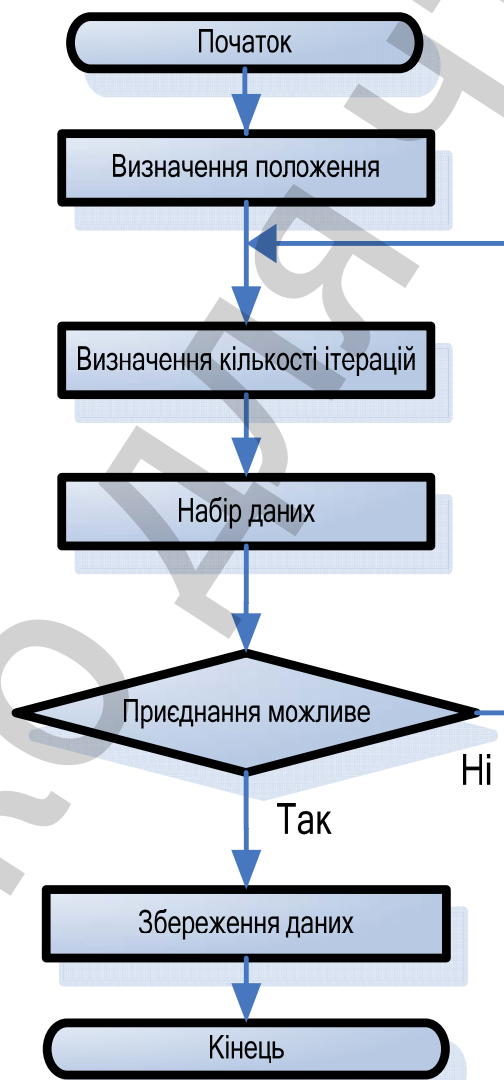


Рис. 2. Функції алгоритму кажанів

Для формування територіальних громад у Заставнівському районі Чернівецької області (Україна) був розроблений метод, який містить в собі функції алгоритму сірих вовків. Принцип роботи алгоритму зображений на рис. 3.

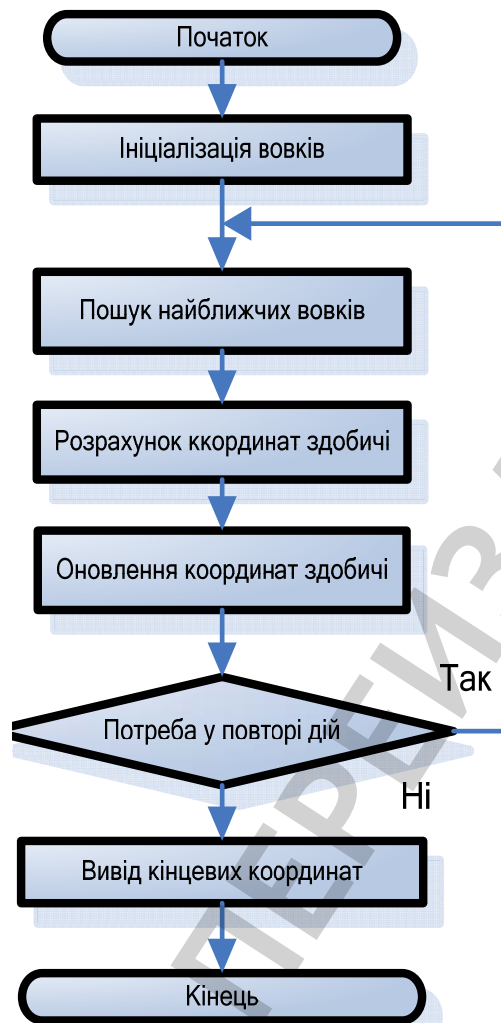


Рис. 3. Алгоритм сірих вовків

В алгоритмі кажанів використовується ехолокація для того, щоб аналізувати інформацію, наведену у табл. 1, а також позицію між адміністративними центрами та адміністративними одиницями наведену у табл. 2.

Таблиця 1

Набір критеріїв оцінювання

Назва НП	Кількість шкіл, k_1	Кількість дитячих садочків, k_2	Кількість відділів поліції, k_3	Кількість пожежних частин, k_4	Кількість лікарень, k_5	Кількість соціальних установ, k_6
Заставна	2	3	1	1	2	30
Веренчанка	1	2	0	1	2	1
Кадубівці	1	1	0	0	1	2
Ржавинці	1	1	1	1	1	1
Юрківці	2	1	1	1	1	2

Враховуючи особливості алгоритму сірих вовків, а саме пошук позиції найближчих потенційних учасників територіальної громади, поняття відстані між населеними пунктами в будь-якому випадку буде задовільною.

Таблиця 2

Склад Заставнівського району Чернівецької області (Україна)

A_n	Адміністративний статус	Кількість населення	Відстань до адміністративного центру, км
1	Заставнівська міська рада м. Заставна	8068	0
2	Товтрівська сільська рада с. Товтри	1573	6,4
3	Дорошовецька сільська рада с. Дорошівці	1372	10,4
4	Веренчанська сільська рада с. Веренчанка с. Яблунівка	3602	8,4
5	Горішньошеровецька сільська рада с. Г. Шерівці	2498	22
6	Задубрівська сільська рада с. Задубрівка	862	18
7	Васловівська сільська рада с. Васловівці	1229	14
8	Кадубівська сільська рада с. Кадубівці	2838	10
9	Юрковецька сільська рада с. Юрківці	1652	10
10	Горошовецька сільська рада с. Горошівці	981	15
11	Боянчуцька сільська рада с. Боянчук	922	13
12	Добриновецька сільська рада с. Добринівці	1366	18
13	Вербовецька сільська рада с. Вербівці	472	12
14	Малокучурівська сільська рада с. Малий Кучурів	1141	9
15	Ржавинецька сільська рада с. Ржавинці	2752	23
16	Вікнянська сільська рада с. Вікно	1416	17
17	Брідоцька сільська рада с. Брідок	423	24

18	Митківська сільська рада с. Митків	312	24
19	Онутцька сільська рада с. Онут	557	24
20	Чорнопотіцька сільська рада с. Потік	498	22
21	Погорлівська сільська рада с. Погорілівка	1436	15
22	Мосорівська сільська рада с. Мосорівка	278	26
23	Самушинська сільська рада с. Самушино	342	26
24	Баламутівська сільська рада с. Баламутівка	1595	24

Після того, як визначені за допомогою алгоритму кажанів усі учасники процесу формування територіальної громади, можна перевіряти адміністративні одиниці на предмет адміністративного центру за наступними кроками:

Крок 1. Визначення об'єктивної функції $f(x)$, $x = (x_1 x_d)^T$.

Крок 2. Ініціалізація початкової кількості кажанів $x_i (i=1...n)$, необхідних для здійснення перевірки, швидкості вибору критеріїв v_i , визначення адміністративної одиниці A_i , кількості критеріїв r_i , які наведені у табл. 2. На даному кроці задається початкове положення кажанів в області. Також задається число ітерацій, тобто кількість циклів перевірки.

Крок 3. Визначення частоти обробки f_i в x_i .

Крок 4. Генерація рішення щодо положення потенційного адміністративного центру.

На даному етапі важливо зафіксувати положення кажанів у потенційних адміністративних центрах, використовуючи особливість алгоритму, а саме можливість кажанів «засісти» у локальній точці. Дана особливість використовується для подальшого регулювання можливості приєднання адміністративних одиниць з іншої територіальної громади у поточну. Таким чином кажани міститимуть інформацію про положення та відстань, що необхідна для процесу приєднання:

$$f_t = f_{\min} + (f_{\max} - f_{\min})\beta, \beta \in [0,1], \quad (11)$$

$$v_1^t = 1 + (x_1^t - \bar{x}) f_t, \quad (12)$$

де \bar{x} – поточне положення.

$$x_1^t = x^{t-1} + v_1^t. \quad (13)$$

Крок 5. Генерація локального рішення при умові, що задане число в інтер-

валі від 0 до 1 є більше кількості критеріїв ($rand \triangleright r_i$):

$$x_{new} = x_{old} + EA^t, E[-1,1], \quad (14)$$

де A^t – кількість потенційних адміністративних одиниць.

Крок 6. Якщо локальне рішення менше ніж поточне рішення і випадково задане число $rand$ та в інтервалі $(0,1)$ менше, ніж кількість критеріїв ($rand \triangleright A_i$), тоді застосовується нове рішення. Крім того також знижується швидкість обробки і збільшується кількість учасників процесу формування територіальної громади:

$$A^{t+1} = a_i^t, a \in [0,1], \quad (15)$$

$$r^{t+1} = r_0^t [1 - \exp(-yt)], y \triangleright 0. \quad (16)$$

Крок 7. У випадку знаходження оптимуму цільової функції робота алгоритму припиняється, інакше виконуються кроки 4–6, поки не закінчаться ітерації.

На прикладі застосування методу формування територіальних громад у Заставнівському районі Чернівецької області (Україна) отримаємо наступні результати:

1. Припустимо, що у кожному населеному пункті наявні школи, дитячі садочки і заклад медичної допомоги, тому накладемо обмеження на перевірку набору критеріїв територіальної одиниці алгоритмом кажанів:

$$A_{ki} : (A_{1k} \triangleright 0, A_{2k} \triangleright 0, A_{3k} \triangleright 0, \dots, A_{nk} \triangleright 0). \quad (17)$$

Проаналізувавши умови включення адміністративних одиниць до перевірки на предмет адміністративного центру отримаємо наступні населені винятки: Митків, Мосорівка, Онут, Погорілівка, Прилипче, Боянчук, Брідок. Так як у згаданих населених пунктів відсутня лікарня, то значення одного із критеріїв дорівнюють 0.

2. Необхідним є визначення суміжності рад населених пунктів. Дана процедура виконується задля того, щоб уникнути так званих «білих плям» при формуванні територіальних громад. Оскільки суміжні ради можуть включатись до двох і більше територіальних громад, то розуміємо, що такі ради залежать від сформованих територіальних громад. Також вони залежать від інформації, яка здобута за допомогою алгоритму сірих вовків і необхідна для приєднання. Тому, в першу чергу, суміжними радами будемо рахувати виняткові населені пункти, а їх подальше включення до тої чи іншої територіальної громади задається наступним обмеженням:

$$A_n : (i \in [1, R]), R \leq 0 \geq 1. \quad (18)$$

Ради, що відповідають значенню 0 будуть включенні до сформованих потенційних адміністративних центрів. Інші ради, які набули значення 1, мають

можливість включення до 2 чи більше адміністративних центрів. Тому вони потребують додаткового циклу перевірки алгоритмом кажанів.

Таблиця 3

Суміжні ради Заставнівського району Чернівецької області (Україна)

Ради населених пунктів	Заставна	Веренчанка	Кадубівці	Ржавинці	Юрківці
Митків	0	0	0	0	1
Мосорівка	1	0	0	0	0
Онуг	1	0	0	0	0
Погорілівка	0	0	0	0	1
Прилипче	0	1	0	0	0
Боянчук	0	0	0	0	1
Брідок	1	0	0	0	0

Після виконання циклу пошуку адміністративних центрів за допомогою алгоритму сірих вовків серед 24 адміністративних одиниць, було виявлено 5 потенційних адміністративних центрів.

За рахунок можливості завдання кількості ітерацій, з кожним циклом можуть виявлятися ще більше потенційних адміністративних центрів, проте значення критеріїв буде меншою ніж у першій ітерації. Дана логіка обробки вхідних і вихідних даних, що зображена на рис. 4, дозволить оперувати ними у довільному порядку.

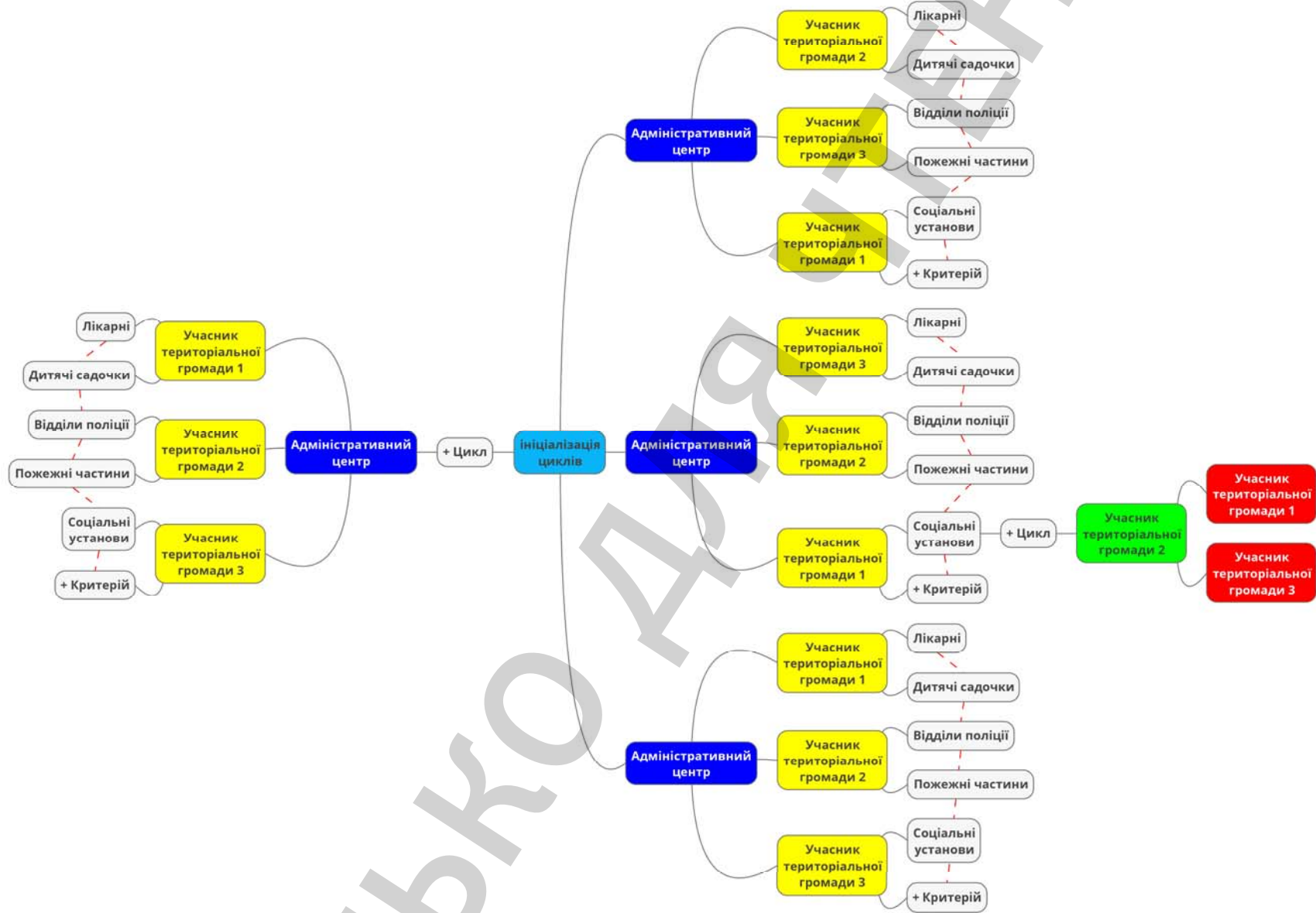


Рис. 4. Логіка обробки вхідних і вихідних даних

Такий підхід може бути застосований ситуативно. Розглянемо приклад, якщо при пошуку учасників процесу формування територіальної громади була включена адміністративна одиниця з іншої громади. Отже її участь можлива в обидвох громадах. В такому випадку виникає дуальний зв'язок. Схема дуального зв'язку наведена на рис. 5.

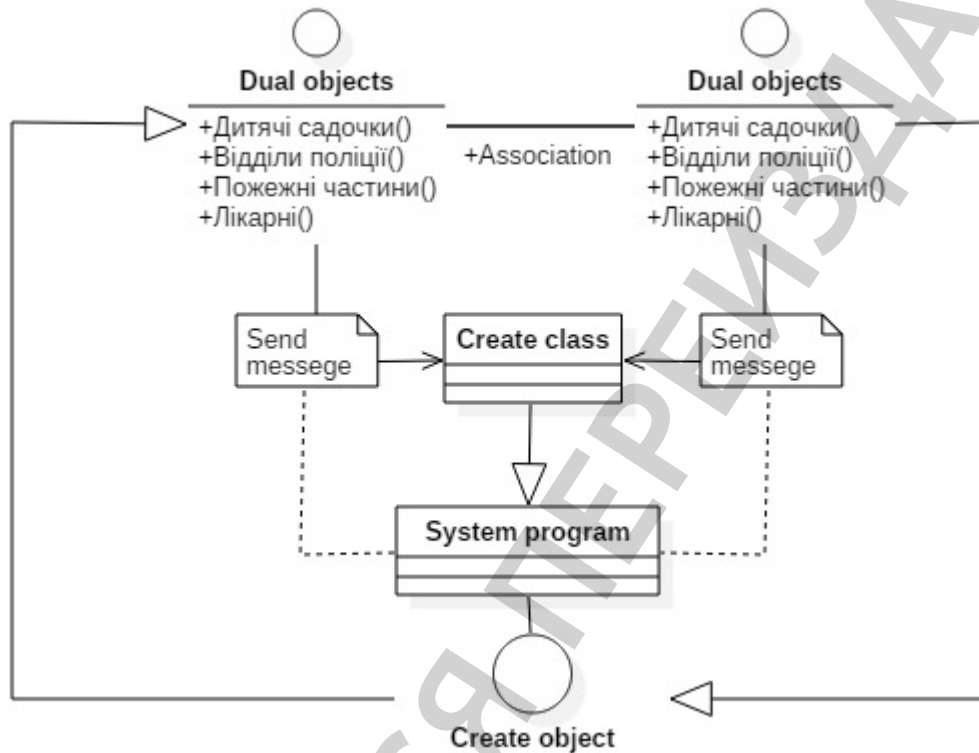


Рис. 5. Дульний зв'язок адміністративних одиниць

При виникненні такого зв'язку між двома об'єктами, в даному випадку адміністративними одиницями, які мають однаковий набір та кількість критеріїв, можна помітити цілком очевидну залежність. Маючи однакові параметри повідомлення, яке відсилається до системи буде також ідентичним. Це зумовлює можливість створення класу, який автоматизує цей процес. Також при виникненні такого роду зв'язку, одразу повідомлятиме про те, що існує 2 чи більше рішення.

Гнучкість запропонованого методу дозволяє нам власноруч проаналізувати доцільність включення адміністративної одиниці в ту чи іншу територіальну громаду.

6. Результати досліджень

Розроблений метод формування територіальних громад формується на базі дослідження та аналізу даних Заставнівського району Чернівецької області (Україна) управління статистики, а також характеристики наявного потенціалу культурно-побутового обслуговування сільської поселенської мережі станом на 01.03.2016. Для формування територіальної громади у Заставнівському районі застосовуються

роєві алгоритми, такі як алгоритм кажанів, а також алгоритм сірих вовків. Після виконання циклів пошуку учасників формування територіальних громад алгоритмом, зображеним на рис. 6, було виявлено 24 населених пункти. Суміжних рад є 7, тому при перевірці на предмет адміністративного центру алгоритмом кажанів до уваги сприймалось 17 населених пунктів, що зображені на рис. 7.

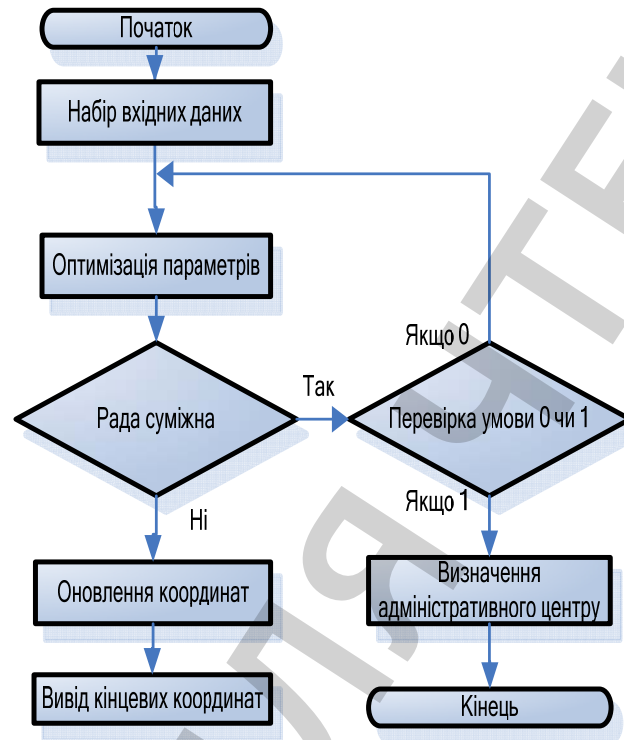


Рис. 6. Алгоритм формування територіальних громад

Застосувавши запропонований алгоритм формування територіальних громад отримаємо наступну карту потенційних територіальних громад (рис. 7).

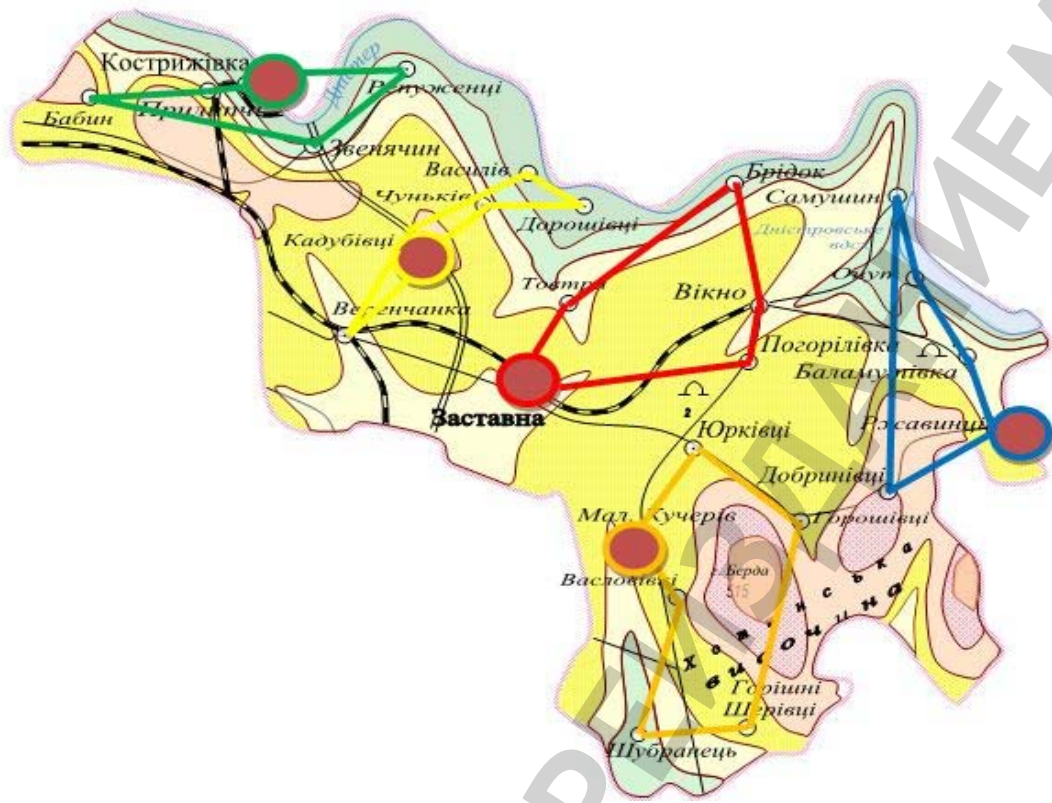


Рис. 7. Карта потенційних територіальних громад

На карті позначено 5 потенційних територіальних громад відповідним кольором:

1. Заставнівська територіальна громада (червоний).
2. Кострижівська територіальна громада (зелений).
3. Кадубівська територіальна громада (жовтий).
4. Ржавинська територіальна громада (синій).
5. Малокучурівська територіальна громада (оранжевий).

Населені пункти, які входять до складу територіальної громади із пропонуваним адміністративним центром наведені у табл. 4.

Таблиця 4

Пропоновані територіальні громади

Номер ТГ	Ради, які входять у ТГ	Пропонований центр ТГ
1	Товтри, Брідок, Вікно, Погорілівка	Заставна
2	Прилипче, Бабин, Репуженці, Звенячин	Кострижівка
3	Веренчанка, Чуньків, Василів, Дорішівці	Кадубівці
4	Самушин, Добринівці. Омут, Баламутівка	Ржавинці
5	Юрківці, Горішівці, Васловівці, Шубранець, Горішні Шерівці	Малий Кучурів

Пропонований метод можна застосувати до будь-якого регіону України або зарубіжної країни із аналогічним територіальним діленням державної земельної власності. Гнучкість пропонованого методу дозволяє ефективно виявляти основні компоненти проектування територіального розподілу. По адміністративним пунктам можна розташовувати критерії оцінювання не тільки дитячі садочки, пожежні частини, відділки міліції, соціальні установи, тощо, а й по економічним та екологічним критеріям.

7. SWOT-аналіз результатів дослідження

Strengths. Сильною стороною у проведеному дослідженні є аналіз інформаційних технологій та алгоритмів, які використовуються при формуванні адміністративно-територіальних громад в Україні. Також важливим є створення нового методу формування адміністративно-територіальних громад на основі сучасних методів та ройових алгоритмів.

Використавши при проектуванні методу формування адміністративно-територіальних громад поєднання алгоритму кажанів, алгоритму сірих вовків та методу багатокритеріальної оптимізації було виконано поставлені цілі дослідження та вирішені існуючі проблеми. Такі проблеми виникають при використанні одного алгоритму для рішення задач даного типу.

Weaknesses. Слабкою стороною є те, що інформаційні дані, на основі яких будуються гео-інформаційні карти, мають бути найбільш актуальними. Це пов'язане з тим, що для отримання більш точного результату при формуванні територіальних громад необхідно використовувати актуальні дані.

Opportunities. Можливостями для подальших досліджень є переймання досвіду країн Євросоюзу в питаннях формуванні адміністративно-територіальних громад, вивчення технологій та методів, що використовуються при дослідженні даного питання для впровадження у метод гнучкості. Тобто можливість підлаштовувати метод під різний тип адміністративно-територіального розподілу тої чи іншої країни.

Threats. Складність із впровадження отриманих результатів дослідження є те, що в Україні відбувається багато змін на рівні соціуму, зміна потреб населення, проведення багатьох реформ різного типу у зв'язку із інтеграцією України в Євросоюз. Всі нижче перелічені аспекти впливають на доцільність запропонованого методу формування територіальних громад, тому що існують різні типи територіального устрою.

Таким чином, SWOT-аналіз виявив необхідність вдосконалення системи гнучкості створеного методу формування адміністративно-територіальних громад задля можливості впровадження пропонованого методу з різними типами адміністративно-територіального устрою.

8. Висновки

1. Побудована математична модель процесу утворення територіальної громади за допомогою алгоритмів сірих вовків та кажанів. Алгоритм кажанів визначає учасників майбутньої громади, а алгоритм сірих вовків визначає адміністративний центр. Оптимізовано параметри територіальних одиниць за допомогою методу ба-

гатокритеріальної оптимізації. Визначено критерії оцінювання на предмет адміністративного центру. Створений набір критеріїв у кожного учасника територіальної громади є необхідною інформацією для подальшого приєднання.

2. Визначена інформація та набір критеріїв оцінювання для регулювання процесу приєднання до територіальної громади взаємопов'язані із алгоритмом кажанів. Таким чином утворені насисти регулюють сам процес приєднання, зокрема доцільність включення населеного пункту до тої чи іншої громади.

3. Встановлення положення адміністративного центру у територіальній громаді виконується за допомогою алгоритму сірих вовків. Після виконання циклів перевірки на предмет адміністративного центру всіх учасників процесу формування громади визначається адміністративний центр, як остаточне рішення.

4. Пропонований метод протестований на прикладі формування територіальних громад у Заставнівському районі Чернівецької області (Україна). Результатом тестування є визначені 5 потенційних адміністративних центрів серед 24 кандидатів, 7 з яких є суміжними радами. Пропоновані центри територіальних громад відповідають вимогам поставленої задачі і мають повний набір критеріїв оцінювання.

Література

1. Про добровільне об'єднання територіальних громад [Електронний ресурс]: Закон України від 05.02.2015 № 157-VIII. – Режим доступу: \www/URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/157-19>

2. Mirjalili, S. Grey Wolf Optimizer [Text] / S. Mirjalili, S. M. Mirjalili, A. Lewis // *Advances in Engineering Software*. – 2014. – Vol. 69. – P. 46–61. doi:[10.1016/j.advengsoft.2013.12.007](https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2013.12.007)

3. Madadi, A. Optimal Control of DC Motor Using Grey Wolf Optimizer Algorithm [Text] / A. Madadi, M. Motlagh // *Technical Journal of Engineering and Applied Science*. – 2014. – Vol. 4, № 4. – P. 373–379.

4. Yilmaz, S. A new modification approach on bat algorithm for solving optimization problems [Text] / S. Yilmaz, E. U. Kucuksille // *Applied Soft Computing*. – 2015. – Vol. 28. – P. 259–275. doi:[10.1016/j.asoc.2014.11.029](https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.11.029)

5. Gandomi, A. H. Bat algorithm for constrained optimization tasks [Text] / A. H. Gandomi, X.-S. Yang, A. H. Alavi, S. Talatahari // *Neural Computing and Applications*. – 2012. – Vol. 22, № 6. – P. 1239–1255. doi:[10.1007/s00521-012-1028-9](https://doi.org/10.1007/s00521-012-1028-9)

6. Alcalá-Fdez, J. KEEL Data-Mining Software Tool: Data Set Repository, Integration of Algorithms and Experimental Analysis Framework [Text] / J. Alcalá-Fdez, A. Fernández, J. Luengo, J. Derrac, S. García, L. Sánchez, F. Herrera // *Valued Logic & Soft Computing*. – 2011. – Vol. 17. – P. 255–287.

7. Nakamura, R. Y. M. BBA: A Binary Bat Algorithm for Feature Selection [Text] / R. Y. M. Nakamura, L. A. M. Pereira, K. A. Costa, D. Rodrigues, J. P. Papa, X.-S. Yang // *2012 25th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images*. – 2012. – P. 291–297. doi:[10.1109/sibgrapi.2012.47](https://doi.org/10.1109/sibgrapi.2012.47)

8. Fister, I. A Hybrid Bat Algorithm [Text] / I. Fister, D. Fister, X.-S. Yang // *Electrotechnical Review*. – 2013. – Vol. 80, № 1–2. – P. 1–7.

9. Wang, G. A Novel Hybrid Bat Algorithm with Harmony Search for Global Numerical Optimization [Text] / G. Wang, L. Guo // *Journal of Applied Mathematics*

ics. – 2013. – Vol. 2013. – P. 1–21. doi:[10.1155/2013/696491](https://doi.org/10.1155/2013/696491)

10. Yang, X. S. Bat algorithm: literature review and applications [Text] / X. S. Yang, X. He // International Journal of Bio-Inspired Computation. – 2013. – Vol. 5, № 3. – P. 141–149. doi:[10.1504/ijbic.2013.055093](https://doi.org/10.1504/ijbic.2013.055093)

ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ