

УДК 556.35 + 556.121

Ющенко Ю.С., Настюк М.Г.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федъковича

ВПЛИВ ЗЛИВОВИХ ОПАДІВ НА ФОРМУВАННЯ ВИСОКИХ ПАВОДКІВ У БАСЕЙНАХ ВЕРХНЬОГО ПРУТУ ТА СІРЕТУ

Ключові слова: *річковий водозбір; зливові опади; ізогіст; витрата води; коефіцієнт кореляції*

Актуальність теми. Дослідженням паводків на річках Українських Карпат приділяється значна увага, присвячено багато публікацій. Водночас залишається ряд проблем і питань методичного, теоретичного, прикладного характеру, які ще потребують поглиблених досліджень, розв'язання.

Підходи до розрахунку та прогнозу паводків сформовані протягом середини – другої половини двадцятого століття. Вони також удосконалюються у теперішній час. Водночас більшість дослідників, спеціалістів прийшли до висновку, що точність визначення максимальних паводкових витрат води (та відповідних інших характеристик) не перевищує 20%. Також відомо, що вершини високих паводків практично не охоплені гідрометричними вимірюваннями. Тому актуальним та інформативним може бути питання аналізу прямих зв'язків між сумами опадів у відносно невеликих басейнах та витратами води у замикаючих створах.

Огляд наукових публікацій. У Передкарпатті паводки на річках формуються опадами зливового характеру. У гідрології [4, 7] межа зливових та облогових дощів характеризується інтенсивністю 2 мм/год. У теперішній час в Україні подібний критерій використовують для характеристики стихійних гідрометеорологічних явищ [16]: ≥ 30 мм за період ≤ 12 годин. У монографіях [12, 18] такі опади названі «сильними дощами». У монографії [8] такі опади також називаються сильними або дуже сильними дощами. Таким чином, межа 25-30 мм за пів доби може характеризувати достовірне утворення паводків на середніх та великих річках (на малих річках процеси відбуваються швидше – за години і менше). Інтенсивності дощів у 2 мм/год, при повному їх переході у стік води в басейнах річок, відповідають модулі стоку $555,6 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$. При коефіцієнті стоку 0,9 модуль стоку буде приблизно $500 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$. Такі модулі часто спостерігаються у басейнах Карпатських річок. Вони у 15-20 разів перевищують значення середніх багаторічних модулів.

Максимальні спостережені добові суми опадів у пунктах спостережень в Українських Карпатах змінюються приблизно від 120 до 300 мм [19]. Це

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

означає годинну інтенсивність від 5 мм до 12,5 мм. Інтенсивні дощі тривають більше ніж одну добу. Їх описують за допомогою сумарних ізогієт. Такого роду дані наведені у багатьох наукових публікаціях [1–3, 6, 9, 10, 13, 15, 17].

За період інтенсивного паводку у Передкарпатті у липні 2008 року суми опадів за період 12 год становили 65–112 мм. У розрахунку на годинну інтенсивність опадів становить – 5,4–9,3 мм.

Менші паводки утворюються за рахунок опадів меншої інтенсивності. Вони також можуть випадати на менших територіях.

Мета і завдання дослідження. Метою даного дослідження є виявлення та аналіз зв'язків між сумами зливових опадів у басейнах річок та витратами води у замикаючих створах (на прикладах Верхнього Пруту та Верхнього Сірету).

Основні завдання:

- сформувати банк даних про кількість опадів під час інтенсивних зливових дощів у досліджуваних басейнах;
- побудувати графіки зв'язку між кількістю опадів та витратами води у замикаючих створах;
- проаналізувати отримані зв'язки.

Виклад результатів дослідження. Під час пошуків та первинного аналізу вихідної інформації ми зіштовхнулися із проблемою, що пов'язана з малою її кількістю стосовно опадів під час паводків 1908, 1911, 1927, 1941, 1948 років. Також не було можливості отримати інформацію про опади під час паводку 1974 року. Дані паводки були виключені з аналізу, оскільки інформація про опади, а саме просторове розміщення опадомірних пунктів та їх кількість не дозволяє отримати надійну картину розподілу сумарних шарів. Для решти випадків кількість пунктів спостереження за опадами в басейнах Верхнього Пруту та Сірету складає від 25 до 50, що дозволяє отримати хороші результати з мінімальною похибкою.

Для побудови картосхем використовувалося програмне забезпечення Golden Software – Surfer 9.0. При виконанні даної роботи в Surfer 9.0 було імпортовано карту гідрологічної мережі басейнів Верхнього Пруту та Сірету із системи автоматичного робочого місця моніторингу гідрологічних явищ Чернівецького обласного центру з гідрометеорології МНС України.

В побудові картосхем розподілу опадів використовувалися матеріали спостережень метеорологічних станцій та гідрологічних постів, які розташовані на території Закарпатської, Івано-Франківської, Чернівецької областей. При аналізі паводків 2010 року було використано дані спостережень за опадами метеорологічних станцій республіки Молдова та гідрологічних постів в басейні р. Сірет, р. Сучава на території Румунії.

Інтервали між ізолініями встановлювалися з урахуванням просторового розподілу, амплітуди зміни опадів та становили 5, 10 мм.

Для басейну Верхнього Пруту та Сірету побудовано 15 картосхем розподілу сумарних опадів під час формування найбільших паводків другої половини ХХ - поч. ХХІ ст. (рис.1).

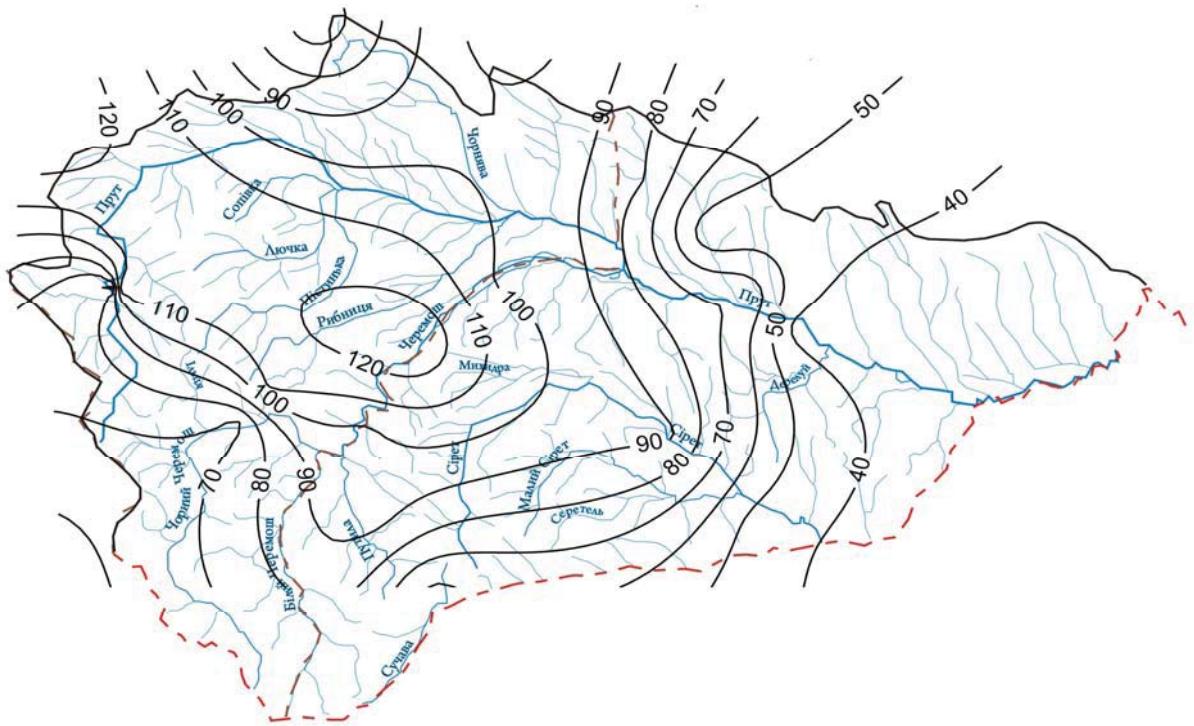


Рис. 1. Розподіл опадів на території Верхнього Пруту та Сірету 25 липня 2008 року

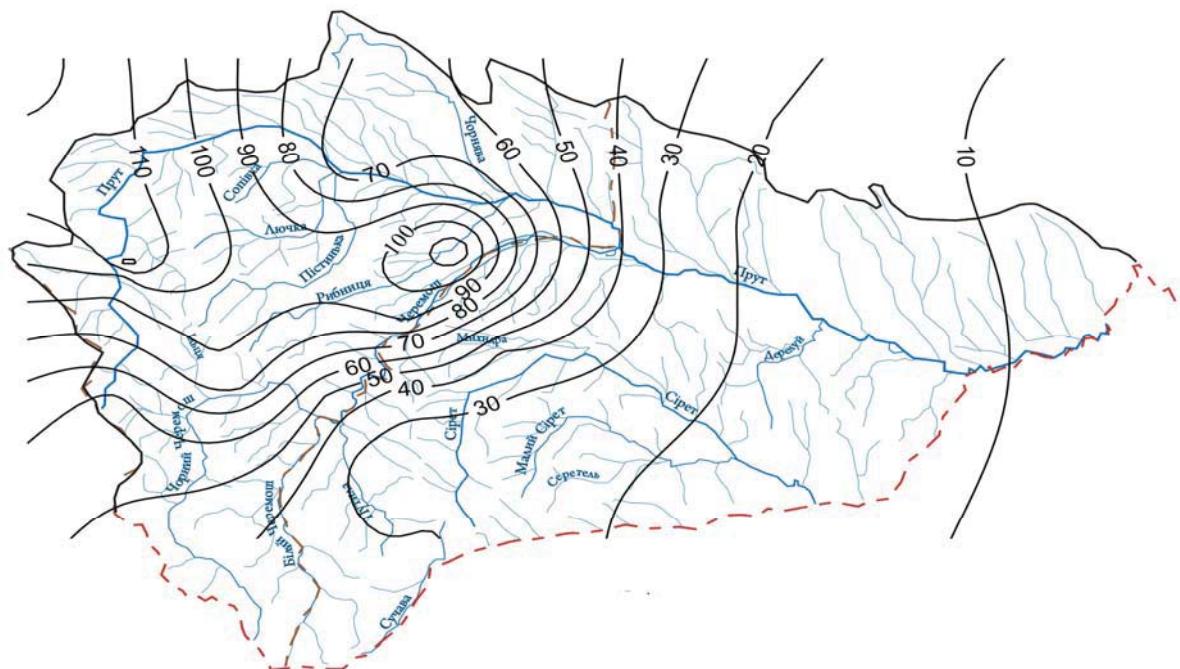
У басейні Пруту високі паводки формуються в двох районах – верхів'ях самого Пруту та його притоки – Черемошу. В залежності від співпадіння хвиль паводків, що надходять з цих частин водозбору у часі, формується максимальна висота паводків на ділянці Пруту нижче впадіння Черемошу. Високі дощові паводки формуються при випадінні сильних опадів протягом 2–3 діб. У період високих дощових паводків територія відносно рівномірно охоплена дуже сильними зливовими опадами.

При виконанні дослідження нами були виділені паводки, коли територія охоплена сильними та дуже сильними зливовими опадами розташована у гірській частині водозборів Пруту (верхів'я Пруту та Черемошу) та Сірету (рис. 2 і 3).

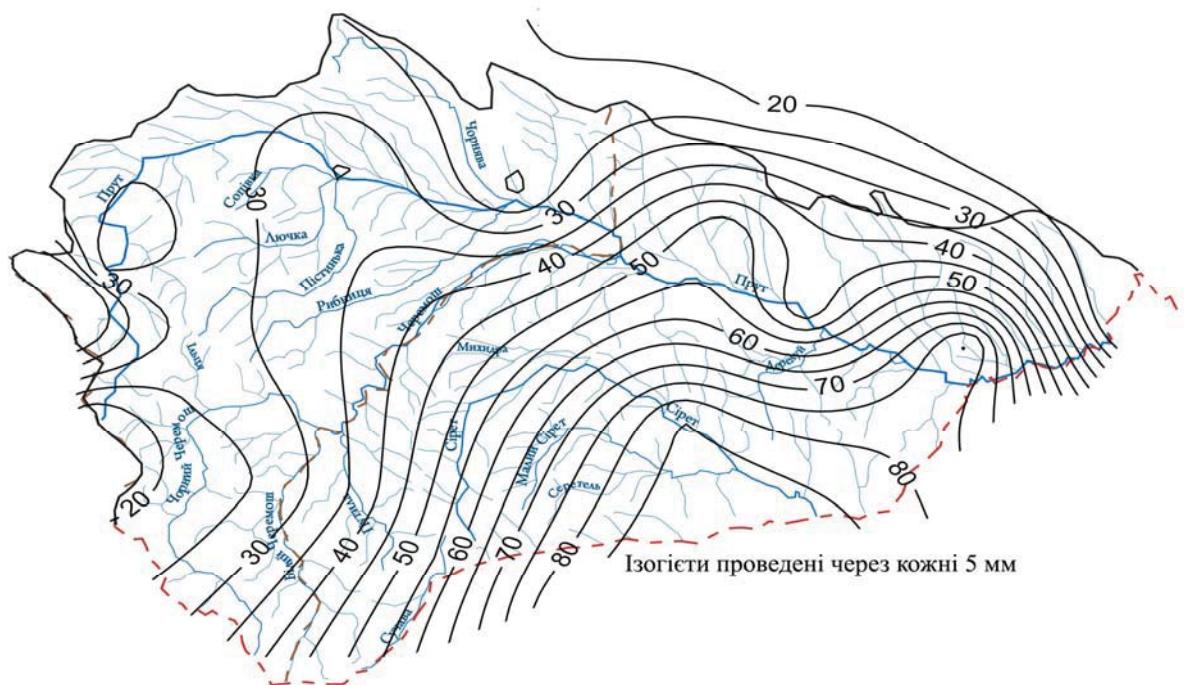
При виконанні аналізу просторового розподілу опадів на території водозбору Верхнього Пруту та Сірету доцільно використовувати матеріали спостережень за кількістю опадів гідрологічних постів на р. Сучава та р. Сірет в Румунії. Детальний аналіз нами проведено для паводку 29 червня 2010 року, коли було використано дані щодо кількості опадів на гідрологічних пунктах спостережень Ізвоареле-Сучевей, Бродіна, Сірет (Румунія).

Картосхеми ізогієт накладаються на картосхеми басейнів, що відповідають різним пунктам гідрологічних спостережень як замикаючим створам. На побудованих картосхемах розподілу опадів територію водозбору Пруту та Сірету перетинає 7 – 15 ізогієт, що є достатнім для розрахунку величини середньої кількості опадів. Площі між сусідніми ізогієтами нумерувалися та вимірювалися палеткою. На основі даних про ізогієти розраховані вагові значення сум опадів за періоди формування паводків у

наступних водозборах: р. Прут до гідрологічного поста Яремче – 597 км²; р. Прут до гідрологічного поста Чернівці – 6890 км²; р. Черемош до гідрологічного поста Устеріки – 1500 км²; р. Чорний Черемош до гідрологічного поста Верховина – 657 км²; р. Білий Черемош до гідрологічного поста Яблуниця – 552 км²; р. Путила до гідрологічного поста Путила – 181 км²; р. Ільця до гідрологічного поста Ільці – 81,6 км²; р. Дерелуй до гідрологічного поста Молодія – 289 км²; р. Сірет – до гідрологічного поста Сторожинець – 672 км². Це пости, де проводяться вимірювання витрат води.



**Рис. 2. Розподіл опадів на території басейнів Верхнього Пруту та Сірету
8 липня 2010 року**



**Рис. 3. Розподіл опадів на території басейнів Верхнього Пруту та Сірету
28 - 29 червня 2010 року**

Для кожного із басейнів також було розраховано шар атмосферних опадів для доби з максимальною їх кількістю. Кількість розрахованих добових максимумів опадів для різних басейнів складає від 10 (р. Путила – смт. Путила) до 21 (р. Білий Черемош – с. Яблуниця, р. Черемош – с. Устеріки). Для даного аналізу бралися як паводки, що охоплювали весь водозбір Верхнього Пруту та Сірету, так і регіональні паводки, що охоплювали частину басейну Верхнього Пруту та Сірету.

Для річки Путила – смт. Путила невелика кількість обрахованих величин пояснюється низькою якістю гідрометеорологічних спостережень, що виконувалися на гідрологічному посту Путила в другій половині ХХ ст. Для басейну р. Дерелуй – с. Молодія середні значення максимальної добової кількості опадів розраховано під час формування одинадцяти паводків, що пояснюються незначним періодом гідрометеорологічних спостережень на території водозбору річки.

Наступний етап роботи полягає у дослідженні залежностей максимальних витрат води у створах гідрологічних спостережень від максимальних добових кількостей опадів у відповідних водозборах (рис.4).

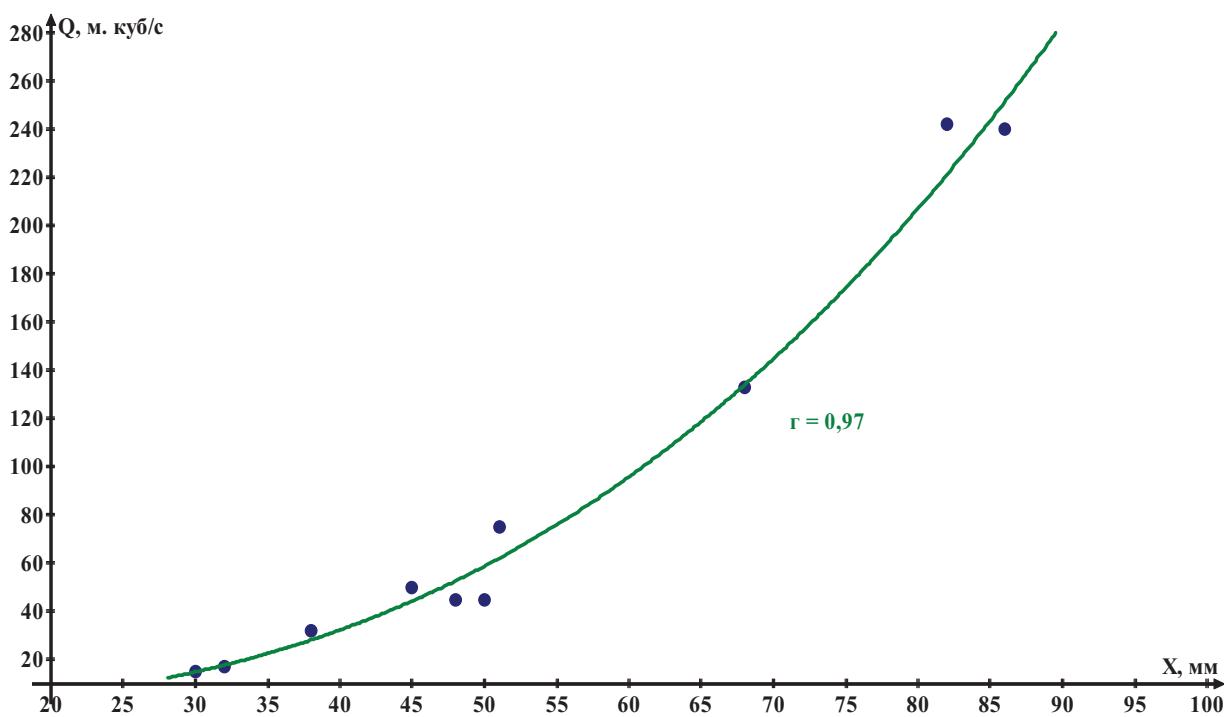


Рис. 4. Графік залежності максимальної витрати води та добових максимумів опадів, р. Путила – смт. Путила

Графіки залежностей показали досить чіткі залежності між змінними величинами. Для оцінки їх тісноти зв'язку були розраховані парні коефіцієнти кореляції (табл. 1).

Таблиця 1. Коефіцієнти кореляції максимальних витрат води з максимальною добовою кількістю опадів

Річка, пункт	Площа басейну, км ²	Коефіцієнт кореляції (r)Q _{max-f X}
р. Сірет – м. Сторожинець	672	0,90
р. Прут – м. Яремча	597	0,94
р. Прут – м. Чернівці	6890	0,92
р. Дерелуй – с. Молодія	289	0,83
р. Черемош – с. Устеріки	1500	0,75
р. Білий Черемош – с. Яблуниця	552	0,87
р. Чорний Черемош – смт Верховина	657	0,94
р. Ільця – с. Ільці	81,6	0,94
р. Путила – смт Путила	181	0,97

Найнижчий коефіцієнт кореляції 0,75 було отримано для гідрологічного поста Устеріки, що можна пояснити складністю вимірювання витрат води при проходженні паводків.

Залежності для конкретних гідростворів (басейнів) бажано територіально узагальнювати. Для цього дещо умовно виділено три категорії водозборів: 1 – малі, до 200 км²; 2 – середні, від 200 до 2000 км²; 3 – великі > 2000 км². Відповідні дані нанесено на загальний графік (рис.5). Як бачимо, вони дають ще кращі результати ніж для окремих пунктів. Таким чином, відповідний шлях дослідження є перспективним.

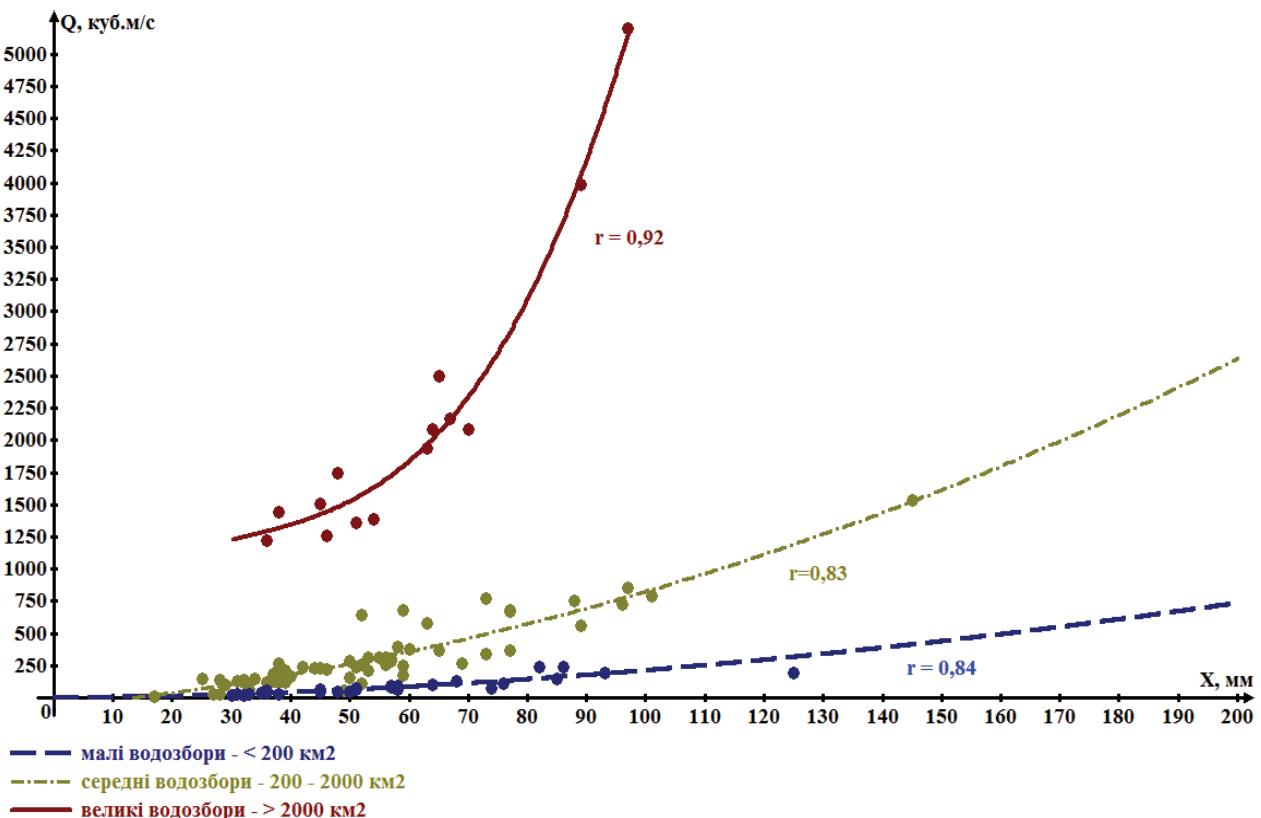


Рис. 5. Графіки залежностей максимальних витрат води та добових максимумів опадів для відповідних категорій водозборів

Виходячи з достатньо високої тісноти зв'язків між опадами та витратами води також можна запропонувати використовувати відповідне оперативне прогнозування паводків, небезпечних ситуацій на річках, попередження про них.

Висновки. За останні десятиліття (50–60 років) мережа метеорологічних спостережень за опадами у районі басейнів Верхнього Пруту та Верхнього Сірету є достатньою для того, щоб досить детально описувати характер розподілу зливових опадів за допомогою карт ізогієт. Також є дані про зміни інтенсивності опадів, південної та добові їх суми. За попередній період картосхеми носять більш орієнтовний характер.

Між сумами зливових опадів у басейнах, що відповідають пунктам гідрологічних спостережень, та опублікованими даними про максимальні витрати води високих паводків виявлено досить тісні зв'язки.

Коефіцієнти кореляції становлять 0,85 – 0,90. Це не нижче ніж у існуючих моделях стоку. Особливою проблемою при цьому залишається охоплення гідрологічними вимірюваннями максимальних (паводкових) витрат води.

Територіальне узагальнення зв'язків, отриманих для окремих пунктів спостережень (басейни) також є перспективним. При цьому слід враховувати певні градації величини водозборів. На основі отриманих зв'язків можна розробити систему оперативного попередження про паводки та прогнозування їх величини, особливо для малих водозборів

Список літератури

1. Бабиченко В. Н. Особо обильные осадки в Карпатах / В. Н. Бабиченко, И. Д. Лоева / Метеорология и гидрология. – 1967. – №12. – С. 51–56.
2. Богатырь Л. Ф. Влияние орографии на распределение осадков в Украинских Карпатах и предгорьях в теплое время года / Л. Ф. Богатырь, А. И. Ромов // Тр. УкрНИГМИ. – 1971. – Вып. 108. – С. 26–40.
3. Вишневський П. Ф. Зливи і зливовий стік на Україні / П. Ф. Вишневський. – К. : Наук. думка, 1964. – 291 с.
4. Владимиров А. М. Гидрологические расчеты / А. М. Владимиров. – Л. : Гидрометеоиздат, 1990. – 365 с.
5. Гідрометеорологічні умови формування та проходження дощових паводків на річках Карпат у липні 2008 року : тех. звіт Українського гідрометеорологічного центру. – К., 2008. – 48 с.
6. Голуб Е. В. К вопросу о наибольших суточных количествах осадков за год в Украинских Карпатах / Е. В. Голуб // Метеорология, климатология и гидрология. – 1969. – Вып 5. – С. 42–47.
7. Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты / И. Ф. Горошков. – Л. : Гидрометеоиздат, 1979. – 430 с.
8. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В. В. Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
9. Заболоцька Т. М. Небезпечно сильні опади в Україні та можливі причини їх утворення / Заболоцька Т. М., Підгірська В. М., Шпиталь Т. М. // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2006. – Вип. 255. – С. 25–41.
10. Кирилюк М. І. Водний баланс та якісний стан водних ресурсів Українських Карпат / М. І. Кирилюк. – Чернівці : Рута, 2001. – 264 с.
11. Кліматологічні стандартні норми (1961–1990 рр.) Український науково-дослідний гідроіметеорологічний інститут - Центральна геофізична обсерваторія. - К.: – 2002. – 446 с.
12. Логвинов К.Т. Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах / К.Т. Логвинов, А.Н. Раевский, М.М. Айзенберг– Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – 198 с.
13. Лютик П.М. Экспедиционные исследования выдающихся паводков в Карпатах и определение их максимальных расходов / П.М. Лютик– Тр. УкрНИИ, 1972. – Вып. 116. – с. 25 – 34.
14. Лютик П.М. Экспедиционные исследования выдающихся паводков в Карпатах и определение их максимальных расходов / П.М. Лютик– Тр. УкрНИИ, 1972. – Вып. 116. – с. 25 – 34.
15. Лютик П.М. Расчетные

характеристики дождевых осадков в Украинских Карпатах / П.М. Лютик, Е.Н. Киптенко, В.Т. Бедратенко // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып.119. – С. 19 – 32. **16.** Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки / Випуск 1, Частина I Метеорологічне забезпечення та обслуговування – К.: Державна гідрометеорологічна служба, 2006. – 32 с. **17.** Соседко М.Н. Особенности пространственной структуры полей осадков на территории Украинских Карпат / М.Н. Соседко /Тр. УкрНИГМИ. – 1980. – Вып. 180. – С. 81– 85. **18.** Стихійні метеорологічні явища на території України за останнєдвацятиріччя (1986 - 2005рр.) / за ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко - К.: Ніка - Центр, 2006. - 312 с.**19.** Тепловой и водный режим Украинских Карпат / Под. ред. Л.И. Сакали. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 366 с. **20.** Чеботарев А.И. Общая гирдорология (воды суши) / А.И.Чеботарев – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 530 с.

Вплив зливових опадів на формування високих паводків у басейнах Верхнього Пруту та Сірету

Ющенко Ю.С., Настюк М.Г.

У даному дослідженні систематизовано і проаналізовано дані про опади під час формування високих паводків у басейнах Верхнього Пруту та Верхнього Сірету. На основі гідрометеорологічної інформації за допомогою програмного забезпечення створено карти розподілу опадів на досліджуваній території. Побудовано та проаналізовано зв'язки максимальних витрат води з максимальною добовою кількістю опадів. Проаналізовано якість отриманої гідрологічної інформації щодо витрат води.

Ключові слова: річковий водозбір; зливові опади; ізогіст; витрата води; коефіцієнт кореляції.

Влияние ливневых осадков на формирование высоких паводков в бассейнах Верхнего Прута и Сирета

Ющенко Ю.С., Настюк М.Г.

В данном исследовании систематизированы и проанализированы данные об осадках при формировании высоких паводков в бассейнах Верхнего Прута и Верхнего Сирета. На основе гидрометеорологической информации с помощью программного обеспечения созданы карты распределения осадков на исследуемой территории. Построены и проанализированы связи максимальных расходов воды с максимальным суточным количеством осадков. Проанализировано качество полученной гидрологической информации по расходам воды.

Ключевые слова: речной водосбор; ливневые осадки; изогиеты; расход воды; коэффициент корреляции.

Effect of storm rainfall in major floods in the basins of the Upper Prut and Siret

Yushchenko J., Nastyuk M.

In this study, systematized and analyzed data on precipitation during the formation of large floods in the basins of the Upper Prut and Siret Upper. On the basis of hydrometeorological information using software created maps of the distribution of precipitation in the investigated area. Constructed and analyzed the relationship of maximum water flow with a maximum daily rainfall. Analyzed the quality of the received hydrological information on water consumption.

Keywords: river basin; storm precipitation; isohyets; water flow; the correlation coefficient.

Надійшла до редколегії 18.07.2012