

- [Руденко Л. Г., Бочковська А. І. Розвиток картографічного напрямку досліджень в Інституті географії НАН України // Укр. геогр. журн. 2018. № 1. С. 3–10.]
10. *The National Atlas of Ukraine*. Ch. Ed. L.H. Rudenko (2007). Kyiv, 440 p. [In Ukrainian].
[Національний атлас України / Гол. ред. Л.Г.Руденко. Київ, 2007. 440 с.]
 11. Rudenko L., Kozachenko T., Lyashenko D., Bochkovska A., Dyshlyk A., Chabanyuk V., Putrenko V. (2011). *Geoinformation mapping in Ukraine*. Monograph. Kyiv, 102 p. [In Ukrainian].
[Геоінформаційне картографування в Україні. Монографія / Л. Г. Руденко, Т. І. Козаченко, Д. О. Ляшенко, А.І. Бочковська, А. П. Дишлик, В. С. Чабанюк, В. В. Путренко. Київ, 2011. 102 с.]
 12. Chabanyuk V. (2018). *Relational cartography: Theory and practice*. Kyiv, 525 p. [In Ukrainian].
[Чабанюк В. Реляційна картографія: Теорія і практика. Київ, 2018. 525 с.]
 13. *Nature Reserve Fund of Ukraine: areas and objects of national importance* (2009). Kyiv, 331 p. [In Ukrainian].
[Природно-заповідний фонд України: території та об'єкти загальнодержавного значення. Київ, 2009. 331 с.]
 14. Rudenko L., Bochkovskaya A., Polyvach, K. and others (2021). *Academic geography and atlas mapping during the years of independence of Ukraine*. Ed. L. Rudenko. Kyiv, 120 p. [In Ukrainian].
[Академічна географія і атласне картографування за роки незалежності України / Л. Г. Руденко, А. І. Бочковська, К. А. Поливач та ін. За ред. Л. Г. Руденка. Київ, 2021. 120 с.]
 15. Inspire knowledge base. URL: <https://inspire.ec.europa.eu/inspire-directive/2>

Стаття надійшла до редакції 04.08.2021

УДК 504:528.8

DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.04.065>

I. В. Тимченко¹, Р. Б. Гаврилюк², О. В. Томченко³

¹ Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв

² Інститут геологічних наук Національної академії наук України, Київ

³ Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України, Київ

АНАЛІЗ ЗМІНИ РУСЛА РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ ПІД ВПЛИВОМ АНТРОПОГЕННИХ ТА ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ ЗА ДАНИМИ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ

Наведено результати дослідження зміни русла річки Південний Буг (у межах Миколаївської області) за допомогою космічних знімків; оцінено загальну тенденцію зменшення стоку в нижній течії річки Південний Буг за останні п'ять років. Висвітлено результати аналізу зміни ширини русла після серії підвищень рівня руслового Олександрівського водосховища. Підняття рівня Олександрівського водосховища проводилось в декілька етапів і супроводжувалось негативними наслідками для довкілля, зокрема затопленням земель природно-заповідного фонду, а на сьогодні заплановано чергове підняття його рівня. За результата аналізу космічних знімків попередньо оцінено вплив Олександрівського водосховища на нижню течію річки, зокрема динаміку зміни русла нижче та вище від греблів водосховища. Наведено перелік першочергових заходів для поліпшення екологічного стану р. Південний Буг.

Ключові слова: Південний Буг; Олександрівське водосховище; ГІС; ДЗЗ; вплив на довкілля.

I. V. Tymchenko¹, R. B. Havryliuk², O. V. Tomchenko³

¹ Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

² Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv

³ Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv

ANALYSIS OF CHANGES OF THE SOUTHERN BUG RIVERBED UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC AND NATURAL FACTORS ACCORDING TO SATELLITE MONITORING

The article presents: the results of the study of changes of the South Bug riverbed (within the Mykolaiv region) using of space images; the estimation of general trend of decreasing runoff in the lower reaches of the Southern Bug River over the last five years are presented as well as and the indication of basic negative consequences which are observed in the river basin; the

© I. В. Тимченко, Р. Б. Гаврилюк, О. В. Томченко 2021

ISSN 1561-4980. Укр. геогр. журн. 2021, 4(116)

results of the analysis of changes of the South Bug Riverbed as a consequence of increases in the level of the Oleksandrivskiy Reservoir, which, in particular, is used for the needs of the South Ukrainian NPP. Raising the level of the Oleksandrivskiy Reservoir was carried out in several stages and was accompanied by negative consequences for the environment, in particular flooding of the protected areas, and now it is planned to raise its level again. The study of channel change was performed using Landsat 5-8 space images, QuickBird and WorldView-2 space images for the summer low flow periods. The test area is from the village of Bogdanivka to the village of Prybuzhany of the Voznesenskiy district of the Mykolaiv region within which 3 research sites are allocated. The results of analysis of space images allowed estimating the impact of the Oleksandrivskiy Reservoir under climate change on the lower reaches of the river including the dynamics of the riverbed change downstream and upstream the reservoir dam. The priority measures to enhance the ecological condition of the Southern Bug River are presented in the article.

Keywords: Southern Bug River; Oleksandrivskiy Reservoir; GIS; Remote sensing; Environmental Impact.

Актуальність теми дослідження

Останніми роками в багатьох регіонах України спостерігається складна гідрологічна ситуація, обумовлена, передусім, зменшенням кількості та зміною режиму опадів, що спричинено глобальною зміною клімату, зменшенням рівня ґрунтових вод та ґрунтового живлення, значною зарегульованістю річок та антропогенним навантаженням на водні об'єкти.

Ця ситуація є характерною для басейну річки Південний Буг (далі – р. Пд. Буг), де останніми роками спостерігається зменшення природного стоку, слабо виражене весняне водопілля, збільшення меженого періоду, обміління та пересихання малих річок басейну. Характерною особливістю басейну є його значна зарегульованість. Тут створено майже 10 тисяч штучних водойм сумарним об'ємом понад 1,5 км³ [1]. З 2015 р. внаслідок зменшення водності річки цей показник вже переважає її природній стік. На р. Пд. Буг зведено 16 руслових водосховищ загальним об'ємом 303 млн.м³, з яких Олександрівське на території Миколаївської області є найнижчим за течією. Основним його призначенням є забезпечення потреб Південноукраїнського енергокомплексу. Воно використовується як нижня водойма Ташлицької ГАЕС, а саме для забезпечення роботи Олександрівської ГЕС. В Олександрівське водосховище здійснюється скидання води під час продувки Ташлицької водойми-охолоджувача Южноукраїнської АЕС. Його також використовують для потреб зрошування та питного водопостачання, а також для любительської риболовлі.

Впродовж 1997–2011 рр. відбувалось поетапне підвищення нормального підпірного рівня водосховища у зв'язку з будівництвом Ташлицької ГАЕС та введенням в експлуатацію гідроагрегатів № 1 та 2, а також за необхідності подавання води

для поповнення Ташлицької водойми-охолоджувача Южноукраїнської АЕС (далі – ЮУ АЕС). Цей технологічний процес мав низку наслідків для Південного Бугу, зокрема супроводжувався зміною конфігурації русла, його замулюванням тощо. На сьогодні вивчення змін русла річки за багаторічний період стало можливо завдяки наявності космічних знімків високої просторової розрізненості, що визначає актуальність проведення досліджень із застосуванням геоінформаційних систем (ГІС) та засобів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Стан вивчення питання, основні праці

Оцінюванню екологічного стану річок у районі впливу водосховищ із застосуванням ГІС присвячено, зокрема, роботи В.І. Зацерковного, А.Г. Шапара, О.О. Скрипника [2–3]. Вплив Олександрівського водосховища на екосистему р. Пд. Буг розглянули в своїх роботах Мовчан Я.І., Коломієць Г.В., Ширяєва Д.В. та ін. [4–6]. Водночас нині можливості оцінювання стану р. Пд. Буг в районі впливу Олександрівського водосховища за допомогою методів ДЗЗ залишаються не використаними.

Метою роботи є виявлення змін русла річки Пд. Буг з урахуванням змін клімату з використанням космічних знімків.

Методи дослідження

У роботі використано методи обробки статистичних даних басейнового управління водних ресурсів р. Пд. Буг щодо водогосподарської ситуації в нижній течії р. Пд. Буг, зокрема, для розрахунку коефіцієнту кореляції, методи дешифрування космічних знімків *Sentinel* і *Landsat*, а також матеріалів з сервісу *Google Earth*.

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Гідрометеорологічна ситуація пониззя р. Пд. Буг

Пд. Буг є сильно зарегульованою річкою, стан якої останніми роками погіршується [7–8]. Аналіз зміни водності річки у період 2006–2018 рр. [1] свідчить, що з 2015 р. природний стік стабільно менший ніж загальний об'єм водосховищ та ставків у басейні. Це має низку негативних наслідків:

- значне замулювання та заростання русла річки;
- збільшення солоності води в нижній течії (внаслідок підтягування солоних вод з Дніпровсько-Бузького лиману);
- погіршення фізико-хімічних властивостей води;
- значне послаблення здатності річки до самоочищення, зокрема і внаслідок уповільнення течії, затоплення порогів.

Прогноз зміни температури повітря для басейну Пд. Бугу (нижня течія) на 2031–2051 рр. такий: підвищення температури повітря для осіннього періоду на 1,1 °С, для зимового періоду – в середньому на 1,8 °С, для весняного – в середньому на 0,6–0,7 °С [9]. Ймовірно підвищення температури води в пониззі басейну Пд. Бугу для зимового періоду 0,1 °С. Водночас для періоду весняного водопілля прогнозується підвищення температури води до 1 °С [9].

Аналіз середньомісячного стоку річки (рис.1), згідно даних гідропосту «Олександрівка» (нижній б'єф Олександрівського водосховища), свідчить про значне зменшення обсягу стоку річки, нівелювання піку весняного водопілля (внаслідок зменшення снігового покриву) та зміщення його в більш ранні місяці року. Водночас спостерігається деяке підвищення стоку в період травень–червень, коли відбуваються коливання температури та спекотні дні змінюються опадами зливого характеру, при цьому значно зростає частка випаровування.

При збереженні тенденції зменшення загального стоку та зменшення весняного водопілля зазначені негативні наслідки впливу Олександрівського і розташованих нижче водосховищ матимуть критично загрозливий характер для екологічного стану річки та водногосподарської ситуації регіону, а також для екосистем природно-заповідних об'єктів, та будуть особливо відчутними нижче греблі Олександрівського во-

тужністю 906 МВт з поетапним підвищенням нормального підпірного рівня Олександрівського водосховища на р. Пд. Буг до позначки +20,7 м [10–11].

З урахуванням наведеного гідрометеорологічного прогнозу, а також характеристик планованої діяльності, поставлено завдання дослідити ділянки річки поблизу Олександрівського водосховища у періоди підняття його рівня та дефіциту води за допомогою космічних знімків та проаналізувати зміну конфігурації русла річки та її обміління.

Використання ДЗЗ для дослідження

Застосування матеріалів ДЗЗ значно розширює можливості проведення гідроекологічних, природоохоронних і водогосподарських робіт та дає змогу здійснювати інвентаризацію водойм, водотоків та гідротехнічних споруд і оцінювати ступінь їх антропогенного порушення. Зараз функціонує досить велика кількість супутників ДЗЗ, на яких встановлені прилади, що забезпечують спостереження Землі в оптичному та ІЧ-діапазонах. Програма *Landsat* є однією з найстаріших щодо створення та експлуатації космічних систем ДЗЗ та містить найтриваліший часовий ряд архівних даних. Запуск космічного апарату *Landsat-1* здійснений ще в 1972 р., саме тому космознімки середньої просторової розрізненості (30 м/піксель) *Landsat* були базовими у наших дослідженнях.

Для дослідження було обрано космознімки *Landsat-5* і 8 у літню пору року – липень–серпень (літня межень) для відображення основних етапів зміни рівня Олександрівського водосховища:

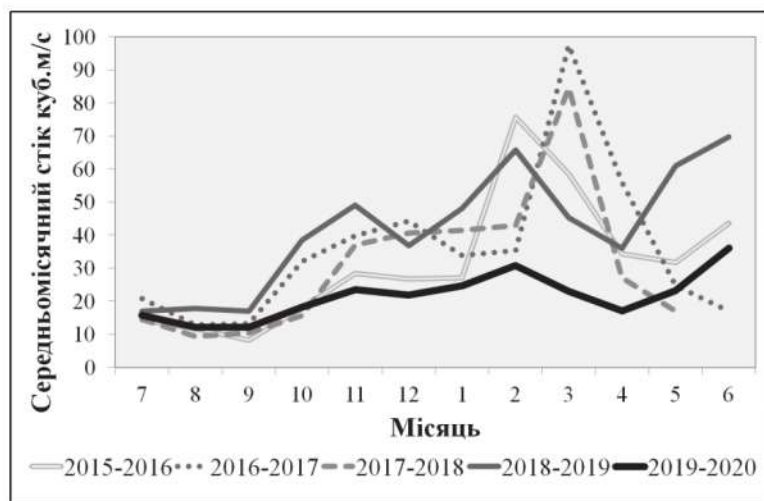


Рис.1. Динаміка середньомісячного стоку р. Південний Буг за даними гідропосту «Олександрівка»



Рис.2. Схема розташування ділянок дослідження

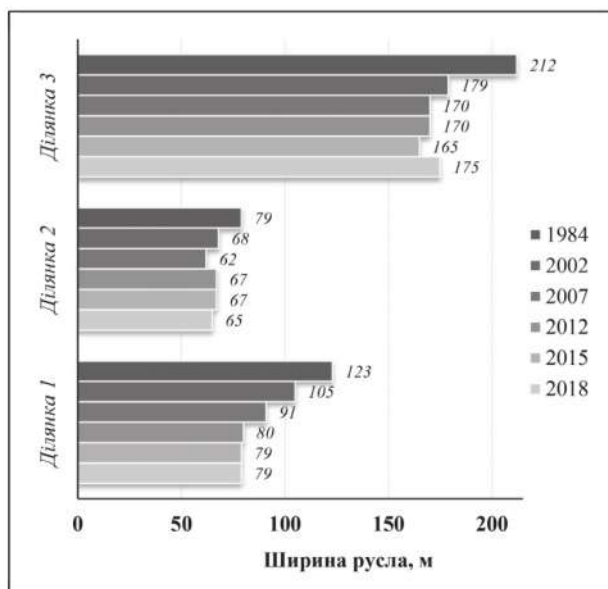


Рис.3. Динаміка зміни ширини русла Олександрівського водосховища з 1984 по 2018 рр. на трьох досліджуваних ділянках

досховища.

Водночас нині планується реалізація проекту завершення будівництва Ташлицької ГАЕС по-

- 1984–1987 рр. – до будівництва Олександрівської греблі;
- 2002 р. – під час відмітки рівня +8 м;
- 2007 р. – після підняття рівня до відмітки +14,7 м;
- 2012 р. – після підняття рівня на відмітки +16 м;
- 2015 р. – найпосушливіший рік, коли стік р. Пд. Буг склав 1,03 км³ – найменший показник за останні 50 років;
- 2018 р. – останні доступні дані на момент дослідження.

Також як додаткові дані супутникового моніторингу на локальному рівні дешифрування з 2002 р. було використано космознімки високої просторової розрізненості ($\approx 2,5$ м), такі як *QuickBird* та *WorldView-2* в межах.

Для дослідження обрано тестову територію від с. Богданівка Доманівського району до с. Прибужани Вознесенського району, в межах якої виділено такі досліджувані ділянки (рис. 2):

- ділянка №1 – в районі с. Прибужани, відповідає частині русла значно нижче Олександрівської греблі в районі впадіння притоки р. Пд. Буг – р. Мертвовід;
- ділянка №2 – в районі с. Олександрівка, нижче водосховища, яка знаходиться під його безпосереднім впливом;
- ділянка №3 – в районі с. Богданівка, вище від верхньої межі водосховища.

Вибір тестової території обумовлено розташуванням Олександрівського водосховища і відсутністю впливу малих річок, що впадають у Пд. Бугу. На цій території у р. Пд. Буг впадає лише р. Бакшала, в гирловій частині якої розташовано Прибузьке водосховище, спуск якого регулюється водогосподарськими потребами, що нівелює його вплив на природний розподіл стоку р. Пд. Буг.

Для аналізу зміни конфігурації русла р. Пд. Буг в ході візуального дешифрування використано супутникові знімки *Landsat-5* і *8*, завдяки яким отримано діаграму динаміки зміни ширини русла Олександрівського водосховища за період 1984–2018 рр. для трьох дослідних ділянок (рис. 3).

Дані діаграм свідчать, що в період 1984–2002 рр. відбулись значні зміни в руслі р. Пд. Буг на всіх дослідних ділянках. Зокрема зафіксовано зменшення ширини русла на ділянці №1 – до 15%, на ділянці №2 (поблизу водосховища) – до 14%, і на ділянці №3 (вище водо-

Рис. 4. Приклади антропогенної зміни русла р. Пд. Буг внаслідок спорудження Олександрівського водосховища на космічних знімках *Landsat 5* і *8*:
 а – вигляд русла на 24.08.1987 р.,
 б – вигляд русла на 13.08.2018 р.

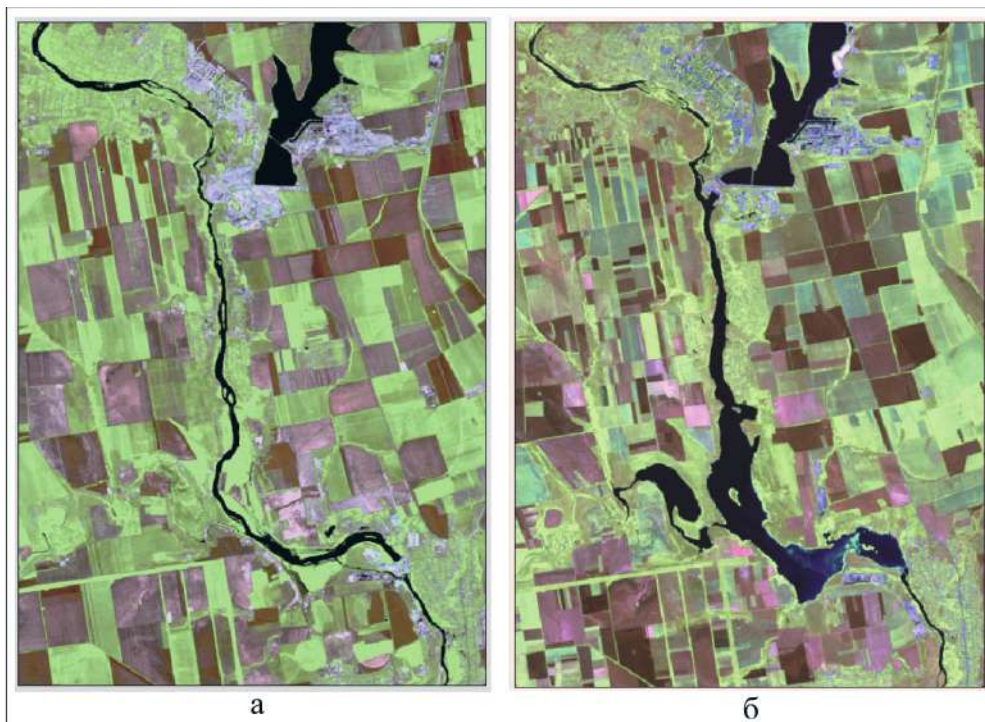


Рис. 5. Приклад заростання русла р. Пд. Буг в районі досліджуваної ділянки №3 (47°50'15.48"N 31°6'51.73"E):
 а – липень 2002 р.,
 б - серпень 2017 р.



Рис. 6. Приклад заростання русла р. Пд. Буг в районі досліджуваної ділянки №1 (47°32'11.15"N 31°19'1.69"E):
 а – липень 2002 р.,
 б – липень 2019 р.



сховища) – до 16%. Цей період характеризувався відносно стабільною середньорічною кількістю опадів та періодичним коливанням середньорічної висоти снігового покриву, які в цілому були характерними для даного регіону та, вірогідно, не чинили помітного впливу на зменшення ширини русла. Водночас натурні спостереження за береговою лінією вздовж р. Пд. Буг підтверджують інтенсивне замулювання русла в цей період, найімовірніше, внаслідок зміни площі та конфігурації русла (*рис. 4*), порушення природного водотоку, зокрема і значного уповільнення течії річки під час будівництва та експлуатації Олександрівського водосховища. Ще однією з причин виникнення таких інтенсивних змін русла річки є неприродний перерозподіл вологості повітря та відповідно вплив на мікроклімат у долині річки. Усі наведені фактори загалом призводять до порушення стану природних екосистем таких як відклик, деградації русла в районі впливу водосховища, зміни гідробіологічного режиму річки, зокрема зникнення прибережних типів оселищ та окремих видів гідробіонтів.

Результати дослідження свідчать, що відразу нижче дамби водосховища (ділянка №2) зміни мають найрізкіший характер. Вони приурочені до моменту спорудження дамби, яке визначило звуження русла з його подальшою стабілізацією. Найістотніші зміни відбулися вниз за течією від дамби водосховища. Вони поглиблювались з кожним підняттям рівня водосховища – відбувалось подальше зменшення ширини русла, нехарактерне для інших ділянок. В умовах посилення зміни клімату в останні роки спостерігається значне зменшення водності річки, при натурних спостереженнях фіксується подальше замулення русла, водночас зміни ширини русла не мають різкого характеру.

За даними ДЗЗ зафіксовано інтенсивне заростання русла вищою водною рослинністю (*рис. 5, 6*), яке значно посилилось в умовах змін клімату та зменшення водності річки. Зарегулювання стоку внаслідок експлуатації Олександрівського водосховища сприяє ще більшому замулюванню річки.

Висновки

При дослідженні водних ресурсів за допомогою супутникових методів і технологій на основі аналізу космічних знімків можна не лише отримати уявлення про стан водотоків, окремих водойм, водозбірних басейнів, а й оцінити їх екологічний стан. Косміознімки, отримані в різних спектральних діапазонах, відіграють роль реальної картографічної основи, яка забезпечує екстраполяцію відомостей, отриманих у результаті наземних і підсупутникових спостережень. Такий підхід при використанні інтегральних інформативних показників відкриває нові можливості для виявлення загальних тенденцій змін, що відбуваються в екосистемах та може скласти основу комплексного моніторингу водойм та їх водозборів на якісно новому рівні і слугувати базою розроблення екологічно дружніх методів господарювання.

Результати аналізу зміни русла р. Пд. Буг під впливом антропогенних та природних факторів на основі космічних знімків, а також багаторічний аналіз водногосподарської ситуації та прогноз кліматичних змін підтверджують значний вплив Олександрівського водосховища на р. Пд. Буг. Подальший підйом рівня водосховища може призвести не лише до загострення водної ситуації, а й поглиблення змін в екосистемі р. Пд. Буг. Враховуючи, що екологічний стан річки визначається зарегульованістю її басейну, постає необхідність розроблення загальнодержавної цільової програми комплексного дослідження та екологічного оздоровлення басейну річки р. Пд. Буг, перегляду правил та встановлення обмежень на використання водних ресурсів, зокрема, галуззю енергетики. Така програма сприятиме отриманню необхідної інформації для розроблення плану управління басейном Південного Бугу, який має бути затверджений у 2024 р., та в майбутньому може стати частиною його реалізації.

Новизна та перспективи дослідження. Вперше досліджено зміни русла нижньої течії р. Пд. Буг і простежено зв'язок між замулюванням та заростанням русла і підняттям рівня Олександрівського водосховища. У подальшому планується деталізація дослідження та проведення кореляції з даними біоіндикаційних досліджень.

Література [References]:

1. Afanasyev S., Peters A., Stashuk V., Yaroshevich O.(ed.)(2014). *River basin management plan of the Southern Bug river*. Monograph. Kyiv, 188 p. [In Ukrainian].
[План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи / За ред. С. Афанасьєва, А. Петерс, В. Шашука, О. Ярошевича. Київ, 2014. 188 с..

2. Shapar A. (2011). Ecological and economic problems of translation of the Dnipro river ecosystem to the regime of sustainable functioning. *Ecology and nature management*, 14, 26-48. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/57425/03-Shapar.pdf?sequence=1> [In Ukrainian].
[Шапар А.Г., Скрипник О.О., Сметана С.М. Еколого-економічні проблеми переведення екосистеми річки Дніпро до режиму сталого функціонування // Екологія і природокористування. 2011. № 14. С. 26-48. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/57425/03-Shapar.pdf?sequence=1>]
3. Zatserkovny V., Oberemok N., Tishaev I., TA Kazanyuk T. (2017). The use of GIS and remote sensing technologies for monitoring of water bodies. *Science-Based Technologies*, 33, 78-88. URL: [http://jrnл.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/11563/15412](http://jrnل.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/11563/15412). [In Ukrainian].
[Зацерковний В. І., Оберемок Н. В., Тішаєв І. В., Казанюк Т. А. Використання технологій ГІС та ДЗЗ для моніторингу водних об'єктів // Наукоємні технології. 2017. № 33. С. 78-88. URL: <http://jrnл.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/11563/15412>]
4. Boychenko S., Havryliuk R., Savchenko S., Sharavara V., Movchan Ya., Melnychuk V. (2017). Trends in the runoff of the Southern Bug river - the influence of climatic factors and over-regulation. *Proceedings of V Scientific Readings in Memory of Serhiy Tarashchuk, Series Conservation Biology in Ukraine (Mykolaiv, april 26, 2017)*, 3, 17–19. [In Ukrainian].
[Бойченко С.Г., Гаврилюк Р.Б., Савченко С.А., Шаравара В.В., Мовчан Я.І., Мельничук В.П. Тенденції зміни стоку Південного Бугу – вплив кліматичних факторів та зарегулювання / Матеріали V Наукових читань пам'яті Сергія Тарашука (м. Миколаїв, 21 квітня 2017 року) / Серія: «Conservation Biology in Ukraine». Вип. 3. 2017. С. 17–19.]
5. Boychenko S., Havryliuk R., Veremiychuk H., Kolomiets H., Movchan Ya., Tarasova O., Savchenko S., Strava T. (2015). Water and water resources of Ukraine: issues of eco-management in the conditions of climate change (on the example of the situation on the Southern Bug river). *Proceedings of the international scientific-practical conference on The strategy of optimal development*. Khariv, p.254–257. [In Ukrainian].
[Бойченко С., Гаврилюк Р., Веремійчук Г., Коломієць Г., Мовчан Я., Тарасова О., Савченко С., Страва Т. Вода і водні ресурси України: питання екоуправління в умовах змін клімату (на прикладі ситуації на Південному Бугу) // Регіон-2015 : стратегія оптимально-го розвитку : матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Харків., 2015. С. 254–257..]
6. Kolomiets H., Shiryayeva D. (2019). Distribution of vascular plants in reservoirs of the Bug National Park in connection with the creation of the Olexandrivka Reservoir. *Proceedings of VI Scientific Readings in Memory of Serhiy Tarashchuk*. Mykolaiv, p. 73-78. [In Ukrainian].
[Коломієць Г.В. Ширяєва Д.В. Поширення судинних рослин водойм національного природного парку «Бузький Гард» у зв'язку зі створенням Олександрівського водосховища / Матеріали VI Наукових читань пам'яті Сергія Тарашука, Миколаїв, 2019. С.73-78.]
7. Tymchenko I., Havryliuk R. (2019). Environmental impact assessment of Tashlyk PSP: impact on the water resources. *Proceedings of X International scientific-practical conference on Renewable energy sources as an alternative to primary energy sources in the region*. Lviv, p. 65-69. [In Ukrainian].
[Тимченко І.В., Гаврилюк Р.Б. Оцінка впливу на довкілля Ташлицької ГАЕС: вплив на стан водних ресурсів // Xth International scientific-practical conference “Renewable energy sources as alternative to primary energy sources in region”. Львів, 2019. С.65-69.]
8. Tymchenko I., Havryliuk R. (2019). Assessment of the ecological condition of the Southern Bug river in the area of Olexandrivka Reservoir in the conditions of climate. *Proceedings of VI Scientific Readings in Memory of Serhiy Tarashchuk*. Mykolaiv, p. 79-82. [In Ukrainian].
[Тимченко І.В., Гаврилюк Р.Б. Оцінка екологічного стану річки Південний Буг в районі Олександрівського водосховища в умовах зміни клімату// Матеріали VI Наукових читань пам'яті Сергія Тарашука. Миколаїв, 2019. С.79-82.]
9. Rakhmatullina E. (2017). Estimation of future trends in changes in the characteristics of the hydrological regime of the Southern Bug river basin in the winter. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 20, 91-98. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2017_20_13. [In Ukrainian].
[Рахматулліна Е. Р. Оцінка майбутніх тенденцій змін характеристик гідрологічного режиму річок басейну Південного Бугу в зимовий період / Е. Р. Рахматулліна, В. В. Гребінь // Український гідрометеорологічний журнал. - 2017. - № 20. - С. 91-98. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2017_20_13]
10. Hydropower Development Program till 2026. (2016). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80#Text> [In Ukrainian].
[Програма розвитку гідроенергетики на період до 2026 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80#Text>]
11. Official website of the South-Ukrainian energy complex. URL: <https://www.sunpp.mk.ua/> [In Ukrainian].
[Офіційний сайт Южно-Українського енергокомплексу / URL: <https://www.sunpp.mk.ua/>]

Стаття надійшла до редакції 06.11.2020