

ВИБІРКОВИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ МІСЬКИХ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ

В.В. МИРОНЮК, кандидат сільськогосподарських наук

Розглянуто основні напрями використання дистанційних методів та ГІС в системі обліку зелених насаджень на території населених пунктів. Вивчено можливості застосування знімків різного просторового розрізнення для оцінки структури зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища. Опрацьовано методичні принципи вибірково-статистичного обліку міських зелених насаджень.

Ключові слова: урбанізоване середовище, облік зелених насаджень, вибірка, дані ДЗЗ.

Посилення антропогенного та техногенного навантаження на довкілля позначається на стані всіх природних об'єктів та призводить до формування нового екологічного середовища з високою концентрацією несприятливих факторів. Найхарактерніші негативні зміни відбуваються на урбанізованих територіях, площа яких постійно зростає. У зв'язку з цим, роль зелених насаджень на території населених пунктів посилюється, а необхідність опрацювання точних методів їхнього обліку набуває вагомішого значення та актуальності.

Вважається, що вибіркові методи є одним із небагатьох прийнятних засобів отримання надійної інформації про лісові ресурси. Результати досліджень, виконані в цьому напрямі останнім часом, зумовили суттєвий прогрес як в теоретичному відношенні, так і в розробленні окремих прикладних аспектів, у тому числі для обліку міських зелених насаджень. Разом із тим, питання комплексного застосування вибірових методів поки що залишається в стадії вирішення, а обмежене їх використання ще не приносить бажаних результатів.

Поряд із методами вибірових досліджень у сучасних умовах все більше уваги приділяється дистанційним методам. Цікавою при цьому є можливість «Наукові доповіді НУБіП» 2011-6 (28) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11mvv.pdf

їхнього поєднання для вивчення структури міських зелених насаджень. Супутникова зйомка є складовою частиною новітніх технологій і знаходить своє використання у вирішенні різних задач екологічного моніторингу природних систем. Дистанційні методи вивчення параметрів земної поверхні часто перевершують класичні за показниками точності та економічної ефективності. Із появою доступних супутникових знімків високого просторового розрізнення з'являються нові перспективи вдосконалення лісооблікових методів. Враховуючи неупинний розвиток апаратних і програмних засобів збору і обробки даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), необхідність детальнішого вивчення цього питання є цілком актуальною.

Мета роботи – провести детальний аналіз методики вибірково-статистичної оцінки площі міських зелених насаджень із використанням даних ДЗЗ різного просторового розрізнення та ГІС.

Матеріал і методика досліджень. Набір вихідних даних для вирішення поставлених задач досліджень включав в себе супутникові знімки Landsat-5 TM і GeoEYE-1 території м. Києва (дата зйомки відповідно 21 і 25 квітня 2009 року). Після поєднання каналів видимого і ближнього інфрачервоного діапазону та виконання процедури pan-sharpening отримано мультиспектральний знімок GeoEYE-1 із просторовим розрізненням 0,5 м. Дослідним полігоном вибрано частину території міста площею 2259 га, яку повністю покриває цей знімок.

Обробку даних ДЗЗ виконували з використанням програмного забезпечення ERDAS IMAGINE 10.0. Для дешифрування цих даних на основі знімка вищого просторового розрізнення було створено набір навчальних вибірок, який включав різні категорії урбанізованої території. Результат проведеної контрольованої класифікації знімка Landsat методом максимальної правдоподібності виявився найприйнятнішим і був включений в аналіз. Враховуючи, що основним завданням цього етапу була стратифікація території, в подальшому об'єднано споріднені класи та утворено такі категорії: масивні «Наукові доповіді НУБіП» 2011-6 (28) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11mrv.pdf

зелені насадження, житлова забудова, промислова зона та транспортні шляхи. Точність проведеної класифікації, оцінювалася статистичним шляхом за загальноприйнятими методиками [6]. Крім показників, які характеризують точність дешифрування об'єктів (producer's accuracy) і однорідність утворених класів (user's accuracy), обчислено статистичний критерій Каппа (табл. 1).

1. Результати цифрової обробки знімка Landsat

Категорія	Площа		Точність визначення, %		Критерій Каппа
	га	%	producer's accuracy	user's accuracy	
Промислова зона та транспортні шляхи	536,4	23,7	70,8	70,8	0,62
Масивні зелені насадження	498,4	22,1	95,2	90,9	0,88
Житлова забудова	1224,5	54,2	83,6	85,2	0,67

Наведені дані доводять, що супутникові знімки серії Landsat можуть використовуватися для вирішення обмеженого кола питань, пов'язаних із вивченням урбанізованих територій. Утім, виділені в результаті обробки цього знімка страти в подальшому слугували основою для визначення площі зелених насаджень вибірковими методами.

Враховуючи особливості зелених насаджень як об'єктів, що поєднують в собі природні та антропогенні компоненти, особливе значення мають питання репрезентативності вихідних даних, отриманих вибірково-статистичним шляхом. Досить важливо забезпечити статистично достовірну вибірку, що належним чином відображає структуру та розміщення зелених насаджень на території населеного пункту. Існує хибна думка, що досягти цього можна шляхом формування більшої за обсягом вибірки. Насправді це досягається застосуванням статистично надійної схеми збору вихідної інформації. Вибірково-статистична основа обліку зелених насаджень на території населених пунктів має забезпечувати відбір об'єктів за будь-якого просторового розміщення і враховувати значну неоднорідність міської забудови. Саме тому ці питання варто розглянути детальніше.

В основу всіх статистичних методів таксації покладені принципи

простого випадкового відбору [2, 3], які передбачають неупереджене розміщення первинних одиниць вибірки (ПОВ) у сукупності. Хоча теоретично обґрунтованим є випадкове розміщення ПОВ, на практиці переваги надають систематичному. Це призводить до утворення упорядкованої сукупності точок, які рівномірно розподілені на місцевості. Найбільший практичний інтерес являє розміщення точок у вершинах рівносторонніх трикутників.

На відміну від типового розміщення ПОВ за квадратною сіткою, наведені на рис. 1 системи точок мають рівномірніший просторовий розподіл, оскільки у них усі відстані між сусідніми точками однакові. За відомими у літературі даними такі системи мають важливі геометричні властивості, які сприяють широкому використанню їх під час екологічного моніторингу та моделювання різноманітних природних об'єктів [1, 5, 7]. Зокрема, звертається увага на можливість зміни інтенсивності вибірки залежно від задач досліджень. Це дозволяє врахувати мінливість досліджуваних показників, краще представити у вибірці найважливіші частини сукупності.

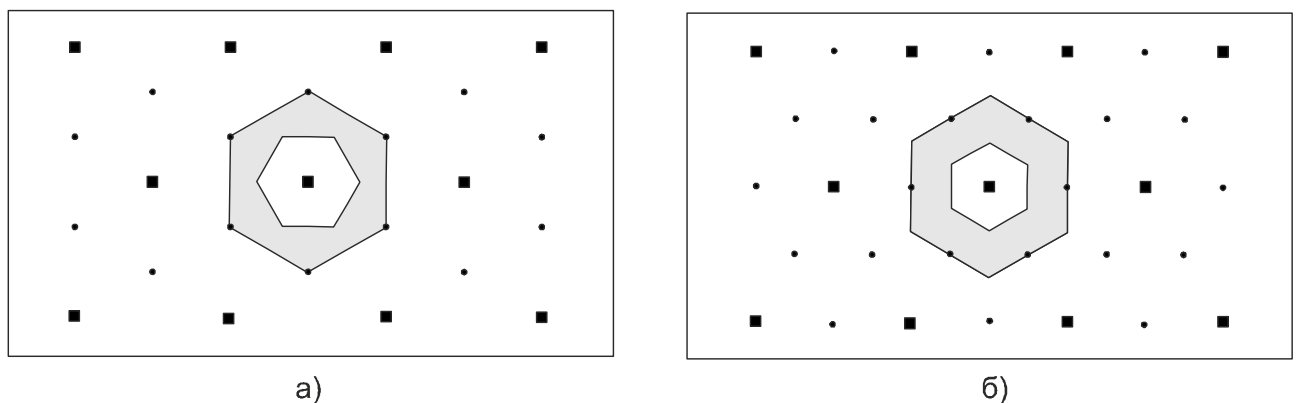


Рис. 1. Схема рівномірного розміщення ПОВ на місцевості

На рис. 1а та 1б зображено перерозподіл площі, яка відповідає одній ПОВ, при збільшенні інтенсивності вибірки відповідно в три і чотири рази. Зазначимо, що ця задача вирішується методом розбиття площини на області, відомим у теорії обчислювальної геометрії під назвою діаграм Вороного [4], яка із використанням сучасних геоінформаційних технологій є елементарною.

Територіальну основу вибірки було розроблено із використанням зазначених принципів побудови регулярних точкових систем. На першому «Наукові доповіді НУБіП» 2011-6 (28) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11mvv.pdf

етапі уся дослідну територію вкрито системою точок, відстань між якими становила 900 м. Саме вони були вибрані за центри ПОВ, які, як відомо, мають форму правильних шестикутників. Із практичних міркувань їх перетворено у рівновеликі прямокутники зі сторонами 900 і 779 м. На наступному етапі за принципом систематичної вибірки для аналізу відібрано близько третини усіх ПОВ, що відображено на рис. 2.

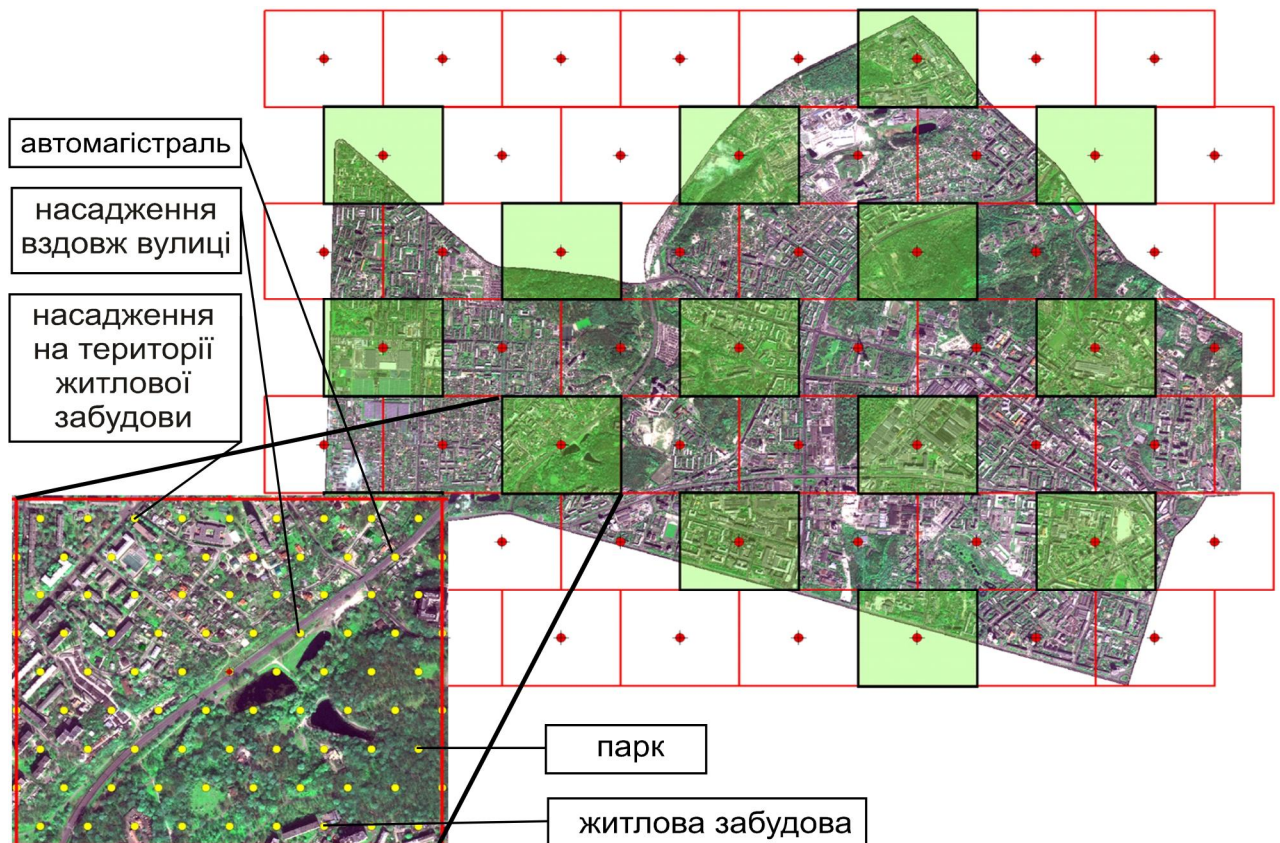


Рис. 2. Схема статистичного вивчення структури зелених насаджень (за даними знімка GeoEye-1)

Узявши центри ПОВ за основу і поетапно збільшуючи кількість точок за схемою, зображеною на рис. 1а, утворено систему вторинних одиниць вибірки, які розміщуються на відстані 50 м одна від одної. Суть подальшої роботи полягала у візуальному аналізі знімка GeoEye-1 з метою присвоєння кожній точці відповідного атрибуту. При цьому виділялися такі категорії: 1) парк, бульвар; 2) насадження вздовж вулиці; 3) насадження на території житлової забудови; 4) автомагістраль, забудова. Цей аналіз виконувався у середовищі ERDAS IMAGINE 10.0 за допомогою інструменту Frame Sampling.

Результати досліджень. За співвідношенням кількості точок, віднесених до категорій 1-3 (m_i), та їх загальної кількості (n_i) визначено площу зелених насаджень (S) на дослідній території:

$$S = \sum_{i=1}^k \frac{m_i}{n_i} \cdot s_i, \quad (1)$$

де i та k – порядковий номер і кількість страт, використаних у аналізі;

m_i – кількість точок в i -й страті, віднесених до категорій 1-3;

n_i – загальна кількість точок, які потрапили в i -ту страту;

s_i – площа i -тої страти, га.

Результати виконаних розрахунків для трьох взаємно виключних вибірок представлені у табл. 2. Крім оцінки площі зелених насаджень, вираженої у відносних і абсолютних величинах, для кожної страти також визначено величину довірчого інтервалу при ймовірності 0,95.

2. Результати статистичної оцінки площі зелених насаджень

Номер страти	Площа страти, га	Кількість точок у вибірці		Частка зелених насаджень, %	Площа зелених насаджень, га
		m_i	n_i		
Вибірка 1					
1	536,4	97	767	12,6±2,5	67,6±13,4
2	498,4	660	824	80,1±2,8	399,2±14,0
3	1224,5	551	1608	34,3±2,4	420,0±29,4
Вибірка 2					
1	536,4	71	592	12,0±2,8	64,4±15,0
2	498,4	449	553	81,2±3,4	404,7±16,9
3	1224,5	565	1908	29,6±2,1	362,5±27,5
Вибірка 3					
1	536,4	94	929	10,1±2,0	54,2±10,7
2	498,4	617	757	81,2±2,9	407,7±14,5
3	1224,5	493	1504	32,8±2,4	401,6±29,4

Примітка: 1 – промислова зона та транспортні шляхи; 2 – масивні зелені насадження; 3 – житлова зона.

Наведені дані свідчать про статистичну достовірність отриманих результатів, оскільки обчислені значення площі зелених насаджень за допомогою трьох вибірок дуже близькі за своєю абсолютною величиною, а

побудовані на 5%-вому рівні значущості довірчі інтервали в межах страт перекриваються. Ця обставина вказує на те, що запропонований метод кластерного відбору є статистично надійним. Залежно від мети досліджень можна застосовувати вибірки різної інтенсивності, що спрощує задачу пошуку оптимального поєднання необхідної точності та мінімальних витрат.

Висновки

Результати апробації методу вибіркової оцінки структури зелених насаджень із використанням даних ДЗЗ та математичної статистики свідчать про перспективність його використання. Ефективність такого підходу пояснюється значним зниженням трудоемності та складності виконання робіт за рахунок високого рівня автоматизації обробки даних, отриманих дистанційними методами. Таким чином, облік лісових ресурсів із складної та копіткої роботи перетворюється у високотехнологічний і творчий процес, стає основою екологічного моніторингу природних екосистем на вищому науково-методичному рівні.

Список літератури

1. Бочаров М.К. Математические основы дешифрирования аэроснимков леса / М.К. Бочаров, Г.Г. Самойлович. – М. : Лесн. пром-сть, 1964. – 222 с.
2. Йетс Ф. Выборочный метод в переписях и обследованиях / Ф. Йетс. – М. : Статистика, 1965. – 434 с.
3. Кокрен У. Методы выборочного исследования / У. Кокрен. – М. : Статистика, 1976. – 440 с.
4. Препарата Ф. Вычислительная геометрия : Введение / Ф. Препарата, М. Шеймос. – М.: Мир, 1989. – 480 с.
5. Birch C. Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology / C. Colin, S. Oom, J. Beecham // Ecological modeling. – 2007. – № 206. – P. 347–359.
6. Congalton R. Assessing the accuracy of remotely sensed data : Principles and practices / R. Congalton, K. Green. – NY, 2008. – 183 pp.
7. White D. Cartographic and geometric components of a global sampling design «Наукові доповіді НУБіП» 2011-6 (28) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11mvv.pdf

for environmental monitoring / D. White, A. Kimerling, W. Overton // Cartography and Geographic Information Systems. – 1992. – Vol. 19, № 1. – P. 5–22.

ВЫБОРОЧНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДЗЗ

В.В. Миронюк, кандидат сельскохозяйственных наук

Рассмотрены основные направления использования дистанционных методов и ГИС в системе учета зеленых насаждений на территории населенных пунктов. Изучены возможности применения снимков разного пространственного разрешения для оценки структуры зеленых насаждений в условиях урбанизированной среды. Разработаны методические принципы выборочно-статистического учета городских зеленых насаждений.

Ключевые слова: урбанизированная среда, учет зеленых насаждений, выборка, данные ДЗЗ.

SAMPLING METHOD FOR URBAN FOREST AREA ASSESSMENT USING REMOTE SENSING DATA

V. Myroniuk

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The main application directions of remote sensing and GIS in the system of urban forests assessment are given. It also discussed the possibilities of using different spatial resolution imagery for urban forest structure quantifying. The methodological principles for urban forests area assessment using sampling techniques have been developed.

Key words: urban environment, urban forest assessment, sampling, remote sensing.