

ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ В КАРТОГРАФІЇ

УДК 528.87

Бабин А. Ю.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОВЕРХНІ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЗА ДАНИМИ ДЗЗ

Розглянуто методику аналізу екологічного стану Київського водосховища за даними ДЗЗ. Здійснено аналіз змін водної рослинності водосховища та оцінку його трофічного стану.

Ключові слова: Дистанційне зондування Землі, евтрофікація, трофічний стан, дешифрування, класифікація, заростання, водна рослинність.

Вступ. Створення на Дніпрі каскаду гідроелектростанцій та водосховищ призвело до негативних екологічних процесів. У такій ситуації знаходиться й Київське водосховище. Внаслідок надмірної експлуатації водосховища площа мілководь з різних причин, значно зменшилась, частина якої заросла надводною рослинністю та замулилась. Для Київського водосховища характерною також є проблема евтрофікації водойм – збагачення поверхневих вод біогенними речовинами, які надходять у водойми зі стічними водами і поверхневим стоком із сільгоспугідь.

Для оцінки і запобігання шкідливого антропогенного впливу на навколишнє природне середовище надзвичайно важливою є система екологічного моніторингу водних екосистем на основі поєднання

даних наземних спостережень за станом якості води (показники зі створів Держгідромету України) з матеріалами дистанційного зондування Землі та їх подальшого аналізу за допомогою системних методів на основі ГІС/ДЗЗ-технологій.

Аналіз останніх публікацій на цю тему. Значний внесок у розвиток методів обробки і тематичної інтерпретації космічних знімків зробили такі вчені, як Бутенко О. С., Березіна С. І., Красовський Г. Я. [2, 3, 5] та інші. Видані чисельні наукові монографії, в яких висвітлено можливості застосування ГІС/ДЗЗ-технологій для здійснення моніторингу водних об'єктів, зокрема Красовського Г. Я., Анпілової Є. С., Довгого С. О., Радчук В. В. [1, 2, 5]. Дослідженням змін, що відбуваються у водних екосистемах, за матеріалами ДЗЗ присвячені публікації Томченко О. В. [6, 8-11], Стародубцева В. М. [6], Загородні С. А. [4], Толстохатка В. А. [7] та інших.

Метою статті є проведення аналізу динаміки заростання водною рослинністю та оцінки трофічного стану Київського водосховища.

Виклад основного матеріалу. *Динаміка заростання верхів'я водосховища водною рослинністю.* Через мілководність Київського водосховища домінуючим є комплекс водної та прибережно-водної рослинності. Основні масиви заростей розташовані у Дніпровському та Прип'ятському відрогам, Тетерівській затоці, а також на акваторії верхньої частини водосховища, в районі злиття відрогів. Головними ценозоутворювачами є види повітряно-водних рослин. Вища водна рослинність за ступенем контактування з водним і повітряним середовищами та донними відкладами поділяється:

- повітряно-водянні (*гелофіти*);
- з плаваючим листям (*плейстофіти*);
- занурені (*гідамофіти*).

При дослідженні динаміки заростання верхів'я Київського водосховища водною рослинністю використовувалися знімки середньої роздільної здатності з КА Landsat-5, 7 зі сенсора ТМ (Thematic Mapper) за період 1985 – 2011 рр. При вивченні характеру заростання і розподілу рослинності були також використані дані з ресурсу Google Earth, топографічні карти масштабу 1: 50000, 1:25000 та карти глибин водного об'єкту [8].

На першому етапі відібрано 14 знімків Landsat-5, 7 літнього періоду (червень-липень), коли вегетаційна маса водної рослинності є найбільшою. Досліджено особливості спектральної яскравості

відбиваючих поверхонь різних типів (класів) у залежності від довжини хвилі на синтезованих знімках. На території верхів'я водосховища обрано 7 основних класів відбиваючих поверхонь (дерев'янисто-чагарникова рослинність: лісові масиви хвойні, лісові масиви листяні + чагарники; трав'яниста рослинність: природні луки + сінокоси та пасовища; вища водна рослинність: повітряно-водна, рослинність з плаваючим на поверхні листям + занурена; відкрита водна поверхня; піщані масиви).

Дешифрування водних рослин відбувалося за розташуванням і формою контуру, його структурою, фототонном. Так, наприклад плавневі масиви повітряно-водної рослинності, а саме зарості рогози і очерету, на знімках мають вигляд видовжених ділянок та плям різного розміру і відрізняються інтенсивністю забарвлення контуру. Для отримання достовірних результатів дешифрування проводилась польова перевірка еталонних (тестових) ділянок [9].

Наступним етапом є побудова векторного файлу еталонів, в якому на кожен виділений клас об'єктів відібрано не менше 10 еталонних ділянок, що максимально охоплювали весь спектральний діапазон кожного класу. Після створення різних еталонних класів на основі апріорної інформації про геоботанічне районування території та польового дешифрування, проведена автоматична класифікація. У результаті отримано зображення, у якому кожен піксел віднесений до одного з класів за спектральними образами еталонів (рис. 1). За класифікованим зображенням обчислені площі складових ПТК, отримані результати наведені в табл. 1.

Аналіз трофічного стану. Процеси евтрофікації сприяють збільшенню трофічного статусу водного об'єкта. Під трофічним статусом мають на увазі рівень продуктивності водної екосистеми, у першу чергу величину первинної продуктивності фітопланктону.

Прийнято виділяти наступні типи (рівні, стадії) трофічного статусу водних об'єктів:

1) оліготрофні; 2) мезотрофні; 3) мезо-евтрофні; 4) евтрофні; 5) гіперевтрофні.

Найчастіше для визначення трофічного стану водойм використовують дані про вміст хлорофілу-*a*, концентрація якого корелює з біомасою фітопланктону. Методи обробки космічних знімків для моніторингу процесів евтрофування водойм, як правило, базуються на аналізі варіацій коефіцієнта дифузного відбиття світла поверхневими і підповерхневими шарами води при збільшенні в

Результати обчислення площ складових ПТК Київського водосховища [8]

Роки	Ліси листяні та чагарники, га	Ліси хвойні, га	Зволожені луки, га	Гелофіти, га	Гідрофіти та плейстофіти, га	Пісок, га	Вода, га
1985	7673,6	3796,1	7046,7	8211,1	4519,0	85,1	29137,3
1991	8153,5	4040,8	7030,8	8815,7	7491,3	126,2	24810,6
1997	7030,5	4254,5	7944,4	8960,1	6218,2	199,6	25861,6
2003	7171,7	4609,6	5473,4	12639,1	9832,7	145,8	20596,5
2007	8753,5	4585,4	4212,0	13223,9	8764,1	143,0	20787,1
2011	8224,7	4528,7	4396,1	13716,5	9866,8	128,4	19607,8

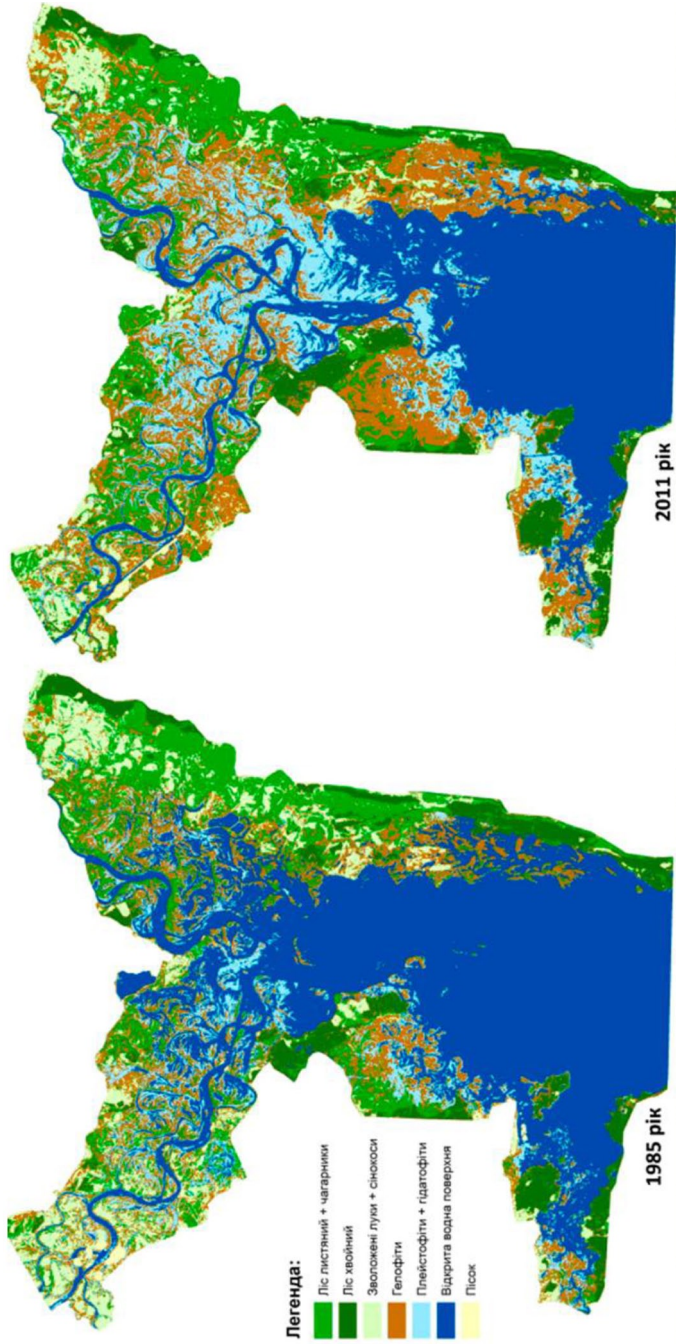


Рис.1. Динаміка заростання Київського водосховища (результати керованої класифікації) [9]

них концентрації фітопланктону.

Відомо, що залежність показника поглинання світла від концентрації фітопланктону виявляється тільки в певних спектральних зонах, специфічних для різних пігментів фітопланктону. Найістотнішим є поглинання світла хлорофілом-*a*. Максимум поглинання цим пігментом припадає на спектральний інтервал 670 – 690 нм. При дистанційному зніманні в ближньому ІЧ-діапазоні вихідний світловий потік формується в дуже тонкому приповерхневому шарі води. Тому в разі завислих часток неорганічного походження, для яких характерне збільшення концентрації з глибиною, відбиття світла є дуже низьким. Водночас через інтенсивне «цвітіння» вод спостерігається висока концентрація фітопланктону в тонкому приповерхневому шарі води, що зумовлює високі коефіцієнти відбиття для ділянок акваторії, де спостерігається інтенсивне «цвітіння». Додатковою дешифрувальною ознакою при ідентифікації «цвітіння» вод може служити текстура зображення. Для ділянок інтенсивного «цвітіння» найчастіше характерна нитковидна структура [1].

Методика визначення трофічного стану водосховища заснована на тематичній класифікації знімків, отриманих із КА Landsat-7 зі сенсора ТМ (Thematic Mapper). Обробка та аналіз знімків включає наступні етапи:

Етап 1. Створення мозаїки зображень. Створення карт повного покриття досліджуваної території проводиться за кількома знімками, які перекриваються. Процес створення мозаїки включає наступні дії:

- 1) додавання зображень в мозаїку і визначення базового зображення, яке буде визначальним у процесі вирівнювання кольорових гістограм інших зображень;
- 2) вирівнювання контрастності і яскравості зображення шляхом корекції кольорових гістограм кожного зображення;
- 3) отримання результуючого зображення.

Етап 2. Синтез зображення. Синтез зображення проводився по наступних каналах: 3 (червоний), 2 (зелений), 1 (синій).

Етап 3. Класифікація трофічного стану водойми. На даному етапі проводиться автоматизована класифікація космічного зображення методом кластерного аналізу ISODATA. Кластерний аналіз виконується в такому порядку:

- 1) виділення класу води за допомогою утиліти маскування.

2) установка початкових параметрів алгоритму ISODATA. Також задаються кольори для відповідних класів об'єктів.

3) класифікація зображення. Алгоритм кластеризації ISODATA має евристичний характер. В ньому увімкнені евристичні процедури, які здійснюють видалення кластерів, попарне об'єднання кластерів в один кластер і поділ одного кластера на два кластери.

В результаті кластеризації методом ISODATA формується тематичний растровий шар і набір статистик. У цей набір входять: середні значення кластерів, мінімальні і максимальні значення яскравості пікселів, середньоквадратичне відхилення і коваріаційна матриця між спектральними каналами. Крім того, розраховуються просторові характеристики різних об'єктів, наприклад, площа об'єктів [6].

На підставі результатів класифікації отримано зображення «цвітіння» Київського водосховища і просторовий розподіл фітопланктону синьо-зелених водоростей (рис. 2). На зображенні чітко видно оліготрофна, мезотрофна, мезо-евтрофна, евтрофна і гіперевтрофна області водосховища. Однією із причин інтенсивного росту синьо-зелених водоростей на цих ділянках може бути накопичення у водосховищі великої кількості фосфору й азоту. [7]

Висновки. Будівництво каскаду водосховищ призвело до корінної трансформації природних ландшафтів на майже тисячокілометровій ділянці долини Дніпра. На місці затопленої заплави та частково борової тераси утворилося близько 140 тис. га мілководь, на яких під впливом комплексу різноманітних факторів сформувалися нові, специфічні ландшафти водосховищного типу. Внаслідок активного антропогенного навантаження: збільшення використання в сільськогосподарському виробництві добрив, які містять фосфор і азот, а також скидання стічних вод у водосховище, на мілководдях Київського водосховища спостерігається масове «цвітіння» води і формування вищої водної рослинності. В результаті проведення досліджень встановлено, що великі площі займають ділянки, які знаходяться мезотрофному і евтрофному стані, відповідно 46% і 18% від загальної площі. Проаналізувавши наведену вище табл. 1, очевидно, що з великою швидкістю збільшуються площі зайняті водною рослинністю. Найбільш інтенсивно цей процес відбувається у верхній частині водосховища, у затоках та у Дніпровському і Прип'ятському відрогах.

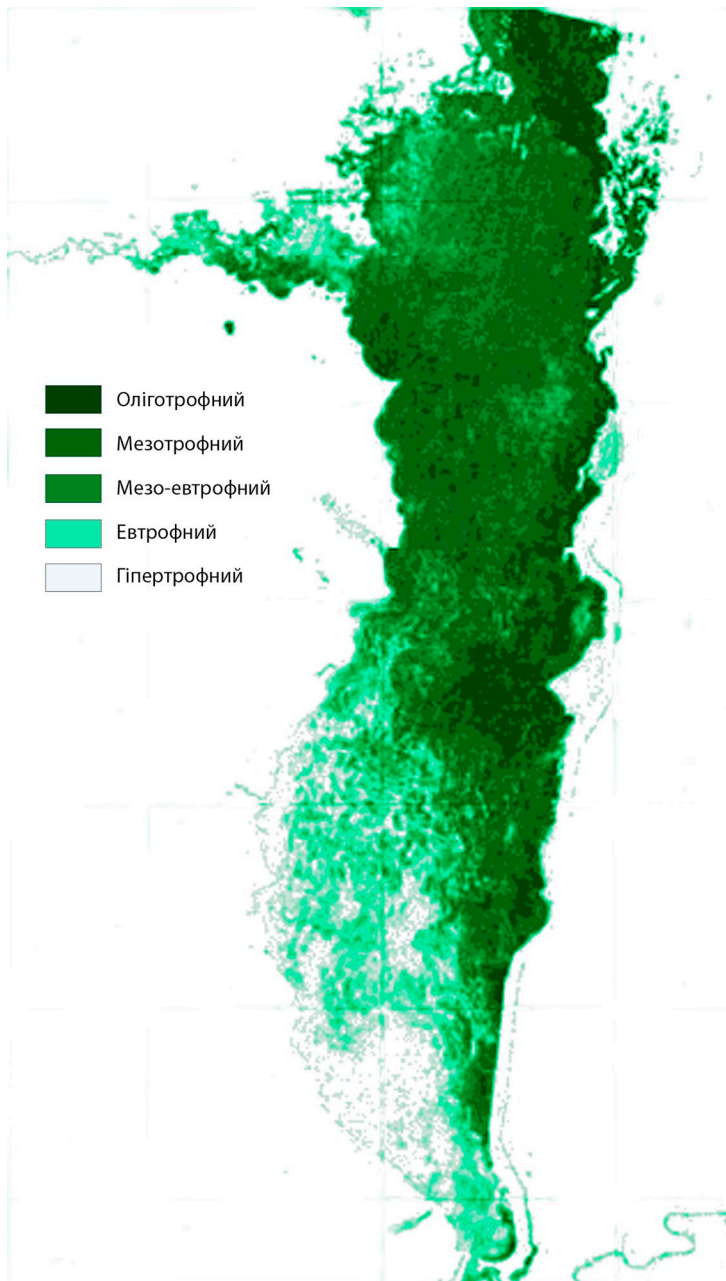


Рис. 2. Трофічний стан Київського водосховища

Рецензент – кандидат географічних наук, молодший науковий співробітник Р. С. Філозоф

Література:

1. Анпілова Є. С. Інформаційні технології для управління екологічною безпекою поверхневих вод : монографія [Текст] / Є. С. Анпілова. – Київ : Азимут-Україна, 2013. – 104 с.

2. Бутенко О. С. Комплексний підхід к дешифруванню снимков по данным космического мониторинга [Текст] / О. С. Бутенко, С. І. Березіна, Г. Я. Красовський // Екологія і ресурси. – 2008. – № 1 – С. 23-41.

3. Довгий С. О. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря : наукова монографія [Текст] / [С. О. Довгий, Г. Я. Красовський, В. В. Радчук та ін.]. – Київ : Інформаційні технології, 2010. – 260 с.

4. Загородня С. А. Дослідження екологічного стану Кременчуцького водосховища в межах Черкаської області методами ДЗЗ [Текст] / [Загородня С. А., Шевякіна Н. А., Новік М. І., Радчук І. В.] // Ученые записи Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26, № 1 – С. 84-91.

5. Красовський Г. Я. Космічний моніторинг екологічної безпеки водних екосистем з застосуванням геоінформаційних технологій [Текст] / Г. Я. Красовський. – Київ : Інтертехнологія, 2008. – 486 с.

6. Стародубцев В. М. Формування дельтових ландшафтів у верхніх водосховищах дніпровського каскаду [Текст] / [В. М. Стародубцев, В. А. Богданець, О. В. Томченко та ін.]. // Наукові доповіді НУБіП. – 2010. – №5. – С. 15-27.

7. Толстохатко В. А. Моніторинг дніпровських водохранилищ по данным дистанционного зондирования Земли со спутника Landsat [Текст] / В. А. Толстохатко, Л. А. Антоненко, Ф. Т. Шумаков. – 2010. – № 3. – С. 49–53.

8. Томченко О. В. Аналіз динаміки заростання макрофітами верхів'я Київського водосховища на основі ГІС/ДЗЗ-технологій [Текст] / О. В. Томченко // Ученые записи Таврического национального университета имени В.И.Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т.26, №1 – С. 156-164.

9. Томченко О. В. Використання системних методів аналізу даних ДЗЗ для визначення екологічного стану антропогенно змінених

ландшафтів (на прикладі мілководдя Київського водосховища) [Текст] / О. В. Томченко // НЦЕМБ НАН України.

10. Томченко О. В. Дослідження антропогенних змін екосистем засобами ГІС/ДЗЗ-технологій з використанням системних методів [Текст] / Томченко О. В., Соколовська А. В. // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. Збірник наукових праць. – Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – 2013. – Вип. 17. – С. 57-60.

11. Томченко О. В. Системний підхід при оцінці екологічного стану мілководь Київського водосховища на основі даних ДЗЗ [Текст] / Томченко О. В. // Вісник астрономічної школи. – 2013 – С. 38-48.

12. Шумаков Ф. Т. Сучасні технології космічного моніторингу трофічного стану водойм [Текст] / Ф. Т. Шумаков, О. Т. Азімов // XII Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». – 2013. – С. 102-104.

А. Ю. Бабин

ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДЗЗ

Рассмотрена методика анализа экологического состояния Киевского водохранилища по данным ДЗЗ. Проведено анализ изменений водной растительности водохранилища и оценку его трофического состояния.

Ключевые слова: Дистанционное зондирование Земли, эвтрофикация, трофическое состояние, дешифрование, классификация, зарастание, водная растительность.

A. Babyn

RESEARCH CHANGES IN SURFACE KIEV RESERVOIR ACCORDING TO ERS

The method of analysis of the environmental condition of the Kiev reservoir according to the ERS. The analysis of changes in vegetation water reservoir and evaluation of its trophic state.

Keywords: Remote sensing, eutrophication, trophic status, interpretation, classification, overgrown, aquatic vegetation.

Надійшла до редакції 8 квітня 2014 р.