

## Кафедра гідрології та гідроекології

Куликівська Ірина Михайлівна,

ОП «Гідрологія»,

магістерська робота

Науковий керівник – Ободовський О.Г., доктор географічних наук, професор  
кафедри гідрології та гідроекології

Рецензент – Лук'янець О.І., канд. геогр. наук, доц. кафедри  
гідрології та гідроекології

### ЧАСОВА ОЦІНКА ВОДНОГО РЕЖИМУ ТА РУСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В НИЖНЬОМУ Б'ЄФІ КАНІВСЬКОЇ ГЕС

**Актуальність теми.** Після побудови каскаду водосховищ на річці Дніпро зарегульованість стоку води викликала істотні зміни у його водному режимі. Зокрема Канівська ГЕС, яка була побудована останньою в каскаді та має суттєвий вплив на ці зміни.

Крім цього, на річках України спостерігається маловодна фаза водного режиму, що призводить до зменшення стоку. Як наслідок зміна значень основних характеристик. Саме тому сучасна оцінка водного режиму та руслових процесів в б'єфі Канівської ГЕС є надзвичайно важливою, оскільки від них залежить водогосподарська діяльність, важливою є експлуатація водосховищ Дніпровського каскаду.

**Використані матеріали.** У роботі використано щоденні та середньорічні рівні та витрати по гідрологічному посту Канів та Канівській ГЕС, максимальні та мінімальні рівні за добу в нижньому б'єфі Канівської ГЕС, середньорічні максимальні, мінімальні витрати води, які характеризують стік річок, які впливають на приплив води до Канівської ГЕС. Також використано матеріали праць: О.Г. Ободовського, В.В. Гребеня та інші.

**Природні умови та фізико-географічна характеристика території.** Район досліджень знаходиться поблизу Канівського природного заповідника, який розташований на правому березі річки Дніпро та островах, які розміщені в межах заплави (Круглик, Шелестів та Зміїні). Найвищі висоти на території сягають 255 м, а найменші – 80-85 м.

Клімат регіону помірно континентальний. Зима м'яка, з частими відлигами. Літо тепле, в окремі роки спекотне, західні вітри приносять опади. Найхолоднішим місяцем року вважається січень з середньою температурою - 5,9 °С, а найтеплішим – липень з середньою температурою + 20,1°С. Середня річна температура повітря складає + 7,3°С. Середня річна кількість опадів становить 633 мм.

У ґрунтовому покриві території переважають чорноземи типові та чорноземи сильно реградовані, темно-сірі опідзолені і реградовані ґрунти та чорноземи опідзолені, слабо реградовані та світло-сірі, сірі опідзолені ґрунти [7]. Дно та береги річки складаються з піщаних відкладів.

**Водний режим Канівського водосховища.** Канівську ГЕС побудовано на річці Дніпро у районі міста Канів, Черкаської області. Заповнення Канівського

водосховища відбувалось в 1974 – 1976 рр.. За течією вона є другою з шести гідроелектростанцій Дніпровського каскаду.

Підпір від Канівської ГЕС поширюється до створу Київської ГЕС. Водосховище здійснює добове регулювання стоку. Крім участі в покритті піків графіка навантаження та регулюванні частоти в об'єднаній енергетичній системі, Канівська ГЕС виконує резервні функції в енергосистемі [1].

Для оцінки впливу Канівської ГЕС на зміну характерних витрат води р. Дніпро порівняно дані перед (до 1976 р. [5]) та після (1977-2021 рр.) побудови гідроелектростанції. Через те, що річка стала зарегульованою, то відповідно пік водопілля зменшився на 8 920 м<sup>3</sup>/с. Проте, якщо порівняти з періодом за останні 10 років, то ця цифра зростає до 14 770 м<sup>3</sup>/с (максимум 2013 року). Слід зауважити, що найменший пік водопілля на всю історію спостережень відбувся у 2020 році (1 330 м<sup>3</sup>/с). Стосовно мінімальних витрат води після побудови водосховища відбулись менш значні зміни. А саме найменша мінімальна витрата збільшилась на 230 м<sup>3</sup>/с. Загалом середні максимальні витрати зменшились у 4,6 раза, а середні мінімальні – майже у 2 рази.

Приплив води до Канівської ГЕС залежить від скидів з Київської ГЕС та річки Десна. Інші притоки Дніпра такі як Тетерів, Ірпінь, Стугна, Трубіж не мають значного впливу через невеликі об'єми води. Порівняння стоку з гідрологічних станцій на даних об'єктах показало тенденції до зниження середньорічного стоку.

**Оцінка змін водного режиму в нижньому б'єфі Канівської ГЕС.** За основу досліджень режиму щоденних рівнів та витрат води в нижньому б'єфі Канівської ГЕС взято гідрологічну інформацію за 45 років (1977 – 2021рр.). Для щоденних рівнів води є тенденція до зменшення, норма становить 80,93 мБС. Оскільки Канівська ГЕС добового регулювання, то піки водопілля чітко виражені, що впливає на особливості розвитку будови русла. Також спостерігаються літня та зимова межені. Літня межень припадає на липень - серпень, а зимова на грудень - січень. З 1977 року коливання рівнів води відбуваються в межах від 78,09 мБС до 85,32 мБС. Слід зауважити, що при рівні 82,40 мБС починається значне затоплення території і господарств, які знаходяться нижче за течією. Відповідно до «Положення...» [6] цей рівень відповідає гідрологічному явищу III рівня небезпеки, при якому високі рівні / великі витрати води супроводжуються небезпечним впливом на території, населені пункти, об'єкти господарювання та сектори економіки[6].

Середнє багаторічне значення витрат води в нижньому б'єфі Канівської ГЕС становить 1337 м<sup>3</sup>/с. Варто звернути увагу, що середня витрата до побудови Канівської ГЕС становила 1 520 м<sup>3</sup>/с [5], що майже на 200 м<sup>3</sup>/с більше ніж зараз.

Максимальна амплітуда коливань становить 9 980 м<sup>3</sup>/с, це значення зафіксовано в перші роки після побудови водосховища. За досліджуваний період спостерігається зменшення амплітуди коливань рівнів та витрат води, а саме більша амплітуда з 1977 по 2000 роки та деяке її зменшення після 2001 року. На даний час це близько 4 000 м<sup>3</sup>/с.

Для перевірки тісноти зв'язку наведено коефіцієнт кореляції для досліджуваних характеристик, який дорівнює  $r=0,82$ .

Середнє значення максимальних рівнів за добу (2005-2021 рр.) в нижньому б'єфі Канівської ГЕС рівняється 81,50 мБС при найбільшому зафіксованому значенні 84,08 мБС. За досліджуваний період спостерігається значна тенденція до зменшення на 24%. Мінімальні добові значення мають дещо менший тренд – 5,7% з мінімальним зафіксованим значенням за цей період 78,63 мБС.

Ряди спостережень перевірено на однорідність. За статистиками Стьюдента, Фішера та Вількоксона визначено, що ні рівні, ні витрати не є однорідними.

Відповідно до емпіричних кривих забезпеченості щоденних рівнів води у нижньому б'єфі Канівської ГЕС найбільша кількість випадків припадає на інтервал 80,00 – 83,00 мБС (ймовірність якого рівняється 90%), в який входить середня арифметична величина, яка дорівнює 80,96 мБС. Решта 10 % ймовірності припадає на максимальні та мінімальні значення рівнів води, які трапляються не так часто. Найбільша кількість випадків абсолютної частоти щоденних рівнів води припадає на інтервал 80,51-80,80 мБС. А відносна накопичена частота цього ж інтервалу дорівнює 67,67%.

Емпірична крива забезпеченості щоденних витрат води у нижньому б'єфі Канівської ГЕС має дещо іншу картину ніж з рівнями. Найбільша відносна накопичена частота припадає на найменші значення до 3500 м<sup>3</sup>/с, в ці межі входить норма (1337 м<sup>3</sup>/с). Лише 3 % ймовірності припадає на всі інші значення до 10000 м<sup>3</sup>/с. Така картина спостерігається через вплив Канівської ГЕС. Гістограма розподілу щоденних витрат води розрахована за період 1977 – 2021 роки свідчить, що найбільша кількість випадків припадає на інтервал витрат води в межах 401-1200 м<sup>3</sup>/с з відносною накопиченою частотою 70,42 - 94,83% відповідно.

Побудовані графіки взаємозв'язків між рівнями та витратами ( $Q = \square(H)$ ) за кожен з 45 років демонструють значну зміну водності в нижньому б'єфі Канівської ГЕС. Для подальших розрахунків відібрано 15 репрезентативних кривих. Слід зазначити, що криві за періоди 1977-1999 роки та 2000-2021 роки (рис. 1) істотно відрізняються. Так у перший період криві мають набагато більші значення витрат води, які сягають 5 000 м<sup>3</sup>/с, то у другому, не враховуючи 2013 рік з високою водністю, максимальні значення витрат сягають 3 000 м<sup>3</sup>/с.

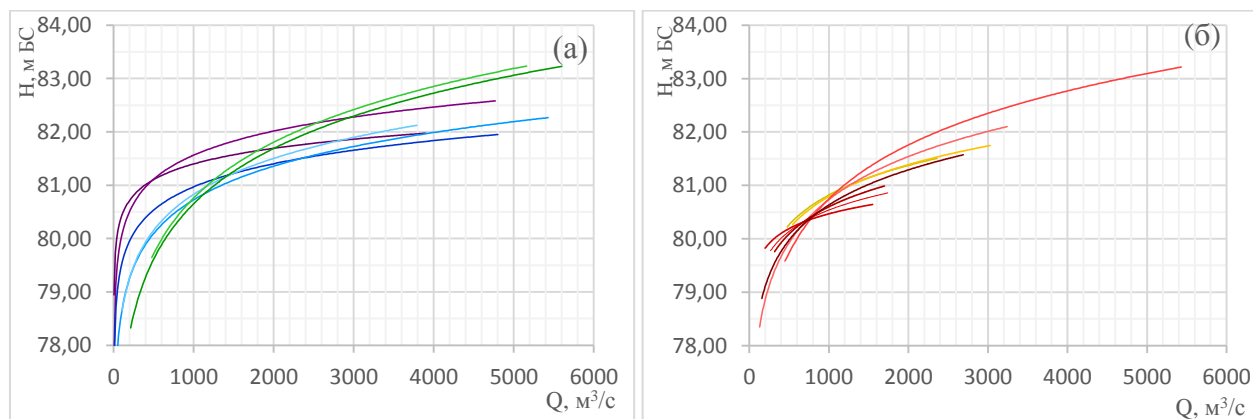


Рис. 1 Криві витрат води  $Q = \square(H)$  в нижньому б'єфі Канівської ГЕС  
(а) 1977 – 1999 роки; (б) 2000-2021 роки

Виходячи з вище наведеного, слід зазначити, що з 1977 по 2021 роки для витрат до 2 500 м<sup>3</sup>/с зафіксовано значне просідання рівнів води з найбільшим

зменшенням на 1,5 м для витрати 500 м<sup>3</sup>/с та поступовим зменшенням даної величини зі збільшенням витрат води. На відрізку після 3 000 м<sup>3</sup>/с спостерігається зворотний процес, а саме збільшення рівнів води на 1,4 м на інтервалі витрат 4 500 м<sup>3</sup>/с. Якщо порівнювати цей процес за періодами, то основні зміни в просіданні чи піднятті рівнів відносно витрат води відбулись з 1977 по 1999 роки, а за 2000 – 2021 роки значних змін не відбулось (вони не перевищують 0,6 м).

**Оцінка багаторічних коливань рівнів та витрат води у нижньому б'єфі Канівської ГЕС.** За різницеvими інтегральними кривими виділяється багатоводна фаза для середніх та максимальних витрат води з 1977 року. Після чого орієнтовно з 2003 року розпочалась маловодна фаза, яка продовжується аж до 2021 р.. Можна стверджувати, що дана фаза ще не дійшла до свого завершення. Ймовірно, що у зв'язку з сучасним екологічним станом показники рівнів і витрат води продовжуватимуть зменшуватися. Повний цикл водності для середніх та максимальних витрат води не сформований, тому орієнтуємось на їхні зміни за останні роки.

У мінімальних середньорічних витрат води чітко виділяється цикл. Маловодна фаза має місце до 1996 року після чого спостерігається підйом витрат води, що свідчить про багатоводну фазу[2].

**Процеси руслоформування в нижньому б'єфі Канівської ГЕС.** Процес руслоформування є багатофакторним, який в основному залежить від регіону в якому протікає річка. Основними є: геолого-геоморфологічна будова, стік води та наносів. Розрахунок руслоформувальних витрат проведено за методикою М.І. Маккавеева та доповненою О.Г. Ободовським[4]. На епюрі (рис. 2,а) чітко виражений один максимум 1 250 м<sup>3</sup>/с (ймовірність 15%), який знаходиться нижче виходу рівня води на заплаву. Варто зазначити те, що руслоформувальна витрата 2000-2021 роки змінилась у порівнянні з попереднім періодом. За цей час її значення склало 750 м<sup>3</sup>/с, що відповідає 50% ймовірності. Тут слід згадати про добове регулювання Канівської ГЕС, яка працює двома піками: більшим ранковим та меншим вечірнім, що має величезний вплив на процеси руслоформування.

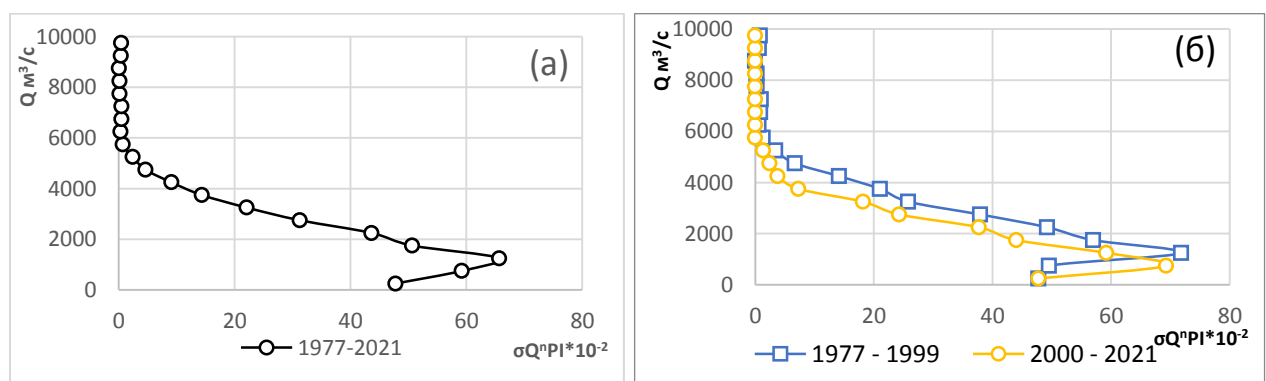


Рис. 2 Епюрі руслоформувальних витрат води у нижньому б'єфі Канівської ГЕС (а) за весь період (1977 – 2021 рр.); (б) 1977 – 1999 рр. та 2000 – 2021 рр.

У нижньому б'єфі Канівської ГЕС відбувається поступальний рух води, оскільки під час скиду течія різко зростає та переносить з собою наноси і донні відклади. Для того щоб не розмивались береги, проводяться різноманітні

заходи безпеки, у тому числі насипні шпори для укріплення правого берега. Наслідком просідання рівнів є берегова ерозія та зсувові процеси.

Порівняння розрахованих руслоформувань витрат (рис. 2,б) з наведеними у роботі О.Г. Ободовського[3] до побудови Канівської ГЕС має суттєві відмінності. Основним є те, що до 1977 року спостерігалось два максимуми. Перший над заплавою  $11\,625\text{ м}^3/\text{с}$ , який в сучасних умовах повністю відсутній та другий – в межах русла становить  $3\,375\text{ м}^3/\text{с}$ , що є меншим на  $2\,125\text{ м}^3/\text{с}$  від розрахованого.

**Висновки.** Визначено, що робота Канівської ГЕС впливає на внутрішньорічний розподіл стоку, через те, що вона добового регулювання. Проте вона суттєво не впливає на зменшення піку водопілля. Можна стверджувати, що побудова гідроелектростанції викликала суттєву зміну водного режиму. Зокрема всі представлені у роботі результати вказують на зменшення водності. Насамперед це проявляється через просідання рівнів води та значне зменшення руслоформуючої витрати води.

### Список використаних джерел

1. Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: Довідник / [В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунар'юв, О.Є. Ярошевич] / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. - К. : «Інтерпрес ЛТД», 2014. - 164 с.
2. Куликівська І. М. Оцінка циклічності коливань середньорічних спостережень на Канівській ГЕС /Шевченківська весна – 2021: Географія. Київ: Видавництво «Фенікс», – 2021. – С. 36–38.
3. Руслоформувальні витрати річки Дніпро / Ободовський О. Г. // ВПЦ "Київський університет". – 1985. – С. 49–53.
4. Руслові процеси: підручник / О. Г. Ободовський. – Київ: ВПЦ "Київський університет", 2017. – 511 с.
5. Організація моніторингу гідрологічного режиму і руслових процесів Дніпра в районі Канівського заповідника / Ободовський О.Г., Гребінь В.В. // Заповідна справа в Україні. – 2001. – С. 59–64.
6. Положення про порядок складання та доведення попереджень, оповіщень, донесень про виникнення і розвиток гідрологічних явищ різного рівня небезпеки на водних об'єктах суші України – Київ: Український гідрометеорологічний центр, 2020. – 27 с.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2016 році – Черкаси: Управління екології та природних ресурсів, 2017. – 249 с.

**Романюк Марія Сергіївна,**

ОП «Гідрологія»,

**магістерська робота**

Науковий керівник – Лук'янець О.І., канд. геогр. наук, доц. кафедри  
гідрології та гідроекології

Рецензент – Гребінь В.В., д-р геогр. наук, професор, завідувач  
кафедри гідрології та гідроекології

## **АНАЛІЗ ПОВТОРЮВАНOSTI ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ В БАСЕЙНІ ТИСИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)**

**Актуальність теми.** Тиса – річка, верхня частина басейну якої знаходиться в Закарпатській області України. Басейн р. Тиси є найбільш багатководним регіоном в Україні і відноситься до одного із найбільш паводконебезпечних. Внаслідок тривалих і сильних дощів на території басейну виникають паводки різної інтенсивності, що можуть мати серйозні руйнівні наслідки зі значними збитками. Дані про характеристики паводків, їх повторюваність у цьому регіоні є важливими для гідрологічного забезпечення різних галузей виробництва. **Мета роботи** – провести аналіз повторюваності дощових паводків в басейні Тиси в межах України за рядами щорічних максимальних витрат та рядами часткової забезпеченості. **Об'єктом дослідження** – річки басейну р. Тиси. **Предмет** – максимальні витрати води під час дощових паводків.

**Особливості фізико-географічних умов формування дощових паводків.** Річка Тиса – найбільша притока Дунаю за довжиною та площею і друга, після Сави, за водністю. Довжина р. Тиса – 966 км (у межах України — 265 км). Площа басейну дорівнює 157 тис. км<sup>2</sup> (в межах України — 12,8 тис. км<sup>2</sup>). За витік р. Тиса прийнято вважати витік р. Чорна Тиса – її найдовшої притоки, початок якої розташований на південно-західному схилі гори Братківська Вододільно-Верховинського хребта. Від свого витоку і до остаточного виходу на територію Угорщини р. Тиса тече або тільки територією України, або утворює державний кордон з сусідніми країнами. В басейні р. Тиса протікає 9426 річок, їх сумарна довжина складає 16147 км, густота – 1,7 км/км<sup>2</sup>. В межах України водні ресурси басейну Тиси складають 13,3 км<sup>3</sup> в середній за водністю рік [4].

Формування паводків тут відбувається під впливом фізико-географічних чинників, основні з яких є орографічні (геологічна будова та рельєф) та метеорологічні (переважно, активно-розвинена зливова діяльність) [3].

В рельєфі досліджувана територія представлена горами і передгір'ями Карпат та Закарпатською низовиною. До орографічних особливостей регіону можна відмітити дугоподібне розташування гірських хребтів Українських Карпат, яке сприяє уповільненню переміщення вологих повітряних мас атлантичного і середземноморського походження та інтенсифікації зливових дощів на навітряних схилах Карпат. Нахили місцевості в горах перевищують 200-500 м/км, що сприяє дуже інтенсивному формуванню стоку води у річках під час зливових дощів [3].

Щодо кліматичних умов, вся територія басейну відноситься до області надлишкової зволоженості. На низовинах та у передгір'ях Українських Карпат річна кількість опадів змінюється від 650 до 950 мм, а у горах з висотою вона переважно збільшується та досягає 1200-1400 мм. Найбільша річна кількість опадів зазвичай спостерігається у верхів'ях річок Ріки, Терєблі та Терєсви (1400-1800 мм).

Паводки в басейні Тиси формуються протягом всього року, тобто в залежності від пори року вони бувають дощовими та сніго-дощовими [1, 2, 5]. Гідрографи стоку води на річках мають складний, багатопіковий характер з паводками різної інтенсивності. Значні дощові паводки зумовлюються дощами, які тривають переважно 2-3 дні, і в основних зонах формування стоку за цей час випадає від 100 до 250 мм опадів і, навіть може досягати 300-350 мм [1-3, 5].

**Вихідні передумови та методичні основи дослідження.** Аналіз повторюваності паводків – джерело інформації про ймовірний потенціал їх виникнення і спрямований на вирішення двох основних прикладних завдань: 1) оцінити ймовірну величину паводку, який може сформуватися протягом певного періоду часу та 2) оцінити повторюваність паводків певної величини [8].

Аналіз повторюваності паводків дозволяє отримати дані про потенційні паводки на основі або поточних, або прогнозованих подій. До такого аналізу також залучаються дані про паводки, що спостерігалися, для оновлення статистичних характеристик можливих у майбутньому паводків.

Період повторюваності (наприклад, 100 років) – це статистично середня тривалість періоду між паводками певної величини. Чим більший період повторюваності, тим значніший паводок. Ймовірність перевищення чи наступу в цьому році – величина, зворотна періоду повторюваності. Тобто, паводок повторюваністю 1 раз на 100 років матиме ймовірність перевищення 1% (1/100).

Паводки, однак, не формуються строго періодично. Так, паводок повторюваністю 1 раз у 100 років не виникатиме строго через 100 років після останнього спостереження. Насправді, з однаковою ймовірністю паводок такої величини може виникнути (або не виникнути) у будь-якому році або навіть кілька разів на рік.

Паводок певної повторюваності не обов'язково є результатом випадання опадів такої ж повторюваності. Тобто, злива повторюваністю 1 раз на 25 років не обов'язково сформує паводок повторюваністю 1 раз на 25 років. Стан підстильної поверхні істотно впливає на стік, що формується в результаті конкретної зливи.

Для отримання надійних даних про повторюваність паводків, вони мають бути незалежними та однорідними [6-8].

При статистичному аналізі паводків ряд даних спостережень не повинен бути коротшим за половину періоду повторюваності. Тобто, щоб оцінити паводок повторюваністю 1 раз на 100 років, необхідно мати ряд даних не коротше 50 років. Статистичні характеристики повторюваності паводків більш репрезентативні для оцінки потенційних паводків, якщо ряд спостережень досить довгий і включає всі типи можливих явищ.

Ймовірність настання чи перевищення – це ймовірність того, що протягом якогось періоду часу паводок досягне або перевищить певну величину. Ймовірність перевищення  $= 1 - (1 - p)^n$ , де «1» (всі можливі витрати) мінус  $(1-p)^n$  (всі витрати, менші за задане) дають  $1 - (1 - p)^n$  – ймовірність настання події заданої величини протягом певного періоду.

Для обчислення ймовірності перевищення  $P$  членів ряду довжиною  $n$  в залежно від їх порядку (рангу)  $m$  використана формула Вейбула через її простоту при використанні [8]:

$$P = m/(n+1) (\%). \quad (1)$$

Період повторюваності  $T_{повт.}$  розраховується як обернена величина ймовірності, тому період повторюваності кожної витрати в ряду можна визначити за формулою, яка є зворотною до формули Вейбула:

$$T_{повт.} = (n+1)/m. \quad (2)$$

Багаторічні ряди щорічних максимальних витрат можуть бути представлені у вигляді кривих розподілу ймовірностей чи повторюваностей.

**Використані дані.** Аналіз повторюваності дощових паводків в басейні Тиси ґрунтувався на використанні історичних даних про найвищі максимальні витрати та спрямований на вироблення рекомендацій, необхідних для оцінювання характеру можливих таких паводків у майбутньому.

Для виконання магістерської роботи використано дані спостережень за середніми добовими витратами води з наступних гідрологічних постів: р. Уж – м. Ужгород, р. Латориця – м. Мукачево, р. Ріка – смт Міжгір'я, р. Тересва – смт Усть-Чорна, р. Тиса – м. Рахів за період 1947-2019 рр. (ряди тривалістю 73 роки).

Так як проводився аналіз повторюваності саме дощових паводків, то для дотримання умов незалежності і однорідності даних та формування необхідних статистичних рядів максимальних витрат досліджувався теплий період: травень-жовтень. Тим самим виключено сніго-дощові паводки [7-8].

**Результати виконаного дослідження.** Аналіз даних про паводки виконується для розуміння поведінки річки в минулому та для підготовки рекомендацій, що стосуються очікуваних у майбутньому паводків.

Як зазначалося вище, дощові паводки на річках в басейні Тиси формуються декілька разів протягом всього теплого періоду. Тому для детального аналізу повторюваності дощових паводків дослідження проводилося в двох напрямках з використанням:

I – рядів максимальних середньодобових витрат води за теплий період окремих послідовних років;

II – рядів максимальних середньодобових витрат часткової забезпеченості.

Треба зазначити, що крім максимальних середньодобових витрат є й максимальні строкові витрати (максимальна витрата в якийсь момент часу, яка для гірських річок за своєю величиною, зазвичай, вища максимальних середньодобових), але, як правило, отримати такі значення для аналізу повторюваності паводків важко, а іноді неможливо. Тому при виконанні роботи нами використано максимальні середньодобові витрати.

*Ряди максимальних середньодобових витрат води за теплий період окремих послідовних років* формуються з щорічних максимумів і такий набір даних



називається багаторічним рядом [8]. У багаторічний ряд включається лише одна найвища витрата кожного року (у нашому випадку – за теплий період).

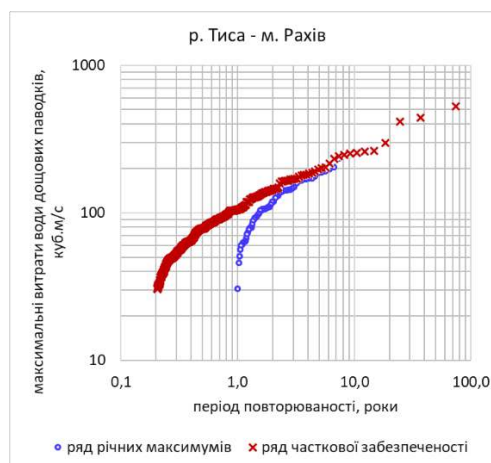
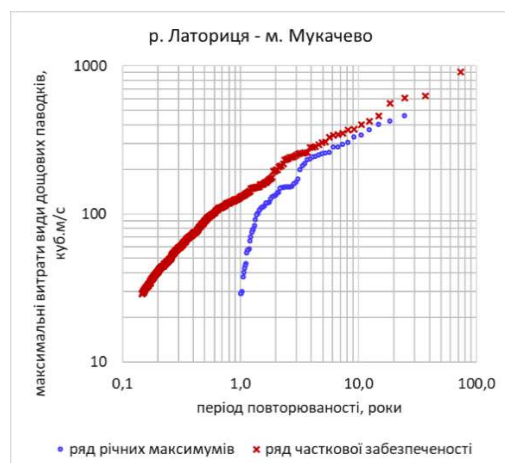
Ряди часткової забезпеченості включають усі значення, що перевищують деяке граничне значення. Як правило, воно відповідає найменшому значенню з ряду максимальних річних витрат [8]. Довжина таких рядів перевищує кількість років вихідної вибірки, тому що максимумів за теплий період року, що перевищують граничне значення, можна виділити декілька. Також треба зазначити, вони не можуть бути графічно представлені як залежність витрат від щорічної ймовірності. Вони мають бути представлені залежно від періоду повторюваності.

Загалом, перший крок аналізу повторюваності полягав у порівнянні значень максимальних витрат на обраному посту та їх ранжируванні від найбільшої витрати до найменшої.

Найбільша максимальна середньодобова витрата дощового паводку за весь період спостережень на посту *р. Уж–м. Ужгород* зафіксована у 1980 р. і склала 735 м<sup>3</sup>/с, найменший максимум (граничне значення) спостерігався у 2018 р. і становив 34,2 м<sup>3</sup>/с. Найбільша максимальна середньодобова витрата на пості *р. Латориця – м. Мукачево* за весь період спостережень зафіксована у 1998 р. – 913 м<sup>3</sup>/с, граничне значення максимуму спостерігалось у 1961 р. – 28,7 м<sup>3</sup>/с. На пості *р. Ріка – смт Міжгір'я* найбільша максимальна середньодобова витрата зафіксована у 1998 р. і склала 347 м<sup>3</sup>/с, найменший максимум спостерігався у 1946 р. – 22,6 м<sup>3</sup>/с. Найбільша максимальна середньодобова витрата на пості *р. Тересва – смт Усть-Чорна* за весь період спостережень зафіксована у 1998 р. – 442 м<sup>3</sup>/с, граничне значення максимуму спостерігалось у 1961 р. – 25,6 м<sup>3</sup>/с. Найбільша максимальна середньодобова витрата на пості *р. Тиса – м. Рахів* за період спостережень зафіксована у 1998 р. і склала 529 м<sup>3</sup>/с, граничне значення максимуму спостерігалось у 1961 р. і становило 30,5 м<sup>3</sup>/с.

В результаті, ряди максимальних середньодобових витрат води за теплий період (багаторічний ряд) для всіх постів склали 73 значення. Ряди часткової забезпеченості для досліджуваних постів різної довжини від 313 (р. Тересва – смт Усть-Чорна) до 502 (р. Латориця – м. Мукачево) значень.

За сформованими рядами обчислено періоди повторюваності за формулою (2) та побудовано залежності між витратами рядів річних максимумів дощових паводків і часткової забезпеченості з періодами їх повторюваності (рис.).



**Рис. Графіки повторюваності річних максимумів дощових паводків і часткової забезпеченості для р. Латориця – м. Мукачево та р. Тиса – м. Рахів**

Як бачимо з рис., в полі графіка ряду часткової забезпеченості набагато більше точок. Аналізуючи графіки повторюваності річних максимумів дощових паводків і часткової забезпеченості для всіх досліджуваних річок можна помітити наступні особливості: 1) витрати повторюваністю менше 10 років відрізняються для повного ряду щорічних максимальних витрат і ряду часткової забезпеченості; 2) багато значень мають період повторюваності менше року, а це означає, що такі максимальні витрати води дощових паводків спостерігаються частіше ніж раз на рік.

**Висновки.** Аналіз повторюваності дощових паводків в басейні р. Тиса в межах України дозволив отримати дані про потенційно можливі паводки для оцінювання характеру можливих таких паводків у майбутньому. Такий аналіз є важливим, тим паче, що басейн р. Тиси вважається одним з найбільш паводконебезпечних не тільки в Україні, а й в Європі .

Побудовані графіки повторюваності максимумів дощових паводків показують, що порівняно з рядами щорічних максимальних витрат, ряди часткової забезпеченості краще описують незначні паводки, і особливо з коротким періодом повторюваності. На графіках для рядів часткової забезпеченості можуть бути максимальні витрати з періодами повторюваності менше року.

### **Список використаних джерел**

1. Бойко В.М., Кульбіда М.І. Гідрологічний аналіз високого тало-дощового паводка на Закарпатті у березні 2001 р. та проблеми оперативного прогнозування // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001. Т. 2. С. 272-278.
2. Бойко В.М., Кульбіда М.І., Сусідко М.М. Визначний дощовий паводок на річках Закарпаття в листопаді 1998 р. // Наук. пр. УкрНДГМІ, 1999. Вип.247. С. 91-101.
3. Дячук В. А., Сусідко М. М. Паводки в Закарпатті та причини їх виникнення /// Укр. геогр. журн. 1999. № 1. С. 48-51.
4. Загальна характеристика поверхневих та підземних вод району річкового басейну р. Тиса. – URL: [https://buvrtyrsa.gov.ua/newsite/?page\\_id=18150](https://buvrtyrsa.gov.ua/newsite/?page_id=18150).
5. Каталог характеристик дощових і сніго-дощових паводків на річках Карпатського регіону за 1989-2002рр. / М.М.Сусідко, С. О.Полякова, А.В.Щербак // Наук. пр. УкрНДГМІ, 2006. Вип. 255. С. 299-310.
6. Кушлик–Дивульська О.І., Поліщук Н.В., Орел Б.П., Штабальок П.І. Теорія ймовірностей та математична статистика. К.:НТУУ «КПІ», 2010. 136 с.
7. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник. СПб.: изд. РГГМУ. 2007. 279 с.
8. Flood Frequency Analysis: International Edition (Аналіз повторюваності паводків: міжнародна версія). DL Course in Hydrology

- RA-II /RA-VI- 2021/ WMO and University Corporation for Atmospheric  
Research – URL:  
[https://www.meted.ucar.edu/hydro/basic\\_int/flood\\_frequency\\_ru/navmenu.  
php](https://www.meted.ucar.edu/hydro/basic_int/flood_frequency_ru/navmenu.php)