

**БАСЕЙНОВІ СИСТЕМИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ДЕФОРМАЦІЯ ГІДРОГРАФА ПАВОДКУ
(НА ПРИКЛАДІ ПОДІЛЬСЬКИХ ПРИТОК ДНІСТРА)**

Мельник А.А., Явкін В.Г.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Виявлення інтегральних ознак антропогенного навантаження проведені в басейнах лівобережних приток Дністра. Отримано тенденції зміни часових характеристик кривої спаду паводкового гідрографа, визначено коефіцієнти чутливості басейнової системи до інтенсивності антропогенного перетворення.

Ключові слова: антропогенний вплив; гідрограф паводку; коефіцієнт виснаження стоку; чутливість басейну.

Вступ. У процесі виробничої діяльності людина впливає на всі елементи гідрологічного циклу, особливо на сумарне випаровування, умови формування і стоку річкових вод. Сьогодні гідрологічний режим водних об'єктів визначається не лише звичними коливаннями метеорологічних елементів, але й антропогенними факторами. При цьому роль останніх з кожним роком стає чимраз більш вагомою і їх неврахування може призвести до значних помилок при визначенні розрахункових гідрологічних характеристик.

Зміна гідроекологічної безпеки території басейнів річок пов'язана із сукупністю природних факторів і антропогенних навантажень. У межах цієї території здійснюються різні види природо-користування, що разом із природними факторами впливають на гідрологічний режим рік [1].

Кількісні оцінки водних ресурсів, особливо щорічно відновлюваних ресурсів прісних вод, представлених річним стоком рік, перш за все необхідні для розв'язання проблем сучасного і перспективного водозабезпечення населення, промисловості і сільського господарства, розробки заходів по охороні навколишнього середовища. При цьому в умовах сучасного проектування потрібні не лише середні багаторічні дані про водні ресурси, включаючи їх природну мінливість, але і надійна оцінка минулих і майбутніх змін під впливом господарської діяльності.

Попередні дослідження. Існуюча сукупність природоохоронних норм і правил не досконала. Численні праці стосуються, як правило, регламентації якісного стану окремих видів природних ресурсів. Вони не мають одної методологічної бази і не спрямовані на оцінку загального екологічного стану водного об'єкта.

Проблема екологічного нормування антропогенного впливу на водні об'єкти обговорюється в спеціальній літературі порівняно давно. Незважаючи на це, в багатьох публікаціях продовжують переважати загальні роздуми без конструктивних розробок, які можна було б положити в основу

методології екологічного нормування антропогенного навантаження на басейн річки.

Подальше безсистемне збільшення кількості норм у різних галузях господарської діяльності, розроблених на різній методичній базі й ізольованих, не поліпшить стан басейну малої річки. В таких умовах найбільш перспективним може бути системний підхід, що дозволяє не тільки оцінити загальний екологічний стан річкового басейну, а й оптимізувати господарську діяльність на його території [17].

А.В. Яцик усі методи оцінки впливу господарської діяльності на стік об'єднує в дві групи: методи аналізу багаторічних коливань річкового стоку і визначаючих його факторів з урахуванням розвитку господарських заходів у басейні річки та балансові методи, що пов'язані з вивченням окремих елементів водного балансу на водозборах і в руслах річок. Автором наведена оцінка екологічного стану басейнів малих річок на базі системного аналізу. Основними критеріями при цьому були рівні використання земельних, водних ресурсів, а також якість води [17].

При вивченні нормування антропогенного навантаження на басейн рік необхідно враховувати ті зміни стоку, які вже відбулися під впливом антропогенних факторів. Цьому питанню, особливо методиці виявлення зміни стоку, багато уваги приділив І.А. Шикломанов, який усі методи, що застосовуються в дослідженнях і в гідрологічній практиці для оцінки і прогнозу антропогенних змін річкового стоку, об'єднав у такі групи: статистичні методи, воднобалансові методи, методи математичного моделювання, фізичного моделювання та методи активного експерименту [13, 14].

В літературі зустрічаються різні методики оцінки антропогенного навантаження, наведені критерії відбору й аналіз деяких методів оцінки екологічного ризику по відношенню до водних об'єктів, виділено умови їх застосування [6], дано визначення поняттю гідроекологічна безпека річкових басейнів при різних рівнях антропогенної

дії, запропоновані моделі оптимізації управління [1]. На основі стохастичних моделей формування річкового стоку розробляються методики прогнозування статистичних параметрів річного стоку у зв'язку з кліматичними та антропогенними впливами на річкові водозбори [11], існують оцінки реакції параметрів гідрографів на поведінку водозбору [20].

Серед досліджень проектування гідрографів відомі праці М. Роше, А.М. Бефані, М.А. Великанова, А.В. Канінгама, Л.С. Кучмента, Є.Д. Гопченка, Н.С. Знаменської, О.Г. Іваненка та інших [2, 8, 18].

Постановка завдання. Метою дослідження є виявлення інтегральних ознак антропогенного навантаження на річкові басейни лівобережних приток Дністра та виявлення тенденцій зміни часових характеристик кривої спаду паводкового гідрографа.

Форма гідрографа паводку може піддатись значним змінам унаслідок господарської діяльності в басейнах рік. Найбільш суттєво на форму гідрографа впливає зарегулювання стоку і забір води із річки, агротехнічні заходи в басейні, спрямовані на підвищення продуктивності сільськогосподарства, вирубка лісу. Так, вплив лісистості басейну на форму гідрографа паводку може бути значним, оскільки лісистість у басейні річки зменшує максимальні витрати, а отже й зменшує загальний час стоку. У формуванні гідрографа стоку можна вказати більш плавні обриси і більш короткий час проходження паводку із залісненого басейну в порівнянні з незалісненим [7]. За рахунок розширення площ орних земель прискорюється водовіддача схилового стоку. Ефект сповільнення водоподачі схилових вод у руслові майже зникає, тоді гілка спаду гідрографа в руслі при інших рівних умовах стає крутішою. Відносна витрата цього умовно одиничного гідрографа збільшується.

Після проходження в замикаючому водозбір створі максимальної витрати настає фаза спаду паводку. Форма кривої та період самого спаду детермінується виключно ландшафтно-гідрологічними характеристиками басейну: гідравлічними параметрами схилу, водно-фізичними властивостями ґрунтів (водоутримуюча здатність, скважність за продуктивною вологістю, коефіцієнт фільтрації діючого шару), комплексом геоморфологічних ознак басейну тощо. Методика запропонована в роботі [8].

Коефіцієнт виснаження стоку k , як основа для пошуку узагальнених зв'язків, розраховується за формулою:

$$k = Q_2/Q_1 = Q_3/Q_2 = Q_n/Q_{n-1}, \quad (1)$$

де Q_1, \dots, Q_n – витрати води, що послідовно зменшуються та відповідають прийнятому розрахунковому інтервалу часу Δt .

Результати досліджень. У трактуванні Н.С. Знаменської та інших коефіцієнт виснаження стоку разом із тривалістю спаду загальний для всіх річкових басейнів. Відхилення від нормованої кривої, на наш погляд, формуються стокутворюючим комплексом басейну.

Період, за який здійснювались дослідження для лівобережних приток Дністра на Поділлі, охоплює 1936–2008 рр. Для розрахунків використовуються витрати води паводків липня, що позбавляє нашу вибірку впливу фази розвитку рослин. Акцент на літніх паводках зроблений тому, що за останні 120 років найбільші річні витрати води в басейні Дністра у 80 % випадків зумовлені літніми дощами.

В роботі розглянуто більше 500 випадків формування паводків на притоках басейну Дністра. Побудовано графіки зміни коефіцієнта витрат кривої спаду паводку протягом часу.

Діапазон кількості днів існування умовно одиничного гідрографа, в залежності від місця знаходження та площі басейнів, а також характеру засвоєності території, сягає 5 днів. Середній коефіцієнт кривої виснаження знаходиться в межах 0,73–0,83.

”Ідеальна форма” гідрографа порушується невідповідністю площі зрошення дощем, а також проявом серійності дощів, що приводять, природно, до формування складних – бі- чи полімодальних паводків. Тому відбувається деформація гілки спаду. В свою чергу, саме від впливу таких характеристик, як інтенсивність зливових дощів і форма басейну виділяють 8 можливих типів вищевикладеної невідповідності [3].

Для всіх басейнів лівобережних приток Дністра простежується тенденція зростання коефіцієнта виснаження кривої спаду k з часом. Редукція явища за площею водозбору відображається інтенсивнішим збільшенням коефіцієнтів виснаження кривої спаду k у верхній течії для річок, що мають два і більше гідроствори (рис.1).

Проте виявляються кілька часових фаз підйому і спаду, що корелюють із відповідною періодизацією рівня господарювання на даній території. З 40-х по 1955 р. включно існує тенденція зменшення коефіцієнтів спаду паводку. Певна часова стабільність у формі гідрографів 1955–1960рр., приблизно в інтервалі 1965–1980 рр., з'явилися ознаки фази зменшення крутизни кривої. Малопомітний прояв фази спаду КІ – прискорення водовіддачі басейну – розпочинається у 80-х роках і стабілізується в першій половині 90-х років.

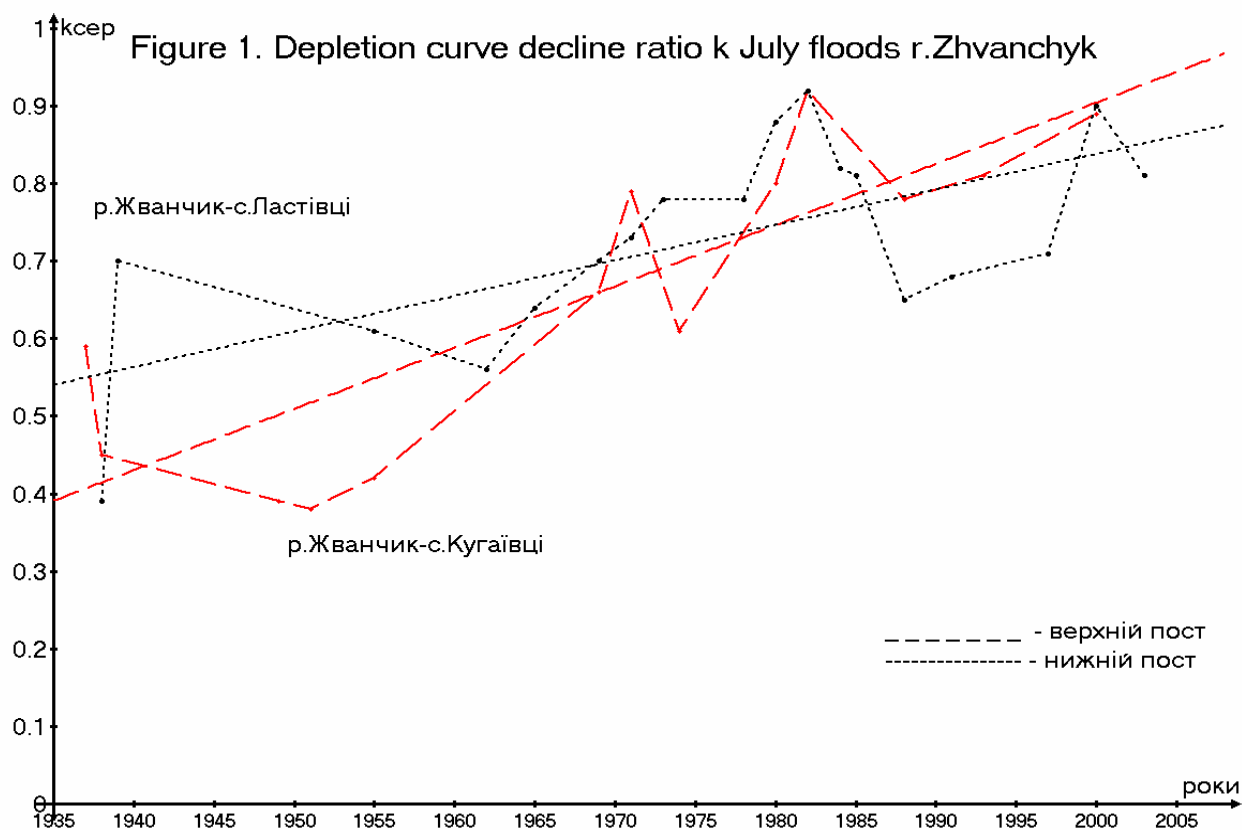


Рис.1. Коефіцієнт виснаження кривої спаду к липневих паводків р.Жванчик

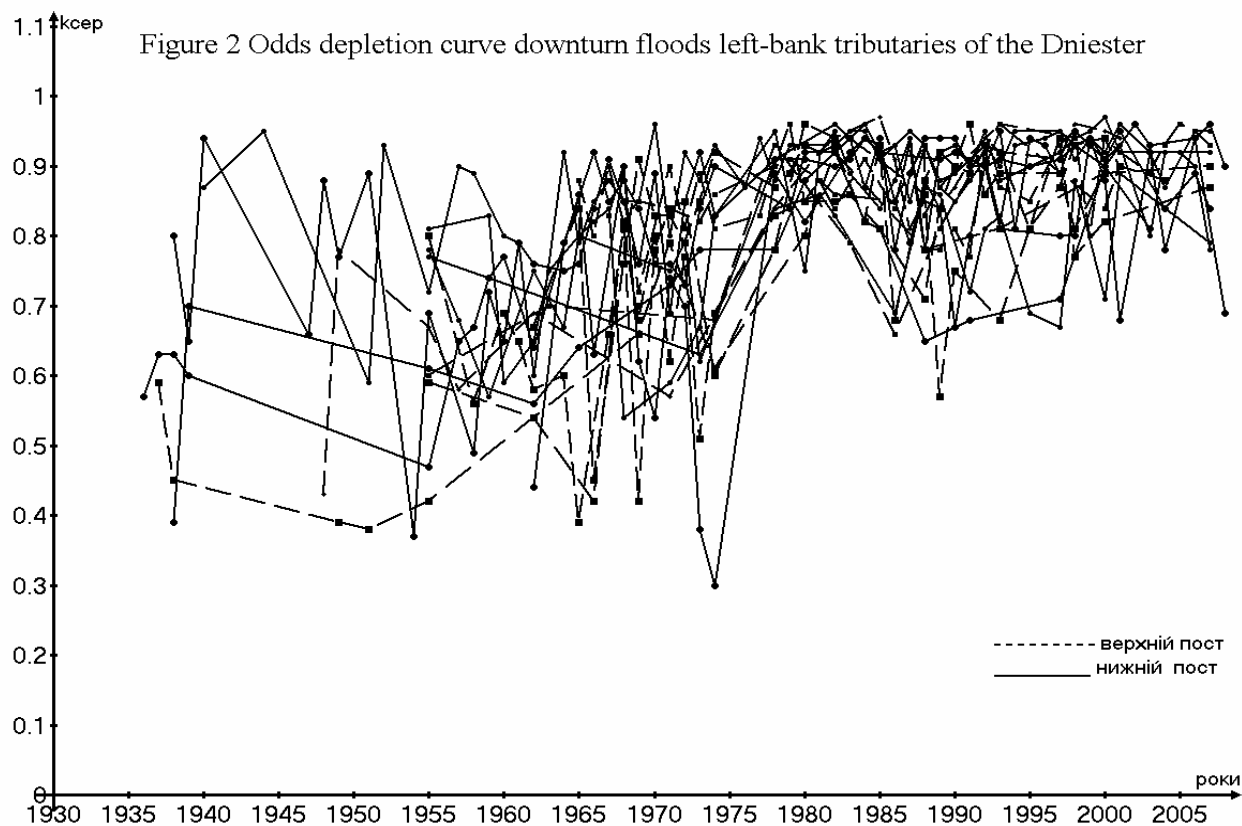


Рис.2 Коефіцієнти виснаження кривої спаду паводків лівобережних приток Дністра

Підкреслимо, що на менших басейнах крутизна спаду паводку вища, що, очевидно, відповідає загальним уявленням про редукцію явища за площею (рис.2). Існують певні просторові

закономірності в розподілу нормованого за часом середнього коефіцієнта кривої виснаження із заходу (0,76–0,80) та сходу (0,71–0,75) до центральної частини південного макросхилу Поділля (0,85–

0,87) (рис.3), причому спостерігається значне збільшення показників із 1980 р. по 2008 р.

Зручно ввести відповідний коефіцієнт чутливості басейнової системи до інтенсивності антропогенного перетворення:

$$k_{\text{чут}} = (k_{\text{сер2}} - k_{\text{сер1}}) / (T_2 - T_1), \quad (2)$$

де $k_{\text{сер2}}$, $k_{\text{сер1}}$ – максимальні та мінімальні значення середньої лінії тренду коефіцієнтів виснаження кривої спаду, T_2 , T_1 – максимальні і мінімальні значення часу, за який здійснюються спостереження.

Вони показують неоднакову реакцію кривої спаду паводку басейнів як у межах окремо взятої притоки Дністра, так і по досліджуваній території загалом. Так, у верхніх частинах басейнів річок, що мають два гідроствори значення, $k_{\text{чут}}$ значно вищі за ті, які замикають весь басейн (рис.4).

Враховуючи, що чим стійкіша система, тим більше $k_{\text{чут}}$ прямує до нуля, для рік, які мають більше одного гідроствору, більша чутливість та менша стійкість притаманна басейнам річок верхньої течії, на відміну від нижньої – більшої за площею, для якої характерна сукупна дія кількох антропогенних чинників (рис. 5). Отримані результати підтверджують попередні дослідження [17, 18].

Проведено оцінку антропогенного перетворення природних комплексів подільських приток Дністра за відомими методиками (П.Г. Шищенко та ін.). Простежується збільшення ступеня антропогенного навантаження для території з найбільшими значеннями коефіцієнтів виснаження кривої спаду k (рис. 6).

Як показують численні дослідження, приблизно до 1950–1955 рр. помітних антропогенних змін їх режиму знайти не вдалося. З початку 60-х по кінець 80-х років мала місце особливо інтенсивна зміна гідрологічного режиму річок і озер, якості води, водних ресурсів і водного балансу [14].

Показники площі ріллі на Поділлі зберігаються на рівні 0,9 га/особу (по Україні – 0,7 га/особу). Площі сільськогосподарських угідь із середини 50-х по середину 80-х майже не змінювались (80–90 тис. га). Порівнюючи з 50-ми роками, територія під орними землями в Хмельницькій, Тернопільській та Вінницькій областях у період 1970–1980 рр. збільшилась на 6-8 тис. га, а після 1980 р. зайнятість території під орними землями зменшилась на 5-7 тис. га [9].

Досить добре простежується зменшення лісистості та збільшення розораності із заходу південного макросхилу на схід досліджуваної території. Під впливом лісу інфільтраційна здатність ґрунту підвищується в 2–50 разів, особливо на територіях із вираженим шаром лісової підстилки. Поверхневий стік на зайнятих лісом ділянках не виражений і величина його складає

менше 3% кількості опадів, а на оголених місцевостях він може перевищувати 60% кількості випадаючих опадів, тобто під впливом лісу поверхневий стік зменшується в 2–70 разів і більше, піки паводків знижуються в 10–20 разів і більше [17].

З 1937 по 1947 роки площа лісу на Поділлі зменшилась з 60% до 49%. З 60-х по 80-ті роки, за винятком крайньої західної території (басейни річок Золота Липа та Коропець), лісистість басейнів не більше 17%, а розораність більше 65–70% [10], що, за класифікацією стану використання земельних ресурсів у басейнах малих річок України, характеризує оцінку для обох показників від «нижче норми» до «незадовільно» [17]. А досліджувана територія за певними допустимими нормами відносних площ сільськогосподарських чи просто орних земель належить до несприятливої, де розорані землі складають 60-80% від загальної площі [9].

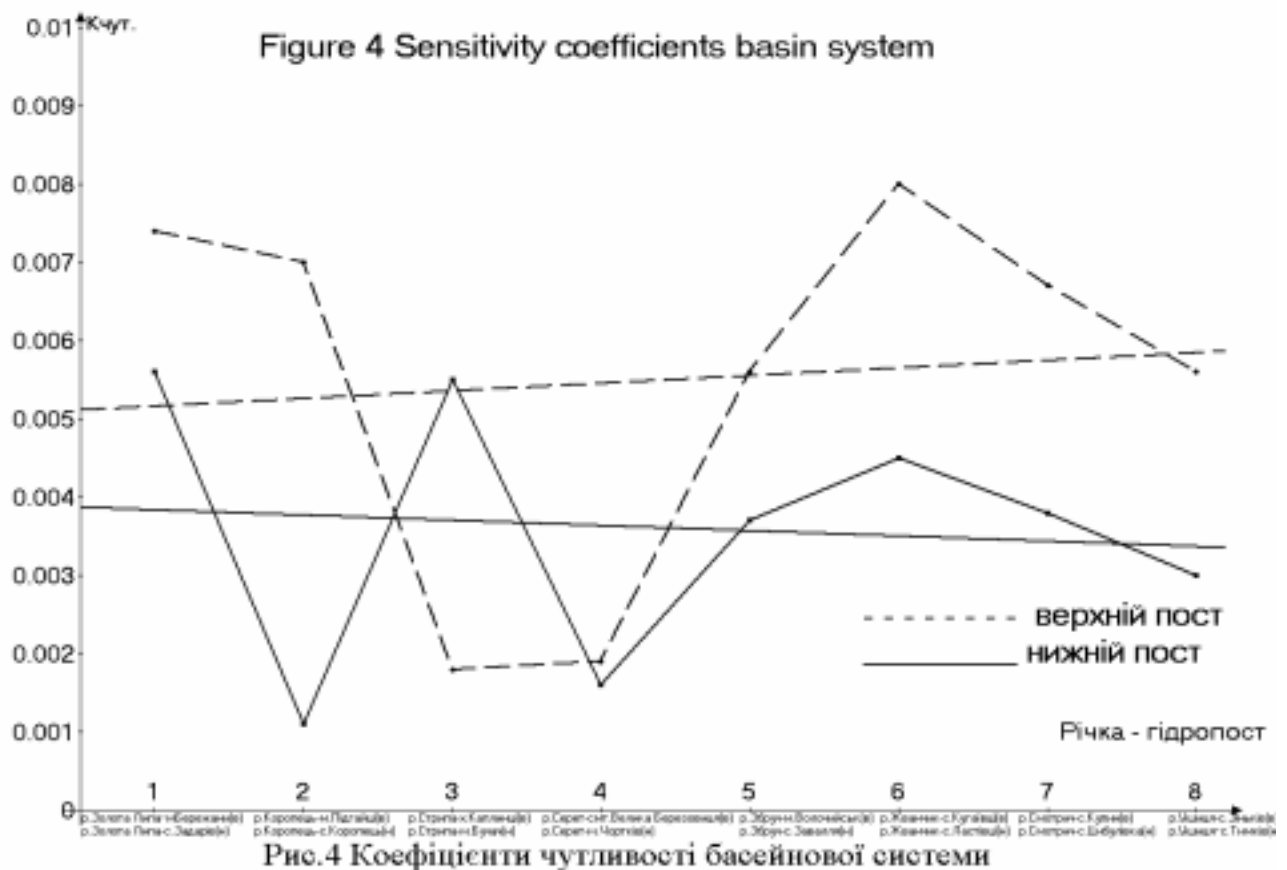
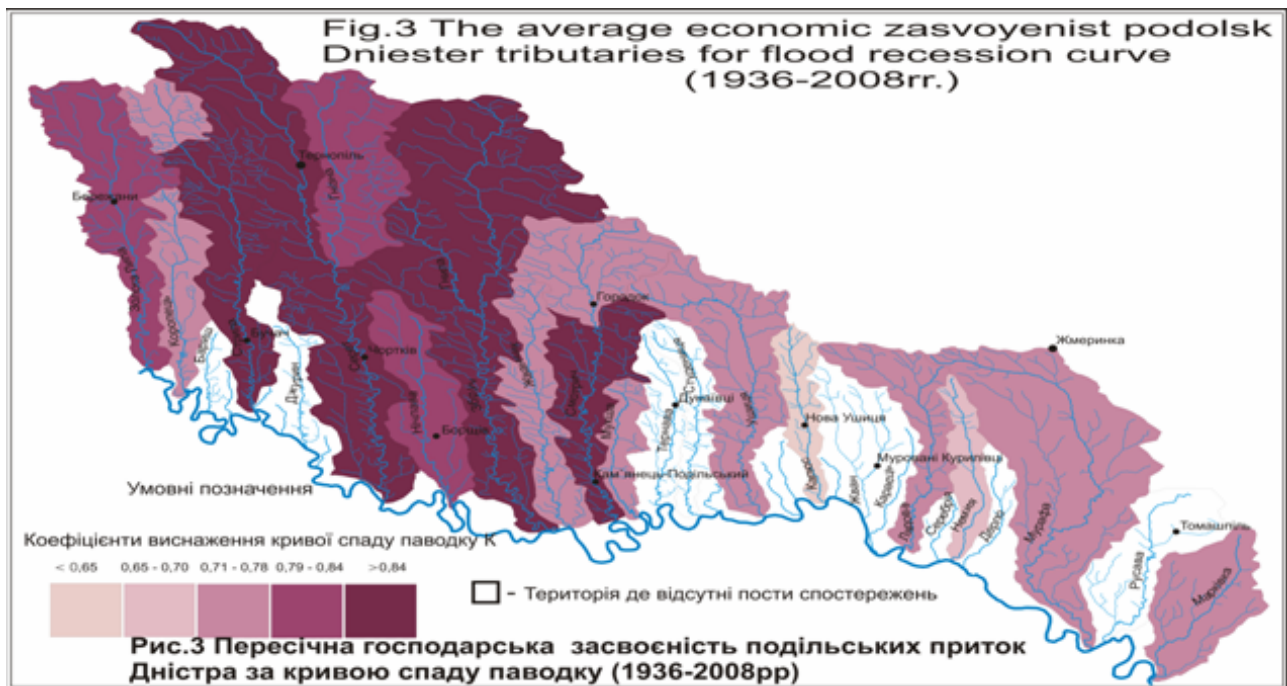
Попередні результати щодо особливостей зміни середнього коефіцієнта кривої виснаження можна пояснити за допомогою сукупності вищеперерахованих факторів.

Висновки. Аналіз коефіцієнтів виснаження кривої спаду k гідрографа паводку виявляє тенденцію до зростання цих значень для всіх басейнів лівобережних приток Дністра. Причому ця тенденція інтенсивніше проявляється у верхній течії для річок, що мають два і більше гідроствори.

Особливість формування гідрографа паводку визначається трьома групами причин: інтенсивністю та розподілом опадів, процесом трансформації на поверхні і в ґрунті басейну, умовами добігання до замикаючого створу. Зміна в часі другого та третього блоків чинників пов'язана виключно з господарською діяльністю людини. Антропогенний вплив на процес формування гідрографа спотворює саму величину максимуму, скорочує час формування, підйому і спаду паводку тощо. Останнє можна формулювати як ефект трансформації паводків під дією антропогенних чинників.

Список літератури:

1. Алексеевский Н.И. Общие подходы к оценке и достижению гидроэкологической безопасности речных бассейнов / Н.И.Алексеевский, В.М.Евстигнеев, С.В.Храменков, А.В.Христофоров // Вестн.МГУ.Сер.5. – 2000. - №1. - С.22-28.
2. Бефани А.Н. Теория формирования дождевых паводков и методы их расчета / А.Н.Бефани // Международный симпозиум по паводкам и их расчетам. – 1969. – Т.1. – С.44-58
3. Виссмен У. Введение в гидрологию / У.Виссмен, Т.И.Харбаф, Д.У.Кнэпп. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 471с.
4. Вишневський В.І. Гідрологічні характеристики річок

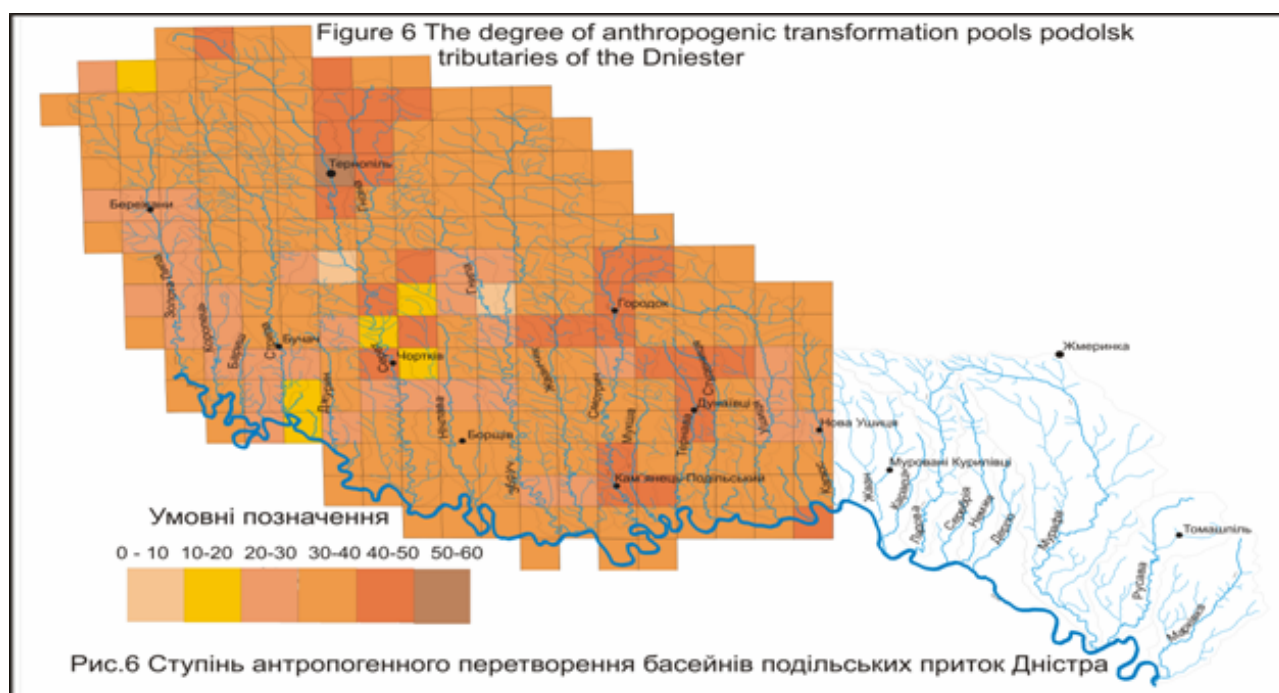
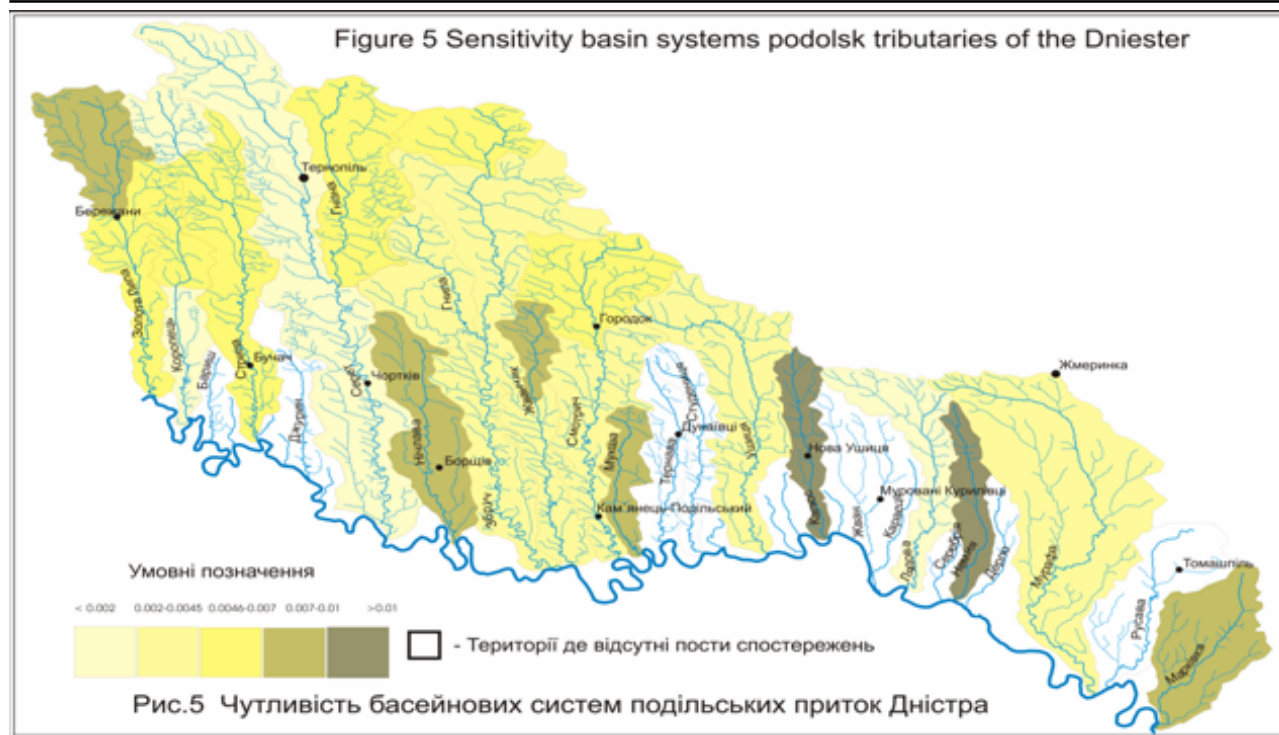


України / В.І.Вишневецький, О.О.Косовець. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 324с.

5. Денисюк Г.І. Антропогенні ландшафти Правобережної України / Г.І.Денисюк. – Вінниця, 1998. – 289с.
6. Дьяков М.В. Существующие методы оценки антропогенного воздействия на природные объекты и экологического риска / М.В.Дьяков // Гидроэкол. Зап. Урала и сопред. территорий. – Пермь, 2000. – С.78-82.
7. Железняк И.А. Регулирование паводочного стока / И.А.Железняк // Гидрометеорологическое изда-

тельство. – Л., 1965. – 326с.

8. Знаменская Н.С. Гидравлическое моделирование русловых процессов / Н.С.Знаменская. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 240с.
9. Кілінська К.Й. Еколого-прогнозна оцінка природно-господарської різноманітності Карпато-Подільського регіону України / К.Й.Кілінська. – Чернівці: Рута, 2007. – 492с.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия / под. ред. Каганера М.С. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – Т.6. – Выпуск 1. – 884 с.



11. Хаустов В.А. Устойчивость вероятностных характеристик годового стока к антропогенным воздействиям / В.А.Хаустов // Регион.экол. – 1999. - №1-2. – с.62-67, 138-139.
12. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь / А.И.Чеботарев. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 308с.
13. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек / И.А.Шикломанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. -304с.
14. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток / И.А.Шикломанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 334с.
15. Явкін В.Г. Антропогенні фактори трансформації кривої виснаження гідрографа паводку / В.Г.Явкін, А.А.Мельник // Наукові записки вінницького педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія. – Вінниця, 2010. – С.76-82.
16. Явкін В.Г. Вплив антропогенної перетвореності басейнів подільських приток Дністра на криву спаду паводку / В.Г.Явкін, А.А.Мельник // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук.збірник. – К.:ВГЛ "Обрії", 2010. – Т.2(19). – С.-65-73.
17. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования / А.В.Яцык. – К.: Генеза, 1997. – 640с.
18. Cunningham A.B. Synthesis of snowmelt runoff hydrographs / A.B. Cunningham // J. of the Hydraulic Division. -1977. – HY1. – P.51-67.
19. Yu Z. Modeling the river-basin response to singl-storm event simulated by a mesoscale meteorological model at various resolutions / Z .Yu., M.N. Lakhtakia., E.J.Barron

// J. Geophys. Res. D. - 1999. - 104, #16. - с. 19.675-19.689.
20. Buytaert W. The use of the linear reservoir concept to quantify the impact of changes in land use on the

hydrology of catchments in the Andes / W. Buytaert, B. De Bievre, G. Wyseure and J. Deckers // Hydrology and Earth System Sciences. - 2004. - 8(1) – P.108-114.

Мельник А.А., Явкин В.Г. Бассейновые системы, природопользования и деформация гидрографа паводка (на примере подольских притоков Днестра). Выявление интегральных признаков антропогенной нагрузки проведены в бассейнах левобережных притоков Днестра. Получено тенденции изменения временных характеристик кривой спада паводкового гидрографа, определены коэффициенты чувствительности бассейновой системы к интенсивности антропогенного преобразования.

Ключевые слова: антропогенное воздействие; гидрограф паводка; коэффициент истощения стока; чувствительность бассейна.

Melnyk A.An., Yavkin V.G. Basin system, nature and deformation hidrohraf flood (the case of podolsk tributaries of the Dniester). Detecting signs of integral anthropogenic load carried in the pools left-bank tributaries of the Dniester. Try trends temporal characteristics curve hidrohrafa flood recession, defined sensitivity factors basin system to the intensity of anthropogenic transformation.

Keywords: anthropogenic impact; hidrohraf floods; flow rate of depletion, the sensitivity of the pool.