

УДК 551.46.581.19

**ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ  
ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ВОДОРЕСУРСНИХ ТА ВОДООХОРОННИХ ЗАВДАНЬ**

*Мазуркевич О.О., Серенко В.В., Рябоконеко О.Д., Рябоконеко С.О.*

Для вирішення актуальних завдань раціонального та екологічно обґрунтованого водокористування необхідно застосовувати сучасні засоби отримання оперативної інформації про стан водних систем країни. Систематичне одержання такої інформації традиційними методами вимагає значних витрат, а іноді взагалі неможливе. Досвід експлуатації природоресурсних штучних супутників Землі свідчить про перспективність та ефективність застосування методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Підтвердженням цього є Державна космічна програма України

Сучасний рівень розвитку аерокосмічних засобів ДЗЗ дозволяє отримати дані не лише про фотометричні параметри водних об'єктів в широкому спектральному діапазоні з необхідним просторовою роздільною здатністю і періодичністю поновлення інформації, але й оцінювати низку їх санітарно-біологічних характеристик. Водна поверхня при цьому є природним джерелом інформації для визначення як стану водойми в цілому, так і виявлення ряду процесів, що відбуваються у товщі води.

Вважається, що найкращих результатів можна досягти при комплексному, синхронному використанні космічних та наземних досліджень, коли дані наземних вимірювань екстраполюються на картосхеми, одержані на основі космічних знімків і навпаки, аномалії, що виявлені на космічних зображеннях стають необхідною базовою інформацією для проведення наземних польових досліджень. Вся ця інформація є основою побудови алгоритмів цифрової обробки і дешифрування космічних знімків.

В успішному здійсненні робіт першочергове значення має з'ясування тематичних завдань водокористування, що мають практичну цінність для потенційного користувача, і які можуть бути розв'язані за допомогою космічної інформації.

На основі досвіду практичних робіт, накопиченого в цій галузі, можемо сформулювати деякі з цих завдань: інвентаризація і контроль гідрографічної й гідротехнічної мережі заплави річок в районах урбанізації; дослідження процесів ерозії та абразії берегів; визначення локалізації зон обміління, русел річок, заболочування гирла та заплави; оцінка еколого-санітарного стану водного середовища та якості води; виявлення місць надходження стічних вод (точкових та дифузних джерел забруднення) і контроль динаміки розповсюдження зависі по акваторії; визначення зон «цвітіння» та теплового забруднення водойм; контроль зон підтоплення та затоплення під час повені; визначення змін берегової лінії та коливань рівня заповнення водоймищ; оцінка стану прибережних смуг, нерестилищ та продуктивності водойм тощо [1].

Гідрографічна мережа заплави р. Дніпро (озера, стариці, протоки) відіграє важливу роль не тільки в формуванні ландшафту міста, утворенні зон рекреації для його населення, але й в забезпеченні функціонування гідротехнічної мережі регіону. Будівництво мостів, тунелів метро, комунікацій, доріг, наживи піску та інші великомасштабні роботи в поєднанні з неорганізованим рекреаційним навантаженням є причиною не лише ускладнення екологічної і санітарно-біологічної ситуації в місті, але й збільшення випадків підтоплення територій або їх осушення, а також інших несприятливих наслідків порушення гідрографічної мережі регіону. Відсутність необхідної інформації і належного моніторингу за водними об'єктами даного типу не дозволяє упорядкувати їх використання і розробити екологічно безпечні нормативи їх змін.

В розв'язанні цього завдання чималу допомогу може надати застосування космічних методів ДЗЗ. Вивчення і обробка космічних знімків, в сукупності з проведенням цілеспрямованих контрольних наземних вимірювань і оцінок екологічного стану водних об'єктів відображає ретроспективу процесів, що відбуваються, й може дати не тільки динаміку змін, але й дозволить оцінити сучасний екологічний стан водних об'єктів [2].

Порівняльний аналіз даних, одержаних за різні роки, дозволяє оцінити динаміку процесів підтоплення та осушення, виявити негативні зміни, що виникли під впливом антропогенних дій і розробити шляхи їх профілактики та усунення.

Винятковий інтерес має космічна інформація щодо динаміки розвитку процесів акумуляції матеріалу переробки берегів і річкового стоку, заростання й заболочення гирлових зон, переформування дельт великих річок і утворення мілін. Самостійного значення набули спостереження за формуванням берегової смуги водосховищ. З часу їх утворення почалися зміни берегової смуги внаслідок хвильових процесів, що призвело до збільшення ширини мілководдя. За цією ознакою в ряді випадків можна простежити процес абразії на космічних знімках, роздільна здатність яких не завжди достатня для реєстрації зміни берегової лінії. При цьому в кожному конкретному випадку необхідно враховувати геологічні умови в береговій зоні.

#### **СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОД ОЗЕР, РІК, МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ**

При вивченні екзогенних процесів, транспортування та акумуляції озер, рік і т.д. великий інтерес набувають: винос і просторовий розподіл річкової мути в устях рік; просторовий розподіл і транспортування її течіями і періодичними хвилюваннями уздовж морських берегів; вплив процесів транспортування твердого стоку та осадконакопичення на режим рік і прибережних зон озер і морів.

Поряд з визначенням концентрації річкової мути або твердого стоку в товщі води в деяких випадках цікаво також визначення їх виду і складу, наприклад для визначення частки промислового забруднення вод. У прозорих неглибоких водах узбереж, крім того мова може йти про вивчення рельєфу, структури і будівлі морського дна в прибережній зоні.

Забруднені річковою муттю води виділяються на панхроматичних чорно-білих аерокосмознімках дуже світлими відтінками серед сірого тону ділянок чистої води.

На кольорових знімках також виділяються ділянки світлої води і водні тіла, що містять річкову муть, зони різної концентрації суспензій, а також різні по глибині ділянки мілководдя з різними властивостями дна; розрізняються вони вже як за кольорами, так і за їх відтінками.

### **ПРОЦЕСИ РОЗСІЮВАННЯ І ПОГЛИНАННЯ СВІТЛА, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ В ТОВЩІ ВОДИ**

Процеси, що відбуваються у воді, поглинання і розсіювання потоку сонячного випромінювання визначаються оптичними параметрами води і органічними і неорганічними речовинами, що знаходяться в ній у вигляді розчинів або суспензій, - насамперед різною зваженою муттю та фітопланктоном. Вода, розчини і частки мають власні коефіцієнти поглинання і розсіювання.

У чистій воді розсіювання і поглинання відбувається на рівні молекул і іонів. Поглинання чистою водою мінімально для хвиль довжиною 0,47 мкм. У діапазоні хвиль більш 0,6 мкм воно сильно збільшується. Розсіювання із збільшенням довжини хвилі сильно зменшується. Ослаблення в довгохвильовому діапазоні світла майже не відрізняється від поглинання в наслідок дуже малого розсіювання [3].

Блакитний колір глибоких прозорих вод виникає в результаті сильного розсіювання в короткохвильовій частині світлового потоку молекулами води. Тому що вода містить органічні і неорганічні домішки, відбуваються додаткові побічні оптичні процеси. Прозорість і колір води змінюються.

Домішки у воді, що впливають на спрямований нагору від води потік випромінювання, можна об'єднати в три групи:

1. Жовта речовина (гелі) - всі розчинені у воді органічні сполуки, що сильно поглинають ультрафіолетові і блакитні промені, у зв'язку з чим вода здобуває жовто- бурий колір.

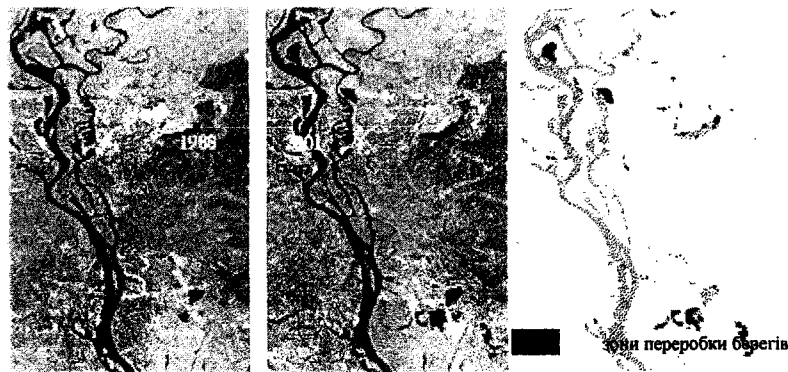
2. Зважена речовина (твердий стік) , під яким розуміють усі частки, що містяться у воді. Вони обумовлюють дуже сильне розсіювання світла у воді, що слабо залежить від довжини хвилі випромінювання. У цю групу входять глинисті мінерали, пісок, зерна й уламки кварцу й інших мінералів, цілі і зруйновані кістяки планктону й інших організмів.

3. Фітопланктон утворює третю, особливу групу суспензій. Необхідний у його складі для фотосинтезу пігмент завдяки хлорофілу дає дуже сильні смуги поглинання в блакитній і червоній зонах спектра випромінювання, за якими і визначається фітопланктон.

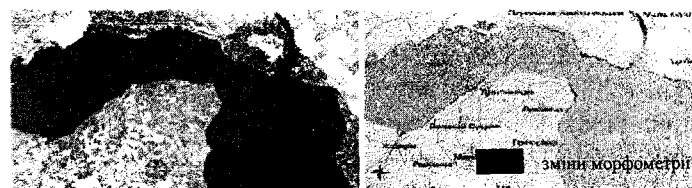
Частки гелю (жовтої речовини), що знаходяться у воді не зв'язані і мають кожна своє спектральне відображення. Воно в порівнянні з розсіюванням світла в чистій воді незначно. Поглинання світла частками гелю убуває по експоненті зі збільшенням довжини хвилі світла. Хлорофіл фітопланктону поглинає в основному випромінювання в блакитній ( близько 0,44 мкм) і червоній (близько 0,675 мкм) зонах спектра. Мінімум поглинання у видимій частині спектра випромінювання приходить на хвилі довжиною близько 0,53 мкм. Поглинання світла хлорофілом у блакитній зоні і розсіювання його фітопланктоном додають воді зелений колір.

Додаткове розсіювання світла відбувається на оболонках мікроорганізмів планктону, що приводить до сильного відображення в жовто-блакитній зоні спектра від вод багатих планктоном.

Зі збільшенням помутніння води домішками неорганічних часток змінюється колір води в довгохвильовій зоні спектра (жовто-оранжево-червоній, 0,576-0,609 мкм). Тут знаходиться мінімум затухання забруднених водною муттю озер, рік і прибережних зон океанів. Поглинання світла неорганічними частками твердого стоку дуже мало і залежить від довжини хвилі світла. У формуванні величини сигналу, що йде від води, поглинання випромінювання грає тільки підлеглу роль. На рисунках 1, 2 наведені приклади використання космічних знімків для досліджень стану водних об'єктів.



**Рис. 1.** Зміна морфометрії внутрішніх водойм лівобережжя м. Кисва (Landsat 4 TM 1988 рік / Landsat 7 ETM+ 2001 рік)



**Рис. 2.** Зони переробки берегів Канівського водосховища, що виявлені за даними космознімків

### Література

1. Лялько В.І., Федоровський О.Д., Рябоконеко О.Д. Використання космічної інформації у вирішенні водогосподарських і водоохоронних завдань // Космічна наука і технологія. 1997. № 3.
2. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли // Издательство "Мир", 1988.
3. Федоровський О.Д. Інформатизація аерокосмічного землезнавства // Наукова думка, м. Київ. 2001.

Статья поступила в редакцию 14 мая 2003 г.