



supported by

• Visegrad Fund



# GREEN & BLUE INFRASTRUCTURE IN POST-USSR CITIES

EXPLORING LEGACIES  
AND CONNECTING TO V4 EXPERIENCE

## ЗЕЛЕНО-БЛАКИТНА ІНФРАСТРУКТУРА В МІСТАХ ПОСТРАДЯНСЬКОГО ПРОСТОРУ

ВИВЧЕННЯ СПАДЩИНИ  
ТА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДОСВІДУ КРАЇН V4

Collective monograph  
Колективна монографія

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені В. Н. КАРАЗІНА

**GREEN & BLUE INFRASTRUCTURE IN POST-USSR CITIES:  
EXPLORING LEGACIES AND CONNECTING TO V4 EXPERIENCE**

*Collective monograph*  
*Edited by Nadiya V. Maksymenko, Anton D. Shkaruba*

**ЗЕЛЕНО-БЛАКИТНА ІНФРАСТРУКТУРА В МІСТАХ  
ПОСТРАДЯНСЬКОГО ПРОСТОРУ: ВИВЧЕННЯ СПАДЩИНИ  
ТА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО ДОСВІДУ КРАЇН V4**

*Колективна монографія*  
*За редакцією Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба*



Харків – 2022

UDK 502.5:712.4/.5](47+57)  
G-78

**Reviewers:**

Massimo Sargolini, Full professor of Town and regional planning, Director of the School of Architecture and Design of University of Camerino, Italy;  
Sergiy Sonko, DrSc, Prof. Department of Ecology and Safety of Vital Functions, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine;  
Ganna Titenko, Candidate of Science (Geography), Associate Professor, Director of the Karazin Institute of Environmental Sciences, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine.

Authors: N. Maksymenko, A. Shkaruba, A. Achasov, V. Bezsonnyi, M. Bihuňová, M. Boiaryn, S. Burchenko, R. Vasyliuk, E. Wernerová, V. Voronin, O. Gololobova, M. Goptsiy, A. Hrechko, K. Zviahintseva, L. Jona, N. Kichuk, A. Klieshch, I. Koval, E. Kochanov, I. Kuzyk, A. Kuzminova, L. Kushchenko, M. Nazaruk, A. Nekos, V. Ovcharuk, P. Pasečný, V. Peresadko, J. Rubaszek, E. Semančíková, K. Sepp, A. Skryhan, K. Utkina, L. Tsaryk, N. Cherkashyna, Z. Shakirzanova, I. Shpakivska.

*Approved for publication by the decision of the Academic Council  
of V. N. Karazin Kharkiv National University  
(protocol № 15 of September 26, 2022)*

G-78 Green & Blue Infrastructure in Post-USSR cities: exploring legacies and connecting to V4 experience : collective monograph / Ed. by Nadiya V. Maksymenko, Anton D. Shkaruba. – Kharkiv : V. N. Karazin Kharkiv National University, 2022. – 400 p.

ISBN 978-966-285-780-1

The collective monograph was prepared by scientists from Ukraine, the Czech Republic, Poland, Slovakia, Hungary, the Netherlands and Estonia during the implementation of the project of International Visegrad Foundation “Green & Blue Infrastructure in Post-USSR Cities: exploring legacies and connecting to V4 experience”. It contains a comprehensive analysis of the problems of development and maintenance of green-blue infrastructure, which are related to aspects of policy, management and technology, and examples of effective solutions.

The monograph will be useful to the relevant academic community and a wide range of practitioners and specialists who are engaged in the development and management of GBI in Ukraine, and can also be used in the educational process of graduate students and students who conduct scientific research on this topic.

**UDC 502.5:712.4/.5](47+57)**

ISBN 978-966-285-780-1

© V. N. Karazin Kharkiv National University, 2022  
© Collective authors, ed. by Nadiya V. Maksymenko,  
Anton D. Shkaruba, 2022  
© Prudnik N. E., design of cover, 2022

УДК 502.5:712.4/.5](47+57)  
З-48

**Рецензенти:**

Массімо Сарголіні – професор міського і регіонального планування, Директор Школи архітектури і дизайну Університету Камеріно, Італія;  
Сонько С. П. – доктор географічних наук, професор, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету садівництва;  
Тітенко Г. В. – кандидат географічних наук, доцент, директор Навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Автори: Максименко Н. В., Шкаруба А. Д., Ачасов А. Б., Безсонний В. Л., Бігуньова М., Боярин М. В., Бурченко С. В., Василюк Р. М., Вернерова Е., Воронін В. О., Гололобова О. О., Гошій М. В., Гречко А. А., Звягінцева К. О., Йона Л., Кичук Н. С., Клещ А. А., Коваль І. М., Кочанов Е. О., Кузик І. Р., Кузьміна А., Кущенко Л. В., Назарук М. М., Некос А. Н., Овчарук В. А., Пасечний П., Пересадько В. А., Рубашек Ю., Семанчікова Е., Сепп К., Скриган А. Ю., Уткіна К. Б., Царик Л. П., Черкашина Н. І., Шакірзанова Ж. Р., Шпаківська І. М.

*Затверджено до друку рішенням Вченої ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № 15 від 26. 09. 2022 року)*

З-48 Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4 : колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. – 400 с.

ISBN 978-966-285-780-1

Колективна монографія підготовлена вченими із України, Чехії, Польщі, Словаччини, Угорщини, Нідерландів та Естонії в ході виконання однойменного проекту Міжнародного Вишеградського фонду. Вона містить всебічний аналіз проблем розвитку та обслуговування зелено-блакитної інфраструктури, які пов'язані з аспектами політики, управління та технологій, та приклади ефективних рішень.

Монографія буде корисна відповідній академічній спільноті та широким колам практиків і фахівців, які займаються розробкою та управлінням ЗБІ в Україні, а також може використовуватись у навчальному процесі аспірантів та студентів, які проводять наукові дослідження за цією тематикою.

**УДК 502.5:712.4/.5](47+57)**

ISBN 978-966-285-780-1

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2022  
© Кол. авторів, за ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба, 2022  
© Пруднік Н. Є., макет обкладинки, 2022

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>3.3. Innovations in the organization of the green infrastructure of city Kharkiv and prospects for its development</b><br/><i>N. Maksymenko, O. Gololobova</i></p>                                                                                                            | 265 | <p><b>3.3. Інновації в організації зеленої інфраструктури м. Харків та перспективи її розвитку</b><br/><i>Н. Максименко, О. Гололобова</i></p>                                                                                                                               |
| <p><b>3.4. Carbon capacity of urboecosystems as a mitigation option of climate change (possibility of assessment and management)</b><br/><i>I. Shpakivska</i></p>                                                                                                                   | 292 | <p><b>3.4. Вуглецева ємність урбоекосистем як можливість пом'якшення кліматичних змін (можливості оцінки та управління)</b><br/><i>І. Шпаківська</i></p>                                                                                                                     |
| <p><b>3.5. Adaptation of the integral indicator of environmental safety of water in the conditions of the functioning of the city's GBI</b><br/><i>A. Nekos, V. Bezsonnyi</i></p>                                                                                                   | 301 | <p><b>3.5. Адаптація інтегрального показника екологічної безпеки води в умовах функціонування ЗБІ міста</b><br/><i>А. Некос, В. Безсонний</i></p>                                                                                                                            |
| <p><b>3.6. Determination of the features of the thermal regime of the city using remote sensing data (on the example of the city Kharkiv)</b><br/><i>A. Achasov, A. Kuzminova</i></p>                                                                                               | 317 | <p><b>3.6. Визначення особливостей теплового режиму міста за допомогою даних дистанційного зондування (на прикладі м. Харків)</b><br/><i>А. Ачасов, А. Кузьміна</i></p>                                                                                                      |
| <p><b>3.7. Innovations in the organization, research and management of water protection zones of rivers in large cities</b><br/><i>A. Klieshch, N. Maksymenko</i></p>                                                                                                               | 338 | <p><b>3.7. Інновації в організації, дослідженні та управлінні водоохоронними зонами річок у великих містах</b><br/><i>А. Клещ, Н. Максименко</i></p>                                                                                                                         |
| <p><b>3.8. The potential of using dendrochronological information for assessing the intensity of recreation load in the plantations of the Green Zone of the city of Kharkiv</b><br/><i>I. Koval, V. Voronin</i></p>                                                                | 359 | <p><b>3.8. Потенціал використання дендрохронологічної інформації для оцінки інтенсивності рекреаційного навантаження в насадженнях зеленої зони м. Харків</b><br/><i>І. Коваль, В. Воронін</i></p>                                                                           |
| <p><b>3.9. Innovative complex method of probabilistic forecasting modeling spring flood characteristics and assessment of environmental risks for urban landscapes of the Dnieper basin under climate change</b><br/><i>V. Ovcharuk, Z. Shakirzanova, N. Kichuk, M. Hoptsiy</i></p> | 380 | <p><b>3.9. Інноваційний комплексний метод ймовірносно-прогностичного моделювання характеристик весняного водопілля та оцінки екологічних ризиків урболандшафів басейну Дніпра в умовах мінливості клімату</b><br/><i>В. Овчарук, Ж. Шакирзанова, Н. Кичук, М. Гопцій</i></p> |

**3.9. INNOVATIVE  
COMPLEX METHOD OF  
PROBABILISTIC FORECASTING  
MODELING SPRING  
FLOOD CHARACTERISTICS  
AND ASSESSMENT OF  
ENVIRONMENTAL RISKS  
FOR URBAN LANDSCAPES OF  
THE DNIEPER BASIN UNDER  
CLIMATE CHANGE**

---

**3.9. ІННОВАЦІЙНИЙ  
КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОД  
ЙМОВІРНОСНО  
ПРОГНОСТИЧНОГО  
МОДЕЛЮВАННЯ  
ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСНЯНОГО  
ВОДОПІЛЛЯ ТА ОЦІНКИ  
ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ДЛЯ  
УРБОЛАНДШАФТІВ БАСЕЙНУ  
ДНІПРА В УМОВАХ МІНЛИВОСТІ  
КЛІМАТУ**



**OVCHARUK Valeriya**

Doctor of Geographic Science, Associate Professor, Director of Hydrometeorological Institute, Odessa State Environmental University, Odessa,  
valeriya.ovcharuk@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-5654-3731>

**SHAKIRZANOVA Zhannetta**

Doctor of Geographic Science, Professor, Head of the Department of Land Hydrology, Odessa State Environmental University, Odessa,  
<https://orcid.org/0000-0003-0600-5657>

**KICHUK Natalia**

PhD in Geography, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Land Hydrology, Odessa State Environmental University, Odessa,  
<https://orcid.org/0000-0002-8165-6743>

**GOPTSIY Maryna**

PhD in Geography, Senior Lecturer Department of Land Hydrology, Odessa State Environmental University, Odessa,  
<https://orcid.org/0000-0002-3437-3732>

**Abstract.** The research is aimed at solving an important scientific-applied and socio-economic problem of improving the water management situation in the Dnipro basin, including its urban landscapes, through probabilistic assessments of hydrological risks from dangerous natural phenomena based on world experience. As a result of a comprehensive analysis of the current state of mathematical modeling of hydrological processes in Ukraine and the world, the author's mathematical model of the formation, calculation, and long-term forecasting of the characteristics of spring floods, which can also be applied to rivers in other countries, has been substantiated. The proposed complex model for the rivers of the Dnipro basin (including for small rivers, usually not covered by flow observation data) was implemented, taking into account modern climatic changes of the winter-spring period on the database of global climate modeling of leading European research centers. Calculations were made on the materials of the fourth and fifth assessment reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Data from the CORDEX - Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment, created by the World Climate Research Program to form an ensemble of prognostic regional climate models on all continents on a global scale, were used for modeling on the basis of the data of the fifth assessment report. The research used data on precipitation and air temperature implemented in the regional climate model RACMO2, which combines physical schemes developed by the European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) and a dynamic basis from the HIRLAM model. When there is a threat of flooding of urban landscapes, the method of predicting watersheds with a cartographic presentation of possible risks provides a basis for substantiating the action plans of the relevant units for safe evacuation and protection of the population. The ecological and hydrochemical characteristics of the waters of the rivers of the Dnipro basin based on



indicators of water mineralization, the concentration of major ions, biogenic substances, and specific substances of toxic action make it possible to detect the anthropogenic load on the basin and optimize water protection activities.

**Keywords:** spring flood, probabilistic forecasting, water quality estimation, hydrological risks, climate change

**ОВЧАРУК Валерія Анатоліївна** – д-р геогр. наук, доцент, директор Навчально-наукового гідрометеорологічного інституту Одеського державного екологічного університету, 65016, вул. Львівська, 15, Одеса, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-5654-3731>

**ШАКІРЗАНОВА Жаннетта Рашидівна** – д-р геогр. наук, професор, професор кафедри гідрології суші Одеського державного екологічного університету, 65016, вул. Львівська, 15, Одеса, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-0600-5657>

**КІЧУК Наталія Сергіївна** – канд. геогр. наук, доцент, доцент кафедри гідрології суші Одеського державного екологічного університету, 65016, вул. Львівська, 15, Одеса, Україна <https://orcid.org/0000-0002-8165-6743>

**ГОПЦІЙ Марина Володимирівна** – канд. геогр. наук, старший викладач кафедри гідрології суші Одеського державного екологічного університету, 65016, вул. Львівська, 15, Одеса, Україна <https://orcid.org/0000-0002-3437-3732>

**Анотація.** Дослідження спрямоване на розв'язання важливої науково-прикладної та соціально-економічної проблеми покращення водогосподарської обстановки в басейні Дніпра, в тому числі його урболандшафтів, шляхом ймовірнісних оцінок гідрологічних ризиків від небезпечних природних явищ опираючись на світовий досвід. В результаті всебічного аналізу сучасного стану математичного моделювання гідрологічних процесів в Україні та світі, обґрунтована авторська математична модель формування, розрахунку та довгострокового прогнозування характеристик водопіль, яка також може бути застосована для річок інших країн. Реалізовано запропоновану комплексну модель для річок басейну Дніпра (у тому числі й для невеликих, зазвичай не охоплених даними стокових спостережень, річок) з урахуванням сучасних кліматичних змін зимово-весняного періоду на базі даних глобального кліматичного моделювання провідних європейських дослідницьких центрів. Розрахунки проводились на матеріалах четвертої та п'ятої оціночних доповідей Міжурядової групи по кліматичних змінах (IPCC). При моделюванні на даних п'ятої оціночної доповіді використовувались дані експерименту CORDEX – Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment, що створений Всесвітньою програмою досліджень клімату для формування ансамблю прогностичних регіональних кліматичних моделей на всіх континентах в глобальному масштабі. Для досліджень використовувались дані про опади та температуру повітря, які реалізовані в регіональній кліматичній моделі RACMO2, яка поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди (ECMWF), і динамічну основу від моделіHIRLAM. При виникненні загрози затоплення урболандшафтів, методика прогнозування водопіль з картографічним представленням можливих ризиків надає підґрунтя для обґрунтування планів дій відповідних підрозділів по безпечній евакуації та захисту населення. Еколого-гідрохімічна характеристика вод річок басейну Дніпра на основі показників



мінералізації води, концентрації головних іонів, біогенних речовин і специфічних речовин токсичної дії дає можливість виявити антропогенне навантаження на басейн і оптимізувати водоохоронну діяльність.

**Ключові слова:** весняне водопілля, ймовірнісне прогнозування, оцінка якості води, гідрологічні ризики, зміни клімату

На сьогодні вплив пов'язаних з погодою і кліматом небезпек на економіку, здоров'я людини і екосистеми посилюється соціально-економічними змінами і змінами навколишнього середовища (наприклад, демографічний розвиток, зміни в землекористуванні та зміна клімату).

За даними Європейського агентства з навколишнього середовища [1] між 1980 і 2020 роками погодні та кліматичні екстремальні явища становлять 80 % загальних економічних збитків, спричинених природними небезпеками в державах-членах ЄС, що становить 487 мільярдів євро. Це еквівалентно 11,9 млрд. євро на рік.

Небезпечні гідрологічні явища здебільшого представляють собою повені різного походження, і вони спричинили 43 % економічних збитків (рис.1) за останні 30 років.

**Методика ймовірнісного моделювання стоку весняного водопілля.** У 2000 р. Є. Д. Гопченком [3] запропоновано операторний підхід до побудови розрахункової бази для нормування характеристик максимального стоку з річкових водозборів, який можна використовувати й для оцінки схилового припливу з сучасних урболандшафтфів,

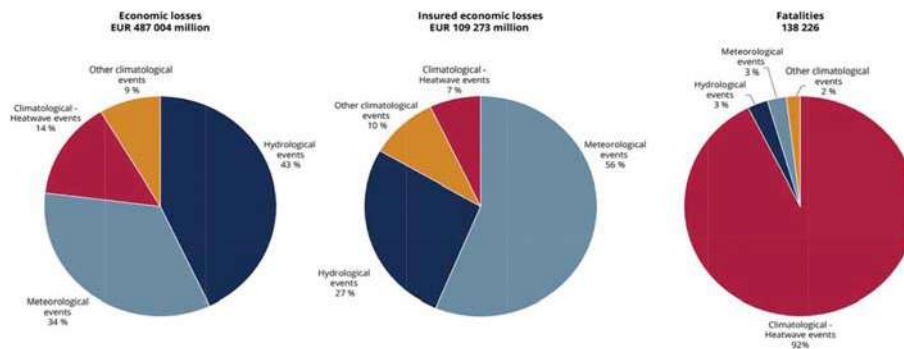


Рис.1. Економічні збитки, спричинені екстремальними явищами, пов'язаними з погодою та кліматом, у країнах-членах ЄС (1980–2020 рр.) – за типом небезпеки на основі CATDAT [2]

Fig.1. Economic losses from extreme weather and climate-related events in EU Member States (1980-2020) - by hazard type based on CATDAT [2]

зокрема. В подальшому свій розвиток ця модель знайшла у сумісних працях Є. Д. Гопченка з його учнями, зокрема вперше реалізована на прикладі басейну Сіверського Донця у спільній монографії з В. А. Овчарук [4]. До практичного застосування операторна структура доведена на прикладі річок Причорноморської низовини, басейнів річок Прип'яті і Сіверського Дінця, Десни та Вісли, річок Криму, Карпат, Алжиру [4-10].

З огляду на те, що останнім часом відбуваються регіональні і глобальні зміни клімату, при розрахунках стокових характеристик виникає необхідність введення відповідних поправок. Операторна модель дає можливість вводити «кліматичні поправки» безпосередньо до максимальних снігозапасів і стокоформуючих опадів в період весняного водопілля та паводків, а також до коефіцієнтів стоку.

Модифікований варіант операторної моделі пропонується як розрахункова методика для визначення на рівнинній території України максимального стоку невивчених у гідрологічному відношенні річок у період весняного водопілля [11, 12], а розрахункове рівняння має вигляд:

$$q_p = q'_{1\%} \Psi(t_p / T_0) \varepsilon_F r \lambda_p k_{zm}, \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2, \quad (1)$$

де  $r$  – коефіцієнт редуції під впливом озер, водосховищ, ставків проточного типу;  $\varepsilon_F$  – трансформаційна функція, яка обумовлена русло-заплавним регулюванням;  $\Psi(t_p/T_0)$  – трансформаційна функція, яка обумовлена часом руслового добігання;  $\lambda_p$  – коефіцієнт переходу від опірної 1%-ої ймовірності перевищення до будь-якої іншої;  $q'_{1\%}$  – модуль схилового припливу, який розраховується за рівнянням

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} (S_m + \Sigma X)_{1\%} \eta, \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2, \quad (2)$$

де:  $(n+1)/n$  – коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу до руслової мережі;  $T_0$  – тривалість схилового припливу (у годинах);  $\eta$  – коефіцієнт стоку;  $S_m$  – максимальні снігозапаси до початку водопілля, мм;  $\Sigma X$  – кількість опадів від дати  $S_m$  до закінчення водопілля, мм;  $\rightarrow k_{zm}$  – коефіцієнт змін клімату, який розраховується за формулою

$$k_{zm} = \frac{(\bar{S}_m + \Sigma \bar{X}) \cdot \eta)_{\text{прогн.}}}{(\bar{S}_m + \Sigma \bar{X}) \cdot \eta)_{\text{сучасн.}}} \quad (3)$$

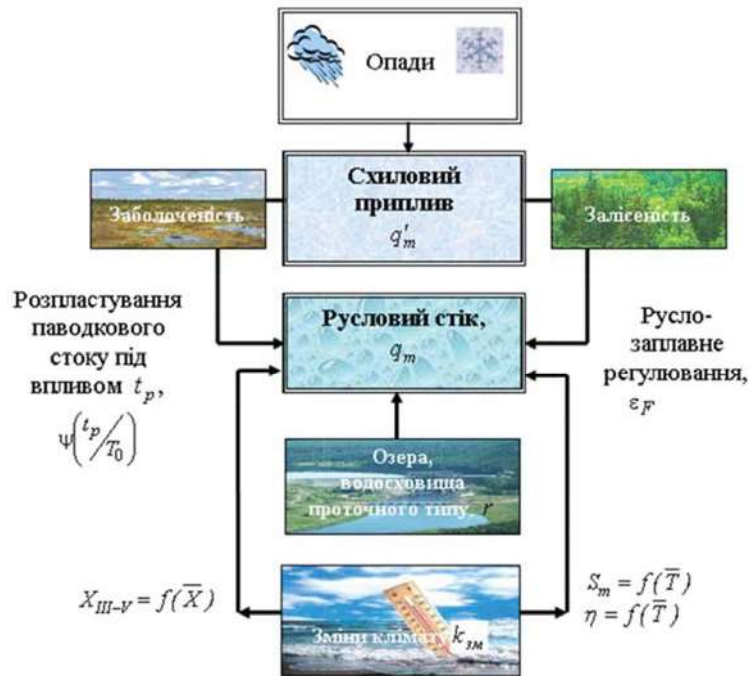


Рис.2. Блок-схема формування максимального стоку весняного водопілля в умовах змін клімату

Fig. 2. Block diagram of the maximum flow formation for spring irrigation in case of climate change

В формулі (3) прогнозні значення середньобогаторічних максимальних снігозапасів, опадів та коефіцієнтів стоку весняного водопілля отримані з використанням їх залежностей від прогнозних значень температури та опадів за обраним сценарієм та моделлю. Відповідні сучасні значення тих же самих величин отримані за результатами розрахунків по наявних рядах спостережень.

З урахуванням нової редакції розрахункової формули (2), в схемі операторної моделі формування максимального стоку весняного водопілля в умовах змін клімату додається блок «зміни клімату», який представлений відповідним коефіцієнтом (рис. 2).

Модифікований варіант операторної моделі реалізований для рівнинних річок України в дисертаційному дослідженні В. А. Овчарук [12] на даних гідрометеорологічних спостережень до 2010 року включно. В даному дослідженні виконане уточнення існуючих параметрів методики на матеріалах спостережень до 2015 року та практична реалізація модифікованої моделі в умовах змін клімату для басейну р. Дніпро та його урболандшафтів.

Для річок басейну Дніпра (в межах України) визначені:

1. максимальні витрати води та шари стоку весняного водопілля рідкісної ймовірності перевищення на основі сучасних вихідних даних;
2. характеристики схилового припливу підчас проходження весняного водопілля;
3. коефіцієнти впливу факторів підстильної поверхні (залісеності, заболоченості, озерності та карсту) на величину максимальних витрат весняного водопілля;
4. коефіцієнти впливу можливих змін клімату на максимальні снігозапаси, опади та коефіцієнт стоку в період весняного водопілля з врахуванням сценаріїв змін клімату RCP 4.5 та RCP 8.5 регіональній кліматичній моделі RASMO2 (рис. 3);

Розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля по території басейну Дніпра на період 2011-2050 рр., відносно даних до 2010 р. за сценаріями RCP 4.5 (рис.3а) показує, що  $k_{зм}$  змінюється від 1,0 у верхів'ях Прип'ять (Українська частина) і поступово зменшується на південь до 0,5 - у нижній частині басейну.

За сценарієм RCP 8.5 (рис. 3б) розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля по території басейну Дніпра на період 2011- 2050 рр., відносно даних до 2010 р. також мають загальну тенденцію до зменшення величин  $k_{зм}$  по території від 0,9 на північному заході суббасейну Прип'яті – до 0,4 на півдні суббасейну Нижнього Дніпра.

Це означає, що протягом розглядуваного періоду на півночі басейну суттєвих змін у формуванні весняного водопілля не слід очікувати, отже можливі й доволі високі повені, до яких мають бути готові населення та водогосподарські організації. З іншого боку, на півдні досліджуваної території ймовірність високих та катастрофічних водопіль знижується практично в два рази. Тем не менш це не означає, що ця територія та її урбанізовані ландшафти можуть гарантовано не очікувати повеней – змінюється їх характер й більш ймовірним буде формування паводків у теплу частину року, які можуть також носити загрозливий характер для населення та комунального господарства великих міст та окремих населених пунктів.

**Методика довгострокового територіального оперативного прогнозування характеристик весняного водопілля.** Завчасна оцінка ризиків затоплення урболандшафтів, для яких існує такий ризик, може бути більш ефективною при просторовому гідрологічному моніторингу в період найбільш багатоводної фази режиму рівнинних річок України (у т.ч. української території басейну

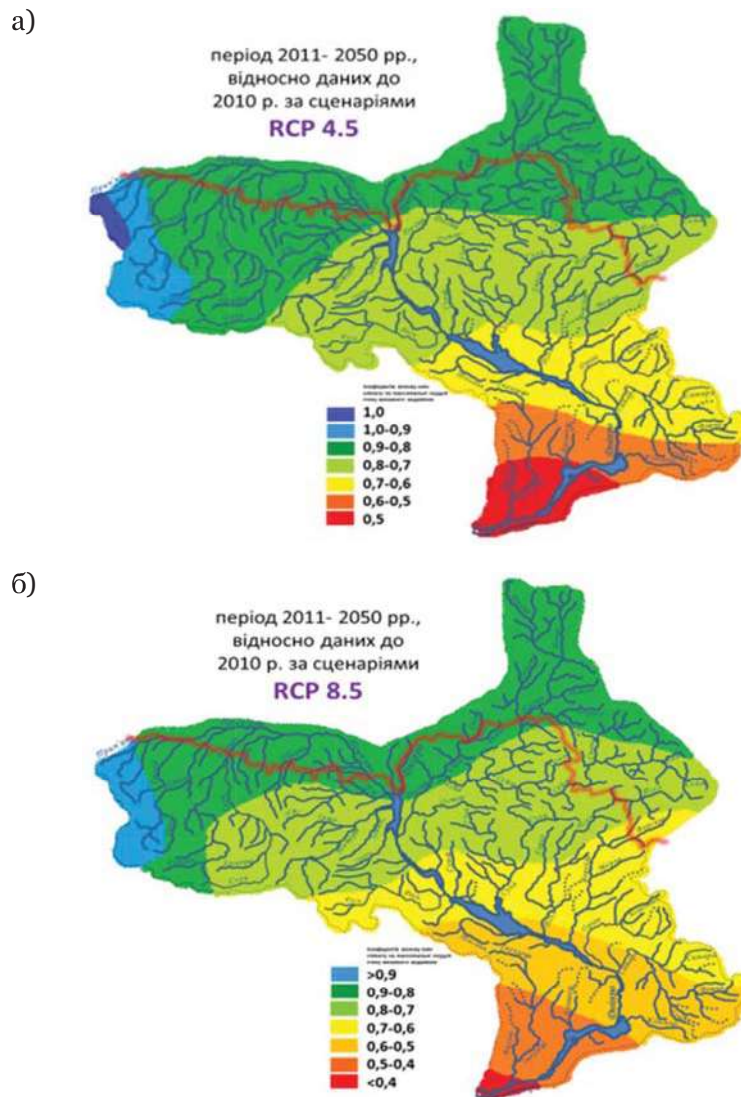


Рис.3. Розподіл коефіцієнтів впливу змін клімату на максимальні модулі стоку весняного водопілля на річках басейну Дніпра на період 2011-2050 рр., відносно даних до 2010 р. за сценаріями RCP 4.5 (а) та RCP 8.5 (б)

Fig. 3. Distribution of coefficients of climate change impact on the maximum flow modules of spring irrigation for the Dnipro basin rivers, 2011-2050, relative to the data before 2010 under the RCP 4.5 (a) and RCP 8.5 (b) scenarios

р. Дніпро) – весняного водопілля. Під час проходження водопіль можуть спостерігатися катастрофічні підйоми рівнів води на річках, що тягне за собою людські жертви, переселення жителів та екологічні небезпеки. Від розмірів повеней багато в чому залежить безпека функціонування

об'єктів господарювання, населених пунктів, шосейних і залізничних шляхів сполучення, гідротехнічних споруд тощо [13].

Основними рисами сучасних методів гідрологічного прогнозування стоку річок є моделюючі комплекси, які дозволяють математично описувати випадкові зміни метеорологічних впливів на річковий водозбір, зокрема на стокові процеси у динаміці їх розвитку у часі, а також створення просторових моделей прогнозування і представлення прогнозної інформації у картографічному вигляді. Моделювання річкового стоку стає важливим елементом при плануванні та управлінні системами водопостачання та контролю, а також при наданні річкових прогнозів і прогнозів служби попередження Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) [14].

Прикладом сучасної моделі для довгострокових гідрологічних прогнозів шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок «СЛОЙ-2» (Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, автор М. М. Сусідко) призначена для дослідження динаміки зимово-весняних процесів на річковому водозборі та дозволяє виконувати довгострокове прогнозування характеристик весняного стоку [15]. Модель формування весняного стоку «СЛОЙ-2» дозволяє використовувати її в різних урболандшафтних умовах як для аналізу процесів снігонакопичення та сніготанення, зміни стану підстильної поверхні водозбору – динаміки глибини промерзання і відтаювання ґрунтів, їх зволоженості, так і прогнозування шарів (об'ємів) стоку водопілля.

В Одеському державному екологічному університеті обґрунтований науковий метод територіального довгострокового прогнозування максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля річок рівнинних урболандшафтів, строків проходження водопіль [5, 16-18]. Метод прогнозу заснований на попередньому встановленні типу або діагнозі водності майбутньої весни, отриманні за регіональними залежностями прогнозних величин, їх представлення у картографічному вигляді.

Методичною базою комплексного підходу до територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля (шарів стоку та максимальних витрат води) рівнинних річок [5, 16-18] є встановлення регіональних залежностей стокових величин від сумарної кількості води, що формує стік водопілля – максимальних запасів води в сніговому покриві, дощових опадів періоду танення снігу і на спаді водопільної хвилі.

Основні практичні етапи реалізації методики територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля представлені у вигляді блок-схеми (рис.4) та здійснені у вигляді комп'ютерних прогностичних комплексів (рис.5).

За графічним виглядом регіональних прогнозних залежностей і можливістю узагальнення параметрів прогнозної схеми в роботі виконано

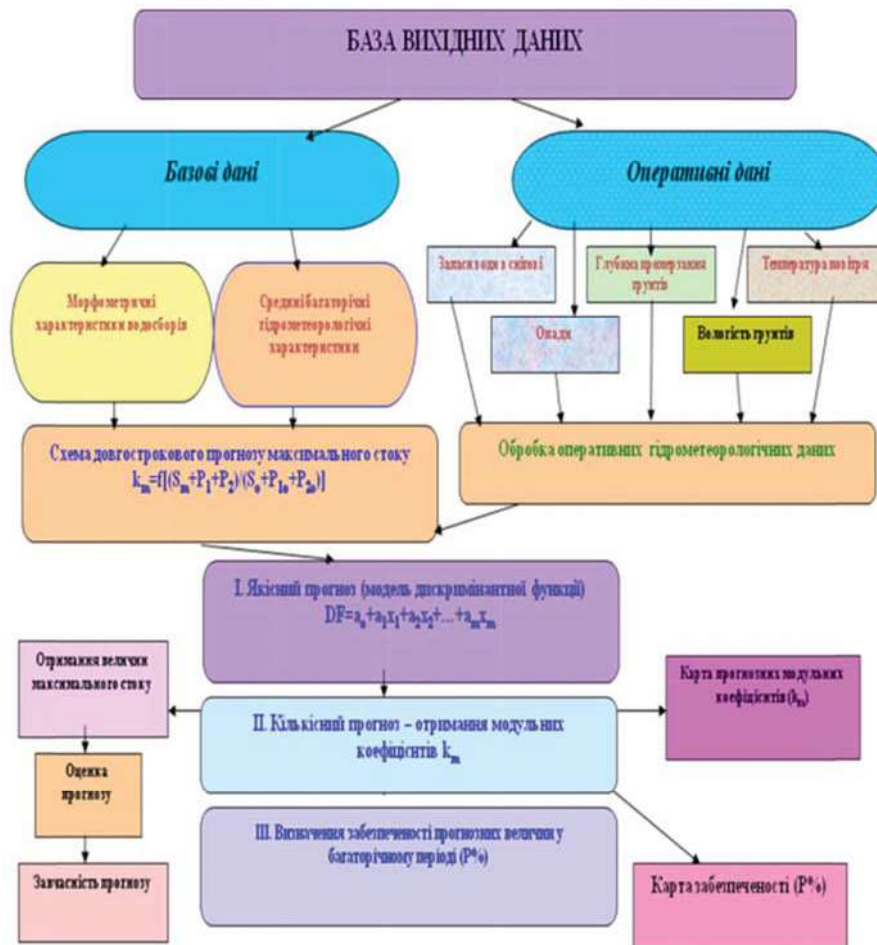


Рис. 4. Алгоритм програмних комплексів

Fig. 4. Software algorithm

районування території басейну Дніпра. При цьому виділено, в основному по вододілах річок, дев'ять районів (з підрайонами) з близькими природними і кліматичними умовами утворення тало-дощового весняного стоку.

Слід зазначити, що в межах виділених районів (підрайонів) має місце однаковий набір предикторів і однакові коефіцієнти рівнянь, які можуть використовуватися для усіх річок однорідних урболандшафтів, навіть за відсутності стокових спостережень на річках в їх межах.

Обґрунтовані в комплексному методі територіальних довгострокових прогнозів стокових характеристик весняного водопілля річок прогностичні карта-схеми дають можливість одночасно характеризувати великі урболандшафти басейну Дніпра, оцінюючи зони підвищеного весняного

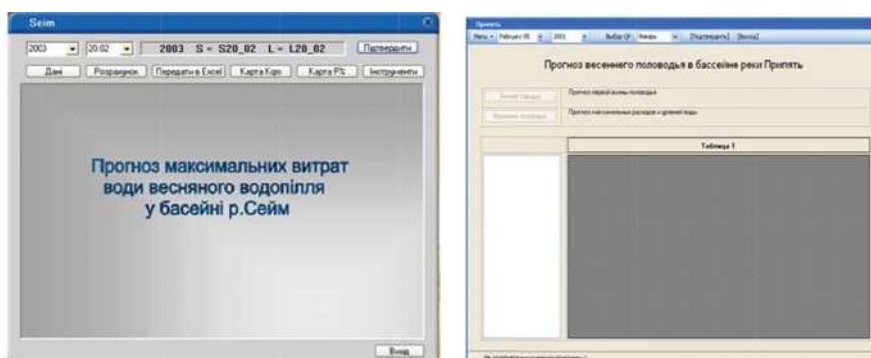
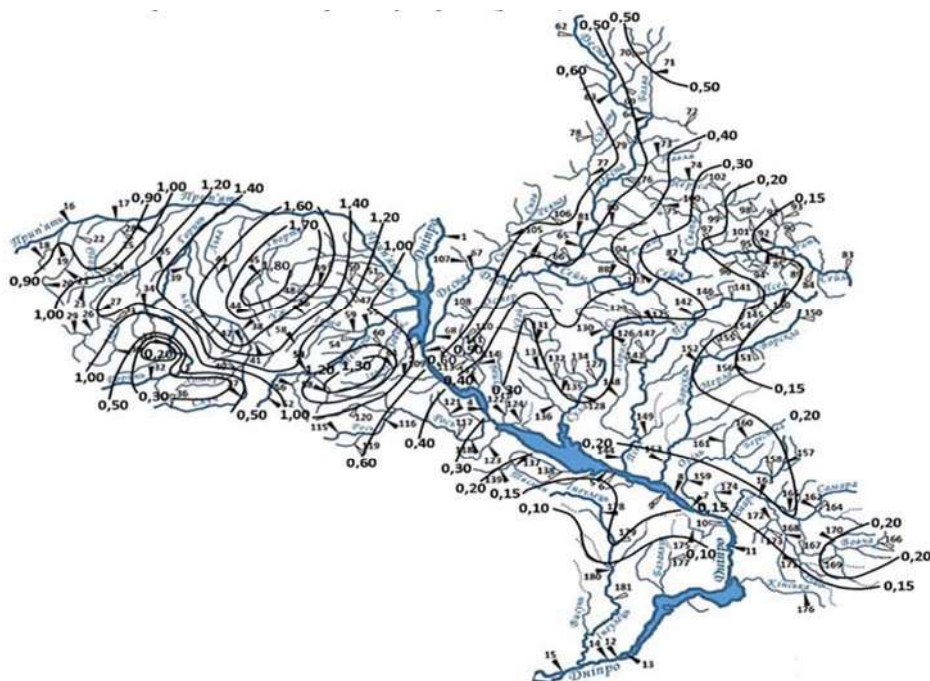


Рис.5. Діалогові вікна програмних комплексів

Fig.5. Dialogue windows of software

стоку в поточному році (на прикладі весняного водопілля 2017-2018 р.) (рис. 6) та визначати частоту повторюваності очікуваних шарів весняного стоку і максимальних витрат води в багаторічному періоді (рис. 7).

Рис.6. Розподіл прогнозних величин модульних коефіцієнтів максимальних витрат води ( $kq$ ) весняного водопілля 2017-2018 року в басейні ДніпраFig.6. Distribution of forecast values for module coefficients of water losses ( $kq$ ) of spring irrigation, 2017-2018, Dnipro river basin



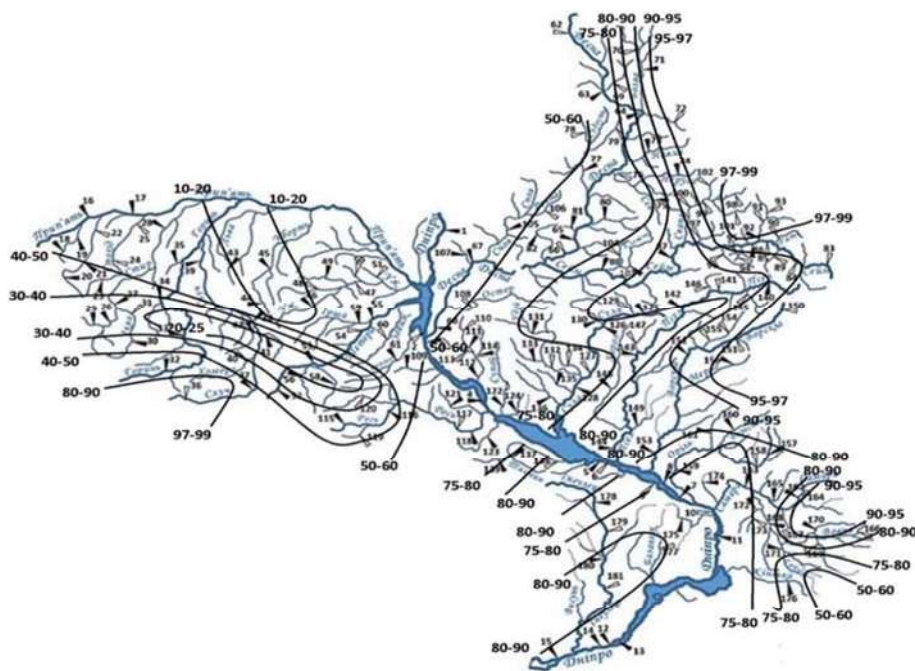


Рис. 7. Розподіл забезпеченостей прогнозних величин максимальних витрат води весняного водопілля 2017-2018 року ( $P_{Q\%}$ ) в басейні Дніпра

Fig. 7. Distribution of provisions for forecast values of maximum water losses of spring irrigation, 2017-2018 ( $P_{Q\%}$ ) in the Dnipro river basin

У той же час, по карта-схемах очікуваних величин можна здійснювати прогноз шарів стоку чи максимальних витрат води водопілля, їх ймовірність настання у будь-якому пункті розглядуваної території, незалежно відбуваються там спостереження за річковим стоком чи ні.

Карти-схеми очікуваних гідрологічних характеристик та їх ймовірнісних оцінок щорічно складаються оперативними службами прогнозування і вчасно передаються до державних структур та відповідних служб України щодо оцінки зон підвищеної небезпеки та здійснення заходів по захисту від можливих гідрологічних ризиків у вигляді затоплення паводковими водами населених пунктів і об'єктів господарського призначення.

Можливість оцінки зон затоплення урболандшафтів під час високих водопіль пов'язана з залученням топографічних карт місцевості (при використанні технологій геоінформаційної системи, ГІС) та наявністю очікуваних максимальних рівнів води водопілля, спрогнозованих за комплексним методом довгострокових прогнозів максимальних витрат води водопіль.

**Еколого-гідрохімічна характеристика вод річок басейну Дніпра.** Для аналізу гідрохімічного режиму та екологічної оцінки якості води річок басейну Дніпра за багаторічний період спостережень (1990-2015 рр.) приймалися дані постів моніторингу гідрометеорологічної служби ДСНС України, де проводяться спостереження за гідрологічним режимом та гідрохімічними показниками води. Антропогенному впливу піддається весь басейн р. Дніпро, особливо його урболандшафти, але, на нашу думку, найбільш потужним є цей вплив на території нижньої частини Дніпра, де зосереджено основна маса промислових підприємств. Отже нижче наведено приклад розрахунків саме для цієї частини Дніпра.

Для характеристики гідрохімічного режиму та оцінки екологічного стану Нижнього Дніпра досліджувався гідрохімічний склад р.Мокра Московка- Запоріжжя (13358), Інгулець- Кривий Ріг) (13361), Садове (13362), Вовча- смт. Васильківка (13354) та р.Солона-с.Новопавлівка (13356).

Для визначення сучасного екологічного стану цих об'єктів та можливих екологічних ризиків була обрана оцінка екологічної якості поверхневих вод.

Екологічна оцінка якості води дозволяє дати відповіді на такі важливі запитання як екологічний стан водного об'єкту для потреб різних водокористувачів, напрямок змін якості поверхневих вод у хронологічному та просторовому розрізі, визначити величину антропогенної дії та ефективність водоохоронних заходів. Екологічна оцінка якості води виконана відповідно до «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [19] за середніми та найгіршими значеннями. На основі гідрохімічних даних і проведених розрахунків середньорічних та найгірших (максимальних або мінімальних) показників якості води одержані чисельні значення класів та категорій якості досліджуваних вод по сольовому ( $I_1$ ), трофо-сапробіологічному ( $I_2$ ) блокам і блоку специфічних забруднюючих речовин токсичної дії ( $I_3$ ), а також відповідних інтегральних індексів  $I_E$ .

Відповідно до критерію забруднення компонентами сольового складу за середніми річними значеннями (табл. 1) у річці Мокра Московка спостерігався I клас 1 категорія якості води, тобто води відмінні за станом та дуже чисті за ступенем чистоти, у 76 % випадків, II клас 2 категорія якості зафіксована у 12 % випадків (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти) та , II клас 3 категорія якості (води добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти). Погіршення якості води відбувається за рахунок збільшення кількості як хлоридів, так і сульфатів якість води за цим показником знижується до II класу 2-3 категорії, особливо у 2007-2009 роки.



Таблиця 1

Класифікація якості води у суббасейні Нижнього Дніпра за середніми значеннями показників сольового блоку ( $I_1$ )

Номер поста	Клас якості по $I_1$	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13358	I	1	відмінні	дуже чисті	76
	II	2	дуже добрі	чисті	12
		3	добрі	досить чисті	12
13361	I	1	відмінні	дуже чисті	50
	II	2	дуже добрі	чисті	46
		3	добрі	досить чисті	4
13362	I	1	відмінні	дуже чисті	90
	II	2	дуже добрі	чисті	10
13354	III	4	задовільні	слабко забруднені	54
		5	посередні	помірно забруднені	46
13356	III	4	задовільні	слабко забруднені	70
		5	посередні	помірно забруднені	30

У басейні р. Інгульця (табл.1) спостерігався I клас 1 категорія якості води, тобто води відмінні за станом та дуже чисті за ступенем чистоти, у 50-90 % випадків, II клас 2 категорія якості зафіксована у 10-40% випадків (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти). У пункті р. Інгулець -м. Кривий Ріг у 1998 році зафіксовано погіршення якості до II класу 3 категорії (води добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти). Погіршення якості води відбувається за рахунок збільшення кількості хлоридів, якість води за цим показником знижується до II класу 2-3 категорії у 2006-2007 роках. Стосовно басейні р. Вовчої можна відзначити, що спостерігалися води III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабко забруднені за ступенем чистоти) у 50-70 % випадків, 5 категорія якості зафіксована у 30-46 % випадків (води посередні за станом, помірно забруднені за ступенем чистоти). Погіршення якості води відбувається за рахунок збільшення кількості сульфатів та хлоридів.

За середніми річними трофо-сапробіологічними показниками, блок  $I_2$  можна відмітити найгірший стан поверхневих вод басейну р. Вовчої де за досліджуваний період II класу 2 категорії якості (води дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти) 20-40 %, III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабко забруднені за ступенем чистоти,  $\beta$  - мезосапробні за сапробністю, евтрофні за трофністю) у 60-80 % випадків. Найбільший внесок у блоковий індекс  $I_2$  вносили прозорість, азот амо-

нійний, фосфор фосфатів, біхроматна окиснюваність, показники якості яких майже у всі роки сягали IV класу 6 категорії.

Води басейну Інгульця також у 15-25 % випадків відносяться до III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти, β''-мезосапробні за сапробністю, евтрофні за трофністю).

Значний внесок у погіршення якості води вносять специфічних забруднюючих речовин токсичної дії. За середніми річними значеннями блокового індексу  $I_3$  (табл.2) води р. Мокрої Московки за досліджуваний період спостерігалися II класу 3 категорії (добрі за станом, досить чисті за ступенем чистоти) у 68 % випадків, а води III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) у 32 % випадків.

Таблиця 2

Класифікація якості води у суббасейні Нижнього Дніпра за середніми значеннями показників блоку специфічних забруднюючих речовин токсичної дії ( $I_3$ )

Номер поста	Клас якості по $I_3$	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13358	II	3	добрі	досить чисті	68
	III	4	задовільні	слабо забруднені	32
13361	II	2	дуже добрі	чисті	50
		3	добрі	досить чисті	47
	III	4	задовільні	слабо забруднені	3
13362	II	2	дуже добрі	чисті	56
		3	добрі	досить чисті	40
	III	4	задовільні	слабо забруднені	4
13354	II	3	добрі	досить чисті	88
	III	4	задовільні	слабо забруднені	12
13356	II	3	добрі	досить чисті	78
	III	4	задовільні	слабо забруднені	22

Одиничні значення якості води III класу 5 категорії спостерігалися у 2007 та 2000 рр. Найбільший внесок у блоковий індекс  $I_3$  вносили мідь, цинк, хром кількість яких на у більшості років погіршувала якість води до III класу 5 категорії. Концентрації заліза загального, фенолів дозволяють віднести воду від II класу 3 категорії та II класу 2 категорії. Покращення якості за цими показниками не відмічається. У р. Інгулець води III класу 4 категорії (задовільні за станом, слабо забруднені за ступенем чистоти) у 3-4 % випадків. Найбільший внесок у блоковий індекс

$I_3$  вносили мідь, цинк, марганець кількість яких на всіх постах у всі роки погіршувала якість води у межах від III класу 5 категорії до V класу 7 категорії. Концентрації заліза загального та хрому дозволяють віднести воду від II класу 3 категорії до III класу 5 категорії. Ці забруднюючі речовини мають значний вплив і на погіршення якості води басейну р.Вовчої. У табл. 3 наводиться стан досліджуваних річок за інтегральним індексом ( $I_E$ ) за середніми значеннями за досліджуваний період.

За інтегральним індексом ( $I_E$ ) за середніми значеннями за досліджуваний період якість води р. Мокрої Московки відповідала II класу 2 категорії (19 %) та 3 категорії (81 %). Одиначні значення III класу 4 категорії у відмічалися у 2007 році. Якість води в басейні р. Інгулець відповідала II класу 2 категорії (25-54%) та 3 категорії (46-71 %). На посту Інгулець Кривий Ріг (табл.3), спостерігається 4 % повторюваностей III класу 4 категорії. Якість води в басейні р. Вовча (табл.3) відповідала II класу 2 категорії (30-48 %) та 3 категорії (46-60 %). Спостерігається 6-10 % випадків III класу 4 категорії. Значний внесок у погіршення якості води вносять речовини трофо-сапробіологічного блоку та блоку забруднюючих речовин токсичної дії.

Аналогічні розрахунки були виконані для усіх суббасейнів Дніпра [20], результати представлені на рис. 8.



Рис.8. Еколого-гідрохімічна характеристика вод річок басейну Дніпра

Fig.8. Environmental-hydrochemical characteristics of waters in the Dnipro basin rivers

Таблиця 3

Класифікація якості води у суббасейні Нижнього Дніпра за інтегральним індексом ( $I_E$ ) за середніми значеннями

Номер поста	Клас якості по $I_E$	Категорія якості	Екологічна класифікація		Частота, %
			за станом	за ступенем чистоти	
13358	II	2	дуже добрі	чисті	10
		3	добрі	досить чисті	81
13361	II	2	дуже добрі	чисті	25
		3	добрі	досить чисті	71
	III	4	задовільні	слабко забруднені	4
13362	II	2	дуже добрі	чисті	54
		3	добрі	досить чисті	46
13354	II	2	дуже добрі	чисті	30
		3	добрі	досить чисті	60
	III	4	задовільні	слабко забруднені	10
13356	II	2	дуже добрі	чисті	48
		3	добрі	досить чисті	46
	III	4	задовільні	слабко забруднені	6

**Висновки до розділу**

Дніпро – одна з найбільших річок Європи, водозбір якого оцінюють величиною 504 тис. км<sup>2</sup>, а басейн його охоплює 48 % території нашої держави. На території басейна Дніпра розташовані практично всі великі міста України, а отже й найбільша кількість урбанізованих територій. Антропогенна діяльність має значний вплив на води р. Дніпро, яка є основним джерелом водопостачання великих промислових центрів України.

Практична та наукова значимість отриманих результатів для соціально-економічного розвитку урболандшафтів полягає у наступному:

- практична реалізація методу визначення ймовірнісних характеристик весняного водопілля дозволяє покращити водогосподарську обстановку в Дніпровському регіоні України та завчасно оцінити можливі гідрологічні ризики від проходження весняного водопілля та можливий вплив на них змін клімату;

- територіальне довгострокове прогнозування (с завчасністю до 20-40 діб і більше) максимальних витрат та рівнів води, об'ємів, строків весняного водопілля для річок в басейні Дніпра є корисним для ранньої оцінки паводкової ситуації як на окремих річках, так і на території



в цілому при визначенні можливого розливу річок і виникнення загрози підтоплення заплавлених та приміських територій;

- дослідження кількісних і якісних показників, визначення впливу водності на екологічний стан водних об'єктів басейну Дніпра дозволяє розробити рекомендації щодо здійснення заходів для запобігання можливих негативних змін та поліпшення існуючого їх стану. Досконала гідроекологічна оцінка сучасного стану водних об'єктів басейну має як екологічний, так і соціальний ефект в безпеці забезпечення питною водою споживачів на території урболандшафтів басейну Дніпра.

### Список використаних джерел до розділу

1. Economic losses from climate-related extremes in Europe. *European Environment Agency* . Indicators (3 Feb 2022). Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/ims/economic-losses-from-climate-related#footnote-NEDVA9FL>
2. Economic damage caused by weather - and climate - related extreme events in EU Member States (1980-2020) - per hazard type based on CATDAT// European Environment Agency / Data and maps / Maps and graphs (26 Jan 2022). Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/economic-damage-caused-by-weather-5/>
3. Гопченко Е. Д., Джабур Кхалдун. Обоснование расчетной методики для определения слоя паводочного стока рек Карпат на базе схемы районирования территории по условиям формирования паводков. *Метеорология, климатология и гидрология*. 1999. Вып. 39. С. 222-232.
4. Гопченко Е. Д., Овчарук В. А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины : монография. Одесса : ТЭС, 2002. 110 с.
5. Гопченко Е. Д., Овчарук В. А., Шакирзанова Ж. Р. *Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять* : монографія. Одеса : Екологія, 2011. 336 с
6. Гопченко Е. Д., Кічук Н. С., Овчарук В. А. *Максимальний стік дощових паводків на річках Півдня України* : монографія. Одеса : ТЕС, 2016. 212 с.
7. Ladjel M., Goptshenko E., Ovcharuk V. Maximum runoff of the flood on wadis of northern part of Algeria. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 2014. Vol. 6(1). P. 66-78; <http://old.jfas.info/index.php/JFAS/article/view/240>
8. Ovcharuk V., Gopchenko E., Kichuk N., Shakirzanova Z., Kushchenko L. & Myroshnichenko M. Extreme hydrological phenomena in the forest steppe and steppe zones of Ukraine under the climate change. *Published by Copernicus Publications on behalf of the International Association of Hydrological Sciences*. IAHS, 383, 229–235, 2020 <https://doi.org/10.5194/piahs-383-229-2020>
9. Ovcharuk V., Gopchenko E., Todorova O., Myrza K. Calculating the characteristics of flash flood on small rivers in the mountainous Crimea. *Karakteristike naglih poplava malih rijeka planinskog krma*. *Geofizika*, 2020, Vol. 37(1), p. 27-43. <https://doi.org/10.15233/gfz.2020.37.3>
10. Гопченко Е. Д., Овчарук В. А., Шакирзанова Ж. Р., Гопцій М. В., Траскова А. В., Швець Н. М., Сербова З. Ф., Тодорова О. І. Моделювання екстремально високих паводків на прикладі гірських регіонів України. *Вісник Київського національного університету ім. Т.Шевченка. Геологія*. 2018. Вип. 3(82). С 6-15.
11. Овчарук В. А., Гопченко Е. Д. Сучасна методика нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок України. *Український географічний журнал*. 2018. №2(102). С. 26-33.

12. Овчарук В. А. *Максимальний стік весняного водопілля рівнинних річок України* : монографія. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 300с.
13. Директива № 2007/60/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повеннями. URL: [http://buvrtysa.gov.ua/newsite/wpcontent/uploads/2012/10/checked\\_dir\\_2007\\_60\\_ua.doc](http://buvrtysa.gov.ua/newsite/wpcontent/uploads/2012/10/checked_dir_2007_60_ua.doc) (дата звернення 15.08.2022).
14. *Guide to Hydrological Practices*, Volume II: Management of Water Resources and Applications of Hydrological Practices. WMO. No. 168. 2009. 302 p. URL: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=222](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=222)
15. Кочелаба Е. И., Окорский В. П., Соседко М. Н. Математическое моделирование процессов формирования половодного стока на территории Полесья с учетом оттепельных явлений. Труды УкрНИГМИ. 1990. Вып. 235. С. 3–18.
16. Шакірманова Ж. Р. *Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України*: Монографія. Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.
17. Шакірманова Ж. Р., Докус А. О. *Довгострокове прогнозування характеристик весняного водопілля в басейні р.Південний Буг* : монографія. Одеса: ФОП Бондаренко М. О., 2021. 244 с.
18. Zhannetta Shakirzanova, Anhelina Dokus. *Territorial long-term forecasting of hydrological characteristics of spring floods of lowland rivers*, Editor(s): Sughosh Madhav, Shyam Kanhaiya, Arun Srivastav, Virendra Singh, Pardeep Singh, Ecological Significance of River Ecosystems, Chapter 17. Elsevier, 2022, Pages 325-350, ISBN 9780323850452, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85045-2.00020-0>
19. Романенко В. Д., Жукинський О. П., Окснюк О. П. та інші Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Символ-Т. 1998. 28 с.
20. Науково-методична база для встановлення розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату : звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ ; наук. кер. Гопченко Є.Д. № держреєстрації 0117U002424. Одеса, 2019. 754 с.

---

## References to the chapter

1. Economic losses from climate-related extremes in Europe. European Environment Agency. Indicators (3 Feb 2022). Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/ims/economic-losses-from-climate-related#footnote-NEDVA9FL>
2. Economic damage caused by weather - and climate - related extreme events in EU Member States (1980-2020) - per hazard type based on CATDAT// European Environment Agency / Data and maps / Maps and graphs (26 Jan 2022). Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/economic-damage-caused-by-weather-5/>
3. Hopenko, E.D., Jabur, Khaldun (1999). Justification of the calculation method for determining the flood flow layer of the Carpathian rivers on the basis of the territory zoning scheme according to the conditions of flood formation. *Meteorology, climatology and hydrology*. 39, 222-232.
4. Hopenko, E. D., Ovcharuk, V. A.(2002). Formation of the maximum flow of spring water in the conditions of the south of Ukraine: monograph. Odessa: TES.
5. Hopenko, E. D., Ovcharuk, V. A., Shakirzanova, Zh. R. (2011). *Calculations and long-term forecasts of the characteristics of the maximum runoff of spring irrigation in the Pripjat river basin*: monograph. Odessa: Ecology.
6. Hopenko, E. D., Kichuk, N. S., Ovcharuk, V. A. (2016). The maximum flow of rain floods on the rivers of Southern Ukraine: monograph. Odessa: TES.



7. Ladjel, M., Goptshenko, E., Ovcharuk, V. (2014). Maximum runoff of the flood on wadis of the northern part of Algeria. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 6(1). 66-78; Retrieved from <http://old.jfas.info/index.php/JFAS/article/view/240>
8. Ovcharuk, V., Gopchenko, E., Kichuk, N., Shakirzanova, Z., Kushchenko, L. & Myroschnichenko, M. (2020). Extreme hydrological phenomena in the forest steppe and steppe zones of Ukraine under the climate change. *Published by Copernicus Publications on behalf of the International Association of Hydrological Sciences. IAHS*, 383, 229–235, 2020 <https://doi.org/10.5194/piahs-383-229-2020>
9. Ovcharuk, V., Gopchenko, E., Todorova, O., Myrza, K. (2020). Calculating the characteristics of flash flood on small rivers in the mountainous Crimea. Characteristics of naglih poplava malih rijeka planinskogo krima. *Geophysics*, 37(1), 27-43. <https://doi.org/10.15233/gfz.2020.37.3>
10. Hopchenko, E. D., Ovcharuk, V. A., Shakirzanova, Zh. R., Hoptsii, M. V., Traskova, A. V., Shvets, N. M., Serbova, Z.F., Todorova, O. I. (2018). Modeling extremely high floods on the example of mountainous regions of Ukraine. *Bulletin of Kyiv National University named after T. Shevchenko. Geology*. 3(82). 6-15.
11. Ovcharuk, V. A., Hopchenko, E. D. (2018). Modern method of normalization of the characteristics of the maximum flow of spring irrigation of lowland rivers of Ukraine. *Ukrainian Geographical Journal*. 2(102), 26-33.
12. Ovcharuk, V. A. (2020). *The maximum flow of spring irrigation of lowland rivers of Ukraine*: monograph. Odesa: Helvetica Publishing House.
13. Directive No. 2007/60/EC of the European Parliament and the Council of the EU on the assessment and management of risks related to floods. Retrieved from [http://buvrtyasa.gov.ua/newsite/wpcontent/uploads/2012/10/checked\\_dir\\_2007\\_60\\_ua.doc](http://buvrtyasa.gov.ua/newsite/wpcontent/uploads/2012/10/checked_dir_2007_60_ua.doc) (access date 08/15/2022).
14. *Guide to Hydrological Practices*, (2009). Volume II: Management of Water Resources and Applications of Hydrological Practices. WMO. 168. 302. Retrieved from URL: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=222](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=222)
15. Kochelaba, E. I., Okorsky, V. P., Sosedko, M. N. (1990). Mathematical modeling of the processes of the formation of flood runoff in the territory of Polesya taking into account thawing phenomena. *Proceedings of UkrNIHMA*. 235, 3–18.
16. Shakirzanova, Zh. R. (2015). *Long-term forecasting of the characteristics of the maximum flow of the spring irrigation of lowland rivers and estuaries of the territory of Ukraine*: Monograph. Odesa: FOP Bondarenko M.O.
17. Shakirzanova, Z. R., Dokus, A. O. (2021). *Long-term forecasting of characteristics of spring irrigation in the South Bug river basin*: monograph. Odesa: FOP Bondarenko M. O.
18. Zhannetta, Shakirzanova, Anhelina, Dokus. (2022). Territorial long-term forecasting of hydrological characteristics of spring floods of lowland rivers, Editor(s): Sughosh Madhav, Shyam Kanhaiya, Arun Srivastav, *Virendra Singh, Pardeep Singh, Ecological Significance of River Ecosystems*, Chapter 17. 325 -350, ISBN 9780323850452, Retrieved from <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85045-2.00020-0>
19. Romanenko, V. D., Zhukinsky, O. P., Oksiyuk, O. P. et al. (1998). Methodology of ecological assessment of the quality of surface water according to the relevant categories. Kyiv: Symbol-T.
20. Scientific and methodological basis for establishing the calculation characteristics of spring irrigation in the Dnipro basin under conditions of climate variability: report on the NDR (final) / ODEKU; of science driver Hopchenko E.D. State registration number 0117U002424. Odesa, 2019. 754 p.

Наукове видання

<b>Максименко</b> Надія Василівна	<b>Кочанов</b> Едуард Олексійович
<b>Шкаруба</b> Антон Дмитрович	<b>Кузик</b> Ігор Романович
<b>Ачасов</b> Андрій Борисович	<b>Кузьміна</b> Анастасія Юріївна
<b>Безсонний</b> Віталій Леонідович	<b>Куценко</b> Лілія Вікторівна
<b>Бігуньова</b> Марія	<b>Назарук</b> Микола Миколайович
<b>Боярин</b> Марія Володимирівна	<b>Некос</b> Алла Наумівна
<b>Бурченко</b> Світлана Володимирівна	<b>Овчарук</b> Валерія Анатоліївна
<b>Васильюк</b> Руслана Михайлівна	<b>Пасечний</b> Петер
<b>Вернерова</b> Єва	<b>Пересадько</b> Віліна Анатоліївна
<b>Воронін</b> Владіслав Олександрович	<b>Рубашек</b> Юстина
<b>Гололобова</b> Олена Олександрівна	<b>Семанчікова</b> Єва
<b>Гопцій</b> Марина Володимирівна	<b>Сепп</b> Калев
<b>Гречко</b> Аліна Андріївна	<b>Скриган</b> Анна Юріївна
<b>Звягінцева</b> Карина Олександрівна	<b>Уткіна</b> Катерина Богданівна
<b>Йона</b> Ласло	<b>Царик</b> Любомир Петрович
<b>Кичук</b> Наталія Сергіївна	<b>Черкашина</b> Надія Іванівна
<b>Клещ</b> Анастасія Анатоліївна	<b>Шакірманова</b> Жаннетта Рашидівна
<b>Коваль</b> Ірина Михайлівна	<b>Шпаківська</b> Ірина Миронівна

**ЗЕЛЕНО-БЛАКИТНА ІНФРАСТРУКТУРА В МІСТАХ  
ПОСТРАДЯНСЬКОГО ПРОСТОРУ: ВИВЧЕННЯ СПАДЩИНИ  
ТА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО ДОСВІДУ КРАЇН V4**

***Колективна монографія***  
***За редакцією Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба***

(Англ., укр. мовами)

Комп'ютерне верстання *Н. О. Ваніна*  
Макет обкладинки *Н. Є. Пруднік*

Формат 70×100/16. Ум. друк. арк. 23,6. Наклад 50 пр. Зам. № 131/22.

Видавець і виготовлювач  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009

Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна  
Тел. 705-24-32