

УДК 581.526.325(282.247.32)

СУЧАСНИЙ СТАН ОЗЕРА АЛМАЗНЕ ТА ЗАХОДИ З ЙОГО ЕКОЛОГІЧНОГО ОЗДОРОВЛЕННЯ

С.А. ШЕВЧУК, канд. тех. наук,
О.М. КОЗИЦЬКИЙ,
В.І. ВИШНЕВСЬКИЙ, док. геогр. наук,
Інститут водних проблем і меліорації НААН

Наведено відомості про історію створення оз. Алмазне, його морфометричні особливості, водообмін, а також гідрохімічні показники. Представлено дані дистанційного зондування Землі, які свідчать про проблемний стан озера.

Ключові слова: озеро Алмазне, морфометричні характеристики, якість та “цвітіння” води, дані дистанційного зондування Землі.

Вступ. Озеро Алмазне – найбільше озеро Києва, що розташоване біля житлового масиву Троещина на північно-східній околиці міста. З огляду на значні розміри озера можна припустити, що воно повинно мати задовільний екологічний стан, але це не так. У другій половині літа і на початку осені озеро сильно “цвіте”, що практично унеможливує його використання в рекреаційних цілях. У зв’язку з цим окремі зацікавлені інституції проголосили наміри поліпшити стан озера шляхом поглиблення і розчистки прилеглої до нього ділянки. Доцільність цього заходу і стала

підставою для проведення відповідних досліджень (рис. 1).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попри те, що оз. Алмазне є найбільшим за розмірами в Києві, ґрунтовних праць, що йому присвячені, не так багато. Здебільшого дослідники, відповідно до їх фаху, звертали увагу лише на певні показники. Найбільший обсяг таких досліджень виконано фахівцями Інституту гідробіології НАНУ [2–5]. З цих праць особливої уваги потребує видання [4], в якому наведено відомості про якість води, видовий склад вищої водної рослинності, а

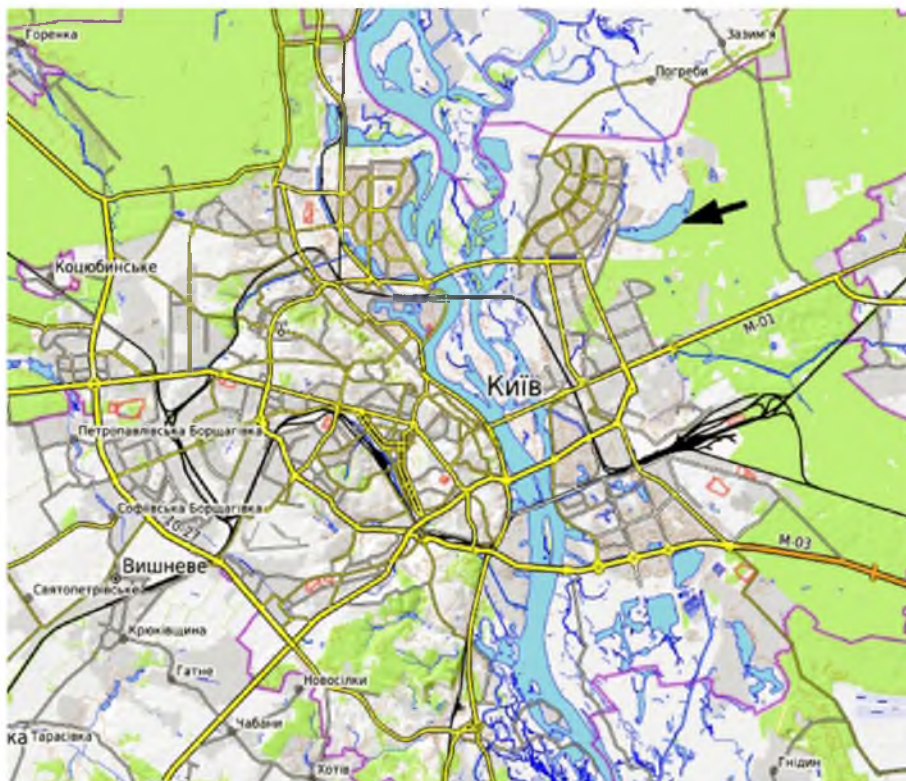


Рис. 1. Розташування оз. Алмазне в Києві (показано стрілкою)

також іхтіофауну оз. Алмазне. Разом з тим, у праці не приділено належної уваги морфометричним характеристикам озера та його екологічному стану в цілому. Без відповідної перевірки наведено й деякі помилкові дані, зокрема про максимальну глибину озера (35 м), що значно більша за фактичну.

У праці [6], яка присвячена вмісту біогенних речовин у водоймах Києва, сказано, що концентрація сполук азоту в озері порівняно незначна. Натомість великою є концентрація фосфатів. За останнім показником озеро належить до найбільш забруднених у Києві.

З праць, що побачили світ останнім часом, доцільно згадати статті [1, 7], в яких висвітлено відомості про екологічний стан озера на основі даних дистанційного зондування Землі. Наведені дані показали, що у другій половині літа екологічний стан озера стає чи не найгіршим з-поміж інших великих водойм Києва – насамперед за рівнем “цвітіння” води.

Методи досліджень. Основним джерелом даних для написання цієї статті стали результати польових досліджень, виконаних протягом 2014–2016 рр. Значну увагу приділено морфометрії озера, яка визначалася шляхом промірів глибин із застосуванням

ехолоту, що обладнаний GPS-приймачем. Екологічний стан озера визначали за даними про прозорість води за диском Секкі, а також за даними гідрохімічних аналізів. Значну увагу в дослідженнях приділено також даним дистанційного зондування Землі, зокрема аналізу зображень супутника Landsat 8, який виконували з використанням програми ArcMap.

Гідрометеорологічні умови. Роки (2014–2016), протягом яких виконувалися дослідження, виявилися значно теплішими і водночас сухішими за норму. Важливо, що це стосувалося літніх місяців, а також вересня, коли “цвітіння” води набуває найбільшого розвитку (табл. 1).

У липні–вересні 2014–2016 рр. у Києві неодноразово спостерігалася температура повітря, яка до цього не реєструвалася. Зокрема, 1–2 вересня 2015 р. вона сягала 35 °С.

Висвітлення основних результатів. Сучасне озеро Алмазне розташовано у межах лівобережної заплави Дніпра. У далекому минулому тут була стариця річки, про що свідчить топографічна карта «РККА» 1930-х років у масштабі 1 : 25000 (рис. 2). Ця водойма з'єднувалася потічком з розташованим на схід болотом Колпито. Водночас із самого

1. Температура повітря на метеостанції “Київ” за місяцями

Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2014	-4,8	-0,5	6,8	10,3	16,9	18,2	22,1	21,3	15,3	7,7	1,7	-2,1
2015	-0,8	-0,7	5,1	9,7	16,0	20,4	21,9	22,6	17,8	7,3	4,7	1,9
2016	-5,7	2,0	3,9	12,4	15,5	20,6	22,4	21,1	16,1	6,5	1,2	-1,5
Норма	-5,6	-4,2	0,7	8,7	15,2	18,2	19,3	18,6	13,9	8,1	2,1	-2,3



Рис. 2. Топографічна карта «РККА» масштабу 1:25 000 (Генеральний штаб РСЧА, 1933-1937 рр.)

озера витікав струмок у південно-західному напрямку – до Дніпра. Значні зміни цієї місцини відбулися по закінченні Другої світової війни, що було пов'язано з видобутком торфу, який тут видобували до 1970-х років.

Новий етап історії озера Алмазне розпочався в 1980-х роках і був пов'язаний з видобутком алювію, який використовували в будівельних цілях. Цей видобуток почався з того місця, яке нині відповідає південно-західній частині озера. Супутникові знімки показують, що в 1984 р. розміри озера досягли третини сучасних. У 1990 р. озеро набуло розмірів, що близькі до сучасних.

Розпорядженням Київської міської державної адміністрації № 111 від 04.02.2009 р. оз. Алмазне було передано на баланс і закріплено за КП “Плесо”.

Виконане обстеження озера показало тяжіння до нього сильнозарослої ділянки на північний схід від основної акваторії. Найбільшу площу тут займає повітряно-водна рослинність, в якій домінує очерет звичайний. Зустрічається також рогіз вузьколистий. На підвищених ділянках чимало деревної рослинності, серед якої домінують верба і береза. Із чагарникової рослинності багато аморфи кушової. Відкрита акваторія займає тут близько чверті загальної площі.

На берегах самого озера повітряно-водної рослинності дуже мало. Натомість у другій половині літа та у вересні тут спостерігається сильне “цвітіння” води.

Територія, що оточує озеро, сильно різниться за використанням. Південніше озера, причому близько від нього, розташовано Лісове кладовище, відкрите в 1970 р. Територія на схід від озера вкрита лісом – переважно сосновим. Північніше озера – приблизно за кілометр від нього – розташована Київська ТЕЦ-6. Територія на північний захід від озера переважно зайнята городніми ділянками та гаражами.

Важливим і водночас складним питанням є водообмін в оз. Алмазне. Основний витік з озера розташований в його південно-західній частині. Тут є невеличка затока, в якій простежується рух води. Бетонний трубопровід прокладений під вул. Крайня і спрямований у Нижнє Вигурівське озеро. Витрата води тут має порядок $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

Існує ще одне місце, де вода витікає з озера. Воно розташовано в його північно-східній частині, точніше – прилеглий до озера зарослій ділянці. Для руху води прокладено трубу під вул. Пухівська. Витрата води тут мізерна – на рівні одного-двох літрів за секунду.

Із прилеглої до озера зарослої ділянки в його основну частину також впадає потічок. Місце впадіння його в невелику затоку є таким: $50^{\circ}31'09''$ пн. ш. і $30^{\circ}39'48''$ сх. д.

На жаль, виявити бодай одне місце, яким вода надходить в озеро, не вдалося. Вірогідно озеро здебільшого живиться атмосферними опадами та підземним стоком, який переважно потрапляє в його північно-східну частину. Не можна виключати і того, що існує якийсь скид в озеро, зокрема з розташованої неподалік Київської ТЕЦ-6.

Морфометричні параметри оз. Алмазне визначено двома шляхами. З використанням програми SAS.Планета встановлено, що максимальна довжина його відкритої частини по прямій становить 3,2 км, найбільша ширина – 715 м, периметр – 9,06 км, площа – $1,65 \text{ км}^2$.

Площу відкритої частини озера визначено також з використанням програми ArcMap 10, спираючись на зображення, отримане супутником Landsat 8. Для відокремлення водної поверхні від суші виконано розрахунок індексу NDPI. У цей спосіб встановлено, що площа озера становить $1,67 \text{ км}^2$. Отже, за двома методами результат виявився практично однаковим. Як остаточне прийнято середню величину $1,65 \text{ км}^2$, адже зображення, отримані супутником Landsat 8, мають порівняно невисоку роздільну здатність. Зауважимо, що знайдена площа озера виявилася дещо більшою, ніж зазначено в [4].

Перед визначенням глибин в озері було встановлено його характерний рівень – $96,4 \text{ м БС}$. При сильному вітрі можливі зміни, як правило, в межах 10 см.

Виміри глибин виконано по низці поперечних і поздовжніх створів, які рівномірно охоплюють акваторію. Кількість точок вимірних глибин становить 7042, що відповідає щільності 1 точка на 236 м^2 . За отриманими даними побудовано карту розподілу глибин в озері (рис. 3).

Виконані дослідження показали, що оз. Алмазне не лише доволі значне за площею, а й глибоке – максимальна виміряна глибина (а саме в точці з координатами: $50^{\circ}30'21,2''$ пн. ш. і $30^{\circ}38'42,6''$ сх. д.) сягає 19,7 м. Як видно, максимальна виміряна глибина виявилася майже вдвічі меншою, ніж за даними, що наведені в [4]. Додамо, що помилкове значення глибини в 35 м наведено також у Вікіпедії. Про помилковість цього великого значення свідчать технічні можливості земснарядів, які рідко коли здатні виконувати виїмку ґрунту на глибинах понад 22 м.

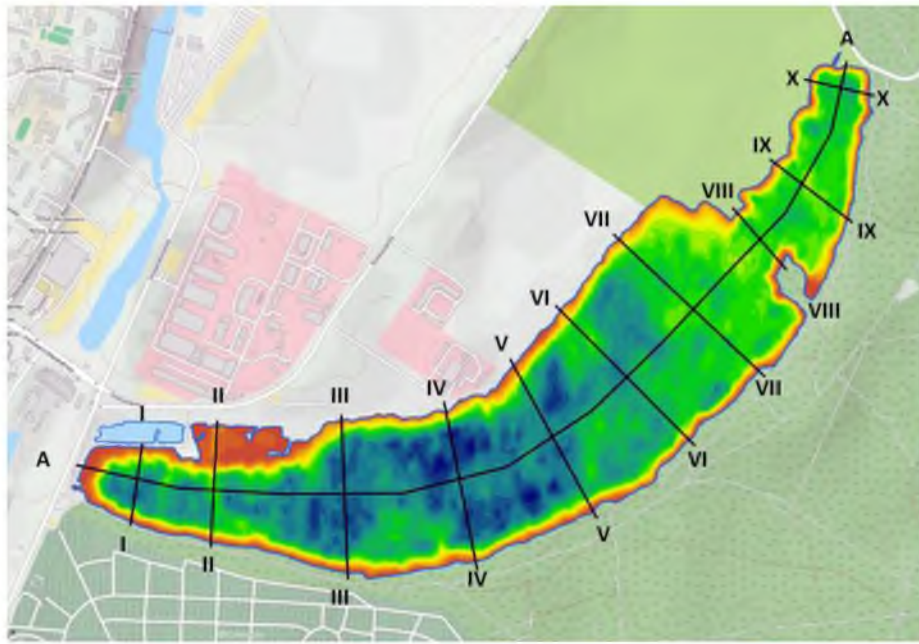


Рис. 3. Розподіл глибин в оз. Алмазне

Крім наявності значних глибин в озері, для нього властива ще одна особливість – різке їх зростання біля берега. Доволі часто, вже на відстані 5–10 м від урізу, глибина сягає 2 м. Іншими словами, озеро має дуже мало мілководних ділянок (рис. 4).

Невелика площа мілководних ділянок і є головним чинником, що стримує поширення повітряно-водної рослинності в озері. Жоден з відповідних видів, які зустрічаються в Україні, на глибинах понад 2 м не росте.

Є підстави вважати, що саме невелике поширення повітряно-водної рослинності і є важливою причиною значного “цвітіння” води, яке супроводжується зниженням прозорості води. Про це, зокрема, свідчать результати досліджень, наведені у праці [5]. Важливо, що повітряно-водна рослинність не лише затіняє собою водну поверхню, а головне – поглинає

біогенні речовини, які за її відсутності дісталися б нижчим за своєю організацією організмам.

Виміри прозорості води, виконані з використанням диску Секкі, показали, що наприкінці літа вона стає дуже малою. Про це, зокрема, свідчать дані, отримані в 2014 р. Так, 06.06.14 р. прозорість води становила 2,48 м; 08.07.2014 р. – 2,71; 24.07.2014 р. – 0,92; 08.08.2014 р. – лише 0,32 м. У ці ж дні концентрація завислих речовин була такою: 1,8; 5,4; 6,6 і 31 мг/дм³. Як видно, тут існує обернена залежність.

Гідрохімічні показники в озері було визначено за даними двох проб, узятих в його протилежно розташованих місцях: одну (№ 1) – у південно-західній частині озера, іншу (№ 2) у північно-східній (табл. 2).

Наведені в табл. 2 дані показують, що в цілому за концентрацією розчинних солей

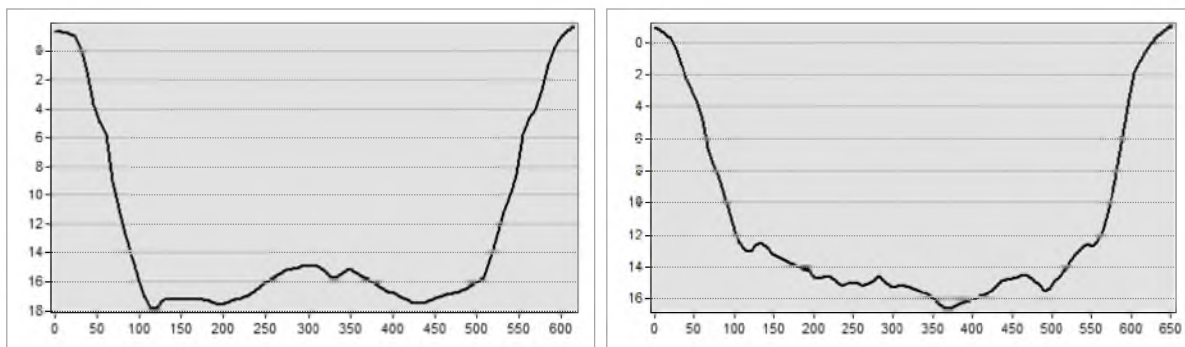


Рис. 4. Поперечні профілі оз. Алмазне: відповідно у створах IV–IV і V–V

2. Якісні характеристики води в оз. Алмазне 23.05.2016 р., мг/дм³

№ проби	XCK	PH	NO ₂	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K	Na	Ca	Cl
1	20,2	7,29	0,015	1,8	сліди	0,46	1,5	9,8	36,0	10,6
2	60,6	7,67	0,006	2,0	сліди	0,10	0,9	45	76,0	21,3

№ проби	SO ₄	CO ₃	HCO ₃	Сух. зал.	Мін.	Fe	Cu	Zn	Mn	Pb
1	28,0	0	152,5	278,4	178,6	0,25	0,007	0,005	0,040	0,0021
2	72,0	0	292,8	530,5	364,3	0,39	0,009	0,009	0,037	0,0006

вода в оз. Алмазне не є особливою. Зокрема невеликою є концентрація мікроелементів. Щоправда, доволі значною є концентрація заліза, що близька до ГДК. Більша його концентрація в північно-східній частині озера опосередковано свідчить про надходження сюди води з підземних горизонтів. На подібне вказує й концентрація сухого залишку.

Оцінювання екологічного стану озера виконано також із використанням дистанційного зондування Землі. Для цього, зокрема, було скачано кілька зображень супутника Landsat 8, зроблених у теплий період 2014–2016 рр. (рис. 5). Аналіз цих знімків, побудованих у кольорах, близьких до природних, свідчить про те, що в другій половині літа і на початку вересня поверхня озера є справді зеленого кольору.

Кількісне оцінювання “цвітіння” виконано також за індексом NDTI, який є співвідношенням зеленого (B3) і червоного (B4) каналів спектра:

$$NDTI = (B4 - B3) / (B4 + B3).$$

Структура індексу показує, що збільшення інтенсивності зеленого кольору супроводжується зменшенням абсолютного значення індексу і навпаки. Іншими словами, індекс NDTI обернено пропорційний концентрації синьо-зелених водоростей (табл. 3).

Наведені дані показують, що індекс NDTI в оз. Алмазне, а відповідно й рівень “цвітіння” в ньому незрівнянно більший, ніж у нижньому б’єфі Київської ГЕС. З великих водойм у лівобережній частині Києва близькі значення індексу NDTI спостерігаються лише в оз. Тягле, яке

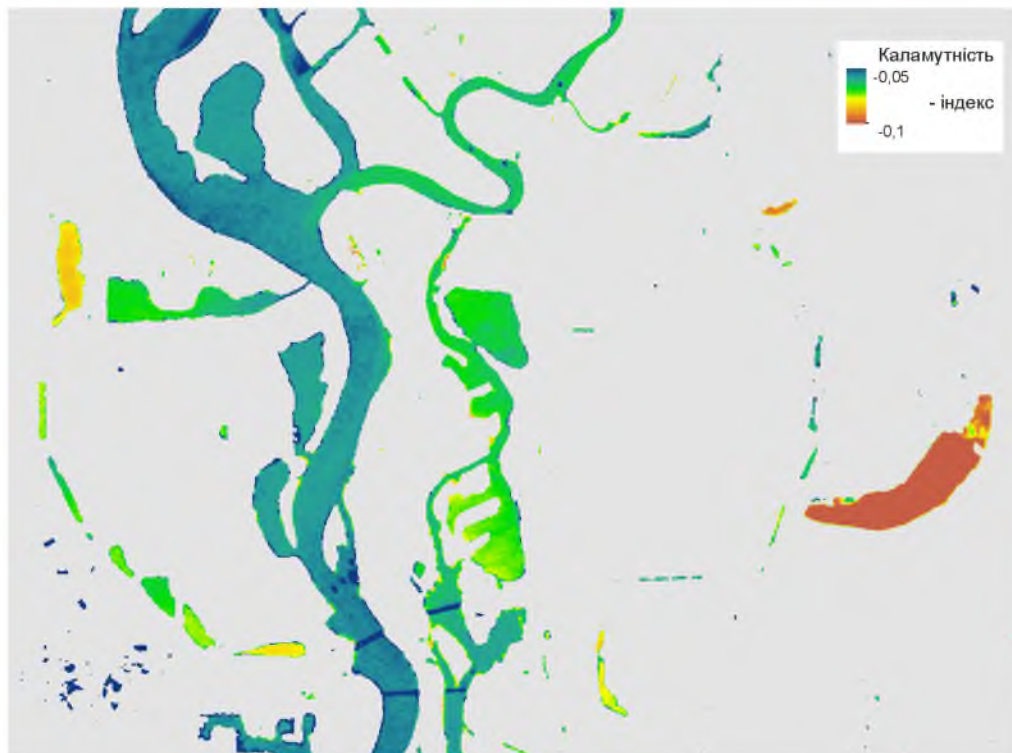


Рис. 5. Каламутність водойм м. Києва (24.07.2014 р., супутник Landsat-8)

3. Характерні значення індексу NDTI, розраховані за даними знімків, отриманих супутником Landsat 8

Дата	Водойма				
	Алмазне	Нижній б'єф Київської ГЕС	Вирлиця	Тягле	Заплавне
10.09.14	-0,0849	-0,0503	-0,0690	-0,0697	-0,0788
28.08.15	-0,0870	-0,0532	-0,0666	-0,0836	-0,0644
13.07.16	-0,0799	-0,0502	-0,0807	-0,0979	-0,0851
29.07.16	-0,0781	-0,0548	-0,0730	-0,0819	-0,0826
Середнє	-0,0825	-0,0521	-0,0723	-0,0833	-0,0777

розташоване біля Бортницької станції аерації і, судячи з усього, зазнає її впливу. Але, на відміну від оз. Алмазне, тут доволі багато на берегах повітряно-водної рослинності.

У результаті виконаних досліджень можна запропонувати низку заходів щодо екологічного оздоровлення оз. Алмазне.

Насамперед необхідно виконати очищення прибережної захисної смуги, на якій у багатьох місцях присутнє побутове та будівельне сміття. Зокрема його дуже багато біля північних берегів, особливо поблизу розташованого поряд закладу харчування. Доцільно також встановити на берегах озера водоохоронні знаки. Успішний досвід використання рослиноїдних риб у боротьбі з «цвітінням» води і надмірним заростанням дає змогу рекомендувати вселення в озеро білого товстолобика, основним харчем якого є фітопланктон. Потрібно також посилити виховну та просвітницьку роботу серед населення, спрямовану на захист природи озера і прилеглої території. Доцільно виконати аналіз роботи прилеглої до озера ТЕЦ-6, як потенційного джерела забруднення. Вкрай важливим є збереження природних угруповань на прилеглої до озера заболоченій території. Потрібно припинити

роботу виявленої тут землерийної техніки. Вторгнення людини не лише зруйнує сформовану тут екосистему, а й негативно позначиться на екологічному стані всього оз. Алмазне, спричинивши посилення «цвітіння» води. Пропонується цю територію оголосити заповідним урочищем, надавши йому назву «Колпито».

Висновки. Озеро Алмазне, що є найбільшим у Києві, має кілька особливостей. Однією з найголовніших є доволі значні глибини (до 19,7 м) і водночас невелика площа мілководь. Особливості морфометрії позначаються на тому, що на берегах озера майже відсутня повітряно-водна рослинність. Відмінною є лише прилегла до озера ділянка в його північно-східній частині, що майже повністю є зарослою. Для самого озера у другій половині літа і початку осені характерні дуже значне «цвітіння» води і водночас невелика її прозорість. Наміри поліпшити екологічний стан озера шляхом поглиблення і розчищення прилеглої до нього зарослої ділянки є хибними. Це не лише не дасть позитивного ефекту, а навпаки погіршить стан озера, призведе до ще більшого «цвітіння» води.

Бібліографія

1. Вишневський В.І., Шевчук С.А. Оцінювання стану водних об'єктів Києва за даними дистанційного зондування Землі // *Український журнал дистанційного зондування Землі.* – 2016. – № 11. – С. 4–9.
2. *Екологічний стан водойм м. Києва.* – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 219 с.
3. *Екологічний стан київських водойм.* – К.: Фітосоціоцентр, 2010. – 257 с.
4. *Екологічні проблеми київських водойм і прилеглих територій / За ред. Романенка О.В.* – К.: Наукова думка, 2015. – 192 с.
5. Ключенко П. Д. Структурно-функціональна організація фітопланктона в зарослях и на открытых участках озер г. Киева [Текст] / П.Д. Ключенко, Т.Ф. Шевченко, Г.В. Харченко // *Гидробиологический журнал.* – 2015. – Т. 51. № 1. – С. 49–65.
6. Прокопчук М.С., Погорелова Ю.В. Вміст біогенних речовин у водоймах міста Києва // *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія.* – 2016. – № 3 (42). – С. 76–84.
7. Вишневський В. І., Шевчук С. А., Шевченко І. А. Використання даних дистанційного зондування землі для з'ясування екологічного стану водних об'єктів Києва // *Сучасні проблеми архітектури та містобудування.* – 2016. – №. 46. – С. 227-231.

С.А. Шевчук, О.Н. Козицкий, В.И. Вишнеvский
Современное состояние озера Алмазное
и мероприятия по его экологическому оздоровлению

Освещена история создания оз. Алмазное. Приведены сведения о его морфометрических особенностях, водообмене, а также гидрохимических показателях. Представлены данные дистанционного зондирования Земли, свидетельствующие о проблемном состоянии озера.

S.A. Shevchuk, O.M. Kozytzkyi, V.I. Vyshnevskiy
The current state of the Almaznoe lake and the measures for its ecological recovery
The creation history of the Almaznoe lake is presented. The information about its morphometric features, water exchange and hydrochemical parameters are given. The data of remote sensing, indicating the problem state of the lake, are presented.