

УДК 556.166 + 911.3:504.4.054

**Явкін В.Г., Мельник А.А.**

## **Антропогенні фактори трансформації кривої виснаження гідрографа паводку**

Мета даного дослідження полягає в оцінці антропогенного навантаження на басейни лівобережних приток Дністра – річок Серет та Збруч шляхом виявлення тенденцій часової зміни певних характеристик паводкового гідрографа. **Ключові слова:** антропогенний вплив, гідрограф паводку, коефіцієнт витрати, гідропости.

**Явкін В.Г., Мельник А.А. Антропогенные факторы трансформации кривой истощения гидрографа паводка.** Цель данного исследования заключается в оценке антропогенной нагрузки на бассейны левобережных притоков Днестра - рек Серет и Збруч путем выявления тенденций временного изменения определенных характеристик паводкового гидрографа. **Ключевые слова:** антропогенное влияние, гидрограф паводка, коэффициент расхода, гидросты.

**Yavkin V.G., Melnik A.A.. Anthropogenic factors transformation depletion curves hidrohraf floods.** The purpose of this study is to assess the anthropogenic load on the pools of the Dniester left-bank tributaries – rivers Siret and Zbruch by identifying trends in time change certain characteristics of the flood hidrohrafa. **Key words:** anthropogenic impact, hidrohraf flood ratio, hydroposts.

**Вступ.** Малі річки України знаходяться під впливом господарської діяльності людини вже давно: з початку сільськогосподарського і промислового освоєння її території. Проте тривалий період–півтора–два століття–вплив антропогенних факторів не викликав великих змін. Стан різко змінився протягом 50-х–80-х років [12], коли внаслідок інтенсивності сільськогосподарського і промислового виробництва різко збільшились площі розораних земель, урбанізація, будівництво водосховищ. Почали відбуватись агротехнічні, гідротехнічні і хімічні меліорації земель і ін. Сукупність цих факторів не тільки суттєво вплинула на режим річок, їх водний і хімічний баланси, але і привела до порушення природної рівноваги в окремих регіонах, а пізніше і на всій території України.

Антропогенне навантаження на природні екосистеми призводить до їхньої неухильної деградації та виснаження, що вже зараз реально перешкоджає сталому екологічному розвитку, шкодить сільському, лісовому та водному господарству.

Сучасна лібералізація ринку, анархізм виконавчої правничої системи підсилюють процеси нераціонального природокористування: протиправні рубки у прирічкових лісових масивах, неприродні заліснення лучно-степових ділянок, необґрунтована псевдомеліорація, протиправна забудова у прибережних захисних смугах, влаштування стихійних звалищ побутових відходів, надмірний випас худоби, видобування на заплаві піску та гравію і ін.

Звичайно, ці всі різноманітні впливи не могли не відбитися на зміні факторів, які формують гідрологічний режим річок.

У зв'язку з цим особливої актуальності набувають дослідження антропогенної трансформації в басейнах малих річок всього гідрологічного режиму чи окремих фаз з метою встановлення залежності змін від інтенсивності антропогенних навантажень, які є різними для кожного басейну.

**Попередні дослідження.** Основи теорії загального антропогенного ландшафтознавства започатковані Ф.М. Мільковим [7]. Головні завдання полягають у вивченні процесів антропогенізації ландшафтів сфери Землі в цілому та їх окремих регіонів чи компонентних угруповань. Ступінь антропогенізації найкраще можна виразити через райони співвідношення натуральних та антропогенних комплексів. Провідні науковці України (М.Д. Грозинський, Г.І. Денисик, І.П. Ковальчук, В.М. Пащенко, та ін.) вдосконалюють концептуальні положення та систему знань про динамічні процеси антропогенізації ландшафтів.

Оцінка антропогенного навантаження на природно-територіальні комплекси може бути виражена якісними та кількісними показниками. При цьому в основі виявлення лежить певна кількість параметрів, що визначають зміну якості природного середовища. Велика чисельність таких показників дозволяє опосередковано досліджувати глибину зміни географічних процесів. Але, в той же час, кожен з них, взятий окремо, не дає можливості виявляти загальну тенденцію зміни гідрологічного режиму. Вона може бути комплексно виражена картографічною моделлю басейну, що представляє собою серію карт, які характеризують антропогенне навантаження на окремі компоненти природного середовища чи на природно-територіальний комплекс досліджуваного регіону загалом [5].

Дослідження антропогенного навантаження на басейнову систему може бути оцінено і за допомогою методу кластер-аналізу (наприклад [8]). Він відрізняється відносною простотою, наочністю, можливістю використання великих обсягів інформації з подальшим її ранжуванням, досить змістовною інтерпретацією результатів. Нарешті формується банк даних, що вміщує такі розділи і показники: морфометричні показники басейну і річки, фізико-географічні характеристики, гідрологічні показники, антропогенні характеристики навантаження на басейнову систему тощо.

В прикладних дослідженнях при загальній оцінці ступеня антропогенізації території продовжують використовувати систему, запропоновану П.Г. Шищенком [9].

**Постановка завдання.** Мета дослідження полягає у виявленні інтегральних ознак антропогенного навантаження на річкові басейни на прикладі лівобережних приток Дністра, – Серета та Збруча, що розташовані в центральній частині південно-західного схилу Поділля, та виявлення тенденцій зміни часових

характеристик кривої спаду паводкового гідрографа.

Для виявлення впливу господарського освоєння в басейні р. Серет та р. Збруч на зміну паводкових параметрів річок була використана наступна позиція. Після проходження максимальної витрати в замикаючому водозбір створі 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 викладена та запропонована в роботі [4].

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  $\Delta t$ .

Враховано попередні дослідження для деяких лівобережних приток Дністра (Гнила Липа, Золота Липа, Коропець) [11], де виявлені певні тенденції прискорення фази спаду гідрографу паводку, які пов'язані із суттєвим збільшенням площ екстенсивного сільськогосподарського природокористування. Це явище значним чином проявляється у збільшенні нормованого коефіцієнту виснаження стоку. Іншими словами часовий багатолітній тренд зростання коефіцієнту підкреслює прискорення антропогенного навантаження на річковий басейн.

На Поділлі в межах багатолітніх циклів розвитку сільськогосподарського виробництва особливо інтенсивна частина гілки передостаннього підйому охоплює 50-ті-80-ті роки [6]. Період виборки еталонізованих дощових паводків в достатній мірі відповідає попередньому (1940-1980 рр.).

Територія басейну Дністра, як і Тиси та Прута, найбільш паводко-небезпечна в Україні. За теплий період року тут відбувається звичайно три-п'ять паводків різної висоти. При цьому максимальні витрати води 1-5%-ої ймовірності перевищення більші за витрати снігових та сніго-дощових паводків відповідних ймовірностей в 2-3 рази.

Формування дощових паводків відрізняється від формування весняних повеней як по генезису, так і по фізичним умовам. При цьому більшість факторів підстилаючої поверхні будуть тими ж, що і при формуванні повені, але механізм їх впливу на процеси стікання і інфільтрації дещо інший, хоча вплив факторів акумулюючої групи практично аналогічний. Фактори підстилаючої поверхні визначають інфільтрацію і швидкість добігання води по схилам і русловій мережі (тобто час добігання паводка). Із метеорологічних факторів основними є дощі – їх характер та інтенсивність. Найбільше значення мають площі поширення і загальний хід дощів, їх протяжність, сумарний шар опадів, їх середня і максимальна інтенсивність, інтенсивність ядра опадів, повторюваність значних дощів.

За останні 120 років найвищі річні витрати води в басейні Дністра у 80 випадках були зумовлені літніми дощами. Саме тому, під час досліджень взято окремий для всіх гідростворів місяць літа – липень. Для розрахунків використовувались дані витрати води одного місяця в якому було зафіксовано проходження паводку. Відсутність в роботі даних витрати води одного місяця для деяких

гідростворів, а також відсутність в роботі даних за деякі роки спричинено відсутністю паводків та рядів спостережень витрат води за деякі роки.

За рахунок розширення площ орних земель прискорюється водовіддача схилового стоку. Ефект сповільнення водоподачі схилових вод в руслові майже зникає, тоді гілка спаду гідрографа в руслі при інших рівних умовах стає крутішою. Відносна витрата цього умовно одиничного гідрографа збільшується.

Нажаль, ідеальної форми так званого одиничного гідрографа досягти неможливо, через те, що літні зливи суттєво відмінні просторово-мозаїчним характером інтенсивності зрошення та й власне просторовими контурами дощу. На порушення "ідеальної форми" кривої спаду, безумовно, також впливає невідповідність площі зрошення дощем так званої граничної, яка більша чи така, що охоплює весь басейн. Останні проблеми підсилюються самим розміром басейну. Відхилення точок на графіку спричинене також проявом серійності дощів, що приводять, природньо, до формування бі- чи полімодальних паводків (не еталонних), тому коефіцієнт кореляції знижується до інтервалу 0,45-0,60.

В свою чергу, саме від впливу таких характеристик як інтенсивність зливових дощів та форми басейну виділяють 8 можливих типів вищевикладеної невідповідності [1].

**Результати досліджень.** В роботі розглянуто 59 випадків формування паводків на притоках басейну Дністра в гідростворах: Серет-м.Чортків, Серет – смт. Велика Березовиця та Збруч – м. Волочиськ, Збруч – с. Завалля [2]. Діапазон кількості днів існування умовно одиничного гідрографа, в залежності від місця знаходження та площі басейнів, а також характеру засвоєності території коливається в межах від 5 до 24 днів. Середній коефіцієнт кривої виснаження знаходиться в межах 0,82-0,89.

Протягом досліджуваного періоду для басейну р. Серет спостерігається деяка тенденція збільшення коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  (рис. 1).

Аналіз даних досліджень показує, що середнє значення коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k_{сер}$  за досліджуваний період в басейні річки складає 0,88 (Серет – м. Чортків) та 0,87 (Серет – смт. Велика Березовиця).

Для р. Серет багатолітнє збільшення значень коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  інтенсивніше проявляються у верхній течії річки (Серет – смт. Велика Березовиця), що, можливо, пов'язано з розташуванням вище по течії Тернопільського водосховища (7 км. вище поста).

У середній ділянці басейну (Серет-м.Чортків) зростання значень  $k$  є менш різким. В свою чергу на збільшення коефіцієнту  $k$  може впливати розташування в 17 км вище поста Скородинської ГЕС.

Зростання коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  в басейні р. Серет може бути пов'язане з проведенням розчистки та поглиблення дна русла річки (1965 р.).

Відповідні розрахунки було проведено і для річки Збруч. Коефіцієнт виснаження кривої спаду  $k$  паводків р. Збруч показано на рисунку.

Аналіз показує, тенденція зростання коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  чітко простежується і в басейні р. Збруч. Середнє значення коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k_{сер}$  в басейні річки складає 0,89 (Збруч–с. Завалля) та 0,82 (Збруч–м. Волочийськ).

В басейні р. Збруч коефіцієнт виснаження кривої спаду  $k$  інтенсивніше проявляється у верхній течії річки (Збруч–м. Волочиськ). На режим річки впливає робота греблі цукрового заводу (6 км, вище поста).

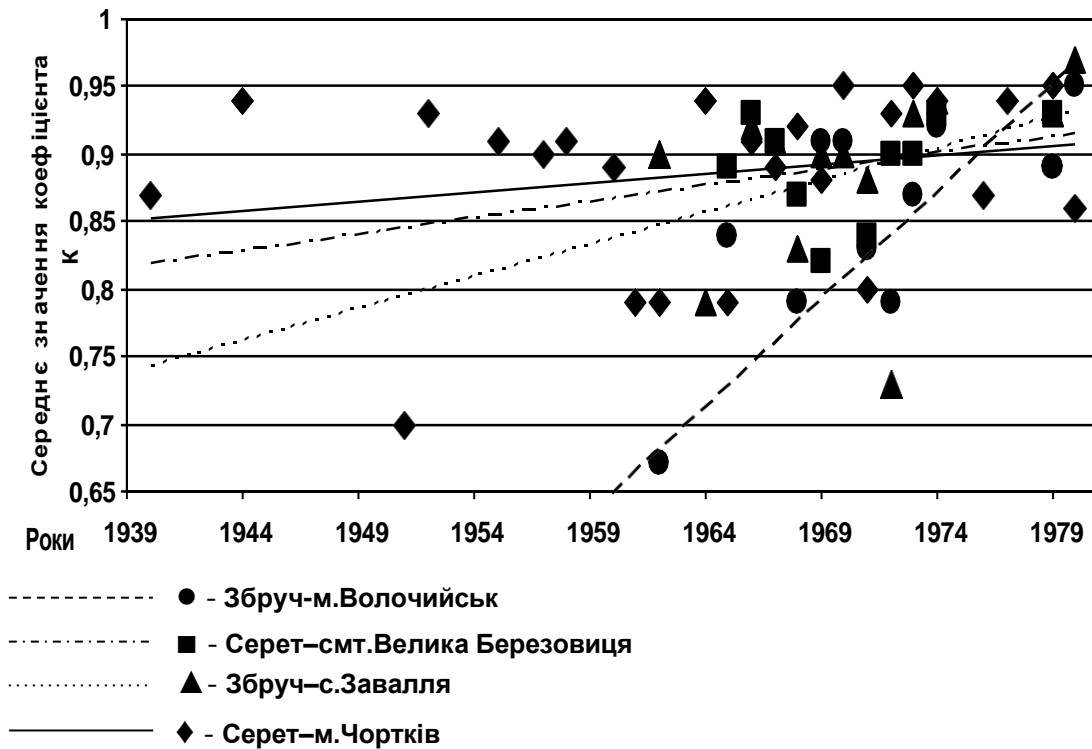


Рис. 1. Коефіцієнт виснаження кривої спаду  $k$  липневих паводків р. Серет та р. Збруч.

У нижній ділянці басейну (р. Збруч–с. Завалля) зростання значень  $k$  є менш різким. Простежується інтенсивніше збільшення коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  для гідропостів, що розташовані у верхній течії річки (Серет–сmt. Велика Березовиця, Збруч–м. Волочийськ) ніж для гідропостів розміщених в нижній течії річки (Серет–м. Чортків, Збруч–с. Завалля).

Порівняння з попередніми дослідженнями [11] виявляє збільшення середнього коефіцієнта кривої виснаження з заходу до центральної частини південного макросхилу Поділля. Так, середнє значення коефіцієнта  $k_{сер}$  Гнила Липа–Більшівці – 0,71, Гнила Липа–Рогатин – 0,74, Золота Липа–Бережани – 0,69, Золота Липа–Задарів – 0,71, Коропець–Підгайці – 0,71, Коропець–Коропечь – 0,73. В свою чергу для річок Збруч та Серет наступні: для Серет–сmt. Велика Березовиця – 0,87, для Серет–м. Чортків – 0,88, для Збруч–м. Волочийськ – 0,82, для Збруч–с. Завалля – 0,89. Нагадаємо, підвищення значень  $k_{сер}$  підкреслює зниження водорегулюючої здатності відповідної басейнової системи. Її погіршення визначається (крім вище викладеного) підсиленням процесу утворення лінійних поверхневих ерозійних утворень (в межах так званих натурально-антропогенних ландшафтів).

Клас ерозійної небезпеки сільськогосподарських угідь в басейні Дністра – сильний та катастрофічний. В басейні річки внаслідок ерозії збільшується мережа ярів з щільністю до 2,59 м/км<sup>2</sup> території та швидкістю їх росту до 0,1-2,6 м/рік на вершину яру. У місцях розвитку ярів знижується рівень підґрунтових вод, зростає надходження до водних об'єктів продуктів ерозії, зокрема пестицидів, важких металів, патогенних мікроорганізмів, що призводить до погіршення якості природних вод [3].

Дуже опосередкованою причиною збільшення середнього коефіцієнту кривої виснаження є штучні підсилення крутизни схилу. Річища усіх приток Дністра мають значний нахил, який коливається від 0,005 м/км (верхів`я найдовших приток) до 4 м/км. В межах Середнього Придністров`я притоки Дністра протікають в каньйонах, що, інколи, є однією з провокацій виникнення несприятливих урбогеоморфологічних процесів. Загалом, долини лівих подільських приток Дністра у верхів`ях подібні до широких і неглибоких балок з покатими схилами і заболоченим дном. Далі на південь долини глибшають стають трапецієподібними шириною 1-4 км. Поступово, особливо у нижніх частинах річок долини переходять у каньйони. Вся система є дуже чутливою до деформацій під дією антропогенних чинників. Саме тому крутизна схилів та нахилу басейну, очевидно, виступає додатковим чинником залежності:

$$K = f(n), \quad (2)$$

де:  $n$ -кількість часових інтервалів ( $\Delta t$ ), нормована за площею басейну (можливо сама процедура нормування вимагає додаткової уваги). Це, в свою чергу, підтверджує попередні пошуки [10].

Так, на ділянці спостережень Серет–сmt. Велика Березовиця схили долини річки круті, правий схил висотою 20-30 м., лівий висотою до 40 м. На ділянці спостережень Серет–м. Чортків долина річки  $V$  подібна, схили круті висотою 80-100 м., берега річки також круті, інколи обривисті висотою 1,5-5 м. Щодо гідростворів на річці Збруч то їм також притаманна крутизна схилів. На ділянці спостережень Збруч–с. Завалля схили долини висотою 26-30 м., а на ділянці Збруч–м. Волочиськ долина річки  $V$  подібна шириною 0,8-1,2 км., схили висотою 70-80 м., берега річки круті, інколи обривисті висотою до 2 м.

Разом з тим, на зміну (збільшення) значень коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  на всіх гідропостах впливає активна господарська діяльність, що зростала на протязі всього періоду спостережень. Значна частина схилів річкової мережі зайнята сільськогосподарськими угіддями та будівництвом. Тому характерні низький коефіцієнт лісистості та високий – розореності.

Зменшення на 3-15%, а в окремих басейнах – на 37% лісистості за 120-літній період (розораність водозборів за цей період при цьому збільшилась на 10-31%, де частка просапних культур в структурі посівних площ досягає 37%) є однією з причин розвитку схилових ерозійних процесів. Загальна лісистість водозборів малих річок в басейні Дністра має становити до 30%, а вона на Вінниччині складає лише 11,5%, тоді як розораність – до 69% і більше, така ж ситуація на Тернопільщині та Хмельниччині. Розораність території басейну Дністра – 65%, сільськогосподарських угідь – 86%, в тому числі розораність схилів більше 20-80% [3].

Для площі водозбору Серет-сmt. Велика Березовиця показник лісистості-16%, розораності-60%, для Серет-м. Чортків лісистість – 11%, для Збруч – м. Волочийськ розораність – 75%. для Збруч – с. Завалля лісистість – 20%.

**Висновки.** З отриманих досліджень досить чітко видно зростання коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  протягом часу та в межах басейну. Це може бути спричинене зміною впливу господарської діяльності на даній території впродовж років. Проаналізувавши попередні спостереження з отриманими простежується деяке збільшення коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  для річок центральної частини півдня. Тобто для досліджуваної території характерний

більш антропогенний вплив на річки ніж це відбувається на водотоках західної частини півдня Поділля.

Зрештою, результати досліджень підтверджують попередні дослідження [11] щодо тенденції збільшення коефіцієнта виснаження кривої спаду  $k$  для річок Подільського регіону.

Проаналізувавши вище викладене, можна дійти висновку, що не лише загальна тенденція зміни кліматичних умов впливає на зміну гідрографа та його складових, а й антропогенний вплив відіграє не менш важливе значення в межах річкових басейнів та впливає на зміну складових гідрографа.

1. Виссмен У. Введение в гидрологию / У.Виссмен, Т.И.Харбаф, Д.У.Кнэпп.–Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 471 с.
2. Вишневецький В.І. Гідрологічні характеристики річок України / В.І.Вишневецький, О.О.Косовець. – К.: Ніка-Центр, 2003. – 324 с.
3. Денисик Г.І. Антропогенні ландшафти Правобережної України / Г.І.Денисик. – Вінниця, 1998. – 289с.
4. Знаменская Н.С. Гидравлическое моделирование русловых процессов / Н.С.Знаменская. – СПб: Гидрометеоиздат, 1992. – 240 с.
5. Карпушин Н.М. Оценка антропогенного воздействия на природно–территориальные комплексы в промышленно развитых регионах / Н.М.Карпушин, В.Л.Сошников, А.В.Любова, Н.И.Кисель, Л.М.Кривко, Н.Г.Турчинская // География и природные ресурсы. – 1990. – №4. – с. 35-41.
6. Куниця М.М. Циклічність процесу розвитку системи розселення Поділля/ М.М.Куниця // Українська історична географія та історія географії в Україні: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т. – 2009. – с. 80.
7. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты / Ф.Н.Мильков. – М.: Мисль, 1973. – 222 с.
8. Мирон І.В. Ландшафтно-гідрологічна просторова класифікація басейну Десни (в межах України) / І.В.Мирон / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.-Наук.збірник / [редакт. Хільчевський В.К.] – К.: Ніка-Центр, 2001. – Том 2. – с. 803-807.
9. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география / П.Г.Шищенко. – К.: Вища школа, 1988. – 192 с.
10. Явкін В.Г. Параметри одичного гідрографу як інтегральні ознаки комплексу басейну / В.Г.Явкін // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія, 2008. – №1. – с. 36-45.
11. Явкін В.Г. Вплив господарської освоєності території на водний режим річок західного Поділля (на прикладі р. Золота Липа) / В.Г.Явкін, Н.В.Полнога // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія, 2008. – №. – с.29-35.
12. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования / А.В.Яцык. – К.: Генеза, 1997. – 640 с.