

Ірина Нетробчук,
Людмила Миколюк

Вплив гідрометеорологічних чинників на хімічний склад та якість води р. Турія

Представлено результати аналізу багаторічної динаміки річної кількості опадів, річної температури повітря басейну р. Турія за період 2007–2016 рр. З'ясовано їх відхилення від кліматичної норми та вплив на витрати води. Проаналізовано багаторічну динаміку коливань середньорічних показників хімічного складу води р. Турія в різні фази водного режиму. Виявлено тенденції в зменшенні величин загальної мінералізації води й концентрації головних іонів у періоди весняної повені та їх збільшенні під час літньої та осінньої межени. Визначено, що найбільші концентрації біогенних речовин фіксували в меженний період, а найменші – під час збільшення водності річки. Відзначена тенденція збільшення величин загальної мінералізації та вмісту біогенних елементів униз за течією річки. Кореляційним аналізом встановлено різні види взаємозв'язків між опадами, температурою повітря, витратами води й окремими показниками хімічного складу води. Побудовано лінії трендів (поліноми 4–6 порядку). Визначено якість води р. Турія за середніми величинами сольового складу та трофо-сапробіологічних показників. Результати дослідження будуть корисними для визначення пріоритетних проблем басейну річки і в науковому обґрунтуванні водоохоронних заходів.

Ключові слова: хімічний склад, мінералізація, головні іони, біогенні речовини, опади, температура повітря, витрата води, поверхневий стік, весняна повінь, межінь, якість, кореляція.

Постановка наукової проблеми та її значення. Важлива роль у формуванні хімічного складу та якості води належить гідрометеорологічним чинникам, що впродовж останніх двадцяти п'яти років зазнали певних кліматичних змін. Підвищення середньорічних температур повітря, збільшення випаровуваності, зміна у співвідношенні між випаданням рідких і твердих опадів, зменшення тривалості залягання стійкого снігового покриву призводять до змін водного стоку річок. Відповідно, змінюються хімічний склад і природна якість води, що є мінливими в часі й залежать від фаз водного режиму. Крім того, існує низка інших чинників: літологічний склад гірських порід, ґрунтовий покрив, рельєф, життєдіяльність рослинних і тваринних організмів та ін., що впливають на формування хімічного складу і якості води. Відтак постала необхідність дослідження впливу метеорологічних та гідрологічних чинників на динаміку хімічного складу і якості води р. Турія, що важливо в сучасних умовах кліматичних змін та набуває особливої актуальності.

Аналіз досліджень із цієї проблеми. Аналіз літературних джерел засвідчує: тривалий час питання якості води розглядали без урахування гідрометеорологічних чинників. Однак сьогодні, на думку Т. В. Соловей, сформувався усталена думка про те, що якість води визначається не лише обсягом хімічних речовин, а й гідрологічним режимом, що зумовлений, насамперед, кліматичними умовами. Так, вплив водного режиму на зміну хімічного складу та якості води річок басейну верхнього Пруту досліджувала Т. В. Соловей [8]. Вплив гідрологічних чинників на формування хімічного складу поверхневих вод розглянуто в працях В. І. Осадчого [7]. Значний внесок у дослідження гідрохімічного режиму і якості поверхневих вод України зробив В. К. Хільчевський [2]. Результати просторово-часового аналізу хімічного складу та якості води р. Хорол подано в роботах П. С. Лозовіцького [5]. Аналіз значимих факторів впливу на якісний стан вод р. Оскіл зробили О. Г. Васенко, О. В. Рибалова й ін. [1]. Основні тенденції трансформації хімічного складу річкових вод, а також їх зв'язок із глобальними кліматичними змінами проаналізовано в працях С. М. Курило [3].

Мета та завдання дослідження. Мета статті – аналіз динаміки й впливу атмосферних опадів, температури повітря та витрат води на хімічний склад води р. Турія й встановлення зв'язків між ними. Основні завдання дослідження: 1) проаналізувати тенденції багаторічних змін хімічного складу води в різні фази водного режиму; 2) виявити відхилення від кліматичної норми місячних і річних сум атмосферних опадів та температури повітря; 3) встановити тісноту взаємозв'язку між атмосферними опадами; температурою повітря; витратами води й компонентами хімічного складу води; 4) визначити категорію якості води за компонентами хімічного складу води.

Матеріали та методи дослідження. Вихідними матеріалами слугувала інформація відділу гідрології та метеорології Волинського обласного центру з гідрометеорології, отримана на двох

гідрологічних постах: р. Турія – м. Ковель (2 км вище міста) і р. Турія – м. Ковель (1,5 км нижче міста) за період 2007–2016 рр. Для встановлення тісноти взаємозв'язку обчислено коефіцієнти кореляції (r). Для дослідження застосовано графічний метод, статистичний аналіз, зокрема кореляційний, виконано в стандартній обчислювальній програмі «Excel».

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Природні умови басейну р. Турія знаходимо в роботах [4; 6]. Як відомо, водний режим річок визначається, насамперед, атмосферними опадами, що відіграють важливу роль у формуванні хімічного складу води та, відповідно, її якості. Найбільша кількість опадів (1253 мм) випала у 2012 р., а найменша (537 мм) – у 2015 р. при середній багаторічній нормі 803 мм, тобто на 163 мм більше від кліматичної норми річної суми опадів по басейну (642 мм). Із рис. 1 бачимо, що багатоводними були 2009–2010 та 2012 рр., коли кількість опадів перевищила норму в 1,7–2 рази.

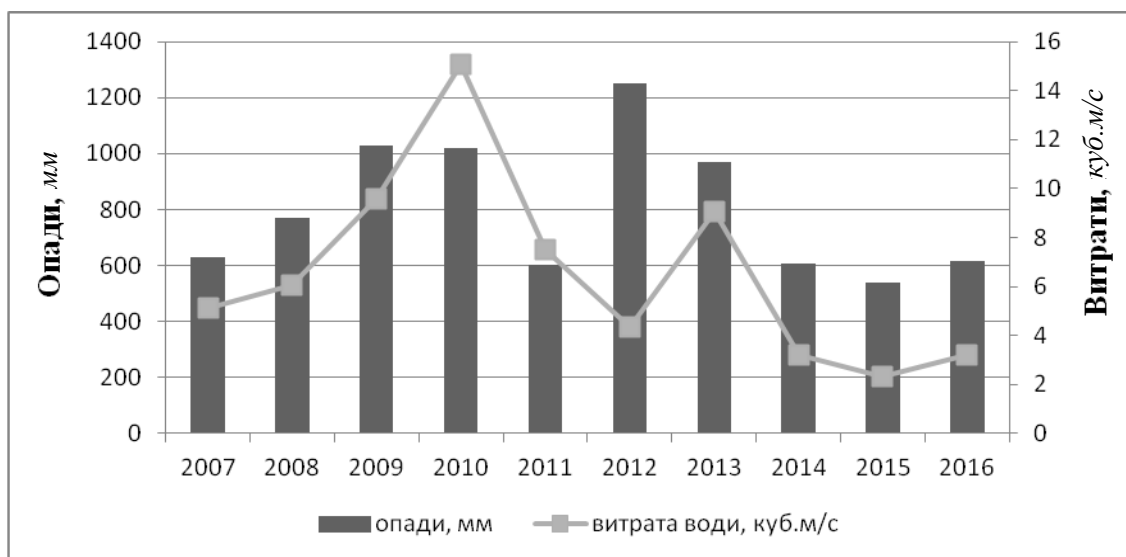


Рис. 1. Багаторічна динаміка річної кількості опадів та витрати води р. Турія – м. Ковель (2 км вище міста) за період 2007–2016 рр.

А найбільш маловодні роки припадають на 2014–2016 рр. Так, зменшення річних сум опадів відносно кліматичної норми фіксували у 2007, 2011, 2014–2016 рр. – відповідно, на 13; 41; 35; 105; 27 мм. Також у річному ході опадів спостерігали їх значне зменшення в холодний період на 22; 77; 70 і 83 мм у 2007–2008 і 2014–2015 рр. відносно кліматичної норми (236 мм). При цьому на теплий період здебільшого припадає близько 72–76 % від річної кількості опадів. Так, улітку спостерігали збільшення кількості опадів у червні, відповідно, на 97; 72; 99; 38 мм у 2009–2010 рр., 2012 р. та 2016 р. і липні – на 68; 82; 91; 65 і 107 мм у 2007–2008 рр.; 2011–2013 рр. відносно кліматичної норми (77; 86 мм). Це, зі свого боку, компенсувалося зростаючим випаровуванням унаслідок підвищення середньомісячних температур, порівняно з кліматичною місячною нормою. Також потрібно відзначити значне зростання кількості опадів у 2–4 рази вище від місячної кліматичної норми (56 мм) у травні 2008–2010 і 2013–2015 рр. та вересні 2008, 2010, 2012–2013, 2015 рр. у 1,8–2,5 рази (54 мм). Крім того, у басейні р. Турія спостерігали бездошові періоди в серпні 2009, 2013 і 2015 рр., коли випала найменша кількість опадів (39; 22 і 14 мм) відносно кліматичної норми (78 мм). Це сприяло формуванню мінімального стоку літньо-осінньої межени, що відповідало низьким рівням і витратам води (рис. 1). Як зазначалося вище, кількість опадів формує режим поверхневого стоку та регулює гідрохімічний режим річок. У зв'язку з цим обчислено коефіцієнт кореляції між опадами й хімічним складом води. Установлено слабкий зв'язок $r=0,51$ між опадами та витратами води (рис. 1). Крім того, існує обернений слабкий зв'язок між опадами й розчиненим киснем $r= - 0,49$; нітритами $r= - 0,41$; нітратами $r= - 0,38$; рН $r= - 0,45$ та прямий середній зв'язок із біохімічним споживанням кисню (БСК₅) $r = 0,66$. Температура повітря також впливає на зміни хімічного складу поверхневих і ґрунтових вод. Так, за період спостережень середня річна температура повітря становила 9° С, що на 1,8 ° С більше від кліматичної норми (7,2° С). Найбільші зміни річної температури простежено в літній та зимовий

сезони. Улітку середньомісячна температура зросла на 1,4–2,0 °С. Значно підвищилася температура повітря в січні й грудні на 2,2 °С. Також спостерігали підвищене зростання температури повітря в березні на 5 °С відносно кліматичної норми (0,4 °С). Восени, зокрема у вересні та жовтні, температура повітря також підвищилася на 0,8–2,3 °С.

Результати кореляційного аналізу виявили обернену залежність між температурою повітря й опадами $r = -0,81$; витратами води $r = -0,71$; БСК₅ $r = -0,44$ і хлоридними аніонами $r = -0,31$, що засвідчує високий, середній та слабкий зв'язок, а також прямий слабкий зв'язок із розчиненим киснем $r = 0,37$ і рН $r = 0,39$. Отже, зміни, що відбулися в розподілі кількості опадів та підвищенні температури повітря за період спостережень у басейні р. Турія унаслідок глобального й регіонального потепління клімату, призвели до змін у середньорічних витратах та внутрішньорічному перерозподілі стоку річки.

Із рис. 1 видно, що значне зростання середньорічних витрат води від 5,1 до 15,07 м³/с спостерігали у 2007–2010 рр., коли фіксували збільшення кількості опадів у цей період. Найбільше знизилася середньорічні витрати води до 3,2–2,3 м³/с у 2014–2016 рр., що пов'язано з найменшою кількістю опадів у басейні відносно кліматичної норми. Також спостерігали зміни у внутрішньорічному розподілі стоку. Так, найбільші витрати води, що коливались у межах від 7,2–14,9 м³/с, припадали на весняну повінь (березень, квітень), а найменші – 1,12–2,57 м³/с – фіксували в меженний період. Максимальна витрата води (44,6 м³/с) – у березні 2010 р., а мінімальна (0,54 м³/с) – у липні 2007 р.

Як зазначено вище, мінливість стоку річки в просторі й часі віддзеркалюється в її гідрохімічному режимі. Так, аналіз хімічного складу води р. Турія засвідчує, що за період спостережень упродовж 2007–2016 рр. середня річна мінералізація води в обох пунктах спостереження – 2 км вище і 1,5 км нижче від м. Ковеля – коливалась у межах від 413 мг/дм³ і 431 мг/дм³ у 2008 р. до 516 мг/дм³ (2007 р.) та 494,8 мг/дм³ (2012 р.) при середній багаторічній величині, відповідно, 461 і 471 мг/дм³ (рис. 2). Потрібно зауважити, що значну роль на внутрішньорічний розподіл мінералізації відіграють фази водного режиму річки, які тісно пов'язані із сезонним випаданням атмосферних опадів, температурою повітря й випаровуванням.

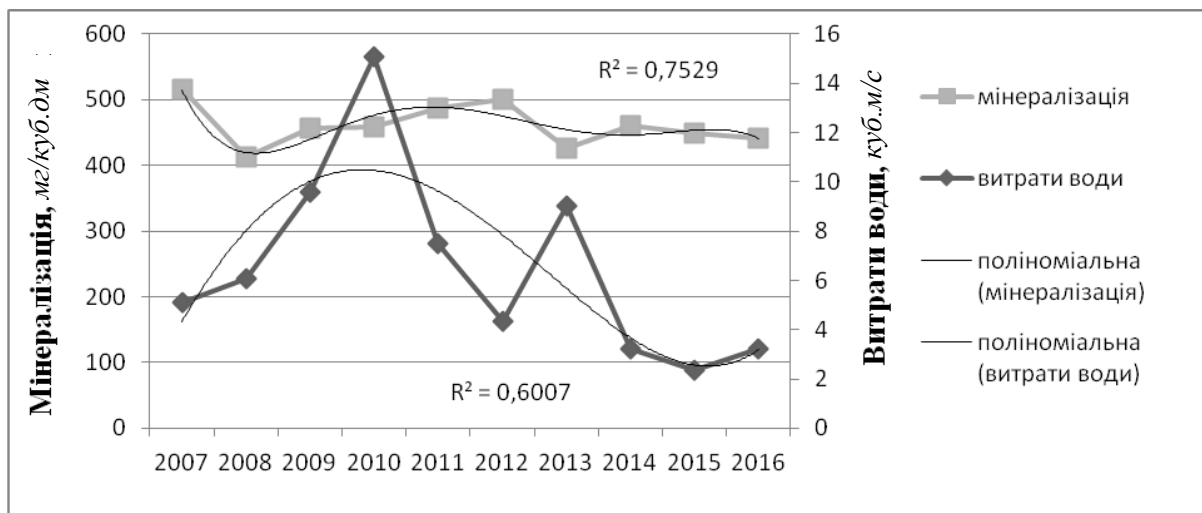


Рис. 2. Багаторічна динаміка середніх величин мінералізації та витрати води р. Турія – м. Ковель (2 км вище від міста) за період 2007–2016 рр.

Так, середня мінералізація під час весняної повені для обох пунктів спостереження становила, відповідно, 454 і 468 мг/дм³; під час літньо-осінньої межени – 474 і 479 мг/дм³ (табл. 1). Отже, найменші середні значення мінералізації фіксували у весняну повінь, коли переважає поверхневий стік за рахунок танення снігів або паводків. Водночас у літньо-осінню межень спостерігали найбільші величини мінералізації води внаслідок зменшення поверхневого стоку та збільшення підземного живлення.

Отже, виходячи з вищесказаного, можна стверджувати, що між мінералізацією й витратами води досліджуваної річки спостерігали обернену дуже слабку залежність $r = -0,116$ (рис. 2). Багаторічний хід мінералізації й витрати води можна описати поліноміальною функціональною залежністю p 'ятого порядку з величиною достовірності апроксимації ($R^2 = 0,75$).

Концентрації головних іонів у воді р.Турія за фазами водного режиму за період 2007–2016 рр., мг/дм³

Пункт спостереження	Фаза водного режиму	НСО ₃ ⁻	СГ	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Σіонів
р. Турія – м. Ковель (2 км вище від міста)	Весняна повінь	301	16	21	98	13	5	454
	Літньо-осіння межень	314	18	20	106	12	4	474
р. Турія – м. Ковель (1,5 км нижче від міста)	Весняна повінь	307	17	23	101	15	5	468
	Літньо-осіння межень	314	19	23	104	14	5	479

Потрібно зазначити, що головні гідрокарбонатні, сульфатні та хлоридні аніони води також зазнають сезонних коливань і, зазвичай, корелюють зі змінами загальної мінералізації (рис. 3, 4). Так, середньорічна концентрація гідрокарбонатних іонів у пункті спостереження (2 км вище від м. Ковеля) коливалася від 278,6 мг/дм³ у 2016 р. до 333,8 мг/дм³ у 2011 р., а в пункті спостереження (1,5 км нижче від м. Ковеля) вона змінювалася від 283,25 мг/дм³ (2014 р.) до 337 мг/дм³ (2011 р.). Багаторічна середня величина в обох пунктах становила 306 і 309 мг/дм³.

Залежно від фази водного режиму їх багаторічний середній уміст в обох пунктах спостереження змінювався від 301 і 307 мг/дм³ під час весняної повені до 314 мг/дм³ під час літньо-осінньої межені (табл. 1). Отже, найменші значення гідрокарбонатів спостерігали у весняну повінь, а найбільші – у літньо-осінню межень відповідно до показників мінералізації. Завдяки кореляційному аналізу встановлено дуже високий ступінь зв'язку ($r=0,93$) між мінералізацією води та концентрацією домінуючого гідрокарбонатного аніона, а також отримано рівняння поліноміальної регресії четвертого порядку $R^2=0,57$ (рис. 3). Водночас простежуємо відсутність залежності між умістом гідрокарбонатів і хлоридів та сульфатів.

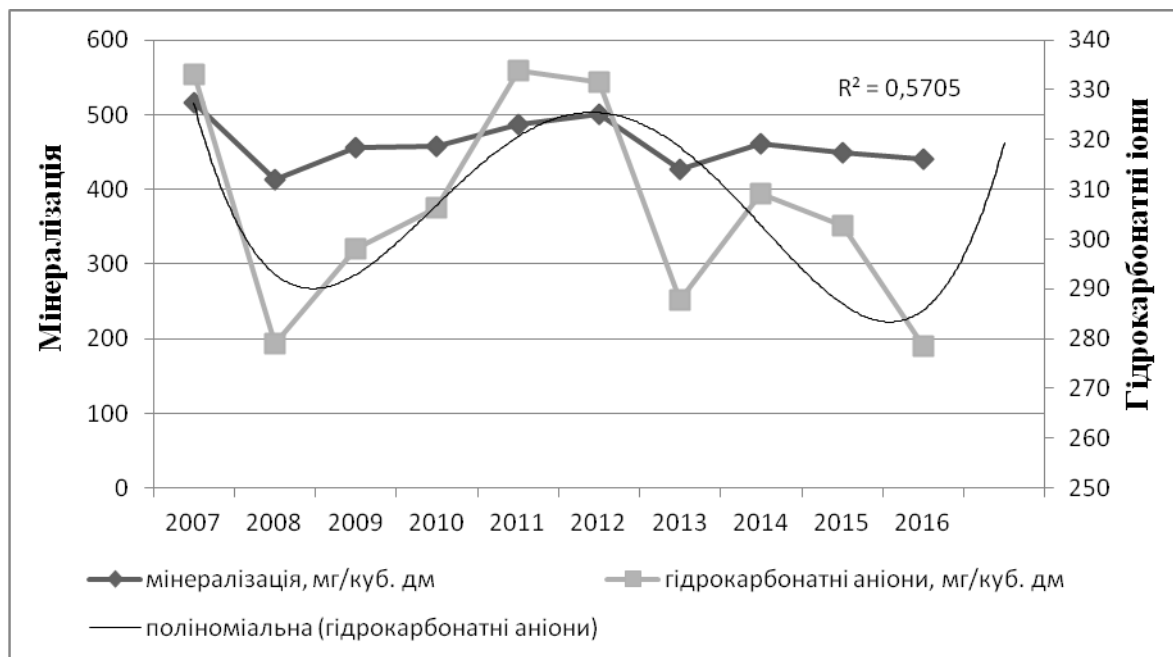


Рис. 3. Багаторічна динаміка середніх величин мінералізації та концентрації гідрокарбонатного аніона у воді р. Турія – Ковель (2 км вище від міста) за період 2007–2016 рр.

Середньорічна концентрація хлоридних іонів у воді річки в обох пунктах спостереження змінювалася від 11,8 і 13,1 мг/дм³ у 2008 р. до 21,5 і 25 мг/дм³ у 2016 р. при середній багаторічній величині 16,3 і 17,6 мг/дм³ (рис. 4). У весняну повінь їх середня концентрація за спостережуваний період в обох пунктах спостереження коливалася від 16–17 мг/дм³ до 18–19 мг/дм³ під час літньо-осінньої межні (табл. 1).

Середньорічна концентрація сульфатних іонів в обох пунктах спостереження коливалася у межах від 13,3 і 15 мг/дм³ у 2011 р. до 28,9 (2007 р.) і 30,9 мг/дм³ (2016 р.) при середній багаторічній величині, відповідно, 21 і 23 мг/дм³ (рис. 4). За фазами водного режиму їх середній уміст у пункті спостереження 2 км вище від м. Ковеля змінювався від 21 мг/дм³ під час весняної повені до 20 мг/дм³ під час літньо-осінньої межні. Величина сульфатних іонів у фази водного режиму в пункті спостереження 1,5 км нижче від м. Ковеля була постійною й становила 23 мг/дм³ (табл. 1). Кореляційним аналізом визначено слабкий взаємозв'язок між концентрацією у воді хлоридних і сульфатних аніонів та загальною мінералізацією, що становить $r=0,27$ і $r=0,38$. Також побудовано лінії трендів (поліноми шостого порядку) (рис. 4).

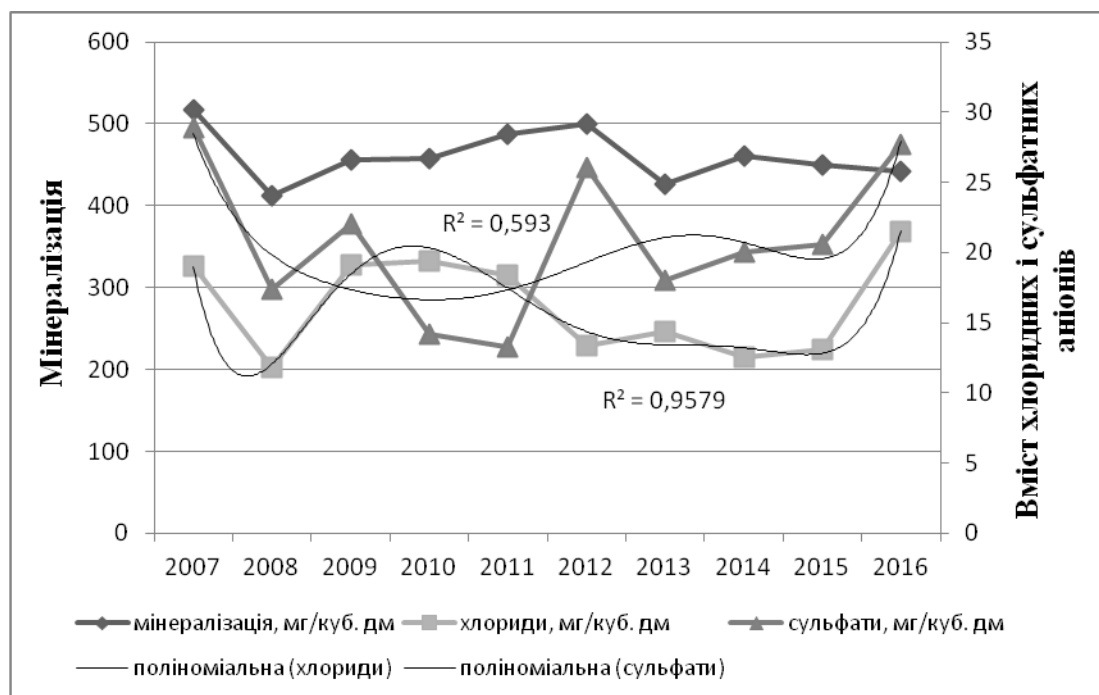


Рис. 4. Багаторічна динаміка середніх величин мінералізації та концентрації хлоридних і сульфатних аніонів у воді р. Турія – Ковель (2 км вище від міста) за період 2007–2016 рр.

Однак також встановлено середній прямий взаємозв'язок ($r=0,70$) між умістом хлоридів та кальцієм і магнієм – обернена слабка залежність ($r= -0,35$). Крім того, виявлено обернений слабкий взаємозв'язок між умістом сульфатних аніонів та магнієм ($r= -0,52$) і натрієм – слабкий прямий ($r= 0,39$).

Серед катіонів фіксували найбільший уміст у воді кальцію, а найменший – магнію (табл. 1). Так, середньорічна концентрація іонів кальцію в обох пунктах спостереження коливалася у межах від 87 до 115 мг/дм³ при середній багаторічній величині 101–102 мг/дм³. Максимум їх спостерігали в літньо-осінню межень (становив для обох пунктів спостереження, відповідно, 106–104 мг/дм³), а мінімум був характерний для весняної повені – 98–101 мг/дм³ (рис. 5). Кореляція ($r= 0,72$) між умістом кальцію та гідрокарбонатними аніонами середня. Також потрібно звернути увагу на вміст концентрації іонів натрію у воді. Їхні середньорічні величини в обох пунктах спостереження коливалися від 1,9 (2016 р.) і 4,9 мг/дм³ (2013 р.) до 27,3 (2007 р.) та 24 мг/дм³ (2014 р.) при середній концентрації за багаторічний період 12,6 і 15 мг/дм³ (рис. 5). Варто відзначити, що їх уміст у фази водного режиму за період спостережень незначно змінювався. Так, найбільшу їх концентрацію в обох пунктах спостереження фіксували у весняну повінь (відповідно, 13 і 15 мг/дм³), а найменшою вона була в літньо-осінню межень (12 та 14 мг/дм³, табл. 1). Також потрібно відзначити, що між іонами натрію й гідрокарбонатними аніонами існує слабкий взаємозв'язок, що становить $r=0,54$.

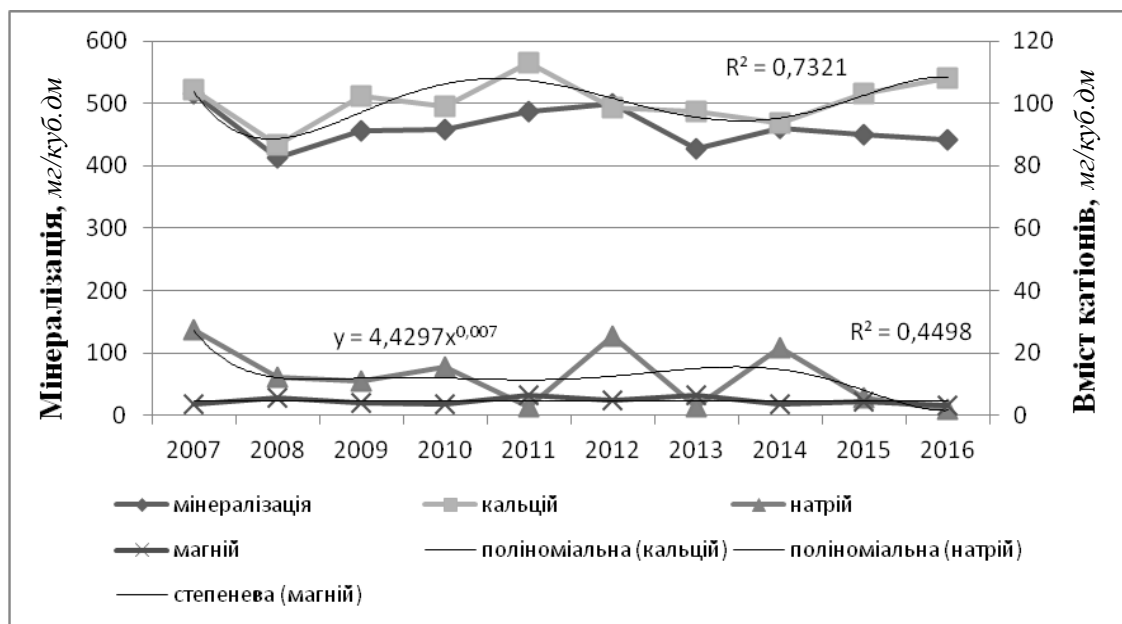


Рис. 5. Багаторічна динаміка середніх величин мінералізації та концентрації катіонів у воді р. Турія – Ковель (2 км вище від міста) за період 2007–2016 рр.

Щодо вмісту іонів магнію великих коливань у період водного режиму в обох пунктах спостереження не було зафіксовано. Їх середня багаторічна концентрація становила 4,6–4,7 мг/дм³. Найменші значення 3,3–2,8 мг/дм³ спостерігали у 2016 р., а найбільші – 6,5 (2011 р.) і 7,2 мг/дм³ (2013 р.).

Як показано вище, найбільші концентрації гідрокарбонатних, хлоридних аніонів, катіонів кальцію та загальної мінералізації спостерігали під час літньо-осінньої межени, проте сульфатні аніони й катіони натрію – під час весняної повені. Обчислено кореляцію між умістом у воді іонів кальцію, натрію, магнію та загальної мінералізації. Середній і слабкий ступінь зв'язку виявлено, відповідно, між мінералізацією та натрієм ($r=0,66$) і кальцієм ($r=0,49$) та описано рівнянням поліноміальної регресії шостого порядку. Дуже слабку кореляцію ($r= -0,17$) встановлено між мінералізацією й катіонами магнію та отримано рівняння степеневі регресії (рис. 5).

Отже, за наявності високого вмісту гідрокарбонатних аніонів і катіонів кальцію вода р. Турія належить до гідрокарбонатного класу групи кальцію – S^{Ca} . Також здійснений вище аналіз щодо концентрації головних іонів у воді р. Турія засвідчує формування прісних гіпогалінних вод у басейні. Згідно з аналізом багаторічної динаміки середньорічних значень показників сольового складу за середніми величинами якості води р. Турія в обох пунктах спостережень за досліджуваний період (2007–2016 рр.) належала до 1 категорії I класу якості вод («відмінні» за їх природним станом, «дуже чисті» за ступенем забрудненості). Насамперед, біогенні речовини – мінеральні сполуки азоту (амоній, нітрити, нітрати), фосфору, кремнію тощо – беруть активну участь у життєдіяльності водних організмів. Так, середньорічна концентрація азоту амонійного в обох пунктах спостереження коливалась в межах від 0,3 мг/дм³ у 2012 та 2014 рр. до 1,3 і 0,7 мг/дм³ у 2016 рр. при середній багаторічній величині 0,5 мг/дм³ (рис. 6). У весняну повінь середній багаторічний його вміст змінювався в межах 0,6–0,5 мг/дм³, а під час літньо-осінньої межени – 0,49–0,47 мг/дм³. Також потрібно відзначити, що в травні 2016 р. у воді р. Турія в обох пунктах спостереження за спостережуваний період зафіксована одинична екстремальна концентрація, що становила, відповідно, 5,06 і 1,34 мг/дм³. У зв'язку з цим якість води р. Турія в обох пунктах спостереження оцінювали 5 та 4 категоріями, тобто води «посередні», «помірно забруднені» й «задовільні», «слабко забруднені». Також кореляційним аналізом встановлено слабкий зв'язок $r=0,46$ між азотом амонійним і показником біхроматної окиснюваності.

Середньорічна концентрація нітритів змінювалась від 0,002 і 0,008 мг/дм³ у 2008 р. та 2013 р. до 0,03 і 0,06 мг/дм³ у 2011 р. при середній багаторічній величині 0,02–0,03 мг/дм³. Залежно від фаз водного режиму найбільший їх вміст фіксували у весняну повінь, а найменший – у літньо-осінню межень, що в обох пунктах спостереження, відповідно, становило 0,02–0,03 та 0,01–0,02 мг/дм³. Це відповідало 4 і 5 категорії якості води, тобто «задовільні», «слабко забруднені» й «посередні», «помірно забруднені» води.

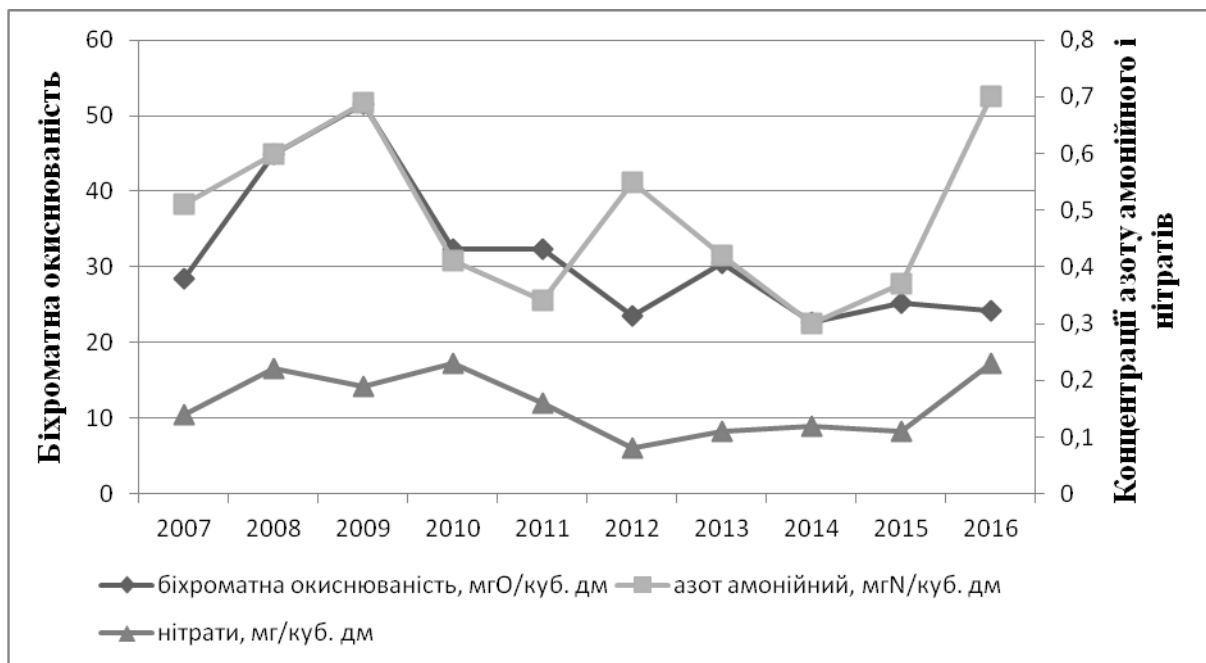


Рис. 6. Багаторічна динаміка концентрації азоту амонійного, нітратів і показника біхроматної окиснюваності у воді р. Турія – м. Ковель (1,5 км нижче від міста) за період 2007–2016 рр.

Середній уміст нітратів в обох пунктах спостереження коливався в межах від 0,07–0,08 мг/дм³ у 2013 і 2012 рр. до 0,22–0,23 мг/дм³ у 2016 р. при середній багаторічній величині 0,15–0,16 мг/дм³. Максимальну концентрацію нітратів за багаторіччя в обох пунктах спостереження фіксували в літньо-осінню межень (0,17 мг/дм³), а мінімальну – у весняну повінь (0,14–0,16 мг/дм³). Якість води за вмістом цього показника відповідала першій категорії, тобто «відмінні», «дуже чисті» води. Також між умістом нітратів і показником біхроматної окиснюваності встановлено слабкий зв'язок $r=0,49$ (рис. 6).

Середня річна концентрація загального фосфору в обох пунктах спостереження мало змінювалася за досліджуваний період. Їх уміст коливався від 0,03–0,04 мг/дм³ до 0,05–0,06 мг/дм³ при середній багаторічній величині 0,04–0,05 мг/дм³. Потрібно відзначити, що істотних змін у коливаннях умісту фосфору у воді р. Турія залежно від фази водного режиму не було зафіксовано. Так, навесні їх уміст становив 0,039–0,052 мг/дм³, а для літньо-осіннього періоду – 0,04–0,06 мг/дм³. Отже, вода р. Турія за його багаторічним середнім умістом стосувалася 3 (2 км вище від м. Ковель) та 4 категорій (1,5 км нижче від м. Ковель), тобто «добрі», «досить чисті» й «задовільні», «слабко забруднені» води. Також встановлено кореляцію $r=0,511$ між умістом у воді загального фосфору і БСК₅, що характеризує слабкий зв'язок (рис. 7).

Середня річна концентрація завислих речовин за багаторічний період в обох пунктах спостереження коливалася від 3,6–6,7 мг/дм³ у 2015 р. до 19,8–21,5 мг/дм³ у 2009 р. при середній величині 12–15 мг/дм³. Суттєвих сезонних коливань щодо їх умісту зафіксовано не було. Так, наприклад, середньорічна концентрація завислих речовин навесні становила 11,6–14,5 мг/дм³, а для літньо-осіннього періоду – 11,8–15,4 мг/дм³. Звертає на себе увагу й те, що вміст завислих речовин є більшим униз за течією річки, тобто 1,5 км нижче від м. Ковеля. Це засвідчує надходження в річкові води певної кількості неочищених господарсько-побутових і промислових стічних вод міста. Отже, вода за вмістом завислих речовин в обох пунктах спостереження належала до 3 категорії, тобто «добрі», «досить чисті» води. Потрібно відзначити, що кореляційний аналіз установив середній зв'язок $r=0,77$ між завислими речовинами й біхроматною окиснюваністю, отримано поліноміальну апроксимацію шостого порядку (рис. 8).

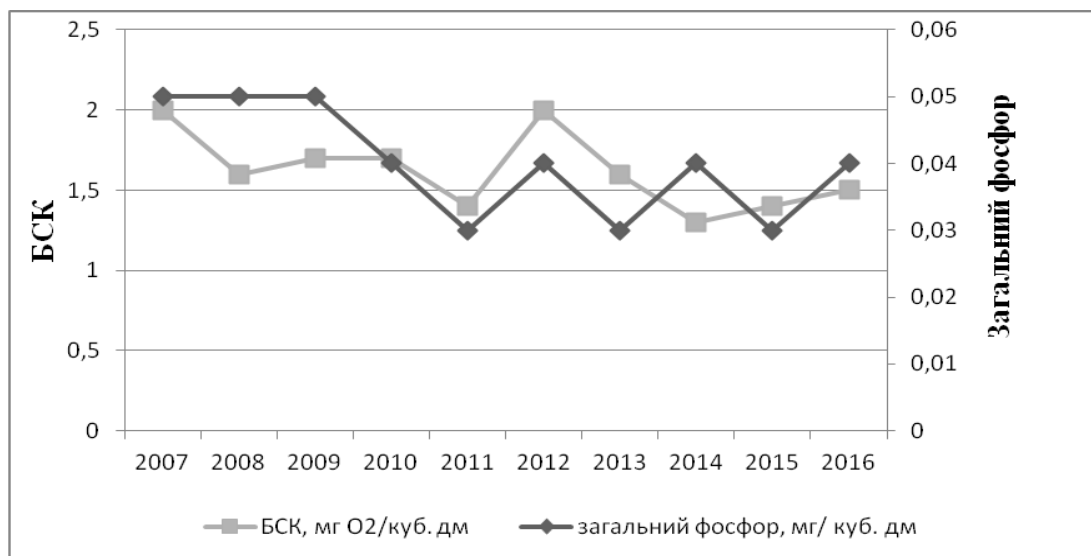


Рис. 7. Багаторічна динаміка середнього вмісту загального фосфору та БСК_{5р} р. Турія – м. Ковель (2 км вище від міста) за період 2007–2016 рр.

Середня річна концентрація завислих речовин за багаторічний період в обох пунктах спостереження коливалася від 3,6–6,7 мг/дм³ у 2015 р. до 19,8–21,5 мг/дм³ у 2009 р. при середній величині 12–15 мг/дм³. Суттєвих сезонних коливань щодо їх вмісту зафіксовано не було. Так, наприклад, середньорічна концентрація завислих речовин навесні становила 11,6–14,5 мг/дм³, а для літньо-осіннього періоду – 11,8–15,4 мг/дм³. Звертає на себе увагу й те, що вміст завислих речовин є більшим униз за течією річки, тобто 1,5 км нижче від м. Ковеля. Це засвідчує надходження в річкові води певної кількості неочищених господарсько-побутових і промислових стічних вод міста. Отже, вода за вмістом завислих речовин в обох пунктах спостереження належала до 3 категорії, тобто «добрі», «досить чисті» води. Потрібно відзначити, що кореляційний аналіз установив середній зв'язок $r=0,77$ між завислими речовинами й біхроматною окиснюваністю, отримано поліноміальну апроксимацію шостого порядку (рис. 8).

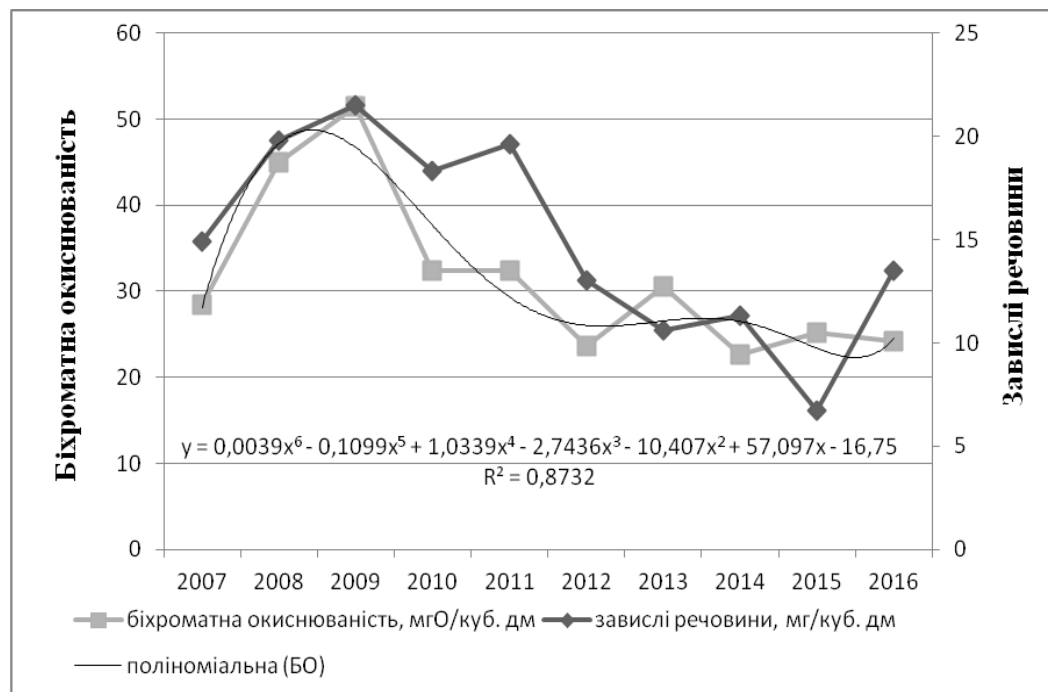


Рис. 8. Багаторічна динаміка середнього вмісту завислих речовин і показника біхроматної окиснюваності у воді р. Турія – м. Ковель (1,5 км нижче від міста) за період 2007–2016 рр.

Наявність або відсутність у воді розчиненого кисню засвідчує ступінь її забруднення. За досліджуваній період середньорічна концентрація кисню в обох пунктах спостереження змінювалася від 8,7–9 мгО₂/дм³ у 2012–2013 рр. до 11,8–11,4 мгО₂/дм³ у 2014 р. при середній величині 10,42–10,04 мгО₂/дм³, що характеризувало якість води 1 категорії («відмінні», «дуже чисті»), тобто відсутність забруднення. Суттєвих сезонних коливань умісту розчиненого кисню у воді не спостерігали, хоча максимальні його концентрації 10,5–10,2 мгО₂/дм³ фіксували в літньо-осінній період, а мінімальні –10,3–9,9 мгО₂/дм³ навесні. Важливим показником ступеня забрудненості води є біхроматна окиснюваність (БО). За спостережуваний період її показник змінювався від 21–22,6 мг/дм³ у 2014 р. до 49,5–51,5 мг/дм³ у 2009 р. при середній величині 30–32 мг/дм³. Максимальні концентрації вмісту цього показника (32–33 мг/дм³) фіксували в літньо-осінню межень, а мінімальні (28–30 мг/дм³) – навесні. Цей показник дуже добре корелює із середньорічним умістом азоту амонійного, нітратів та завислих речовин, що показано на рис. 6, 8. Отже, якість води відповідала 4 і 5 категоріям, тобто «задовільні», «слабко забруднені» та «посередні», «помірно забруднені» води.

Середньорічна концентрація біохімічного споживання кисню (БСК₅) в обох пунктах спостереження коливалась у незначних межах від 1,3–1,5 мгО₂/дм³ у 2014 р. до 2,0–3,1 мгО₂/дм³ у 2012 р. при середній багаторічній величині 1,6–1,9 мгО₂/дм³ (рис. 7). Найбільшу величину БСК₅ 1,7–2,2 мгО₂/дм³ фіксували в літньо-осінній період, а найменшу 1,6–1,8 мгО₂/дм³ – навесні. Воду за цим показником для обох пунктів спостереження оцінювали, відповідно, 2 та 3 категоріями, тобто «дуже добрі», «чисті» й «добрі», «досить чисті» води. Показник рН мало змінювався впродовж усього періоду спостережень. Він коливався в межах від 7,6 у 2007 р. до 7,9 у 2015 р. при середній багаторічній величині 7,7. Якість води була 2 категорії, тобто «дуже добра», «чиста».

Отже, аналіз отриманої інформації засвідчив, що спостерігали чітку тенденцію до збільшення концентрації головних іонів і загальної мінералізації, а також умісту біогенних елементів униз за течією річки. Тобто величини хімічного складу води були вищими в пункті спостереження 1,5 км нижче від міста, ніж у пункті – 2 км вище від м. Ковеля, що зумовлено зростанням у цьому напрямі інтенсивності винесення хімічних компонентів поверхнево-схиловим стоком від джерел забруднення міста. Згідно з аналізом багаторічної динаміки середньорічних значень індексів трофо-сапробіологічних показників за середніми величинами ($I_{B\text{ сеп.}} = 2,77/3,1$) в обох пунктах спостереження за досліджуваній період (2007–2016 рр.) вода в р. Турія належала до II класу якості «добрі», 3 категорії «добрі», «досить чисті» води, субкатегорії 3 (2) «добрі», «досить чисті» води з ухилом до «дуже добрих», «чистих», мезоевтрофні, β – мезосапробні води.

Висновки та перспективи подальших досліджень. За результатами дослідження можна зробити такі висновки. Хімічний склад води р. Турія пов'язаний із сезонними коливаннями водного режиму, який залежить від кількості атмосферних опадів, температури повітря та випаровування. Установлено, що величина загальної мінералізації води й концентрація головних іонів зменшується в періоди збільшення водності та збільшується під час зменшення витрат води; найбільші концентрації гідрокарбонатних, хлоридних аніонів, катіонів кальцію спостерігали під час літньо-осінньої межені, проте сульфатні аніони й катіони натрію – під час весняної повені. Аналіз умісту біогенних речовин підтвердив, що максимальні концентрації азоту амонійного та нітритів фіксували навесні, а мінімальні – улітку. Для решти біогенних й органічних речовин спостерігали протилежну закономірність: найбільші їх концентрації – під час літньо-осінньої межені, а найменші – весняної повені.

Кореляційним аналізом встановлено дуже тісний взаємозв'язок ($r=0,93$) між мінералізацією та гідрокарбонатними аніонами; високий обернений взаємозв'язок ($r=-0,81$) між опадами й температурою повітря; середній прямий взаємозв'язок ($r=0,70$) між катіонами Ca⁺ і Cl⁻ аніонами; ($r=0,72$) та HCO₃⁻ аніонами; ($r=0,77$) між завислими речовинами й БО; ($r=0,66$) між опадами й БСК₅ і між мінералізацією й катіонами Na⁺; обернену залежність ($r=-0,71$) між температурою повітря та витратами води; слабкий прямий взаємозв'язок ($r=0,51$) між опадами й витратами води; ($r=0,46$) між NH₄⁺ і БО; ($r=0,49$) між нітратами та БО; ($r=0,51$) між загальним фосфором і БСК₅; ($r=0,54$) між аніонами HCO₃⁻ й катіонами Na⁺ та обернену залежність між опадами й іншими біогенним та органічними речовинами; слабкий прямий взаємозв'язок ($r=0,37$) між температурою повітря й розчиненим киснем, а також між мінералізацією та вмістом окремих іонів й обернену залежність ($r=-0,44$) між температурою повітря і БСК₅; ($r=-0,31$) та аніонами Cl⁻; дуже слабкий взаємозв'язок ($r=-0,116$) між мінералізацією й витратами води; ($r=-0,17$) та катіонами Mg⁺. Визначена якість води р. Турія за середніми величинами в

обох пунктах спостереження показників сольового складу й трофо-сапробіологічних належала, відповідно, до I і II класів («відмінні», «добрі»), до 1 та 3 категорій («відмінні», «дуже чисті» й «добрі», «досить чисті» води).

Отже, результати дослідження можуть бути використані для узагальнення інформації про гідрохімічний режим, його зв'язки з водним режимом та рівень забрудненості води, прогнозування змін і розробки науково обґрунтованих водоохоронних рекомендацій для прийняття відповідних управлінських рішень у галузі використання, охорони та відтворення водних ресурсів. Усе це окреслює перспективу подальших досліджень хімічного складу і якості води річок Волинської області.

Джерела та література

1. Васенко О. Г. Аналіз значимих факторів впливу на якісний стан вод річки Оскіл (Україна) / О. Г. Васенко, О. В. Рибалова, О. В. Козловська // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Экология. – 2016 (81). – С. 3–10.
2. Гідроекологічний стан басейну річки Рось / В. К. Хільчевський, С. М. Курило, С. С. Дубняк та ін. ; за ред. В. К. Хільчевського. – Київ : Ніка-Центр, 2009. – С. 53–77.
3. Курило С. М. Основні тенденції багаторічних змін мінералізації води та вмісту головних іонів у річках України / С. М. Курило // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т. 2 (41). – С. 85–90.
4. Лахай Ю. О. Екологічна оцінка природних умов басейну річки Турія / Ю. О. Лахай // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 2 (19). – С. 216–222.
5. Лозовіцький П. С. Гідрохімічний режим та якість води річки Хорол / П. С. Лозовіцький // Водне господарство. – 2006. – С. 1–10.
6. Нетробчук І. М. Оцінка якості поверхневих вод правобережних приток басейну Прип'яті у Волинській області / І. М. Нетробчук // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки. Географічні науки. – Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2007. – № 2. – С. 260–264.
7. Осадчий В. І. Гідрологічні чинники формування хімічного складу поверхневих вод / В. І. Осадчий // Наукові праці УкрНДГМІ, 2013. – Вип. 265. – С. 54–65.
8. Соловей Т. В. Оцінка впливу гідрологічних чинників на якість води річок басейну верхнього Пруту в маловодний період року : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.11 / Тетяна Василівна Соловей. – Чернівці, 2004. – С. 22.

Referens

1. Vasenko O. H. Analiz znachymykh faktoriv vplyvu na yakisnyi stan vod richky Oskil (Ukraine) / O. H. Vasenko, O. V. Rybalova, O. V. Kozlovskaya // Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnolohiyi. Ekologiya, 2016. (81). – S. 3–10.
2. Hidroekolohichniy stan baseinu richky Ros / V. K. Khilchevskiy, S. M. Kurylo, S. S. Dubniak ta in. ; za red. V. K. Khilchevskoho. – K. : Nika-Tsentr, 2009. – S. 53–77.
3. Kurylo S. M. Osnovni tendentsii bahatorichnykh zmin mineralizatsii vody ta vmistu holovnykh ioniv u richkakh Ukrainy / S. M. Kurylo // Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. – 2016. – T. 2 (41). – S. 85–90.
4. Lakhai Iu. O. Ekolohichna otsinka pryrodnykh umov baseinu richky Turiiia / Iu. O. Lakhai // Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia. – 2010. – T. 2 (19). – S. 216–222.
5. Lozovitskiy P. S. Hidrokhimichniy rezhym ta yakist vody richky Khorol / P. S. Lozovitskiy // Vodne hospodarstvo. – 2006. – S. 1–10.
6. Netrobchuk I. M. Otsinka yakosti poverkhnevnykh vod pravoberezhnykh prytok baseinu Pryp'iaty u Volynskii oblasti / I. M. Netrobchuk // Naukovyi visnyk Volynskoho derzhavnoho universytetu im. Lesi Ukrainky. Neohrafichni nauky. – Lutsk : RVV «Vezha», 2007. – № 2. – S. 260–264.
7. Osadchyi V. I. Hidrolohichni chynnyky formuvannia khimichnoho skladu poverkhnevnykh vod / V. I. Osadchyi // Naukovi pratsi UkrNDHMI, 2013. – Vyp. 265. – S. 54–65.
8. Solovei T. V. Otsinka vplyvu hidrolohichnykh chynnykiv na yakist vody richok baseinu verkhnoho Prutu v malovodnyi period roku : avtoref. dys. ... kand. heohr. nauk : 11.00.11 / Tetiana Vasylyvna Solovei. – Chernivtsi, 2004. – S. 22.

Нетробчук Ирина, Мыколюк Людмила. Влияние гидрометеорологических факторов на химический состав и качество воды р. Турия. Представлены результаты анализа многолетней динамики годового количества осадков, годовой температуры воздуха бассейна реки Турия за период 2007–2016 гг. Выясняется их отклонение от климатической нормы и влияние на расходы воды. Анализируется многолетняя динамика колебаний среднегодовых показателей химического состава воды р. Турия в разные фазы водного режима. Наблюдаются тенденции в уменьшении величин общей минерализации воды и концентрации главных ионов в периоды весеннего половодья и увеличении их во время летней и осенней межени. Определяется, что наибольшие концентрации биогенных веществ фиксировались в период межени, а наименьшие – при увеличении водности реки. Отмечается

тенденция увеличения величин общей минерализации и содержания биогенных элементов вниз по течению реки. Корреляционным анализом установлены различные виды взаимосвязей между осадками, температурой воздуха, расходами воды и отдельными показателями химического состава воды. Построены линии трендов (полиномы 4–6 порядков). Определено качество воды р. Турия по средним величинам солевого состава и трофо-сапробиологическим показателям. Результаты исследования будут полезными для определения приоритетных проблем бассейна реки и в научном обосновании водоохранных мероприятий.

Ключевые слова: химический состав, минерализация, главные ионы, биогенные вещества, осадки, температура воздуха, расход воды, поверхностный сток, весеннее половодье, межень, качество, корреляция.

Netrobchuk Iryna, Mykoliuk Lyudmila. Influence of Hydro Meteorological Factors on the Chemical Composition and Water Quality of the Turia River. The results of the analysis of long-term dynamics of the annual amount of precipitation and annual temperature of the air of the basin of the Turia River are present for the period of 2007–2016. Their deviation from the climatic norm and influence on the water consumption has been determined. The long-term dynamics of fluctuations of average annual indicators of the chemical composition of the water of the Turia River in different phases of the water regime have been analyzed. The tendencies in reduction of the values of total mineralization of water and concentration of the main ions in the periods of spring flood and their increase during the summer and autumn base flow are revealed. It was determined, that the highest concentration of nutrients was recorded during the base flow period, and the smallest – during the increase in the water content of the river. The tendency of increasing the values of total mineralization and the content of biogenic elements downstream of the river is noticed. Different types of interactions between precipitation, air temperature, water consumption and individual indicators of the chemical composition of water are established by correlation analysis. Trend lines are constructed (polynomials 4-6 rows). The water quality of the Turia River is determined according to its average salinity and trophosaprobological parameters. The results of the study will be useful for determining the priority problems of the river basin and for scientific substantiation in water protection measures.

Key words: chemical composition, mineralization, main ions, nutrients, precipitation, air temperature, water discharges, water flow, spring flood, base flow, quality, correlation.

Стаття надійшла до редколегії
02.03.2018 р.

УДК 551.481.1(477.82)

**Василь Фесюк,
Ольга Ковальчук**

Оцінка перспектив добування сапропелю з озер Старовижівського району

У статті детально розглянуто сучасний екологічний стан озер Старовижівського району. Відзначено, що озера району зазнають інтенсивної евтрофікації, що приводить до накопичення озерного мулу (сапропелю). Оцінено його запаси в озерах Старовижівського району. Проаналізовано зв'язок між глибиною озера й залягання сапропелю. Проведено класифікації озер району за показником відношення площі дна озера, зайнятою сапропелем, до площі озера, а також за черговістю проектування природоохоронних заходів, які полягатимуть у добуванні сапропелю. Проаналізовано сучасний стан видобування сапропелю, проблеми, які при цьому виникають, і перспективи для екологічного оздоровлення озер та господарства.

Ключові слова: озера, сапропель, видобування сапропелю, евтрофікація озер.

Постановка наукової проблеми та її значення. Прискорення осадконагромадження в гумідній зоні супроводжується зростанням умісту в донних відкладах органічних речовин, що спричиняє обміління озер. Іноді природна евтрофікація супроводжується антропогенним впливом, що призводить до корінної зміни озерних екосистем, оскільки більшість господарських заходів є каталізатором денудаційних й акумулятивних процесів як у водозбірній частині озерного басейну, так і в самій водоймі. Порівняння швидкості накопичення сапропелю в слабо- й сильнозмінених ландшафтах дало змогу І. В. Воробйову, С. П. Горшкову (1979) встановити, що замулення озер під впливом антропогенного фактора відбувається зі швидкістю в багато разів більшою, ніж у природних екосистемах [5]. Для