

Інше

УДК 528.88

Зацерковний Віталій Іванович

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри геоінформатики*

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Zatserkovnyi Vitaly

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Geoinformatics
Taras Shevchenko National University of Kyiv*

Ящук Петро Михайлович

студент ННІ Інститут геології

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Yashchuk Petro

*Student of the National Institute of Geology
Taras Shevchenko Kyiv National University*

**МОНІТОРИНГ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ
ТЕХНОЛОГІЙ ДЗЗ**

**МОНИТОРИНГ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЗЗ**

**MONITORING OF GREEN PLANTS WITH THE HELP OF DZZ
TECHNOLOGIES**

***Анотація.** Досліджено особливості використання матеріалів дистанційного зондування для потреб моніторингу зелених насаджень. Дані отримано на підприємстві ТОВ "ТВІС ІУКРЕЙН", з допомогою технологій LiDAR, аерофотознімання, космічного знімання, м. Dziwnów західно-поморського воєводства (Польща), із яких створено зразки наочних*

матеріалів. Використано методи автоматизованого, візуального дешифрування, цифрового оброблення знімків в програмному забезпеченні ArcGis та Terrasolid на базі Microstation CONNECT Edition, шляхом обрахування вегетаційного індексу NDVI, створення моделей TIN. Запропоновані технології дозволяють вчасно виявити та реагувати на аномалії за умови постійного моніторингу ділянки.

Ключові слова: ДЗЗ, аерофотознімання, LiDAR, дешифрування, вегетаційний індекс NDVI, TIN модель.

Аннотация. Исследованы особенности использования материалов дистанционного зондирования для нужд мониторинга зеленых насаждений. Данные получены на предприятии ТОВ "ТВИС ЮКРЕЙН", с помощью технологий LiDAR, аэрофотосъемки, космической съемки, города Dziwnów западно-поморского воеводства (Польша), из которых созданы образцы наглядных материалов. Используются методы автоматизированной, визуальной дешифрации, цифровой обработки снимков в программном обеспечении ArcGis и Terrasolid на базе Microstation CONNECT Edition, путем вычисления вегетационного индекса NDVI, создания моделей TIN. Предлагаемые технологии позволяют своевременно выявить и реагировать на аномалии при постоянном мониторинге участка.

Ключевые слова: ДЗЗ, аэрофотосъемка, LiDAR, дешифрование, вегетационный индекс NDVI, TIN модель.

Summary. Peculiarities of the use of remote sensing materials for the needs of monitoring green spaces have been studied. The data were obtained at the LLC TVIS UKRAINE company, using LiDAR, aerial photography, and space imaging technologies, of the city of Dziwnów, West Pomeranian Voivodeship (Poland), from which samples of visual materials were created. The methods of automated, visual decoding, digital processing of images in ArcGis and Terrasolid software based on Microstation CONNECT Edition, by calculating the vegetation index

NDVI, and creating TIN models were used. The proposed technologies can detect and respond to anomalies in a timely manner, subject to constant monitoring of the site.

Key words: *remote sensing, aerial photography, LiDAR, decoding, vegetation index NDVI, TIN model.*

Постановка проблеми. Зелені насадження є одним із найважливіших чинників не тільки формування ландшафту міста, а й створення системи санітарного, санітарно-гігієнічного, мікрокліматичного та екологічного стану мешканців житлової зони.

Важливість зелених насаджень як елементів ландшафту полягає насамперед у тому, що вони зменшують вплив негативних факторів, зокрема акустичного забруднення, електромагнітного випромінювання та передачі забруднюючих речовин. Зелені рослини є природними адсорбентами летких забруднювачів, а також можуть зменшувати величину коливань вологості повітря та температури.

Вагоме значення при виконанні моніторингу зелених насаджень, має застосування дистанційних методів, а саме для:

- визначення стану і складу зелених насаджень;
- оцінка в загальному біомаси;
- поточний контроль за станом зелених насаджень, їх оцінка;
- прогнозування та розробка автоматизованих інформаційних систем;
- виявлення різних захворювань та рівня пошкодженості зелених насаджень;
- вивчення та оцінка ресурсів;
- вивчення динаміки використання земель;
- повний моніторинг зелених насаджень;

- -прогнозування та виявлення несприятливих явищ, пов'язаних з використанням зелених насаджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз, сучасних технологій моніторингу зелених насаджень. Сучасні технології дистанційного зондування Землі, відкривають нові можливості, які дають змогу впроваджувати систему постійного активного моніторингу за зеленими насадженнями для: визначення стану і складу зелених насаджень, оцінки в загальному біомаси, поточного контролю за станом зелених насаджень, їх оцінку, прогнозування та розробку автоматизованих інформаційних систем, виявлення різних захворювань та рівня пошкодженості зелених насаджень, вивчення та оцінку ресурсів, вивчення динаміки використання земель, повного моніторингу зелених насаджень, прогнозування та виявлення несприятливих явищ, пов'язаних з використанням зелених насаджень.

Звертаючись до теми моніторингу зелених насаджень з допомогою технологій ДЗЗ, слід зазначити, що даному питанню приділяли увагу як вітчизняні, так і зарубіжні вчені, а саме: Максименко Н.В., Гололобова О.О., Коваль І.Ф., Калиновський А.Я., Григорюк І. П., Ількун Г. М., Серьогін І. В., Гнатів П. С., Зерова М. Д., Гершензон З. С., Гаркава К. Г., Левон Ф. М., Ілленко О. А., Назарова Н. А., Кузик І.Р., Царик Л.П., Клещ, А. А., Максименко, Н. В., Пономаренко, П. Р., Зацерковний В.І., Ляшенко Д.О., Цюпа І.В. [2]. Але питанню створенню раціональної системи моніторингу з допомогою ДЗЗ, приділено недостатню кількість уваги, про що свідчить інформаційна база щодо моніторингу зелених насаджень.

Постановка завдання. Проводячи порівняльний, картографічний, описовий аналіз технологій для моніторингу зелених насаджень, а також розглядаючи загальносформовану систему та найбільш поширені методи моніторингу, можна зробити висновок про відсутність оптимальної системи моніторингу зелених насаджень. Отже, завданнями статі є: проведення

аналізу даних, отриманих з допомогою технології LiDAR, аерофотозніманням, космічним зніманням, опис методики проведення моніторингу зелених насаджень за картографічними матеріалами на основі даних дистанційного зондування для подальшого обліку та інвентаризації, на прикладі м. Дзінув (Dziwnów), Польща.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом дослідження є м. Дзінув (Dziwnów), вона знаходиться на узбережжі Балтійського моря, та затоки Взросовська (Wrzosowska). Ділянка розміром приблизно 1100м*740м, площею 0,814км².

Внаслідок проведення аерофотозйомки (рис. 1), авіаційного лазерного сканування (рис. 2), було отримано значний об'єм інформації. Наступним етапом була обробка цих результатів автоматизованими та візуальним методами дешифрування.



Рис. 1. Результат аерофотознімання м. Dziwnów

Джерело: створено автором

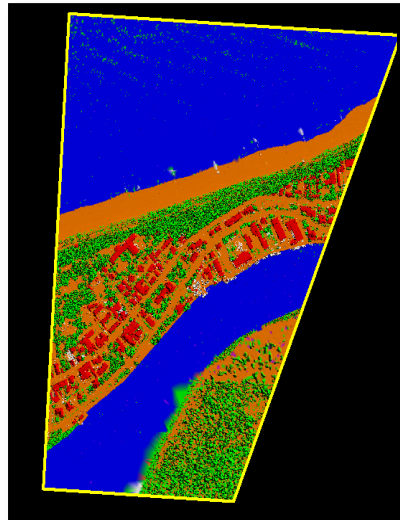


Рис. 2. Результати авіаційного лазерного сканування м. Dziwnów

Джерело: створено автором

Дешифрування зелених насаджень здійснюється насамперед, з метою, обліку земельного фонду, раціонального управління земельними ресурсами, дослідження землеустрою. Практика систематичного спостереження за зеленими насадженнями в країнах ЄС показала, що найефективніше можна проводити їх за допомогою даних ДЗЗ та із залученням результатів вже проведених знімачь, якщо такі є наявні.

Дешифрування отриманого об'єму інформації проводився двома методами: автоматизованим та візуальним. Під візуальним розуміється процес, що виконується людиною незалежно від того, в якому вигляді представлений знімок, наприклад звичайне фото, або ж картинка на моніторі комп'ютера, на відміну від автоматизованого, там де є запрограмований механізм який виконує дану роботу з допомогою ПЗ, або ж спеціально приладу [3].

Першим етапом, після проведення авіаційного лазерного сканування, проведено автоматизоване дешифрування досліджуваної ділянки, з допомогою спеціального програмного забезпечення на базі Microstation CONNECT Edition. Цей етап суттєво спрощує та зменшує кількість часу на подальшу обробку даних оператору. Другим етапом є аналіз та

інтерпретація даних першого етапу – виконання безпосередньо візуального дешифрування, та виправлення помилок першого етапу (рис. 3).

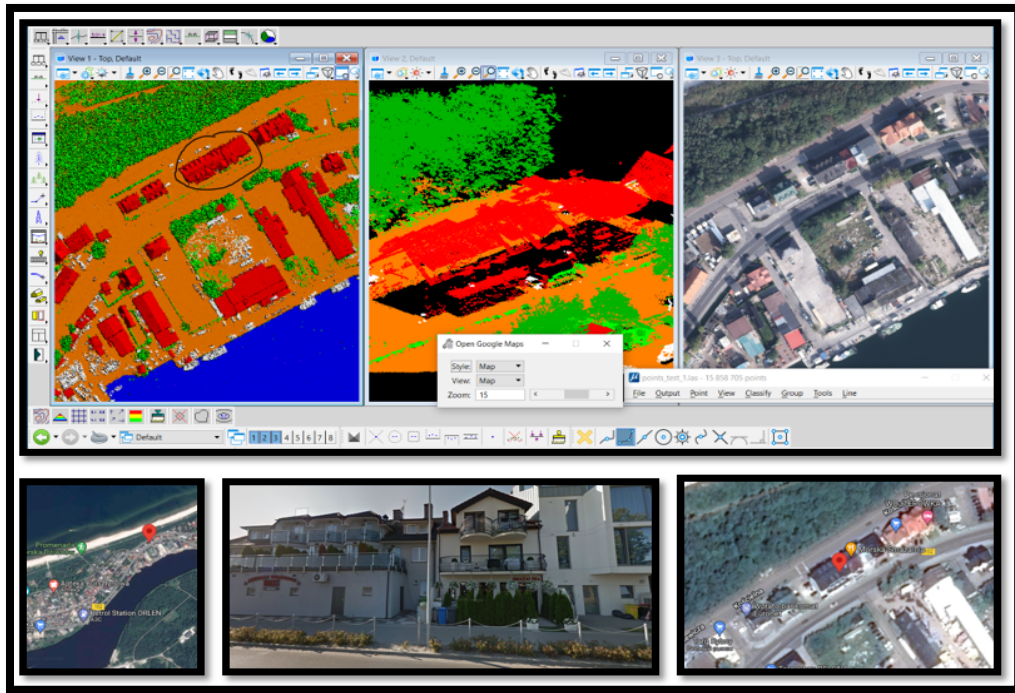


Рис. 3. Результат візуального дешифрування даних лазерного сканування м. Dziwnów в програмі Terrasolid на базі Microstation CONNECT Edition

Джерело: створено автором

Під час виконання візуального дешифрування було виявлено, та виправлено велику кількість помилок, віднесення точок не в свій клас. Потім була проведена класифікація досліджуваної ділянки (рис. 4).

0	Created, never classified	Точки без класу (unclassified points) • Теплиці, кладовища; • Автомобілі (в дорозі, на паркувальних майданчиках або у дворах); • Стовпи та лінії електропередач, вежі; • Скупчення тимчасових об'єктів (піщані насипи, купи деревини, не покриті рослинністю, іншого роду насипи на будівництві тощо).
2	Ground	Земля (points representing the ground) Гірські породи слід класифікувати також як землю; будь-яка точка, яка була класифікована як земля, не може бути понад 0,30 м над/під реальним рівнем ґрунту !!!
3	Low Vegetation (0m – 0,40m)	Низька рослинність
4	Medium Vegetation (0,40 – 2,00m)	Середня рослинність
5	High Vegetation (above 2,00m)	Висока рослинність
6	Building	Будівлі (points representing buildings and engineering objects) • Будинки; • Сходи, тераси, які є невід'ємною частиною будівель та не є підйомом рівня землі навколо будівель; • Інженерні споруди, трубопроводи, наземні переходи, галереї; • входи в погреби (північки); • Мости, віадуки, естакади.
7	Low Point (noise)	• Шуми, точки або групи точок значно вище/нижче рівня землі; • Точки, які не є результатом сканування; • Поодинокі точки під дахами споруд.
9	Water	Водні об'єкти

Рис. 4. Фрагмент класи даних лазерного сканування м. Dziwnów

Джерело: створено автором

Висота рослинності розраховується автоматично, в програмі Terrasolid на базі Microstation CONNECT Edition. Це можна відрізнити за кольором, який потім розраховується програмою на завершальному етапі класифікації (рис. 5).

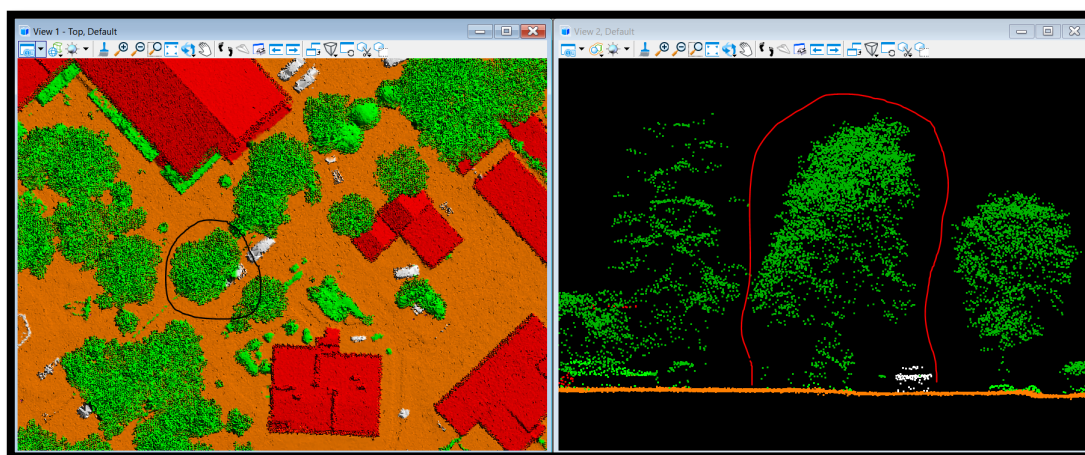


Рис. 5. Ідентифікація зелених насаджень міста Dziwnów

Джерело: створено автором

Отже, було виконано роботи методами автоматизованого та візуального дешифрування. По-перше, було виявлено кількість зелених

насаджень в цілому яка покриває досліджувану ділянку – це 20-25% від загальної площі – 16.28 - 20.35 га. По-друге, оцінено стан рослин, наявність різних аномалій, на які варто звертати увагу в подальшому дослідженні. По-третє, за знімками можна визначити орієнтовну щільність рослин, такий метод є доволі ефективний по відношенню до рослин, які не потрібно пошкоджувати.

З метою цифрового відображення структури досліджуваної поверхні, було створено нерегулярну триангуляційну мережу TIN, яка відображає поверхню ґрунту території. Відповідно неї за знімком, знаючи висоту поверхні, можна визначити перевищення, яке складають рослини з точністю до сантиметрів. Це важлива характеристика, яка може допомогти оцінити зрілість рослин, їх стан, процес розвитку [6]. Поверхня TIN дає можливість виявити неоднорідності у рельєфі ділянки, тим самим там може скупчуватися волога під час опадів, це може негативно впливати на міську інфраструктуру, на рівномірний розподіл сонячних променів на рослини (рис. 6).

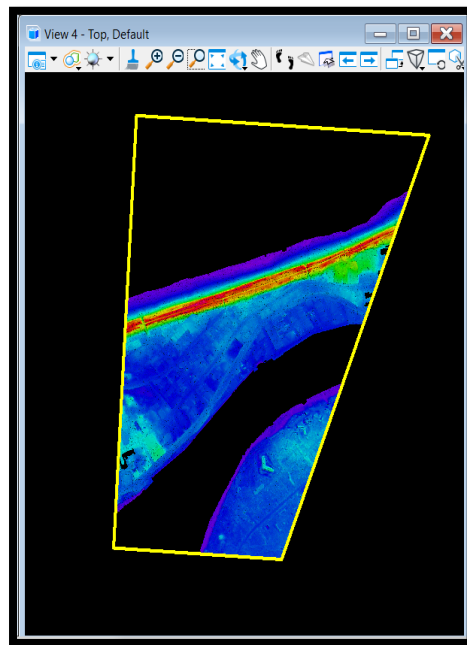


Рис. 6. Нерегулярна триангуляційна мережа TIN, міста Dziwnów

Джерело: створено автором

Інформативними є також космічні знімки.

Спектральна відбивна здатність рослин у різних діапазонах яскравості відбитого електромагнітного випромінювання спектральних каналів, яка вимірюється сенсорами, служить індикатором наявності вегетації, а також її загального стану та розвитку [5; 4].

Вегетаційний індекс – це математична комбінація двох та більше спектральних діапазонів, яка підсилює контраст між рослинністю (що має високу відбивну здатність) і не покритим рослинністю ґрунтом, будівлями тощо [5; 4].

Вегетаційний індекс також допомагає досліджувати такі характеристики культур, як біомаса, інтенсивність росту, густота покриву.

На даний час існує понад 100 вегетаційних індексів, найбільш вживаний – NDVI [5; 4].

Нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI) – це простий показник біомаси рослин. Якщо говорити мовою неспеціаліста, використання NDVI дає можливість дізнатися, наскільки рослина здорова. З допомогою NDVI, можна відокремити різні типи рослинності, поверхневі водні об'єкти, забудовані території, землі не вкриті рослинністю (рис. 7) [5; 4].



Рис. 7. Розробка автора. Відбиття здорової та ослабленої рослини

В роботі було використано знімки супутника Landsat 8, в діапазонах: Red – значення яскравості відбитого електромагнітного випромінювання

від червоного спектрального каналу, 0.630 – 0.680 мкм та значення яскравості відбитого електромагнітного випромінювання від ближнього інфрачервоного спектрального каналу (Near Infrared, NIR) 0.845 – 0.885 мкм, чого достатньо, аби порахувати нормалізований вегетаційний індекс NDVI, при подальшій обробці знімків (рис. 8) [1].

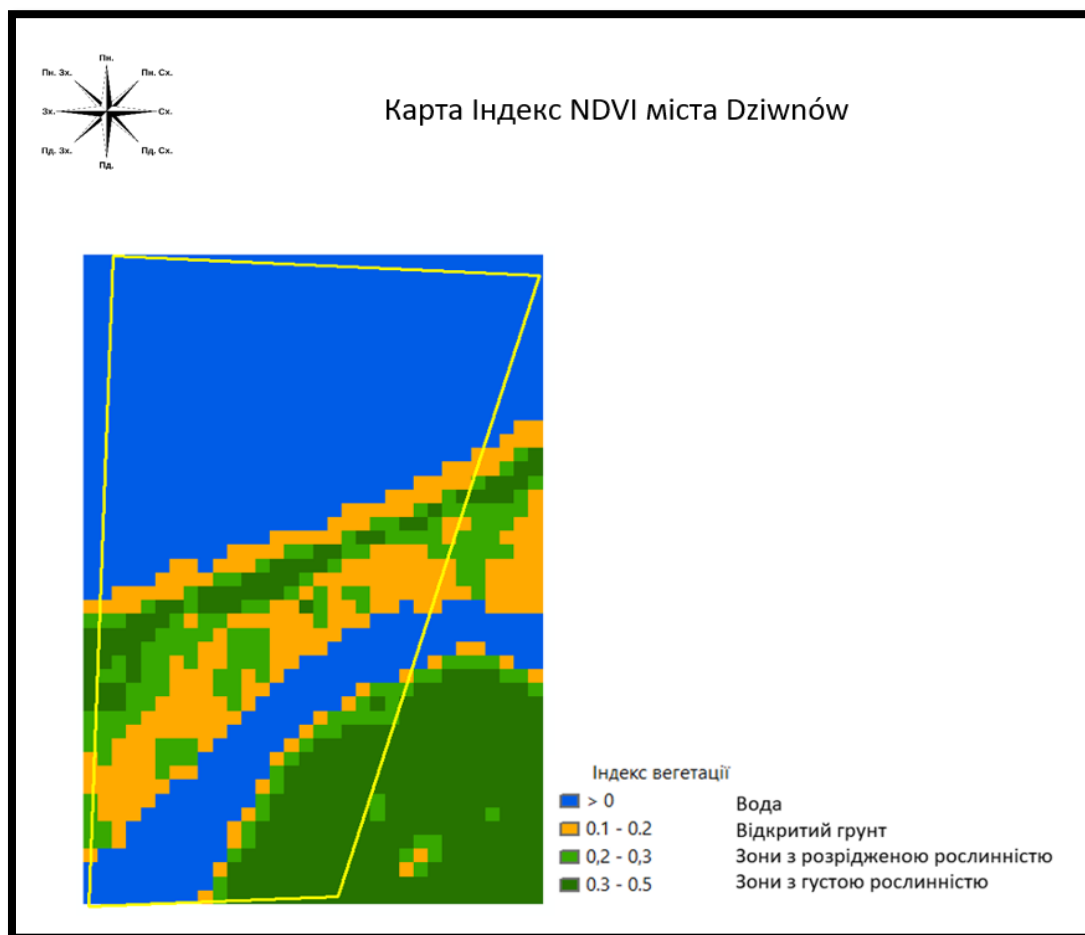


Рис. 8. Результати застосування індексу NDVI

Джерело: створено автором

Відповідно до аналізу результату можна стверджувати, що за допомогою космічних знімків Landsat 8, отримано актуальну інформацію про стан, щільність рослинного покриву, що є важливим при плануванні рекреаційних територій в місті. Зазначимо, що якщо індекс вегетації становить більше 0,5, то можна впевнено встановити, що це, здорова

рослинність, а якщо показник в межах 0,2 - 0,3 розріджена рослинність.

Аналіз матеріалів дозволяє оперативно отримати такі дані:

- актуальний стан зелених насаджень на досліджуваних ділянках;
- дані про густоту насаджень;
- динаміку розвитку рослин;
- вегетативну масу рослин;
- визначення площ уражених хворобами та шкідниками;
- вегетаційні індекси;
- здійснювати аграрний контроль зелених насаджень;

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Отже, в результаті проведення моніторингу зелених насаджень з допомогою технологій ДЗЗ, отримано та опрацьовано матеріали лідарної, аерофото, космо зйомок міста Dziwnów західно-поморського воєводства, визначено: актуальний стан зелених насаджень на досліджуваних ділянках, дані про густоту насаджень, динаміку вегетаційного розвитку рослин, біомасу рослин, площі уражених хворобами та шкідниками, вегетаційний індекс (NDVI), здійснено поточний контроль зелених насаджень. Досліджено особливості використання матеріалів дистанційного зондування при створенні картографічних матеріалів для потреб моніторингу зелених насаджень.

Використані технології дозволяють своєчасно реагувати на аномалії, які виникають, та внаслідок систематичного моніторингу, реагувати на них, тим самим зберігаючи потенціал життєдіяльності планети в цілому.

З допомогою моніторингу зелених насаджень, в подальшому, можна проводити інвентаризацію та облік зелених насаджень.

Інвентаризація об'єктів зелених насаджень здійснюється з метою:

- отримання достовірних даних щодо кількісних та якісних характеристик об'єктів зеленого господарства на території населеного пункту;

- підсилення відповідальності за стан та кількість зелених насаджень, в межах окремих ділянок, на яких вони знаходяться.
- сприяння формуванню екологічно ефективних та стійких до умов навколишнього середовища насаджень;
- використання даних інвентаризації для розроблення у програм розвитку;
- збалансованого використання озелених територій, та їх встановлення відповідним нормам;
- визначення площі, що зайнята зеленими насадженнями;
- ведення обліку кількості, якості зелених насаджень.

Література

1. Геологічна служба США - USGS. Landsat 8. URL: <https://www.usgs.gov/>
2. Довгий С. О. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : навч. посіб. / С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с.
3. Жлобак Г.М. Використання методів дистанційного зондування Землі для моніторингу агроресурсів України // Космічна наука і технологія. 2010. Т. 16. № 6. С. 16–23.
4. Зацерковний В. І. Використання ГІС та ДЗЗ для моніторингу сільськогосподарських земель / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець, В. В. Сергієнко // Черніг. наук. часопис. Серія 2. Техніка і природа. 2011. № 2(2). С. 40–48.
5. Супутникова аналітика - EOSDA. NDVI. URL: <https://eos.com/uk/>
6. Шупулін В.Д. Основні принципи геоінформаційних систем. URL: <https://core.ac.uk/>

References

1. US Geological Survey - USGS. Landsat 8. URL: <https://www.usgs.gov/>
2. *Dovgiy S. O.* Fundamentals of remote sensing of the Earth: history and practical application: academic. manual / S. O. Dovgiy, V. I. Lyalko, S. M. Babiichuk, T. L. Kuchma, O. V. Tomchenko, L. Ya. Yurkiv. K. : Institute of the Gifted Child National Academy of Sciences of Ukraine, 2019. 316 p.
3. *Zhlobak H.M.* Using methods of remote sensing of the Earth to monitor agricultural resources of Ukraine // Space science and technology. 2010. Vol. 16. No. 6. P. 16–23.
4. *Zatserkovny V. I.* Use of GIS and DZZ for monitoring of agricultural lands / V. I. Zatserkovny, S. V. Kryvoberets, V. V. Sergienko // Chernihiv. of science magazine Series 2. Technology and nature. 2011. No. 2(2). P. 40-48.
5. Satellite analytics - EOSDA. NDVI. URL: <https://eos.com/uk/>
6. *Shipulin V.D.* Basic principles of geoinformation systems. URL: <https://core.ac.uk/>