

- соціально-економічної географії : наук. зб. – Х., 2011. – Вип. 11 (2). – С.39-47.
4. Мезенцев К. В. Трансформація публічних просторів у великих містах України на прикладі торговельно-розважальних комплексів / К. В. Мезенцев, Н. І. Мезенцева, Т. А. Бура // Економічна та соціальна географія. – 2011. – Вип. 63. – С. 174-186.
  5. Пилипенко І.О. Методи та методики суспільно-географічних досліджень: Навчальний посібник. / І. О. Пилипенко, Д. С. Мальчикова. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2009. – 156 с.
  6. Савицька О. В. Якості ландшафту як об'єкту естетичного сприйняття / О. В. Савицька // Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення : зб. наук. пр. – Херсон : ПП Вишемирський, 2005. – С. 32-37.
  7. Урбаністична Україна: в епіцентрі просторових змін: монографія / за ред. К. Мезенцева, Я. Олійника, Н. Мезенцевої. – Київ: Видавництво «Фенікс», 2017. – 438 с.
  8. Kiemstedt H. Zur Bewertung der Landschaft für die Erholung // Beiträge zur Landdespflege. – Stuttgart, 1967. – Heft 1. – 169 S.
  9. Linton D.L. The Assesment of Scenery as a Natural Resource // The Scottish Geographical Magazine. – 1968. – Volume 84. – P. 217-238.
  10. Markl H. Natur Kulturaufgabe – über die Beziehung des Menschen zur lebendigen Natur. – Stuttgart, 1986. – 234 S.
  11. Paffen K. Ökologische Landschaftsgliederung // Erdkunde. – Bonn, 1948. – Bd. II. – S. 167-173.
  12. Schwind M. Sinn und Ausdruck der Landschaft // Studium Generale. – 1950. – 3 (4/5). – S. 196-201.
  13. Tepe C. Ästhetik als Freiheitsdenken // Die Philosophie-Zeitschrift an der Universität Osnabrück. – 1999. – 3(3). – S.56-65.
  14. Weyreuther F. Bauen im Außenbereich. – Köln; Berlin; Bonn; München, 1979. – 250 S.

*ЯЦУХ К. І.*

## **ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ З ДОПОМОГОЮ ДАНИХ КОСМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

Урбанізовані структури поглинають озеленення міста, погіршуючи екологічні характеристики. У відповідь на висотну ущільнену забудову необхідний пошук інших форм повернення природних комплексів в структуру міста. Проблема зменшення кількості зелених насаджень – це одна з гострих екологічних проблем сьогодення. Знищення зелені в містах може спричинити руйнівні наслідки для природи в майбутньому. Із зростанням міста, розвитком його промисловості стає все більш складною проблема охорони навколишнього середовища. Інтенсивний

розвиток промислового та сільського господарства супроводжується значним погіршенням природного середовища. В основному, збільшення територій міста відбувається за рахунок пашні та вирубки лісів. Прагнення до збільшення прибутку – основна причина того, що сьогодні вирубується зелених насаджень більше, ніж поновлюється.

Зелені насадження за своєю участю у формуванні міського середовища є поліфункціональними, виконуючи, крім архітектурно-планувальної і естетичної функцій, ще й санітарно-гігієнічну, інженерно-захисну та рекреаційну. Естетичні якості зелених насаджень служать джерелом духовного збагачення людини, знижують психологічну напруженість, покращують візуальні властивості міста. Відсутність зелених насаджень у місті може призвести до погіршення загального стану здоров'я людини.

Для більшості міст система озеленення склалася історично і повинна підтримуватися і оберігатися. Рівень озеленення промислової території забудови повинен бути не менше 40 %, а в межах території житлового району – не менше 25 % (включаючи сумарну площу озелененої території мікрорайону). Озеленені території не повинні накопичуватися в одних і тих же місцях, а має пронизувати місто наскрізь, створюючи рівномірну і безперервну зелену мережу. Основними елементами системи озеленення міста є парки, сади, озеленені території житлових і промислових районів, набережні, бульвари, сквери, захисні зони тощо. Зелені насадження в місті покращують мікроклімат міської території, створюють гарні умови для відпочинку на відкритому повітрі, оберігають від надмірного перегрівання ґрунт, стіни будинків і тротуари. Захисні властивості рослин багато в чому залежать від тих екологічних умов, в яких вони знаходяться. У міських умовах оптимальними для росту і розвитку багатьох рослин є парки площею 50-100 га і сади, дещо гіршими – бульвари і сквери, а несприятливими – асфальтовані вулиці.

Оцінювання стану міських зелених насаджень комунальні служби здійснюють шляхом їх загальних оглядів, як правило, двічі на рік – навесні та восени [3]. Це потребує значних часових та матеріальних витрат. Використання дистанційних (супутникових або авіаційних) даних може суттєво підвищити оперативність та інформативність оцінювання стану рослинності урбанізованих територій [4]. За результатами спеціального оброблення багатоспектральних аерокосмічних зображень можна визначати загальну площу проективного покриття рослинністю, визначати її кількість та якісний стан [5].

Для кількісного оцінювання рослинного покриву залучено один з найбільш поширених вегетаційних спектральних індексів –

нормалізований відносний індекс рослинності (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), який дає можливість оцінити наявність фотосинтетично активної біомаси на знімках. Його значення зростають із розвитком зеленої біомаси й зменшуються з її всиханням.

Значення NDVI розраховується за формулою:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}),$$

де NIR – відбиття в ближній інфрачервоній зоні спектра; RED – відбиття в червоній зоні спектра[6].

NDVI рекомендують застосовувати для глобального моніторингу рослинності, оскільки масштаб допомагає компенсувати зміну умов освітлення, ухил поверхні, експозицію та інші зовнішні чинники.

Однак NDVI широко використовується і для визначення стану озеленення міських територій, а також для оцінки тимчасових змін рослинності в межах муніципальних утворень.

У разі задовільних результатів дешифрування даних дистанційного зондування можливе встановлення ряду утилізованих характеристик зелених насаджень (загальна площа, площа зелених насаджень на окремих територіях, забезпеченість зеленими насадженнями, ступінь озеленення).

Для розрахунку здебільшого вегетаційних індексів використовуються два найбільш стабільних ділянки спектральної відбивної здатності рослин[1]. На червону зону спектра (0,62-0,75 мкм) припадає максимум поглинання сонячного випромінювання хлорофілом, а на ближню інфрачервону зону (0,75-1,3 мкм) максимальне відображення сонячної енергії клітинною структурою (рис.1). У зв'язку з цим висока фотосинтетична активність (пов'язана з великою фітомасою рослинності) веде в ближній інфрачервоній області. Ставлення цих показників один до одного дозволяє чітко відокремлювати рослинність від інших природних об'єктів.

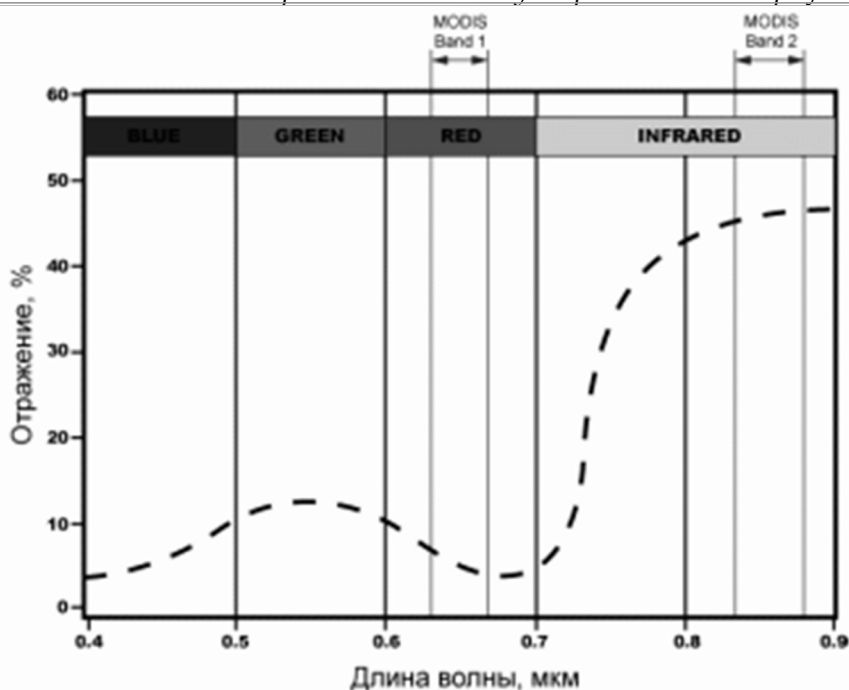


Рисунок 1. Ділянки характеристичної кривої відбиття рослинності (усередненої), які використовуються для розрахунку NDVI

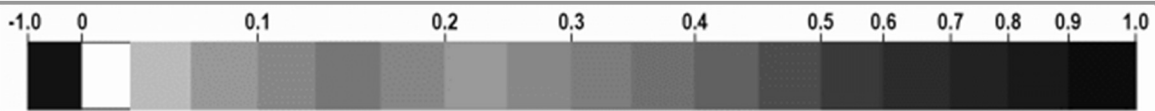
Таблиця 1.

Значення NDVI для фотосинтетичних неактивних об'єктів

Тип об'єкта	Відображення в червоній області спектра	Відображення в інфрачервоній області спектра	Значення NDVI
Густа рослинність	0.1	0.5	0.7
Розряджена рослинність	0.1	0.3	0.5
Відкритий ґрунт	0.25	0.3	0.025
Хмари	0.25	0.25	0
Сніг і лід	0.375	0.35	-0.05
Вода	0.02	0.01	-0.25
Штучні матеріали (бетон, асфальт)	0.3	0.1	-0.5

Відомо що для зеленої рослинності, відображення в червоній області спектра завжди менша ніж в ближній інфрачервоній за рахунок поглинання світла хлорофілом. Тому значення для NDVI для рослинності не можуть бути менше нуля.

Розрахунок індексу для кожного пікселя космічного знімка по червоній і ближній інфрачервоній спектральним зонам дозволяє отримати похідною зображення – карту NDVI( рис. 2).



**Рисунок. 2. Карта NDVI**

Таким чином, у роботі запропонована і обґрунтована методика дистанційного оцінювання кількісно-якісних характеристик зелених насаджень в умовах міських агломерацій і урбанізованих територій на основі комплексного застосування лідарних даних і матеріалів багатоспектрального космічного знімання високої просторової розрізненості. За допомогою розробленої методики можуть оперативну, в автоматизованому режимі оцінюватися основні характеристики зелених насаджень (площа та стан ділянки, висота і тип дерева та ін.), необхідні при прийнятті рішень відповідними владними структурами і особами. Подальший розвиток методики має бути спрямований на розроблення процедури виявлення змін на території дослідження, для чого потрібні різночасові вхідні дані. Крім того, потрібне поглиблене перевіряння точності оцінок, що формуються на основі запропонованої методики.

#### **Список використаних джерел**

1. Антонов В. Н. Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ/ В. Н. Антонов, Л. А. Сладких. – М.: «Проспект», Геоматика № 4. – 2009. –115с., С.50-53.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування // За ред. В.І. Лялька і М.О. Попова. – К.: Наук. думка, 2006. – 360 с.
3. Николаевский В.С. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе. Методы исследований / В.С. Николаевский, Х.Г. Якубов. – М.: МГУЛ, 2008. – 67 с
4. Попов, М.О. Технічні аспекти визначення стану рослинності урбанізованих територій з використанням дистанційних методів / М.О. Попов, С.А. Станкевич, А.О. Козлова // Матер. доп. Першої Всеукр. конф. з запрошенням закордонних учасників "Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки України". – К.: Наук. думка, 2008. – С. 70-75.
5. Попов М. О. До оперативного оцінювання забезпеченості міських територій зеленими насадженнями із застосуванням багатоспектральних аерокосмічних знімків / М. О. Попов, С. А. Станкевич, А. О. Козлова, І. О. Маркова // Наук. вісн. Нац. аграр. ун-ту. – Вип. 128. – К.: НАУУ, 2008. – С. 299-301.
6. Кохан С. С. Дослідження динаміки вегетаційних індексів для оцінювання стану сільськогосподарських культур на основі даних IRS-1D LISS-III / С.С. Кохан // Вісн. геодез. та картогр. – 2011. – № 4. – С. 20-24.