

УДК 528.88: (477-25)

Вишневський В. І. ,*д.г.н., проф., Національний авіаційний університет,***Шевчук С. А. ,***к.т.н., ст.н.с., Інститут водних проблем і меліорації НААН,***Шевченко І. А. ,***Інститут водних проблем і меліорації НААН*

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ З'ЯСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ КИЄВА

Анотація: висвітлено результати використання даних ДЗЗ, виконаних супутником Landsat 8, для з'ясування екологічного стану водних об'єктів Києва. Виявлено водойми, що перебувають у кращому і гіршому стані. Встановлено значну внутрішньорічну мінливість цього стану та його відмінність від стану Дніпра.

Ключові слова: водойми Києва, супутник Landsat 8, “цвітіння” води, екологічний стан, температура води.

Вступ. Екологічний стан водойм м. Києва – питання, що цікавить не лише науковців, а й пересічних громадян. Це пояснюється наявністю в місті великої кількості водойм, які знаходять значне використання у багатьох сферах, зокрема, рекреації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Екологічний стан водойм Києва перебував і продовжує перебувати у полі зору багатьох дослідників [1, 2, 4]. Для багатьох київських водойм встановлено гідрохімічні особливості, поширення водної та повітряно-водної рослинності. Значну увагу приділено й явищу “цвітіння” води. Основні результати отримано за даними польових досліджень, а саме вимірюванні відповідних показників на місці, а також шляхом аналізу проб у лабораторних умовах. Хоча цей метод є загальноприйнятим, але у ньому є певні недоліки, зокрема, він не дає змоги швидко охопити дослідженнями велику кількість водойм. Тож стан окремо взятих водойм вивчається в різний час, що ускладнює порівняння отриманих даних.

Нині у встановленні екологічного стану водойм існує більш сучасний напрям, а саме той, що спирається на дані ДЗЗ. У цьому разі для оцінювання стану водних об'єктів використовують не лише зображення водних об'єктів у кольорах, близьких до природних, а й певні індекси, які є комбінацією каналів знімальної апаратури. Дослідження [6], виконані передусім на значних

водоймах, зокрема у прибережній частині океану, дали змогу знайти залежності між розвитком “цвітіння” і даними ДЗЗ.

Методи досліджень. Основним інформаційним джерелом цього дослідження стали дані супутника Landsat 8, який обладнаний кількома сенсорами, спроможними визначати потужність випромінювання в кількох діапазонах частот. Просторове розрізнення зображень більшості каналів становить 15–30 м. Періодичність зйомки супутником певних ділянок земної поверхні становить 16 діб. У зоні перекриття зображень періодичність зйомки вдвічі менша.

Скачування знімків Landsat 8 виконувалося із сайту Геологічної служби США. За цим вони оброблялися з використанням програми ArcMap10.

Основну увагу спрямовано на з’ясування екологічного стану Дніпра, його заток, а також ставків та озер. Було виконано й польові дослідження, які полягали у вимірюваннях прозорості води та її температури. Це, зокрема, здійснено для верифікації супутникових даних. Крім того, визначалося поширення водної та повітряно-водної рослинності.

Найбільшу увагу приділено стану водойм у теплий період року, коли цей стан звичайно є найгіршим.

Висвітлення основних результатів. Екологічний стан київських водойм оцінювався за даними зображень у природних кольорах, а також з використанням індексів NDTI, NDPI і NDVI, які є комбінаціями знімальних каналів супутника.

Встановлено, що екологічний стан київських водойм дуже залежить від водообміну: в основному руслі Дніпра він кращий, ніж у затоках, а в затоках кращий ніж в озерах. Це, зокрема, добре видно на прикладі затоки Верблюд, де розвиток “цвітіння” у віддаленій від Дніпра частині значно більший, ніж у наближеній до Дніпра частині.

Виявлено, що розвиток “цвітіння” можна характеризувати за даними індексу NDPI, а також за значеннями каналу ВЗ, якому відповідає довжина хвиль 0,53–0,59 мкм. Найбільші кількісні показники цього каналу в цілому припадають на липень і серпень, тобто на час, коли “цвітіння” води є максимальним. Протягом усього літнього періоду між показниками каналу ВЗ та індексом NDPI існує тісний кореляційний зв’язок.

Найменші кількісні показники каналу ВЗ властиві для верхової водойми Київської ГАЕС та Дніпра в нижньому б’єфі Київської ГЕС. Характерні значення влітку тут становлять 7500–8000. Зі збільшенням трофності водойм зростає і показник каналу ВЗ. Найбільші значення (понад 9000) властиві для доволі великого озера Тягле, а також оз. Лісове (Берізка). Останнє розташоване у східній частині Києва на південь від Броварського шосе.

Отримані дані дали змогу характеризувати стан водних об'єктів за ступенем відхилення від найкращого стану, який спостерігається у верховій водоймі Київської ГАЕС і в нижньому б'єфі Київської ГЕС. Показники якості води тут значно стабільніші, ніж у затоках Дніпра та особливо озерах.

Для опису стану водних об'єктів використано рекомендації, сформульовані у “Методиці екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” [2]. У цьому документі рекомендовано виділяти п'ять класів і сім категорій якості води, що мають певну словесну характеристику. Це дало змогу виконати класифікацію водойм за їх станом (таблиця).

Екологічний стан київських водойм за даними ДЗЗ

Водойма	Стан
Верхова водойма Київської ГАЕС, нижній б'єф Київської ГЕС	Дуже добрий
Верблюд, Собаче горло, Редчине	Добрий
Сонячне, Лебедине, Алмазне	Задовільний
Вербне, Райдуга, Тельбин	Посередній
Кирилівське, Заплавне, Доманя, Небріж	Поганий
Лісове (Берізка), Тягле	Дуже поганий

Деякий вплив на розвиток “цвітіння” має також поширення вищої водної рослинності. У водоймах, де цієї рослинності багато, розвиток “цвітіння” порівняно невеликий і, навпаки. Це, зокрема, виявлено для найбільшого київського оз. Алмазне. Доволі значне “цвітіння” води в ньому пояснюється невеликим поширенням вищої водної рослинності, що, в свою чергу, зумовлено особливостями морфометрії озера, а саме малою площею мілководних ділянок. Показники каналу ВЗ та індексу NDPI у північно-східній частині оз. Алмазне, де рослинності більше, свідчать про менший розвиток “цвітіння”, ніж в його південно-західній частині.

У свою чергу, проблемний стан оз. Лісове (Берізка) зумовлений тим, що в другій половині літа воно стає непроточним і зменшується в розмірах. У цей час прозорість води в озері за диском Секкі становить лише 30–35 см.

Деякі особливості якісного стану мають водойми в південно-східній частині Києва: озера Вирлиця, Тягле, Заплавне, Небріж та ін. За наявними даними, для всіх цих водойм характерне значне “цвітіння” води. Найбільшим воно є в оз. Тягле. Проблемний стан цього озера пояснюється близькістю Бортницької станції аерації, де очищуються стічні води Києва. Судячи з усього,

фільтрація забрудненої води, що містить значні концентрації сполук азоту і фосфору, і є головним чинником розвитку “цвітіння” у цьому озері.

До важливих параметрів екологічного стану водних об’єктів належить і температура води. Для її визначення використано дані каналу V10 супутника Landsat 8. Хоча роздільна здатність цього каналу порівняно невисока (100 м), тим не менш вона достатня для визначення температури водної поверхні в основному руслі Дніпра, його головних рукавах, а також великих затоках та озерах.

Встановлено, що в найбільш спекотний період року температура поверхневого шару води у водоймах Києва має значні відмінності. Найнижча температура влітку спостерігається в нижньому б’єфі Київської ГЕС, куди вода скидається зі значних глибин Київського водосховища, де температура нижча, ніж на його поверхні. З віддаленням від ГЕС температура зростає і на нижній околиці Києва може бути на 2°C і вищою, ніж у нижньому б’єфі ГЕС [3].

Деякий вплив на температуру води в Дніпрі чинить і Десна, вода в якій у місці злиття цих річок улітку тепліша. Шлейф деснянської води простежується уздовж лівого берега Дніпра на кілька кілометрів. Найвища ж температура води в межах Києва спостерігається в затоках (передусім з невеликим водообміном) та особливо озерах. Виявлено, що між температурою води і розвитком фітопланктону існує прямий кореляційний зв’язок: у водоймах зі значним “цвітінням” температура води вища ніж з малим і, навпаки.

Висновки. Дані супутника Landsat 8 та засоби їх обробки дають змогу встановити які водні об’єкти перебувають у кращому, а які в гіршому екологічному стані. Найкращим є стан верхової водойми Київської ГАЕС і Дніпра в нижньому б’єфі Київської ГЕС, дуже поганим – озер Лісове (Берізка) і Тягле. Протягом року порівняно сталим є стан Дніпра, більш мінливим – його заток та особливо озер. Найбільші відмінності між умовами в Дніпрі та в озерах спостерігаються у другій половині літа, коли найвищою є температура води та набуває найбільшого розвитку її “цвітіння”.

Скидання води з придонних шарів Київської ГЕС зумовлює те, що найхолодніша вода влітку спостерігається в її нижньому б’єфі. Униз за течією температура води поступово зростає: частково завдяки прогріванню, частково завдяки впливу Десни, вода в якій улітку тепліша, ніж у Дніпрі. У літній період найтеплішою є вода в затоках Дніпра та в київських озерах.

Список використаних джерел

1. Екологічні проблеми київських водойм і прилеглих територій / О.В. Романенко, О.М. Арсан, Л.С. Кіпніс, Ю.М. Ситник. – К.: Наукова думка, 2015. – 192 с.
2. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукінський, О.П. Оксіюк та ін. – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.
3. Шевчук С.А. Використання даних супутника Landsat 8 для визначення мікрокліматичних особливостей Києва / С. А. Шевчук, В. І. Вишневський // Український журнал дистанційного зондування Землі. – 2016. – № 10. – С. 10 – 16.
4. Шевчук С.А. Визначення екологічного стану водосховищ за допомогою методів дистанційного моніторингу / С. А. Шевчук, І. А. Шевченко // Меліорація і водне господарство. – 2012. – Вип. 100. Том 2. – С. 42 – 52.
5. Щербак В.И. Сезонная динамика фитопланктона киевского участка Каневского водохранилища / В. И. Щербак, А.М. Задорожная // Гидробиологический журнал. – 2013. – Т. 49. № 2. – С. 28 – 38.
6. Blondeau-Patissier D. et al. A review of ocean color remote sensing methods and statistical techniques for detection, mapping and analysis of phytoplankton in coastal and open oceans. *Progress in Oceanography*, 2014, vol. 123, pp. 123–144.

Аннотація

Представлены результаты использования данных ДЗЗ, выполненных спутником Landsat 8, для выяснения экологического состояния водных объектов г. Киева. Определены водоемы, находящиеся в лучшем и худшем состоянии. Выявлено значительную внутригодовую изменчивость экологического состояния и его отличие от состояния Днепра.

Ключевые слова: водоемы Киева, спутник Landsat 8, “цветение” воды, экологическое состояние, температура воды.

Abstract

It is presented the results of remote sensing data use obtained by Landsat 8 satellite for the determination of the ecological state Kyiv water bodies. It was found the bodies of which are both in a good and poor states. It was specified the significant fluctuation of these states and their distinctiveness from the ecological state of the Dnipro River.

Keywords: Kyiv water bodies, Landsat 8 satellite, water bloom, ecological state, water temperature.