

Є.Д. Гопченко, д.г.н., І.В. Катинська
Одеський державний екологічний університет

МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВОДИ р. ТИСА НА ДІЛЯНЦІ м. РАХІВ – м. ЧОП

Стаття присвячена встановленню емпіричних залежностей між показниками мінералізації і витратами води, дослідженню мінливості характеристик мінералізації води р. Тиса.

Ключові слова: мінералізація води, коефіцієнти варіації, емпіричні залежності, трансгранична річка.

Вступ. Не зважаючи на те, що накопичені численні матеріали спостережень щодо мінералізації річок, систематизовані узагальнення у багатьох випадках майже відсутні. Значною мірою це стосується річок Закарпаття, однією з найбільших серед них є трансгранична водна артерія – р. Тиса з притоками.

Басейн р. Тиса розташований на території п'ятих держав: України, Румунії, Словаччини, Угорщини і Сербії.

Утворюється вона злиттям річок Чорна Тиса і Біла Тиса (у 4 км вище м. Рахів), а впадає в р. Дунай з лівого берега. Загальна довжина річки 966 км, площа водозбору $\approx 157000 \text{ км}^2$, в межах України, відповідно, 201 км і 12700 км^2 , загальне падіння річки – 336 м, середній уклон – 1,2‰.

По території України р. Тиса протікає головним чином в західному напрямку, частково по кордону з Угорщиною та Румунією (рис. 1).

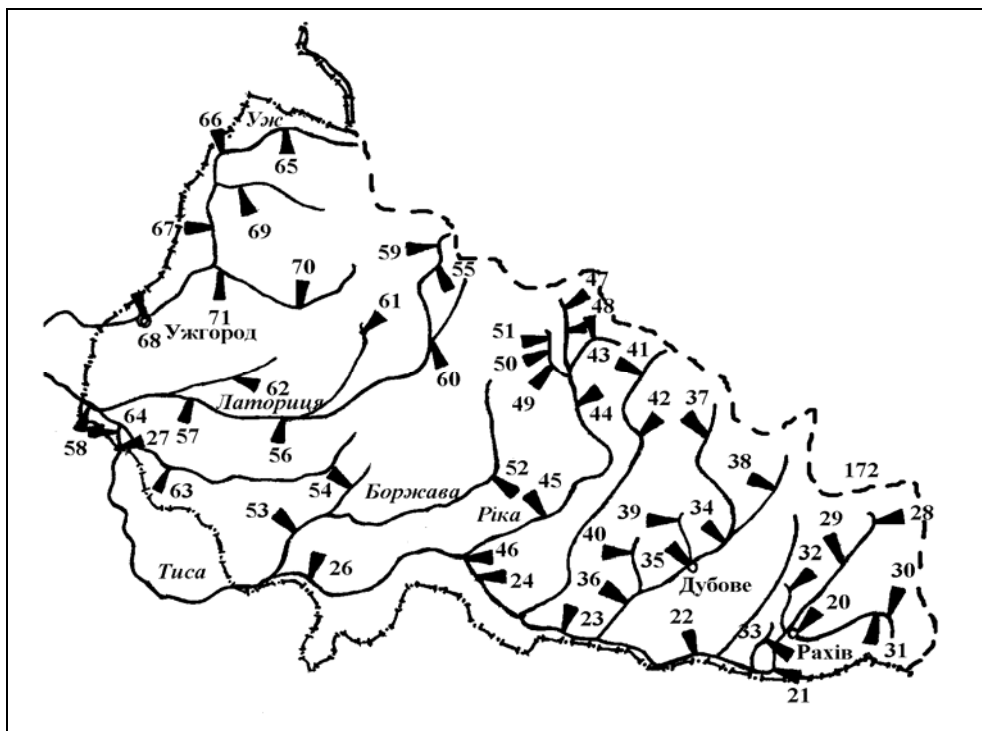


Рис. 1 – Гідрографічна мережа в басейні р. Тиса.

Абсолютні відмітки місцевості коливаються від 102 до 2061 м, тому кліматичні характеристики різних частин басейну дуже відрізняються.

Найбільша кількість опадів припадає на східну частину басейну, зокрема, у верхів'ях річок Тересва і Теребля – до 1500 мм на рік. З просуванням до низовини їх кількість зменшується до 700 мм.

Ґрунтоутворюючі породи – четвертинні відклади і продукти вивітрювання третинних осадових порід. На закарпатській низовині поширені давньоалювіальні суглинкові і супіщані відклади надзаплавних терас, сучасні ж заплавні тераси складені галечниками і супісками. В умовах посиленої промивчастості формується підзолистий процес, при застої вод у ґрунті розвивається оглеїння. Ґрунтовий шар у басейні р. Тиса незначний (50-60 см) і характеризується великою розмаїтістю.

За механічним складом ґрунти належать до піщано-легкосуглинкових і середньосуглинкових, пильовато-середньосуглинкових і потужносуглинкових; у гірських районах іноді є домішки щебеню.

Розподіл і зміна рослинності по території Закарпаття пов'язані зі зміною кількості тепла і вологи, тому на рівнині зміна рослинного покриву підпорядкована горизонтальній зональності, в гірських системах – вертикальній поясності. Характерний ряд поясів: передгірський (широколистяні ліси), низькогірський (букові ліси), верхньогірський (темнохвойні ліси), субальпійський (соснове криволісся), високогірський (мохово-лишайникові верещатники і лучні пустища).

Одним з вирішальних факторів у сучасному територіальному розміщенні рослинного покриву є господарська діяльність людини. Під її впливом зменшилася лісистість передгірських і низькогірських районів, значно знизилася верхня межа лісу, змінилися видовий склад, просторова структура та продуктивність лісових і лучних співтовариств.

В 2002 році Кабінет Міністрів України затвердив Державну програму «Ліси України», що визначає розвиток лісового господарства країни до 2015 року.

Об'єкти вимірювання характеристик гідрохімічного режиму води р. Тиса. Систематичні вимірювання гідрохімічних показників у воді р. Тиси здійснюються у 5 пунктах, короткий опис яких наводиться нижче.

1. р. Тиса – м. Рахів. У пункті 2 створи. Перший розташований на відстані 600 м вище за місто, другий на 3 км нижче (0,2 км нижче за місце злиття річок Чорна Тиса і Біла Тиса). Головні джерела надходження забруднювальних речовин – житлово-комунальне господарство, лісокомбінат, картонна фабрика.

2. р. Тиса – м. Тячів. У пункті один створ, розташований в межах міста, у 2 км нижче впадання р. Тячівець. Головне джерело надходження забруднювальних речовин – житлово-комунальне господарство.

3. р. Тиса – м. Хуст. У пункті один створ, розташований в межах міста (0,5 км вище гирла р. Ріка). Головне джерело забруднень – житлово-комунальне господарство.

4. р. Тиса – смт Вілок. У пункті один створ, розташований в межах смт.

5. р. Тиса – м. Чоп. У пункті один створ, розташований на кордоні з Угорщиною. Головне джерело забруднень – житлово-комунальне господарство.

Характерною рисою річок Закарпаття є значна мінливість в часі гідрологічних характеристик – добре виражений паводковий режим з різкими коливаннями стоку води, наносів і інтенсивності руслових процесів.

Хімічний склад води річок і тимчасових водотоків цієї території змінюється в часі залежно від переважання в річковому стоці вод різних генетичних категорій: поверхневих, ґрунтово-поверхневих, підземних. У період весняного водопілля (лютий-березень) відбувається сніготанення і дошові опади, коли проходить до 50-80% стоку річок. Формування хімічного складу відбувається під впливом вод поверхнево-

схилового стоку, що стікають по крижаній кірці або замерзлій поверхні, і вод ґрунтово-поверхневого стоку, що стікають у річки з відталих шарів ґрунту. Їхнє співвідношення й динаміка визначають загальний хімічний склад вод, але вплив ґрунтово-поверхневого стоку є більшим. Водопілля ускладнюється випаданням дощів і проходженням паводків.

Річки, водойми, підземні води області широко використовуються для питного і промислового водопостачання, зрошування, гідроенергетики, лісосплаву, рибо- і птахорозведення.

Техногенний вплив промислового виробництва, розвиток комунального і сільського господарства на річки взагалі і закарпатські, зокрема, суттєво зростає.

Вихідні дані по мінералізації води р. Тиси. Для обґрунтування розрахункових характеристик мінералізації і витрат води використовувались дані по гідрологічних постах р. Тиса. Вони охоплюють період по більшості постів, починаючи з 80-х років ХХ століття.

Методика дослідження й аналіз отриманих матеріалів по мінералізації води р. Тиса. В цілому, матеріали початкових даних представлені досить великою кількістю відібраних і опрацьованих проб води на вміст в ній гідохімічних показників, однак через різну періодичність їх відбору та неврахування тривалості руслового добігання води між гідрологічними постами, виникають певні труднощі їх аналізу, для подолання яких застосовуються науково-обґрунтовані методи дослідження.

Автори статті скористалися досвідом О.А. Альокіна [1]. Запропонований метод полягає у встановленні залежності між середньорічною мінералізацією і модулем стоку. Зокрема, ним узагальнені матеріали спостережень по 53 крупних і середніх річках колишнього СРСР. У цій же праці наводиться вдалий приклад залежності між мінералізацією і витратами води (по р. Дніпро – у м. Смоленська, 1950-1955 рр.). Описується вона рівнянням гіперболічного типу.

Побудовані по всіх гідрологічних постах на р. Тиса (окремо по верхніх і нижніх їх місцях положення) подібні залежності свідчать про одну особливість – вимірюваннями висвітлені головним чином меженні (або наближені до них) періоди, що утруднює опис їх характеру, в усьому діапазоні виміряних витрат води. У першому наближенні авторами прийняті лінійні рівняння вигляду

$$I = a - bQ, \quad (1)$$

де I – мінералізація води, мг/дм³; Q – витрата води при відборі проб, м³/с; a і b – емпіричні параметри.

Середні багаторічні верхні граничні значення мінералізації $a = I_0$ по довжині р. Тиса змінюються незначно – від 200 мг/дм³ (р. Тиса – м. Рахів, нижній пост) до 291 мг/дм³ (р. Тиса – м. Чоп). Коефіцієнти регресії залежностей $I = f(Q)$ коливаються у більш широкому діапазоні – від (-0,054) по посту смт Вілок до (-0,344) – по посту м. Тячів, нижній створ. Практично відсутня залежність по посту м. Чоп. По параметру $a = I_0$ слід також зауважити, що суттєвого впливу населених пунктів на значення мінералізації (по даних проб, відібраних вище та нижче міст і смт) не відзначається. Але по окремих пробах зафіксовані величини мінералізації, які в рази перевищують I_0 . Прикладом є дані відбору проб у м. Рахів станом на 23.12.1994 р. При витраті води $Q = 16,2$ м³/с в створі вище міста зафіксована мінералізація 1120 мг/дм³, а нижче міста – 1230 мг/дм³. На жаль, у цей день та у наближені дати вимірювання мінералізації не здійснювались не тільки на постах, що знаходяться нижче за течією р. Тиса, а навіть і у самому м. Рахів.

Для того, щоб дослідити особливості часових рядів мінералізації в окремих пунктах р. Тиса, авторами здійснені обчислення їх середньорічних значень у кожному році, використовуючи залежність (1) і значення параметрів a і b . У подальшому, застосовуючи статистичні методи (зокрема, метод моментів), були визначені середні багаторічні величини мінералізації \bar{I} і коефіцієнти варіації C_v . Типовий часовий хід середньорічних величин мінералізації води за період 1949-2007 рр. на р. Тиса ілюструється прикладом по посту м. Рахів, вище міста (рис. 2).

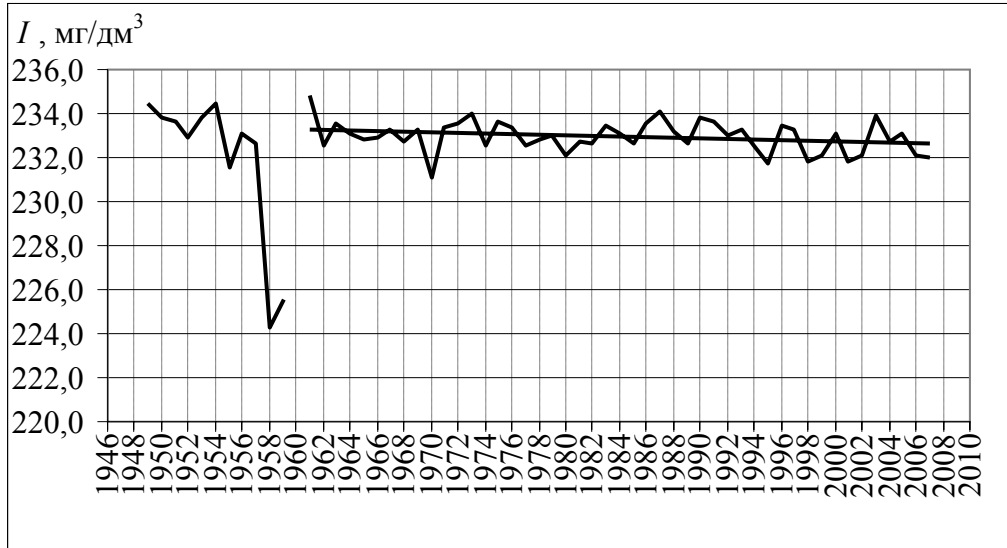


Рис. 2 – Часова змінність середньорічних величин мінералізації води (р. Тиса – м. Рахів, вище міста).

Внутрішньорічний розподіл мінералізації по довжині річки має майже однаковий характер (рис. 3).

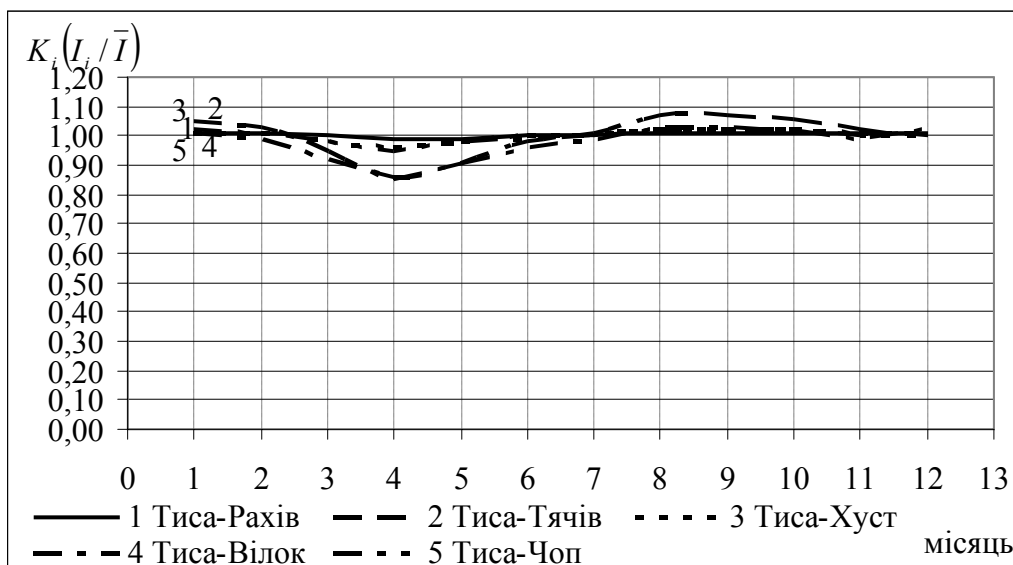


Рис. 3 – Часова мінливість середньобагаторічної мінералізації по постах р. Тиса.

Вихідні дані по кожному посту представлені у модульних коефіцієнтах, тобто у вигляді безрозмірного відношення ($K_i = \frac{I_i}{\bar{I}}$), де I_i – середні багаторічні величини мінералізації у i -тому місяці, мг/дм³; \bar{I} – середня багаторічна мінералізація в кожному пункті за період спостережень, мг/дм³. Як видно з рис. 3, тільки навесні (в період березень-травень) спостерігається деяке зменшення мінералізації (на 5-12%), а в інші місяці вона перебуває у межах норми – 1,00. Дещо більше виражена часова мінливість витрат води, про що свідчить рис. 4. З метою уніфікації даних вони представлені модульними коефіцієнтами ($K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}$), де Q_i – середні багаторічні витрати води в i -тому пункті, м³/с; \bar{Q} – середньобагаторічна величина витрати води у кожному пункті, м³/с.

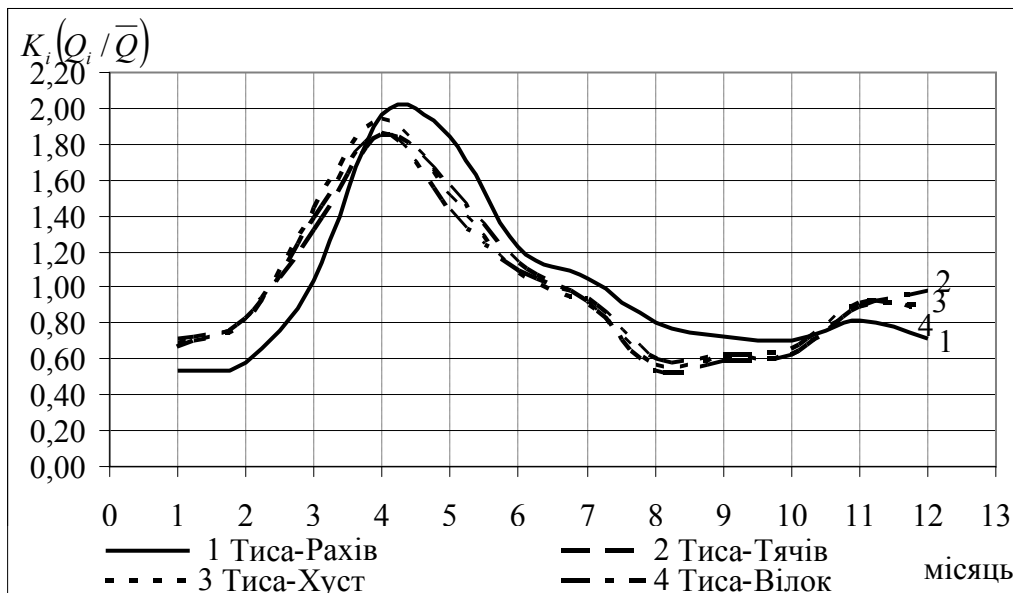


Рис. 4 – Часова мінливість середньобагаторічних витрат води по постах р. Тиса.

Має місце деяка закономірність збільшення мінералізації \bar{I} по довжині р. Тиса (рис. 5). По створах, які знаходяться вище населених пунктів \bar{I} зростає від 216 мг/дм³ (м. Рахів) до 335 мг/дм³ (м. Чоп). По постах, розташованих нижче населених пунктів у зміні \bar{I} спостерігається така ж закономірність, але на ділянці м. Рахів – м. Тячів мінералізація на вході в місто Рахів дещо менша, ніж на виході, а на ділянці м. Тячів – смт Вілок, навпаки – вища.

Коефіцієнти варіації місячних величин мінералізації $Cv(I)$ в цілому невеликі (рис. 6), але у внутрішньорічному розрізі є особливість. Найбільш низькі значення мінералізації притаманні пункту м. Рахів (0,012), найбільш високі (0,234) – пункту

м. Тячів, на інших постах $Cv(I)$ перебуває у межах 0,02-0,068. Спостерігається зростання коефіцієнтів варіації від зимових до літніх місяців.

Коефіцієнти варіації місячних величин води $Cv(Q)$ коливаються у значному діапазоні, порівняно з мінералізацією – від 0,35 до 1.19 (рис. 7). Найбільші значення $Cv(Q)$ притаманні водпостам м. Рахів і м. Тячів. Чітко простежується сезонність у часовому ході $Cv(Q)$. Підвищені $Cv(Q)$ мали місце у зимові місяці (січень-лютий), потім у весняний період (березень-травень) вони суттєво зменшуються, а починаючи з червня, знову підвищуються (причому, значно), наприкінці літнього сезону $Cv(Q)$ – дещо знижуються, а в зимові місяці (жовтень-грудень) знову зростають.

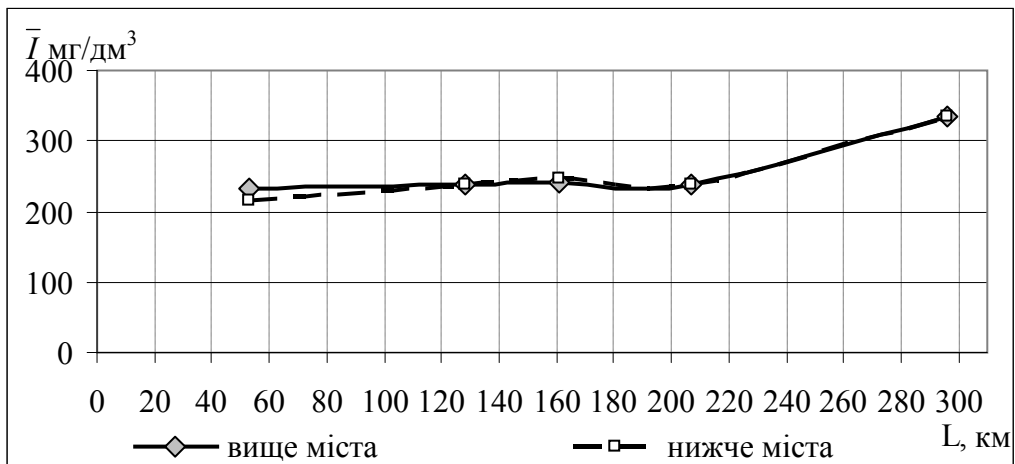


Рис. 5 – Зміна середніх багаторічних величин мінералізації по довжині р.Тиса.

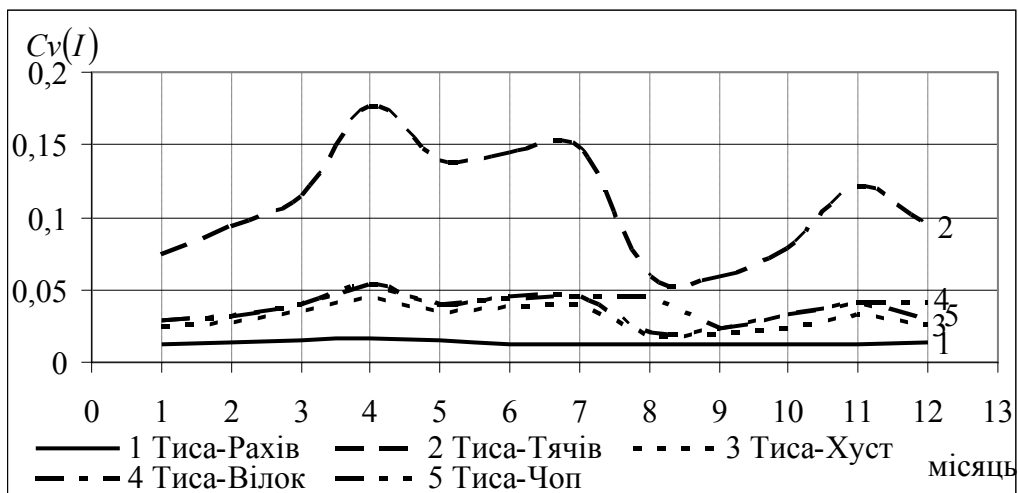


Рис. 6 – Часова змінність коефіцієнтів варіації в рядах мінералізації води р. Тиса (нижче населених пунктів).

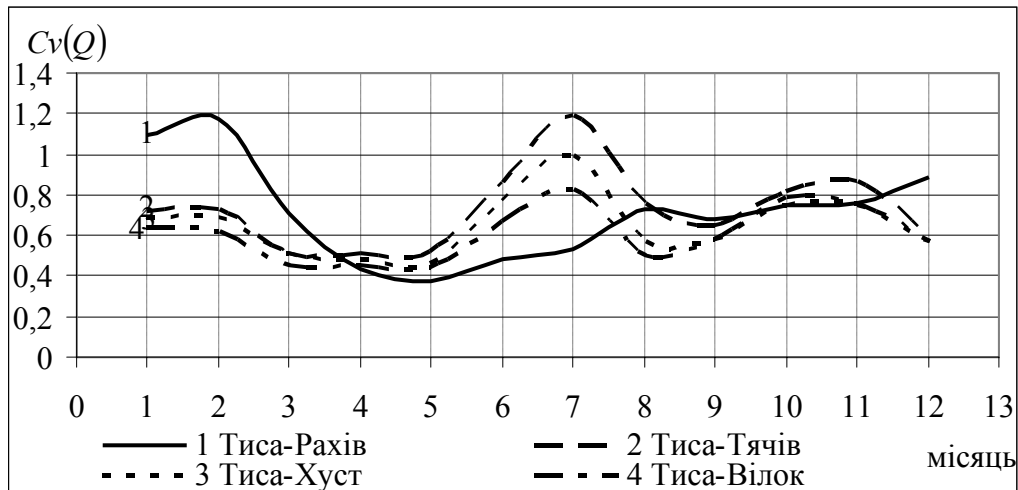


Рис. 7 – Часова змінність коефіцієнтів варіації в рядах витрат води по постах р. Тиса.

Висновки.

1) Авторами на основі встановлених емпіричних (лінійного типу) залежностей між величинами мінералізації і витратами води в окремих пунктах р. Тиси відновлені значення мінералізації по довжині річки.

2) Фонова мінералізація у середньообагаторічному вимірі поступово збільшується від м. Рахів до м. Чоп. Незначне збільшення мінералізації спостерігається під впливом стоків комунально-побутових скидів в населених пунктах.

3) Має місце внутрішньорічна нерівномірність у часових змінах мінералізації, причому мінімальні значення належать до весняного сезону.

4) Варіація у часових рядах місячних величин мінералізації виражена слабо, тоді як у витратах води вона на порядок більша.

5) Результати дослідження є досить важливими, у першу чергу, з точки зору організації моніторингу за якістю води у р. Тиса, особливо маючи на увазі її трансграничний статус (на спільних кордонах з Румунією, Угорщиною і Словаччиною).

6) Подальші дослідження пов'язані з оцінкою просторового розподілу мінералізації у межах річок басейну, а не тільки його головного водотоку р. Тиса.

Література

1. Алексин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 413 с.

Мінералізація води р. Тиса на участку г. Рахов – г. Чоп. Гопченко Є.Д., Катинська І.В.

Стаття посвячена установленню емпіричних залежностей між величинами мінералізації і расходами води, дослідженню змінливості характеристик мінералізації води р. Тиса.

Ключевые слова: мінералізація води, коефіцієнти варіації, емпіричні залежності, трансгранична река.

The mineralization of the river Tisa water on a river site Rahiv – Chop. Gopchenko E., Katynska I.

This article is devoted to establishment of empirical dependences between of the mineralization and water expenses, and characteristics changes research of water mineralization of river Tisa water.

Keywords: mineralization water, coefficients of variation, empiric dependences, transboundary river.