УДК 332.3

Німкович Р. С., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ЦЕНТРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В статті виконано огляд застосування ГІС-технологій при вирішенні задачі оптимізації розміщення виробничих центрів сільськогосподарських підприємств. Також розглянуто деякі вимоги, яким мають відповідати сучасні проекти землеустрою.
Ключові слова: виробничі центри, проект організації території, критерії оптимальності, задача оптимізації, ГІС-аналіз.

В статье сделан обзор применения ГИС-технологий при решении задачи оптимизации размещения производственных центров сельскохозяйственных предприятий. Также рассмотрены некоторые требования, которым должны отвечать современные проекты землеустройства.
Ключевые слова: производственные центры, проект организации территории, критерии оптимальности, задача оптимизации, ГИС-анализ.

In the article the review of application of GIS-technologies is executed at the decision of task of optimization of placing of production centers of agricultural enterprises. Some requirements which the modern projects of organization of the use of land must answer to are also considered.
Keywords: industrial centers, project of the territory organization, criteria of optimality, optimization problem, the GIS-analysis.

Постановка проблеми. Розміщення виробничих центрів сільськогосподарських підприємств є важливою складовою проекту організації території. На етапі проектування таку задачу можна вирішувати як самостійну підзадачу, яка передує організації території угідь. Землевпорядне проектування вимагає від проектанта знання системного та комплексного підходів при вирішенні вузлових питань розміщення просторових елементів території на рівні проекту або схеми землеустрою. Системність полягає в тому, що змінивши один з контурів, ми неминуче змінюємо топологічно пов'язаний з ним. Одним з способів досягнення оптимального результату окремих частин землевпорядного проекту при традиційних паперових технологіях є послідовні наближення, оскільки при оптимальності окремих частин проекту, вони можуть виявитись неузгодженими між собою. Сучасні потужні геоінформаційні технології здатні вирішувати подібні задачі значно ефективніше.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються цієї проблеми. Застосуванням геоінформаційних технологій в землевпорядному проектуванні активно займаються науковці Національного університету водного господарства та природокористування, зокрема О.А. Лагоднюк, О.Ю. Мельничук, В.С. Мошинський, П.Г. Черняга. В їхніх дослідженнях виконане геопросторове моделювання поширення факторів, які впливають на урожайність культур, а також, негативних факторів, що впливають на екологічний стан земель при прецизійному землеробстві. Крім того, в [1] розглянутий спосіб оцінки просторових критеріїв для вибору кращого варіанта проекту організації території. Проте питання розміщення виробничих центрів залишилось нерозглянутим, крім критерію щодо відстані від полів сівозмін до господарського центру.

Постановка завдання. Метою статті є вирішення питань, пов'язаних з оптимізацією розміщення виробничих центрів як окремої підзадачі проекту організації території сільськогосподарських підприємств з допомогою ГІС-технологій.

Виклад основного матеріалу. До виробничих центрів сільськогосподарських підприємств можуть належати [2]:

- тваринницькі, звірівницькі, птахівничі та інші комплекси і ферми;
- літні табори, польові стани, кінні двори;
- ветеринарно-лікувальні заклади;
- машинно-тракторні двори та гаражі;
- складські приміщення – зерно-, овоче-, фруктосховища, склади пально-мастильних матеріалів, мінеральних та органічних добрив, засобів захисту рослин та ін.;
- заводи первинної обробки та переробки сільськогосподарської продукції – консервні заводи, молокозаводи, винзаводи, мукомельні, крупорушки і т.д.

Оскільки виробничі центри є довгостроковими елементами місцевості, тому їх розміщенню потрібно приділяти особливу увагу і узгоджувати їх, в першу чергу, відносно більш стійких елементів, таких як населені пункти, міжгосподарські шляхи, агровиробничі групи ґрунтів, рельєф та деякі інші.

Розташування центрів повинне відповідати таким вимогам: організаційно-господарські, санітарно-гігієнічні, будівельно-технічні, зооветеринарні, протипожежні, соціальні.

Критерії за якими будемо оцінювати оптимальність розміщення існуючих та проектних центрів є такими:

а) організаційно-господарські та соціальні:

- мінімальна віддаль при переїздах до полів сівозмін, пасовищезмін, сінокосозмін;
- близькість до населеного пункту для швидкого доступу трудових ресурсів, але не ближче від встановлених, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших нормативів;

- розвинений транспортний зв'язок з існуючою мережею доріг;
- має бути зарезервована площа під перспективне розширення центрів;
- не розміщувати на особливо цінних сільськогосподарських угіддях;

б) санітарно-гігієнічні:

- розміщення з підвітряної сторони відносно житлових кварталів населених пунктів;
- розміри санітарно-захисних зон та мінімальних відстаней між виробничими центрами та житловою забудовою вказані в табл. 1-4 [3, 4];
- правильне розміщення відносно водних джерел;

в) будівельно-технічні:

- рівнинний рельєф з крутістю схилів 0,5-8°, схили південної експозиції з легким механічним складом ґрунтів;
- рівень ґрунтових вод – нижче ніж 2 м від поверхні землі;
- ділянка не повинна підтоплюватись талими та дощовими водами.

Таблиця 1

Санітарно-захисні розриви від житлової забудови до основних видів виробничих центрів

Підприємства	Санітарно-захисна зона, м
ВРХ до 1тис голів	300
Свинарські до 12 тис голів	500
Птахівничі до 100 тис курей	300
Склади для зберігання добрив до 20 т	200
Сховища для овочів, фруктів, картоплі	50
Для ремонту та обслуговування с/г машин та авто	100
Ветлікарні	200
Скотомогильники з похованням в ямах	500

Примітка: при розташуванні вказаних підприємств з навітряної сторони відносно житлової забудови вищевказані розміри збільшуються втричі.

Таблиця 2

Мінімальні санітарні відстані між тваринницькими підприємствами та об’єктами з переробки та зберігання сільськогосподарської продукції

Назва об’єкта	Мінімальні відстані, м
З виготовлення кормів	100
З переробки с/г продукції: - овочів, фруктів та зернових - молока продуктивністю до 12 т/добу - худоби та птиці продуктивністю до 10 т/зміну	 100 50 300
Склади зерна, фруктів, картоплі та овочів	50

Примітка: мінімальні відстані для підприємств з переробки с/г продукції встановлюються від санітарно-захисних зон ферм та інших об’єктів.

Таблиця 3

Мінімальні відстані від системи вилучення, зберігання, переробки та утилізації гною до тваринницьких, птахівничих приміщень та житлової забудови

Споруди	Мінімальна відстань, м		
	від приміщень		від житла
	тваринницьких	птахівничих	
1. Обробки рідкого гною на свинофермах до 12 тис голів	60		500
2. Обробки рідкого гною ВРХ до 1200 голів	60		300
3. Термічної обробки посліду птахів до 100 тис кур-несучок		200	300
4. Відкриті сховища посліду		300	500
5. Відкриті сховища рідкого гною	60		500-2000
6. Біологічно оброблена рідка фракція гною	60		500
7. Майданчики для карантину гною та компосту	15		300

Таблиця 4

Протипожежні відстані між будівлями та спорудами сільськогосподарських підприємств залежно від їх вогнестійкості [3]

Ступінь вогнестійкості будівель та споруд	Відстань, м, при ступені вогнестійкості будівель та споруд		
	I, II	III	IIIа, IIIб, IV, IVб, V
I, II	Не нормується для будівель та споруд з виробництвом кат. Г та Д	9	12
	9 м – для будівель та споруд з виробництвом кат. А, Б, В		
III	9	12	15
IIIа, IIIб, IV, IVб, V	12	15	18

Однією з головних переваг застосування ГІС при рішенні даної задачі є оперативність та одноетапність прийняття рішення щодо оптимізації розміщення виробничих центрів, на відміну від ручного методу, де остаточне рішення відшукується методом послідовних наближень.

Іншим важливим моментом є те, що на спорудження виробничих центрів потрібні значні капіталовкладення. Тому необхідним є оптимальний вибір їх місця розташування, оскільки будь-яка помилка буде дорого коштувати.

За сучасних економічних умов доцільним було б розміщувати один виробничий центр на декілька дрібних господарств. Це вигідно тим, що при мінімальній площі центр обслуговує максимальну територію, яку здатна обробити відповідна техніка.

Площа виробничого центру визначається на основі нормативних документів і залежить тільки від потужностей виробництва, тому при фіксованій проектній потужності буде константою.

Послідовність вирішення поставленої задачі оптимізації має бути такою:

1) наявність якісних планово-картографічних матеріалів на електронних носіях (у растровому або векторному форматі);

2) ретельне вивчення та аналіз всіх раніше виконаних передпроектних розробок та вишукувань;

3) створення буферних зон навколо відповідних об’єктів відповідно до нормативних документів;

4) створення карт функцій належності до оптимальності за критеріями, що залишились;

5) знаходження оптимального розташування центрів шляхом оверлейного аналізу.

Детальніше розглянемо вищенаведену послідовність. Якість планово-картографічних матеріалів визначається точністю: планової основи (0,1 мм масштабу плану); планового положення чітких контурів (0,5 мм та 0,7 мм в гірських умовах); висотного положення (1/3 висоти перерізу) [5]. Планові матеріали в електронному (цифровому) вигляді можна отримати двома основними шляхами: 1) виконання топографічного та/або кадастрового знімання; 2) сканування та цифрування паперових носіїв. Перший шлях більш затратний, проте точність може бути вищою за наведені допуски. При другому способі отримання планових матеріалів буде додаватись похибка за деформацію носія (паперу) та за цифрування, тому сумарна похибка зображення контурів може в деяких випадках виходити за межі названих допусків.

З економічної точки зору, при невеликих площах перевагу слід надавати наземному зніманню місцевості; для великих територій оптимальним буде застосування даних космічних знімань.

Наступним етапом є максимальне врахування всіх передпроектних розробок та вишукувань, оскільки вони дають реальне уявлення про існуючий соціальний, економічний та природний стан не тільки в межах господарства, а і на прилеглих територіях.

Необхідно проаналізувати та систематизувати такі вихідні дані: організаційно-господарська структура господарства, проектна спеціалізація, міжгосподарські зв’язки, просторові особливості території, землі та ґрунти, віднесені до особливо цінних; визначити оптимальні розміри відділень та бригад крупних господарств або дрібних господарств для відповідної зони; врахувати рішення в схемах землеустрою та районного планування населених пунктів (за їх наявності).

Іноді аналіз передпроектних розробок показує, що деякі проектні рішення є застарілими і не відповідають сучасним вимогам. Такі рішення потребують ретельного аналізу та подальшого коригування. Невідповідність деяких проектних рішень покажемо на прикладі фрагменту проекту внутрігосподарського землеустрою дослідного господарства (ДГ) «Тучинське», який був виконаний ще у 1982 році (рис. 1).

На рис. 1 видно, що при накладанні контурів оцифрованого проекту на космічний знімок 2002 року контури ставка в районі дамби не відповідають дійсності. Отже, при проектуванні використані неякісні планові матеріали.

Аналіз побудови санітарно-захисної зони навколо ферми ВРХ показує, що в зону попадають житлові будинки на північ від ферми (рис. 1). В дану зону попадає також дамба ставка та струмок, який від неї витікає, що теж не відповідає сучасним вимогам щодо проектування виробничих центрів.

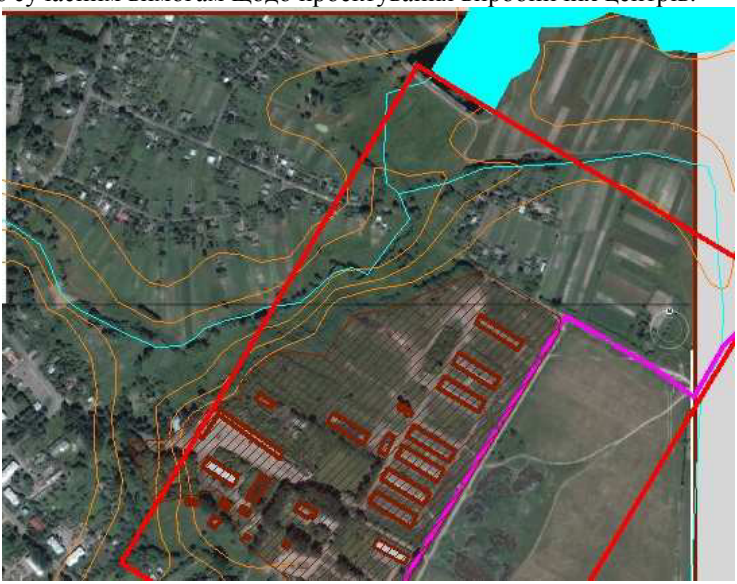

Рис. 1. ДГ «Тучинське». Невідповідність проектних рішень сучасним вимогам

Наступні три пункти задачі оптимізації реалізовуються за допомогою ГІС-аналізу. Системна оцінка території при формалізації даної задачі повинна містити такі складові:

1) мета – узагальнений показник оптимальності;

2) критерії – часткові показники оптимальності за певними факторами, які можуть плавно змінюватись в неперервній шкалі;

3) картографічні обмеження – показники придатності у вигляді буферних зон, де змінна може мати два значення: придатний, непридатний (булеві змінні).

Для кількісної оцінки показників в неперервній шкалі використовуються нечіткі множини. Шкала може бути від 0 (повна неналежність) до 1 (повна належність) або від 0 до 255 в машинній інтерпретації [6].

Суть картографування оптимальності за певним критерієм полягає в тому, що кожній комірці растру присвоюється певне значення на шкалі належності, обчислене за функцією належності до нечіткої множини [7]. Функція належності характеризується формою та видом. За формою вона може бути: монотонно спадаюча, монотонно зростаюча, симетрична. За видом – сигмоїдальна, увігнута, лінійна. Крім того, потрібно задати базові точки – початкова та кінцева точки на осі абсцис, які визначають межі оцінюваного критерію в яких функція буде змінюватись від 0 до 1 (від 0 до 255). Загалом базових точок може бути чотири: *a, b, c, d* (рис. 2); або три, коли *b*=*c*.

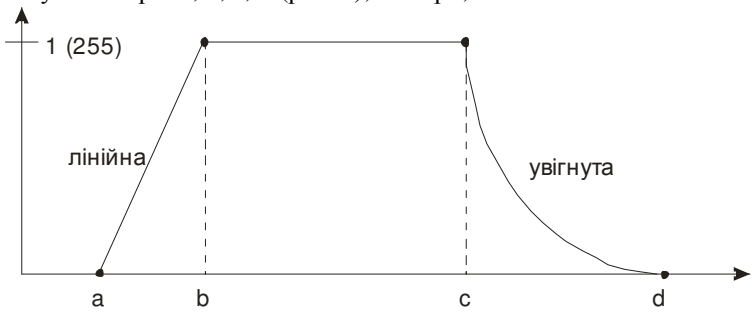

Рис. 2. Форма та базові точки функції належності. Загальний випадок

Після задання кожного критерію у вигляді функції належності, будується зображення оптимальності, де значення функції належності для кожного пікселя відображені в кольоровій палітрі (кожен відтінок відповідає певному значенню на шкалі).

Останнім етапом є синтез всіх критеріїв в узагальнений показник оптимальності. Тут постає проблема відносної важливості критеріїв, яку можна вирішити трьома шляхами:

1) залишити ваги рівними;
2) використати вже існуючі (знайдені раніше);
3) використати МАІ (метод аналізу ієрархій) шляхом експертного оцінювання в матриці парних порівнянь. Результат – власний вектор ваг критеріїв та індекс узгодженості (виражає якість порівнянь).

Після обчислення відносних ваг створюється кінцеве зображення в неперервній шкалі, де одиниці в комірках растру означатимуть найкращу придатність території для розміщення центрів.

Крім того, можна задати мінімальну площу, яка необхідна для розміщення тих чи інших територіальних об’єктів (наприклад господарського двору, польового стану і т.д.). Результатом (на відміну від узагальненої карти оптимальності) буде булеве зображення, де 0 – непридатні площі, 1 – придатні (більші за мінімальну площу і задовольняють всі критерії).

Коротко зупинимось на способі синтезу критеріїв наведених у [8]. Якщо використовувати булеві оператори для створення зображень картографічних обмежень, то можна отримати два способи рішень: оптимістичний (оператор OR) та песимістичний (оператор AND). Для позитивного оптимістичного рішення потрібне виконання хоча б одного критерію, для песимістичного – всіх. Якщо використовувати відносні ваги, то отримаємо середньозважений результат (лінійна комбінація критеріїв), який знаходиться між двома логічними операторами. У випадку побудови буферних зон за нормативними документами необхідно обирати песимістичний оператор AND, оскільки необхідне виконання всіх картографічних обмежень.

Висновки. Попередній аналіз засвідчив, що вихідні матеріали та передпроектні розробки не завжди відповідають сучасним вимогам до проектування виробничих центрів, що значно ускладнює завдання і потребує виокремлення в окрему підзадачу для коригування.

Виходячи з вищенаведеного, слід відмітити, що ГІС-аналіз є потужним засобом, за допомогою якого можна розв'язувати не тільки одномірні задачі оптимізації, але і задачі поліфункціонального планування територій на основі системного підходу з врахуванням топологічних зв'язків на площині.

Використання ГІС-аналізу дасть можливість швидко, точно та більш якісно виконати елементи проекту організації території, відшукати площі найбільш придатні для певних цілей, а також виявити внутрішні територіальні резерви для розміщення інших необхідних елементів.

Подальших досліджень потребує вирішення інших підзадач в складі проекту організації території та згортання їх критеріїв для отримання оптимального результату на рівні всього проекту.

1. Німкович Р.С. Системне моделювання просторових елементів при організації території землекористувань / Р. Німкович, П. Черняга // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, 2011. – Вип. I (21). – С. 224-228. **2.** Корнілов Л. В. Землевпорядне проектування. Методика виконання розрахунково-графічних робіт та курсових проектів / Л. В. Корнілов. – К.: Кондор, 2005. – 150 с. **3.** ДБН 360-92** Планування і забудова міських і сільських поселень / Держбуд України. – К., 2002. **4.** ДБН Б.2.4-3-95 Генеральні плани сільськогосподарських підприємств / Держкоммістобудування України. – К., 1995. **5.** Інструкція з топографічного знімання в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98). – К., 1998. **6.** IDRISI Kilimanjaro. Tutorial. April 2003, J. Ronald Eastman. **7.** Zadeh L .A. Fuzzysets. Information and Control / L. A. Zadeh.– 1965. – Pp. 338-353. **8.** IDRISI Kilimanjaro. Guideto GIS and Image Processing, April 2003, J. Ronald Eastman.

Рецензент: д.т.н., професор Черняга П. Г. (НУВГП)