

**ЕКОЛОГІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ РОЗВИТКУ
ТЕХНОГЕННО-ЗМІНЕНОЇ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ІРПІНЬ****Я. І. Писанко**

Національний авіаційний університет

просп. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна. E-mail: yanakulynych45@gmail.com

Розглянуто гирлову ділянку р. Ірпінь (права притока р. Дніпро), яка є найбільш репрезентативною ділянкою басейну річки, відносно впливу техногенних факторів на екологічний стан гідроекосистеми. Узагальнено ретроспективні данні багаторічних спостережень, виявлено відповідні статистичні закономірності розвитку гідроекосистеми та на їх основі виконано прогноз статистичних закономірностей структурно-функціональних змін. Визначено причини погіршення екологічного стану водної екосистеми від нестійкого рівня (III клас якості вод) до порушення динамічної рівноваги (IV клас якості вод). Засвідчено факт збільшення техноємності екосистеми. Розраховано показник метаболічного регресу стану гідроекосистеми (3,0), критерій біотичної саморегуляції вод (17,0), які характеризують особливості внутрішньоводойменних процесів. Прогнозування розвитку техногенно-зміненої водної екосистеми р. Ірпінь виконано за допомогою методів статистично-математичного моделювання.

Ключові слова: техногенно-змінена водна екосистема, екологічне прогнозування, річка Ірпінь.**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ
ТЕХНОГЕННО-ИЗМЕНЁННОГО УСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ ИРПЕНЬ****Я. И. Писанко**

Национальный авиационный университет

просп. Космонавта Комарова, 1, г. Киев, 03680, Украина. E-mail: yanakulynych45@gmail.com

В работе рассматривается устьевой участок р. Ирпень (правый приток р. Днепр), который является наиболее репрезентативным участком бассейна реки, касательно влияния техногенных факторов на экологическое состояние гидроэкосистемы. Обобщенно ретроспективные данные многолетних наблюдений, обнаружено соответствующие статистические закономерности развития гидроэкосистемы и на их основе выполнен прогноз статистических закономерностей структурно-функциональных изменений. Определены причины ухудшения экологического состояния водной экосистемы от неустойчивого уровня (III класс качества вод) к нарушению динамического равновесия (IV класс качества вод). Засвидетельствован факт увеличения техноёмности экосистемы. Рассчитан показатель метаболіческого регресса состояния гидроэкосистемы (3,0), критерий биотической саморегуляции вод (17,0), которые характеризуют особенности внутриводоёмных процессов. Прогнозирование развития техногенно-изменённой водной экосистемы р. Ирпень выполнено с помощью методов статистически-математического моделирования.

Ключевые слова: техногенно-изменённая водная экосистема, экологическое прогнозирование, река Ирпень.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Стан екологічної безпеки України визначається обсягом забруднення основних компонентів довкілля та стійкістю природних систем до антропогенного навантаження, тому, якісний та кількісний стан водних ресурсів набуває вирішального значення. Це твердження пов'язане з тим, що водні ресурси забезпечують функціональну спроможність суспільства і, у зв'язку з цим, вони є незамінними природними ресурсами економічного та соціального розвитку країни. Але, водночас, діяльність людини є основним дестабілізуючим чинником щодо кількісного та якісного виснаження запасів води. Це стало причиною того, що в рейтингу ЮНЕСКО за рівнем раціонального використання водних ресурсів та якості води, Україна посіла 95 місце серед 122 країн світу.

Беручи до уваги важливість збереження екологічної безпеки водних об'єктів держави, досягнення цілей сталого розвитку [1], а також апроксимації законодавства України, до законодавства ЄС державою було ухвалено десятирічну рамкову програму збалансованого споживання та виробництва, втілену у вигляді закону «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [2].

Результати реалізації стратегії, щодо охорони водних ресурсів за результатами 2011–2015 р [3] наступні: зниження рівня забруднення вод по відношенню до базового (ціль досягнута на 30–60%), скорочення об'ємів скидання недостатньо очищених стічних вод (ціль досягнута на 30–60%), зменшення об'єму використаних вод та обсягу скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти (ціль досягнута 30–60%). В рамках закону [2] було прийнято зміни до Водного кодексу, що впроваджують принцип інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом (Закон України від 04.10.2016 № 1641-VIII «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом»). На завершальному етапі знаходиться процес впровадження нової системи моніторингу вод в Україні.

За попередніми дослідженнями можна констатувати, що переважна більшість річок країни це – типові техногенно-зумовлені водні об'єкти. Тобто, це такі трансформовані водні екосистеми, які сформувалися внаслідок впливу виробничої діяльності людини. Основні принципи закону екологічної кореляції розвитку екосистем свідчать, що функціонування

техногенно-змінених водних екосистем (ТЗВЕ) відбувається за тими ж структурно-функціональними параметрами, що й у природних екосистемах, враховуючи взаємодії екологічних та антропогенних факторів.

Мета роботи – визначити трансформації речовинно-енергетичної структури техногенно-зміненої водної екосистеми, та виконати прогнозування її розвитку на перспективу, застосовуючи методи статистично-математичного моделювання [8].

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. ТЗВЕ є динамічними системами відкритого типу, їх властивості та структура формуються внаслідок дії зовнішніх (екзоризики) і внутрішніх (ендоризики) процесів.

Екзоризики пов'язані із змінами таких параметрів розвитку ТЗВЕ: індекс техногенного впливу (зовнішні чинники) та ефективність механізму пластичного метаболізму хімічних сполук антропогенного походження. Ендоризики формуються вже в умовах коли стабілізувався механізм внутрішньоводоймних процесів і за цих умов екологічна якість природних вод залежить від інтенсивності компенсаційного механізму біотичної саморегуляції в ТЗВЕ.

Внаслідок адаптації біоти до свого нового середовища існування відбуваються певні зміни у взаємодії і взаємозв'язках між екологічними та антропогенними факторами і тому подальший розвиток техногенно-зумовлених систем залежить від біотичного потенціалу ТЗВЕ, який є інтегральним показником біотичної саморегуляції вод.

В попередніх роботах [4–6] нами засвідчено, що гирлова ділянка р. Ірпінь характеризується структурно-функціональними змінами за умов постійної дії специфічних модифікуючих (антропогенних) факторів. Річку Ірпінь у якості об'єкту дослідження обрано у зв'язку з тим, що вона – об'єкт рибогосподарського і рекреаційного водокористування, а також одна із складових гідрологічної басейну Дніпра, який відноситься до категорії найбільш забруднених річок України [7].

В методології, представлений в цій публікації, враховані положення сучасної концепції екологічної безпеки стану природних систем, яка базується на регламентації гранично-допустимих концентрацій (ГДК) хімічних сполук із врахуванням еколого-небезпечних ризиків у процесі розвитку ТЗВЕ [9].

Загальна методологія проведення експериментальних робіт залишилася незмінною [4–6]. Використання екосистемного принципу [10] та басейнового підходу для визначення структурно-функціональних особливостей розвитку гирлової ділянки р. Ірпінь. Для цього необхідно підходити комплексно і розглядати р. Ірпінь, як складову концептуальної моделі системи річок (рис. 1) до складу якої входять – р. Нивка (права притока р. Ірпінь) та кінцева ділянка р. Ірпінь (40 км), до впадіння в Київське водосховище в районі с. Козаровичі.

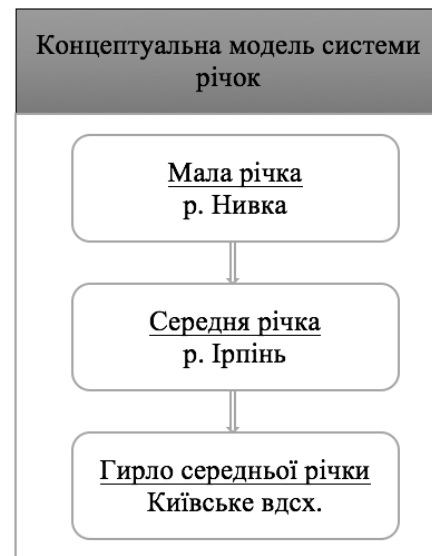


Рисунок 1 – Схема концептуальної моделі системи річок

Досліджувані гідрографічні одиниці басейну Дніпра об'єднані між собою функціонально та характеризуються всіма ієрархічними рівнями екосистеми. Автор пропонує проводити дослідження у гирловій ділянці річки, тому що вона є найбільш репрезентативною ділянкою басейну, по відношенню до антропогенного впливу на водну екосистему.

До водної екосистеми р. Нивки надходять зворотні води від численних підприємств та поверхневі стічні води з урбанізованих територій м. Києва і тому вона характеризується незадовільною екологічною ситуацією. Урбанізованість річки становить 31%, об'єм річного надходження стічних вод – 0,403 млн. м³, у водах річки понаднормативний вміст екотоксикантів за сумарними показниками (ХСК та БСК_п) та за індивідуальними сполуками антропогенного походження (нафтопродуктами, сполуками важких металів у водному шарі та донних відкладах). Екосистема річки має слабку здатність до саморегуляції, якість води р. Нивка характеризується змінними показниками IV–V класи. Загальна довжина системи приблизно 45 км – від витoku р. Нивка до гирла р. Ірпінь (Київське водосховище). На цьому відрізку розміщені три державні гідроствори в м. Ірпінь, смт. Гостомель та в с. Козаровичі. Також в роботі використані дані екологічного моніторингу стану вод р. Ірпінь гідроствора в с. Мостище, який розміщений до скиду вод р. Нивка (контрольний гідроствор), та дані отримані в результаті особистих досліджень.

Основними техногенними забруднювачами р. Ірпінь є води р. Нивки, середній багаторічний поверхневий стік з урбанізованих територій [11] та сільськогосподарські скидні води. Проаналізувавши основні характеристики використання річкового стоку Ірпеня, авторами [11] було встановлено, що показник фактичного використання річкового стоку становить 54% – високий; безповоротного водоспоживання річкового стоку 48% – дуже високий; скидання води в річкову мережу 60% – вище норми;

скидання забруднених стічних вод у річкову мережу 3,2% – низький. Таким чином, узагальнений результат стану басейну характеризується як «поганий». Екологічний стан гідроекосистеми характеризується функціональними особливостями розвитку водної екосистеми – від нестійкого рівня динамічної рівноваги (III клас якості вод) до порушення динамічної рівноваги (IV клас якості вод).

Так, скидні води р. Ірпінь за даними [12] в районі с. Козаровичі здійснюють техногенний вплив на прибережну зону Київського водосховища.

Застосовуючи екосистемний підхід в дослідженні, відбувається об'єднання всіх гідробіоценозів системи за просторово-часовими умовами, що дозволяє сформуванню такі біоценози та їх біологічний склад, які за структурою і життєвими особливостями біоти відповідають середовищу свого існування.

Екосистемний рівень організації ТЗВЕ відзначається функціональною єдністю живих і неживих складових екосистем (що забезпечує в їх межах обмін речовиною, енергією, інформацією і це суттєво відрізняє роль екосистем та окремих гідробіонтів у формуванні якості вод).

Важливо відмітити, що під дією техногенних впливів усі основні функціональні рівні організації і розвитку ТЗВЕ частково трансформовані. Це відбулося внаслідок зниження природоємності екосистем (визначається за зміною балансу екологічної ємності) та метаболічного регресу (визначається ефективністю механізму пластичного метаболізму хімічних сполук), а також зниження ефективності внутрішньовододійменних процесів. Але відповідно екологічним законам розвитку ТЗВЕ [13] відбувається збереження необхідного екологічного резерву в водних екосистемах, для подальшого їх розвитку. Оскільки формування еколого-небезпечних ризиків притаманне для дії техногенно-зумовлених водних систем і тому, поряд із визначенням прогностичного розвитку ТЗВЕ, слід здійснювати і характеристику цих процесів.

Таким чином, основним завданням даної наукової публікації стало з'ясування подальшого ретро-

спективного розвитку гідроекосистем гирлової ділянки р. Ірпінь. Необхідність таких досліджень пов'язана з виявленням змінних та управляючих параметрів середовища ТЗВЕ гирлової ділянки р. Ірпінь. Для отримання прогностичних даних якості вод обрано статистично-математичний метод, який базується на використанні речовинного балансу ТЗВЕ та метаболічної і екологічної спроможності гідроекосистем (за компенсаційним механізмом біотичної саморегуляції вод). Такий підхід проведення експериментальних робіт стосовно прогнозу якості вод із врахуванням структурно-функціональних особливостей розвитку ТЗВЕ дає інформацію щодо якісного оснащення вод (рис. 2). Також дозволяє математично описати зміни речовинного балансу ТЗВЕ протягом певного часового періоду.

Визначення прогнозу розвитку ТЗВЕ р. Ірпінь проводиться в два етапи [6]:

- перший – індуктивний (ретроспективний), який включає узагальнення багаторічних спостережень за якісним станом комплексної ТЗВЕ (аналіз, систематизація, математична обробка даних за десятирічний період) із застосуванням гідрохімічних та екологічних (показники та їх параметри) методів контролю;
- другий – дедуктивний, який забезпечує екстраполяцію встановлених закономірностей у взаємозв'язках і взаємодії екологічних та антропогенних факторів в екосистемних процесах, за довгостроковий період, з урахуванням просторово-часових умов проведення досліджень.

Під час виконання індуктивного етапу аналізу було узагальнено ретроспективні дані багаторічних спостережень (сформована нами база екологічних даних стану р. Ірпінь), виявлено відповідні статистичні закономірності розвитку гідроекосистеми. Під час дедуктивного етапу, було виконано прогноз на основі знайдених статистичних закономірностей.

На рис. 2 представлено схематичне зображення статистично-математичного прогнозу якості вод ТЗВЕ гирлової ділянки р. Ірпінь.

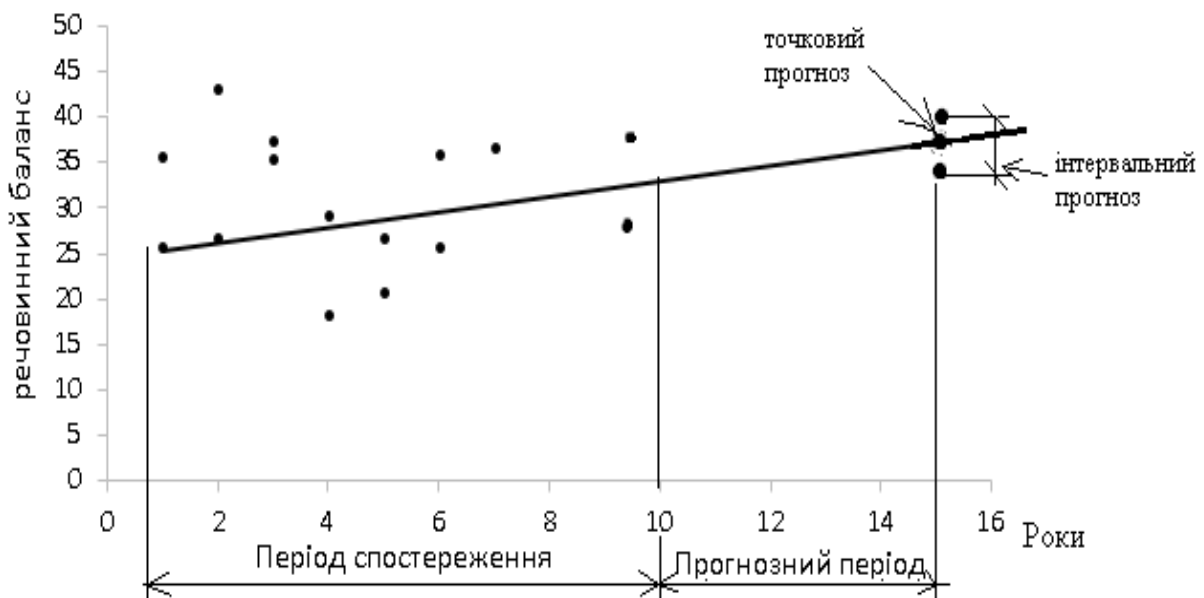


Рисунок 2 – Статистично-математичний прогноз якісного стану вод гирлової ділянки р. Ірпінь

Встановлено, що прогнозна величина речовинного балансу не перевищує 39,9, що узгоджується із показниками, які характеризують максимальне антропогенне навантаження на гирлову ділянку р. Ірпін (забруднення сільськогосподарськими скидними водами).

З'ясовано, що перевищення ГДК за ХСК знаходиться в межах 2–2,5, що узгоджується із показником метаболічного регресу стану водних екосистем – 3,0 (фактичне), де прослідковується зниження у порівнянні з контрольними даними 1,3.

Враховуючи збереження балансу екологічного резерву, можна зазначити, що інтенсивність компенсаційного механізму біотичної саморегуляції вод порушена, але не трансформована повністю. Саме в цей період відбувається зниження механізму біотичної саморегуляції вод внаслідок збільшення балансу техноємності 17,0–21,0 (фактичне), 13,0–15,0 (контроль). Критерій біотичної саморегуляції вод є інтегральним показником механізму інтенсивності внутрішньоводойменних процесів, зміна якого відбувалася в межах 17,0 (фактичне) – 27,0 (контроль).

Тобто, можна стверджувати, що отримані результати знаходяться в межах екологічної ніші, характерної для ТЗВЕ, яка представляє собою не тільки фізичний простір гідробіонтів, але й їх роль в екосистемних процесах (трофічне положення). Крім того, стосовно екологічного закону незворотності еволюції – гідробіоценози (при зміні умов середовища існування) не можуть повертатися до попереднього стану (фон), який був реалізований у їх попередників.

Для підтвердження або спростування отриманих результатів нами досліджено формування еколого-небезпечних ризиків та кількісну динаміку їх змін [14] в процесі розвитку водних екосистем гирлової ділянки р. Ірпін. Кінцеві результати показали, що формування еколого-небезпечних ризиків та критерії їх оцінки узгоджуються із балансом екологічного резерву, який властивий певній якості вод. Так, якість води гирлової ділянки р. Ірпін у 96% випадків відноситься до IV класу (забруднені), а градація еколого-небезпечних ризиків характеризується параметром 32,0 (для порівняння V клас якості вод – 50,0).

Сам хід проведення експериментальної роботи та її результати дозволяють констатувати, що безпосередня прогнозна екологічна ситуація в ТЗВЕ повинна орієнтуватися не тільки на санітарно-гігієнічні та екологічні (ОВНС) пріоритети. Вона також повинна орієнтуватись на еколого-метаболічні дослідження, що визначають структурно-функціональні особливості розвитку техногенно-зумовлених водних екосистем. Зазначені дослідження дозволяють визначити формування процесів, які пов'язані із зовнішнім дестабілізуючим впливом на гідроекосистеми, призводять до змін їх властивостей, і кінцевим етапом розвитку таких екосистем є їх якісне виснаження та певні обмеження їх водокористування.

ВИСНОВКИ.

1. Показано, що для виконання прогнозних досліджень щодо змін якості вод гирлової ділянки р. Ірпін вперше сумісно застосовані гідрохімічні

показники (індекси сумарної забрудненості вод за просторово-часовими показниками); екологічні параметри, які характеризують метаболічний регрес хімічних сполук; інтегральні системи – індикатори, які характеризують інтенсивність внутрішньоводойменних процесів.

2. Встановлено, що за умов ушкоджуючої дії екотоксикантів антропогенного походження – критерій компенсаційного механізму біотичної саморегуляції води (IV клас) знижується до 13,0 у порівнянні з нимконтроль – 21,0 (III клас).

3. Встановлено, що формування, за цих умов, еколого-небезпечних ризиків узгоджується з відповідним класом якості вод. Отримані прогнози дані, які базуються на речовинному балансі ТЗВЕ та метаболічній і екологічній спроможності гідроекосистем не перевищують показник 39,9. Який відповідає максимальному антропогенному навантаженню на гідроекосистему р. Ірпін.

4. Засвідчено, що отримані результати є орієнтиром для створення водоохоронних заходів для покращення особливостей структурно-функціонального розвитку гирлової ділянки р. Ірпін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цілі сталого розвитку: Україна. Національна доповідь 2017 URL: http://www.un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (дата звернення: 06.08.2018).
2. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17> (дата звернення: 06.08.2018).
3. Оцінка виконання Стратегії державної екологічної політики України на період до 2020 року та Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011–2015 роки URL: <http://old.menr.gov.ua/press-center/news/150-news28/3362-otsinka-vykonannia-strategii-derzhavnoi-ekolohichnoi-polityky-ukrainy-na-period-do-2020-roku-ta-natsionalnoho-planu-dii-z-okhorony-navkolyshnoho-prirodnoho-seredovishchana-2011-2015-roky> (дата звернення: 06.08.2018).
4. Madzhd S. M., Kulynych Ya. I, Iavniyk A.A. Ecological assessment of the human-transformed system of the Irpin river. *Proceeding of the National Aviation University*. 2017. № 2. P. 93–98.
5. Удод В. М., Маджд С. М., Кулинич Я. І. Регіональні особливості структурно-функціональної організації розвитку техногенно змінених водних екосистем. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2017. № 3. С. 93–99.
6. Маджд С. М., Кулинич Я. І. Наукова методологія оцінювання еколого-небезпечних ризиків функціонування техногенно-змінених водних екосистем. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2017. № 4. С. 88–95.
7. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. 2012. 258 С.

8. Сніжко С. І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем: монографія. Київ: Ніка-Центр, 2006. 284 с.

9. Лисиченко Г. В., Хміль Г. А., Барбашев С. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків: монографія. Одеса: Астропринт, 2011. 368 с.

10. Imran Khan, Minjuan Zhao. Water resource management and public preferences for water ecosystem services: A choice experiment approach for inland river basin management. *Science of The Total Environment*. 2018. Vol. 646. P. 821–831.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.339>.

11. Ладика М. М., Корх О. В. Системний підхід при оцінці екологічного стану водозборів малих і середніх річок (на прикладі басейну р. Ірпін). *Сборник научных трудов SWorld. «Перспективные*

инновации в науке, образовании, производстве и транспорте' 2014» 16–26 груд. 2014 р. Івано-Маркова АД, 2014. С.101–107.

12. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році / М-во. екології та природних ресурсів України. URL: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2014.pdf> (дата звернення : 06.08.2018)

13. Бровдій В. М., Гоца О. О. Закони екології. Київ: Освіта України, 2007. 378 с.

14. Лисиченко Г. В., Забулонов Ю. Л., Хміль Г. А. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління: монографія. Київ: Наук. думка, 2008. 544 с.

ENVIRONMENTAL FORECASTING OF THE DEVELOPMENT OF TECHNOGENICALLY TRANSFORMED MOUTH OF THE IRPIN RIVER

Ya. Pysanko

National Aviation University

prosp. Kosmonavta Komarova, 1, Kyiv, 03680, Ukraine. E-mail: yanakulynych45@gmail.com

Purpose. The purpose of the article is to fulfill the forecast of the development of technogenically modified aquatic ecosystems. An ecosystem principle and a basin approach have been applied for the complexity and objectivity of the research. This helps to determine the structural and functional features of the development of the technogenically altered hydroecosystem, to find out the further retrospective development of hydroecosystems in the mouth of the Irpin River. The forecast of the ecological situation of technogenically altered aquatic ecosystems should be oriented not only on sanitary-hygienic and environmental priorities but also should use ecological and metabolic research. Such studies determine the structural and functional features of the development of technogenically conditioned aquatic ecosystems.

Methodology. We have chosen a statistically-mathematical method for obtaining forecast data of water quality. This method consists of two stages: inductive (the result of the monitoring research) and deductive (extrapolation of established regularities). **Results.** The intensity of the compensatory mechanism of biotic self-regulation of waters is disturbed, but not completely transformed. We noticed an increase in the balance of technical capacity. The predicted value of the substance balance does not exceed 39.9, which is consistent with the indicators that characterize the maximum anthropogenic load on the mouth section of the Irpin River. **Originality.** For the first time hydrochemical parameters, environmental parameters that characterize the metabolic regression of chemical compounds and integrated systems – indicators have been consistently applied. **Practical value.** The obtained results are a benchmark for the establishment of water conservation measures to improve the peculiarities of the structural and functional development of the mouth of the Irpin River. **Conclusions.** Ecologically dangerous risks and the quantitative dynamics of their changes have been investigated Predictive research on changes in the quality of water in the mouth of the Irpin River has been done.

Key words: technogenically-altered aquatic ecosystem, ecologically dangerous risks, river Irpin.

REFERENCES

1. Sustainable Development Goals: Ukraine URL:http://www.un.org.ua/images/SDGs_NationalReportEN_Web.pdf (Last accessed: 06.08.2018).

2. About the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2020"[Pro Osnovni zasady (strategiyi) derzhavnoi ekologichnoi polityky Ukrainy na period do 2020 roku"] URL:<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17> (Last accessed: 06.08.2018).

3. Assessment of the implementation of the Strategy of the State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2020 and the National Action Plan on Environmental Protection for 2011–2015 URL: <http://old.menr.gov.ua/press-center/news/150-news28/3362-otsinka-vykonannya-stratehii-derzhavnoi-ekologichnoi-polityky-ukrainy-na-period-do-2020-roku-ta-natsionalnoho-planu-dii-z-okhorony-navkolyshnoho-prirodnoho-seredovishcha-na-2011-2015-roky> (Last accessed: 06.08.2018).

4. Madzhd, S. M., Kulynych, Ya. I, Iavniyk, A. A. (2017) Ecological assessment of the human-transformed system of the Irpin river. *Proceeding of the National Aviation University*, no. 2, pp. 93–98.

5. Udod, V., Madzhd, S., Kulynych, Ya. (2017), Regional'ni osoblyvosti strukturno-funktsional'noyi orhanizatsiyi rozvytku tekhnohenko zminenykh vodnykh ecosystem [Regional features of structural and functional properties of the technogenically transformed aquatic ecosystems], *Transaction of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 3, pp. 93–99.

6. Madzhd, S., Kulynych, Ya. (2017) Naukova metodolohiia otsiniuvannya ekolohonebezpechnykh ryzykiv funktsionuvannya tekhnohenko-zminenykh vodnykh ecosystem [Scientific methodology of environmentally hazardous risks evaluation of functioning of human – transformed hydroecosystems]. *Transaction of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 4, pp. 88–95.

7. The Ministry of ecology and natural resources (2012) *Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Ukraini u 2011 rotsi* [National report on the state of the environment in Ukraine in 2012 year], Kiev, LAT & K. 289 p.
8. Lysychenko, H. V., Khmil, H. A., Barbashev, S. V. (2011) *Metodolohiia otsiniuvannia ekolohichnykh ryzykiv: monohrafiia* [Methodology of environmental risk assessment: monograph]. Odessa, Astroprint. 368 p.
9. Snizhko, S. I. (2006) *Teoriya i metody analyzy rehional'nykh hidrokhimichnykh system* [Theory and methods of analyzes of regional hydrochemical systems]. Kiev, Nika-Centr Publ., 284 p.
10. Imran, Khan, Minjuan, Zhao (2018) Water resource management and public preferences for water ecosystem services: A choice experiment approach for inland river basin management, *Science of The Total Environment*, Vol. 646, pp. 821-831, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.339>.
11. Ladyka, M., Korkh, A. (2014), Systemic approach in environmental assessment of small and medium rivers (for example Irpin river basin), *Sbornik nauchnykh trudov SWorld. «Perspektivnyye innovatsii v nauke. obrazovanii. proizvodstve i transporte 2014»*. pp. 101–107.
12. The Ministry of ecology and natural resources (2016) *Natsionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Ukraini u 2014 rotsi* available at: <http://www.menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2014.pdf>
13. Brovdiy, V. M., Hotsa, O. O. (2007) *Zakony ekolohiyi* [Laws of ecology]. Kiev, Osvita Ukrayiny Publ., 378 p.
14. Lysychenko, H., Zabulonov, Yu., Khmil, H. (2008) *Pryrodnyi tekhnohennyi ta ekolohichnyi ryzyky: analiz, otsinka, upravlinnia* [Natural, man-made and environmental risks: analysis, evaluation, management] Kyiv, Nauk. dumka, 544 p.

Стаття надійшла 30.05.2018.