

mined. Stages of formation of the main colour varieties of the gems have been characterized.

Practical value. The data obtained can be used for exploration of occurrences of the gems; it improves the effectiveness of the complex utilization of the Kryvyi Rih basin mineral resources base.

УДК 502.175+502.51+504.7

Л.М. Архипова, д-р техн. наук, доц.,
С.В. Пернеровська

Keywords: *banded iron formation, Kryvyi Rih basin, mineralogy, hawk's eye, tiger's eye*

Рекомендовано до публікації докт. геол. наук А.А. Березовським. Дата надходження рукопису 20.02.14.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна,
e-mail: Pernerolik@mail.ru

ПРОГНОЗ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ МЕТОДОМ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

L.M. Arkhipova, Dr. Sci. (Tech.), Associate Professor,
S.V. Pernerovska

State Higher Educational Institution "Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas", Ivano-Frankivsk, Ukraine,
e-mail: Pernerolik@mail.ru

FORECASTING WATER BODIES HYDROLOGICAL PARAMETERS USING SINGULAR SPECTRUM ANALYSIS

Мета. Виявлення та дослідження прогностичних тенденцій змін у водних об'єктах зі встановленням зв'язків та взаємозалежності між різними ознаками, з урахуванням метеорологічних елементів, природного режиму рік, антропогенного навантаження, що визначають гідроекологічні ризики. Робота покликана розширити та поглибити вивченість взаємозв'язку гідрологічних характеристик, показників стану якості водоюми та кліматичних характеристик.

Методика. Методикою даного дослідження було обрано метод Singular spectrum analysis (SSA) – метод аналізу часових рядів, заснований на динамічній модифікації методу головних компонент, перетворенні одновимірного часового ряду в багатовимірний ряд та подальшого застосування до отриманого багатовимірного тимчасового ряду методу головних компонент. Метод поєднує в собі елементи класичного аналізу часових рядів, багатовимірної статистики, багатовимірної геометрії, динамічних систем та обробки сигналів. Для оцінки прогностичних тенденцій якісних змін у водних об'єктах розроблений спосіб комплексної оцінки якості поверхневих вод, що включає відбір проб води, проведення аналізів, подальше узагальнення з отриманням комплексного індексу потенціалу якості.

Результати. Результати прогнозування методом сингулярного спектрального аналізу виявили чітку позитивну тенденцію змін у кількісному вираженні протягом останніх сорока років кліматичних факторів – температури повітря, кількості опадів, нерівномірності їх розподілу, гідрологічних параметрів: витрат води, об'ємів стоку у водних об'єктах; збільшення нерівномірності внутрішньорічного розподілу стоку, що в сукупності викликає збільшення кількості катастрофічних паводків державного масштабу. Результатом проведених досліджень стало підтвердження тенденцій прояву глобального потепління клімату на локальному рівні верхньої течії басейну р. Дністер. За допомогою розробленого наукового методу оцінки якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем встановлені багаторічні тенденції та закономірності часового розподілу якісної складової гідроекологічних ризиків верхньої течії р. Дністер у межах Карпатського регіону, що дозволяє провести прогностичну оцінку процесу взаємодії техногенного навантаження з поверхневими гідроекосистемами.

Наукова новизна. Уперше розроблений науковий метод оцінки якісної складової гідроекологічних ризиків гідроекосистем, що включає дослідження комплексного індексу потенціалу якості. На основі аналізу даних багаторічних спостережень, їх часових закономірностей вперше встановлені багаторічні тенденції часового розподілу якісної й кількісної складової гідроекологічних ризиків верхньої течії р. Дністер у межах Карпатського регіону, що дозволяє провести прогностичну оцінку процесу взаємодії техногенного навантаження з поверхневими гідроекосистемами.

Практична значимість. Практичне значення проведених досліджень полягає у вдосконаленні методів оцінки стану гідроекосистем та рівня гідроекологічних ризиків на передпроектних стадіях впровадження техногенних об'єктів, у процесі розроблення стратегій управління річковими басейнами, при створенні й реалізації комплексних регіональних програм розвитку водного господарства. Це дозволить визначати існуючий і прогностичний рівень кількісної та якісної складової гідроекологічного ризику, що є основою для розробки заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля й управління природно-техногенною безпекою гідроекосистем.

Ключові слова: *гідроекологічний ризик, прогнозування, сингулярний спектральний аналіз, гідрологічні параметри, паводкові явища*

Постановка проблеми. Протипаводковий захист є важливим аспектом безпеки населення. Ряд аргумен-

тів, наведених вітчизняними та закордонними вченими, свідчить про масштабність та непередбачуваність негативних гідрометеорологічних явищ, яких щорічно в Україні буває до 150 випадків. Причиною виникнення

© Архипова Л.М., Пернеровська С.В., 2015

таких явищ є особливості кліматичних умов. У Карпатському регіоні велику роль у формуванні клімату відіграє гірська система Карпат, що займає південно-західну частину України. Такі фактори як висота над рівнем моря, велика розчленованість місцевості, напрям та експозиція схилів сприяють своєрідному розподілу метеорологічних елементів. Гідросфера є одним з найчутливіших компонентів навколишнього середовища, що гостро реагує навіть на найменші зміни. Водні об'єкти виступають індикатором стану навколишнього середовища.

У Карпатському регіоні висока небезпека виникнення повеней та паводків. Лише на території Івано-Франківської області у 1927, 1941, 1969, 1974, 1980, 1998, 2008 роках траплялись особливо катастрофічні паводки, а в цілому, починаючи з 1955 року, зареєстровано 83 випадки високих рівнів води державного масштабу, прямі збитки від яких складають понад 5,24 млрд грн. (у середньому 63,2 млн грн. за рік). Отже, дослідження гідроекологічних ризиків залишаються актуальними. Потенційну небезпеку несе й якісний стан водних ресурсів, особливості їх режиму. Актуальність таких досліджень підтверджується й відсутністю на сучасному рівні розвитку науки достовірних методів точного передбачення виникнення та наслідків паводкових явищ. У даній роботі поставлене завдання виявлення та дослідження прогностичних тенденцій змін у водних об'єктах зі встановленням зв'язків та взаємозалежності між різними ознаками, з урахуванням метеорологічних елементів, природного режиму рік, антропогенного навантаження та руслових процесів, які й визначають гідроекологічні ризики.

Аналіз попередніх досліджень. Масштабні дослідження взаємозв'язку між кліматичними факторами та коливаннями рівнів водних об'єктів проводяться на глобальному рівні по всьому світу. Прогнозні тенденції змін у водних об'єктах в Україні досліджували численні українські та закордонні вчені (ІРСС; Крістенсон, 2007; Колісник, 1986; Кирилюк, 2001).

Найвидатніші дослідження проведені Міжурядовою групою експертів з питань змін клімату (ІРСС), які представили прогноз ряду наслідків для водних об'єктів України у зв'язку з кліматичними змінами.

Однак, у зв'язку з відсутністю в Карпатському регіоні стабільних постів спостережень одночасно за метеокліматичними та гідрологічними параметрами, прогнозні тенденції змін у водних об'єктах на локальному рівні якісних і кількісних показників, що зумовлюють гідроекологічні ризики, потребують удосконалення із застосуванням сучасних методів досліджень. Отже, нерозв'язаним завданням для басейну Дністра в межах Карпатського регіону є дослідження прогностичних тенденцій змін кількісних і якісних показників водних об'єктів у взаємозв'язку з метеорологічними показниками за даними існуючих гідрометеопостів на локальному рівні.

Виклад основного матеріалу. Світовий досвід показує, що для оптимізації дослідження залежності між кількісними показниками водойм та кліматичними змінами необхідно створювати регіональні мережі спостереження. Карпатський регіон у цілому знаходиться під

постійним спостереженням. Тут проводиться контроль якості води, спостереження за водним режимом рік, контролюються й кліматичні показники. Ця інформація формує базу основних гідрокліматичних характеристик регіону для прогностичних тенденцій.

Питання кліматичних змін так гостро постало лише в останні десятиліття. Здавалося б, за наявності постів регулярних спостережень за основними показниками, що дають змогу розглянути залежності кліматичних показників, кількісних і якісних параметрів водоймищ, оцінити залежності можна було б одразу, лише сформувавши демонстраційні криві та прослідкувавши динаміку й тенденцію змін. Але на етапі співставлення даних виникають нові труднощі. За час спостережень, у силу тих чи інших умов, місце розташування створів, на яких велися спостереження за гідрологічними характеристиками водойм регіону, часто змінювались. Якість води вимірювалась в одних створах, гідрологічні параметри – у других, метеокліматичні величини – у третіх. Тривалість рядів спостережень сильно різнилась. У зв'язку з цим виникають труднощі з порівнянням даних у кожному локальному басейні.

Для подолання цих труднощів, простеження динаміки та взаємозв'язку параметрів гідроекологічного ризику, різних факторів впливу, розширення можливостей прогнозування паводкових явищ, у проведених дослідженнях був застосований метод сингулярного спектрального аналізу.

Метод був апробований для верхньої частини басейну р. Дністер із замикаючим створом в м. Галич, для якого існує найтриваліший період спостережень у регіоні. Співпадіння створів спостережень за кількісними й якісними показниками дає можливість проаналізувати дані та змоделювати залежності на локальному рівні.

Для прогнозу кількості паводків державного значення (рис.1) нами було опрацьовано ряд даних, починаючи з 1972-го року. Проаналізувавши багаторічні гідрокліматичні спостереження, розроблено базу даних, на її основі створено прогнозні криві, що стверджують прояви кліматичних змін у тенденції глобального потепління клімату, прогнозованого більшістю вчених-кліматологів.

Методом сингулярного спектрального аналізу Singular spectrum analysis (SSA) було проаналізовано ряди даних та побудовано криві розвитку ситуації до 2028 року. Даний підхід заснований на дослідженні тимчасового ряду методом головних компонент і не вимагає попередньої стабілізації ряду. SSA дозволяє досліджувати структуру часового ряду, виділити окремі його складові та прогнозувати як сам ряд, так і тенденції розвитку його складових. Метод сингулярного спектрального аналізу – це метод аналізу часових рядів, заснований на перетворенні одновимірного часового ряду в багатовимірний ряд і подальшого застосування до отриманого ряду методу головних компонент. Спосіб перетворення одновимірного ряду в багатовимірний представляє собою „згортку“ тимчасового в матрицю, що містить фрагменти тимчасового ряду, отримані з деяким зрушенням. Загальний вигляд процедури нагадує „гусеницю“, тому сам метод нерідко так і називають –

„Гусениця“: довжина фрагмента називається довжиною „гусениці“, а величина зсуву одного фрагмента щодо іншого кроком „гусениці“. Методикою даного дослідження було обрано метод Singular spectrum analysis (SSA) – метод аналізу часових рядів, заснований на ди-

намічній модифікації методу головних компонент, перетворенні одновимірного часового ряду в багатовимірний ряд та подальшого застосування до отриманого багатовимірного часового ряду методу головних компонент.



Рис. 1. Кількість паводків державного значення за період спостереження та прогнозний період у верхній течії р. Дністер

Метод поєднує в собі елементи класичного аналізу часових рядів, багатовимірної статистики, багатовимірної геометрії, динамічних систем та обробки сигналів. До джерел походження SSA можна віднести Метод головних компонент і класичну теорему Карунена-Лоєва для спектрального розкладання тимчасових рядів і цифрових зображень.

Для аналізу було зроблено вибірку рядів даних по створу р. Дністер – м. Галич, що охоплюють тривалий період часу та є основними характеристиками паводкових явищ. Результатом обробки постали моделі прогнозного стану характеристик водного об'єкта та кліматичних факторів, що найточніше відображають кліматичні зміни (рис.2-4).

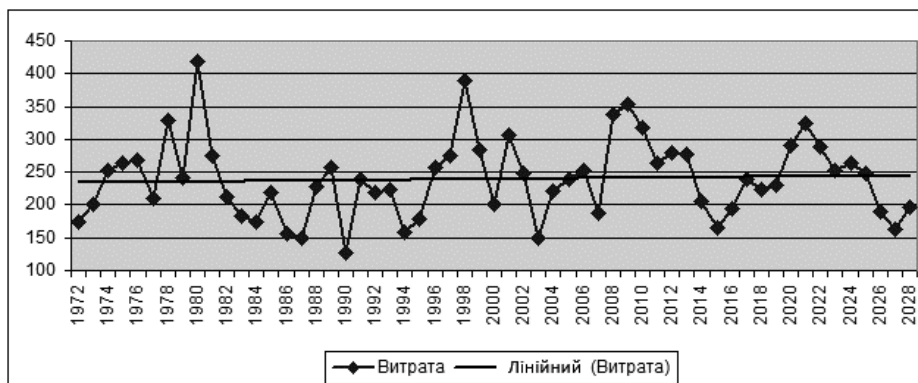


Рис. 2. Середньорічна витрата води м³/с за період спостереження та прогнозний період у створі р. Дністер – м. Галич

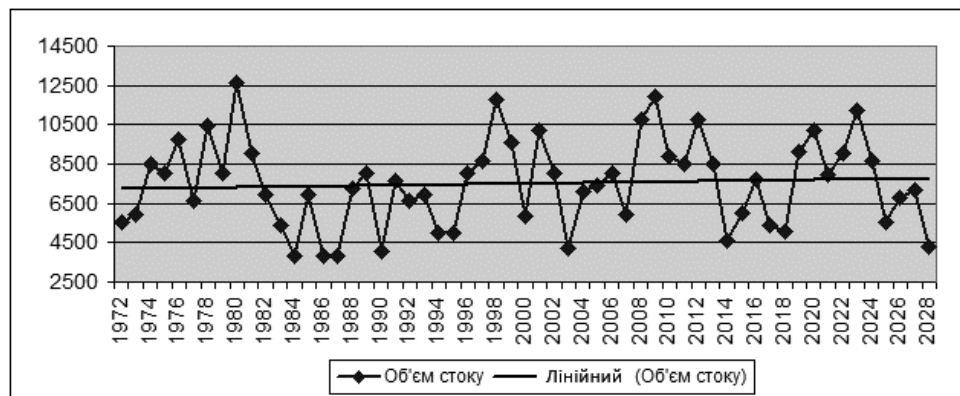


Рис. 3. Об'єм стоку м³/рік за період спостереження та прогнозний період

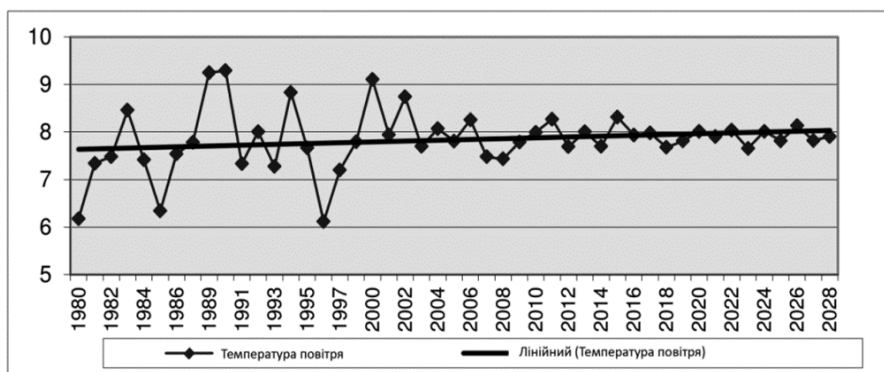


Рис. 4. Середньорічна температура °С за період спостереження та прогнозний період

На всіх отриманих моделях, частина з яких представлена на рис. 1–3, спостерігається чітка позитивна тенденція змін у кількісному вираженні протягом останніх сорока років кліматичних факторів – температури повітря, кількості опадів, нерівномірності їх розподілу, гідрологічних параметрів: витрат води, об’ємів стоку у водних об’єктах; збільшення нерівномірності внутрішньорічного розподілу стоку, що викликає збільшення кількості катастрофічних паводків державного масштабу тощо.

Простежується чіткій взаємозв’язок прогнозних характеристик (кліматичних і гідрологічних).

Для оцінки прогнозних тенденцій якісних змін у водних об’єктах розроблений спосіб комплексної оцінки якості поверхневих вод, що включає відбір проб води, проведення аналізів, подальше узагальнення з отриманням комплексного індексу потенціалу якості (КПЯ) [1].

У розрахунках КПЯ підсумовуються так звані коефіцієнти запасу показників (відносна величина резервної потужності), що розраховуються як перевищення допустимих значень над фактичними (концентраціями, одиницями, балами, кількістю та ін.) та віднімаються коефіцієнти дефіциту запасу показників (відносна величина нестачі резерву), що розраховуються як перевищення концентрацій (або інших вимірів) над допустимими значеннями (у тих же одиницях). Результат ділиться на кількість використаних показників

$$КПЯ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad x_i = \begin{cases} \frac{НЯ_i}{C_i}, \text{ якщо } \frac{НЯ_i}{C_i} > 1 \\ -\frac{C_i}{НЯ_i}, \text{ якщо } \frac{НЯ_i}{C_i} < 1 \end{cases}$$

де $НЯ_i$ – норматив якості води для конкретного показника, під яким розуміють допустимі граничні величини показників фізико-хімічного й біологічного стану вод та їх властивостей, що відповідають вимогам різних споживачів; C_i – фактичне значення якості води для i -го показника; n – кількість показників.

Нами була проаналізована динаміка зміни якісної складової гідроекологічних ризиків гідроекосистем протягом 1997–2011 рр., оскільки порівняних моніторингових даних щодо якості водних об’єктів за більш тривалий час по даній локальній території не існує.

Побудована трьохмірна модель (рис. 5) виявляє подібність змін у часі двох площин, що характеризують динаміку середньорічного показника КПЯ для гідроекосистем р. Бистриця-Солотвинська та р. Бистриця-Надвірнянська (притоки верхньої течії р. Дністер) з тенденцією покращення потенціалу якості вказаних гідроекосистем у часі.

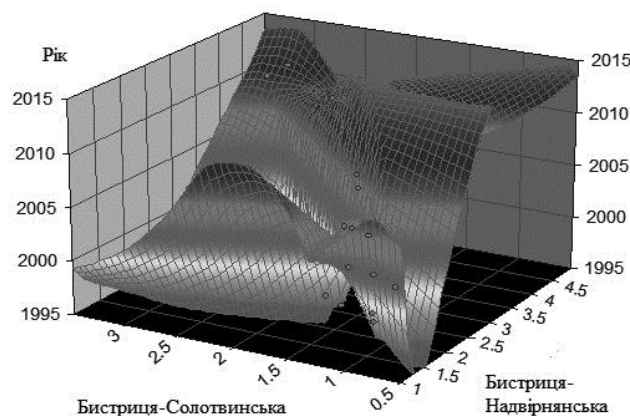


Рис. 5. Модель 15-річної динаміки комплексного індексу потенціалу якості для гідроекосистем Бистриці-Солотвинської й Бистриці-Надвірнянської, з кольоровою градацією, що відповідає візуалізації зміни років

На рис. 6 представлена діаграма багаторічної динаміки (1997–2011 рр.) осередненого за рік комплексного індексу потенціалу якості по окремих створах басейну р. Дністер у межах Карпатського регіону з прогноною тенденцією до 2016 р. Потрібно зауважити, що прогнозування такого роду правильне в тому випадку, якщо умови існування природно-техногенної гідроекосистеми зберігають ту ж динаміку на прогнозований інтервал часу. У даному випадку ряди спостережень апроксимовані за методом найменших квадратів, побудовані прогнозні лінії тренду з виводом рівняння та коефіцієнта апроксимації.

Усі побудовані лінійні тренди мають чітке спрямування на покращення якісних показників гідроекосистеми р. Дністер у часі, причому, чим ближче до верхньої течії, тобто, чим менше існуюче антропогенне навантаження на гідроекосистему, тим більший кут нахи-

лу поверхні лінії тренду відносно вісі абсцис. Наступна виявлена закономірність: чим менші абсолютні показники комплексного індексу потенціалу якості, тим менш виявленою є тенденція зміни в часі, і тим менший є абсолютний показник приросту позитивної динаміки. Ця закономірність логічно обумовлена змістовною суттю показника комплексного індексу потенціалу якості: коли значення показника наближується до одиниці, гідроекосистема переходить у стан пессимуму, відповідно, процеси самовідновлення пригнічуються.

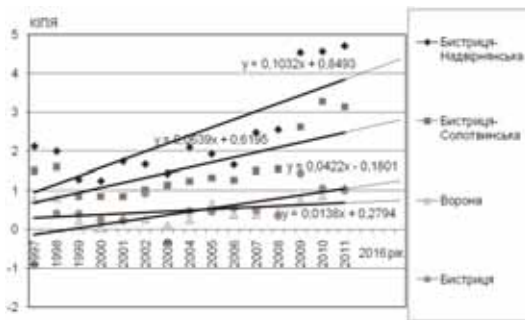


Рис. 6. Динаміка зміни середньорічного комплексного індексу потенціалу якості у верхній течії р. Дністер з прогнозною тенденцією до 2016 р.

Отже, загально виявленою тенденцію розвитку якісної складової гідроекосистем басейну р. Дністер у розрізі останніх 15 років є тенденція яскраво вираженого самовідновлення та прагнення досягнення встановлених значень норми комплексного індексу потенціалу якості. Причому, чим ближче до природних умов знаходиться гідроекосистема й чим більші її абсолютні показники КПЯ, тим більш чіткою є закономірність позитивного розвитку її в часі, більшим є абсолютний показник приросту потенціалу якості та більшою виявляється вірогідність апроксимації лінії тренду.

Така тенденція, на думку авторів, обумовлена загальним спадом виробництва в Карпатському регіоні, зменшенням загальної кількості населення. Відповідно, величина водоспоживання, водокористування та обсягів забруднення верхньої частини басейну р. Дністер зменшилась.

Висновки. Аналіз та обробка гідрокліматичних баз даних дозволила підтвердити тенденцію до зміни клімату на території Карпатського регіону на прикладі верхньої течії Дністра. Використання Singular spectrum analysis (методу сингулярного спектрального аналізу) для обробки неповних часових баз даних дає позитивні результати.

Встановлені багаторічні тенденції й закономірності часового розподілу кількісної складової гідроекологічних ризиків верхньої течії р. Дністер у межах Карпатського регіону. Витрата води та об'єм стоку стало демонструють тенденцію до збільшення. Кількість катастрофічних паводків державного масштабу збільшується за період спостережень. Побудовані лінійні тренди мають чітке спрямування на збільшення показника на перспективу.

Встановлені багаторічні тенденції та закономірності часового розподілу якісної й кількісної складової

гідроекологічних ризиків верхньої течії р. Дністер у межах Карпатського регіону, що дозволяє провести прогнозу оцінку процесу взаємодії техногенного навантаження з поверхневими гідроекосистемами.

Розроблено науковий методи оцінки якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем. З метою оцінки стану гідроекосистем та рівня гідроекологічних ризиків на передпроектних стадіях впровадження техногенних об'єктів, у процесі розроблення стратегій управління річковими басейнами, при створенні й реалізації комплексних регіональних програм розвитку водного господарства, цілей екологічної політики, необхідно визначати існуючий і прогнозний рівень кількісної та якісної складової гідроекологічного ризику, що є основою для розробки заходів стабілізації та поліпшення стану довкілля й управління природно-техногенною безпекою гідроекосистем.

Список літератури / References

- Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: монографія / Архипова Л.М. – Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2011. – 366 с.
Arhipova, L.M. (2011), *Pryrodno-tekhnohenna bezpeka hidroekosystem* [Natural and Technogenic Ecosystems Safety], Monograph, IFNTUOG Publishers, Ivano-Frankivsk, Ukraine.
- Лук'янець О.І. Приклад порушення однорідності рядів максимальних рівнів води /О.І. Лук'янець/ Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. зб. КНУ – 2006 – Т. 11. – 220 с.
Lukyanets, O.I. (2006), "Example of dehomogenization of series of maximum water levels", *Hidrologiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*, vol.11, KNU.

Цель. Выявление и исследование прогнозных тенденций изменений в водных объектах с установлением связей и взаимозависимости между различными признаками, с учетом метеорологических элементов, природного режима рек, антропогенной нагрузки, которые определяют гидроэкологические риски. Работа призвана расширить и углубить изученность взаимосвязи гидрологических характеристик, показателей состояния качества водоема и климатических характеристик.

Методика. Методикой данного исследования был выбран метод Singular spectrum analysis (SSA) –метод анализа временных рядов, основанный на динамической модификации метода главных компонент, преобразовании одномерного временного ряда в многомерный ряд и последующего применения к полученному многомерному временному ряду метода главных компонент. Метод сочетает в себе элементы классического анализа временных рядов, многомерной статистики, многомерной геометрии, динамических систем и обработки сигналов. Для оценки прогнозных тенденций качественных изменений в водных объектах разработан способ комплексной оценки качества поверхностных вод, включающий отбор проб воды, проведение анализов, дальнейшее обобщение с получением комплексного индекса потенциала качества.

Результаты. Результаты прогнозирования методом сингулярного спектрального анализа обнаружили четкую позитивную тенденцию изменений в количественном выражении в течение последних сорока лет климатических факторов – температуры воздуха, количества осадков, неравномерности их распределения, гидрологических параметров: расхода воды, объемов стока в водных объектах, увеличения неравномерности внутригодового распределения стока, которые в совокупности вызывает увеличение количества катастрофических паводков государственного масштаба. Результатом проведенных исследований стало подтверждение тенденций проявления глобального потепления климата на локальном уровне верхнего течения бассейна р. Днестр. С помощью разработанного научного метода оценки качественной составляющей природно-техногенной безопасности гидроэкосистем установлены многолетние тенденции и закономерности временного распределения качественной составляющей гидроэкологических рисков верхнего течения р. Днестр в пределах Карпатского региона, что позволяет провести прогнозную оценку процесса взаимодействия техногенной нагрузки с поверхностными гидроэкосистемами.

Научная новизна. Впервые разработан научный метод оценки качественной составляющей гидроэкологических рисков гидроэкосистем, включающий исследование комплексного индекса потенциала качества. На основе анализа данных многолетних наблюдений, их временных закономерностей впервые установлены многолетние тенденции временного распределения качественной и количественной составляющей гидроэкологических рисков верхнего течения р. Днестр в пределах Карпатского региона, что позволяет провести прогнозную оценку процесса взаимодействия техногенной нагрузки с поверхностными гидроэкосистемами.

Практическая значимость. Практическое значение проведенных исследований состоит в совершенствовании методов оценки состояния гидроэкосистем и уровня гидроэкологических рисков на предпроектных стадиях внедрения техногенных объектов, в процессе разработки стратегий управления речными бассейнами, при создании и реализации комплексных региональных программ развития водного хозяйства. Это позволит определять существующий и прогнозный уровень количественной и качественной составляющей гидроэкологического риска, является основой для разработки мероприятий стабилизации и улучшения состояния окружающей среды и управления природно-техногенной безопасностью гидроэкосистем.

Ключевые слова: *гидроэкологический риск, прогнозирование, сингулярный спектральный анализ, гидрологические параметры, паводковые явления*

Purpose. Detection and investigation of forecasting trends change in water objects intended to establish relations and interdependencies between the different characteristics, taking into account the meteorological elements, natural river behavior, and man-made load, which determine hydroecological risks. The work aims to broaden and deepen the knowledge of the relationship of hydrological

characteristics, indicators of the quality of the water and climatic characteristics.

Methodology. For the study we have selected singular spectrum analysis (SSA), a method of time series analysis that is based on the dynamic modification of the method of principal component transformation of one-dimensional time series into multi-row and subsequent application to the resulting multivariate time series of principal components. The method combines elements of classical time series analysis, multivariate statistics, multivariate geometry, dynamical systems and signal processing. To assess the predictive trends of water bodies' qualitative changes we have developed a comprehensive assessment of surface water quality that includes water sampling, testing, further generalization and obtaining comprehensive index of potential quality.

Findings. The results of prediction using singular spectrum analysis have revealed a clear positive trend in environmental factors' quantitative changes over the past forty years: temperature, rainfall, and their uneven distribution; hydrological parameters: water flow, volume flow in water bodies, increasing irregularity of annual distribution of stream flow, which causes an increase in the aggregate number of catastrophic floods of national scale. The results of the research have confirmed the global warming trends manifestation at the local level of the upper reaches of the Dniester river basin. The scientific method of assessment of the quality component of environmental and technical safety of hydro ecosystems allowed us to establish long-term trends and patterns of temporal distribution of quality component of hydroecological risk for the upper reaches of the Dniester River within the Carpathian region, which allows us to estimate the process of man-made load interaction with surface hydroecosystem.

Originality. For the first time we have developed a scientific method for assessment of the qualitative component of hydroecological hydroecosystem risks, including studies of complex index of potential quality. Based on the data analysis of long-term observations and its temporal patterns we have established long-term trends in temporal distribution of qualitative and quantitative component of hydroecological risks for the upper reaches of the Dniester River within the Carpathian region, which allows us to estimate the process of man-made load interaction with surface hydroecosystem.

Practical value. The research is to improve the method of assessment of the hydroecosystem state and hydroecological risk level for pre-implementation stages of man-made objects in the process of developing strategies for river basin control in the creation and implementation of integrated regional development programs of water management, environmental policy. This will define the current and projected level of quantitative and qualitative surveying component of risk that is the basis for the development of measures to stabilize and improve the environment and management of natural and man-made security hydroecosystem.

Keywords: *hydroecological risk, prediction, singular spectrum analysis, hydrological parameters, river flood*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук Я.О. Адаменком. Дата надходження рукопису 03.03.14