11. Rainbow P. S. Trace metal bioaccumulation: Models, metabolic availability and toxicity. Environ. Int., 2007, vol. 33, pp. 576–582.
12. Zeng Y., Huang X., Gu B., Zhang D, Zhang X., Ye F. Analyzing biomagnification of heavy metals in food web from the Pearl River Estuary, south China by stable carbon and nitrogen isotopes. Fresenius Environ. Bull., 2013, vol. 22 (6), pp. 1652–1658.
13. Wang W. X. Interactions of trace metals and different marine food chains. Mar. Ecol. Prog. Ser., 2002, vol. 243, pp. 295–309.

УДК 504.454:504.064.3

ЯКІСТЬ ВОДИ МАЛИХ РІЧОК НА ВОДОЗБОРАХ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ТА КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНІВ (СВИННА, МАЛИЙ І ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК) В УМОВАХ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ В ЇХ БАСЕЙНАХ

Гриб Олег Миколайович, Лобода Наталія Степанівна, Яров Ярослав Сергійович, Гриб Катерина Олександрівна, Ренгач Олег Васильович, Марчук Олександр Васильович

Одеський державний екологічний університет (ОДЕКУ)

Постановка проблеми. Малі річки Свинна, Малий та Великий Куяльник належать до басейнів Хаджибейського (Свинна, Малий Куяльник) і Куяльницького (Великий Куяльник) лиманів та є їх головними притоками першого порядку (рис. 1).

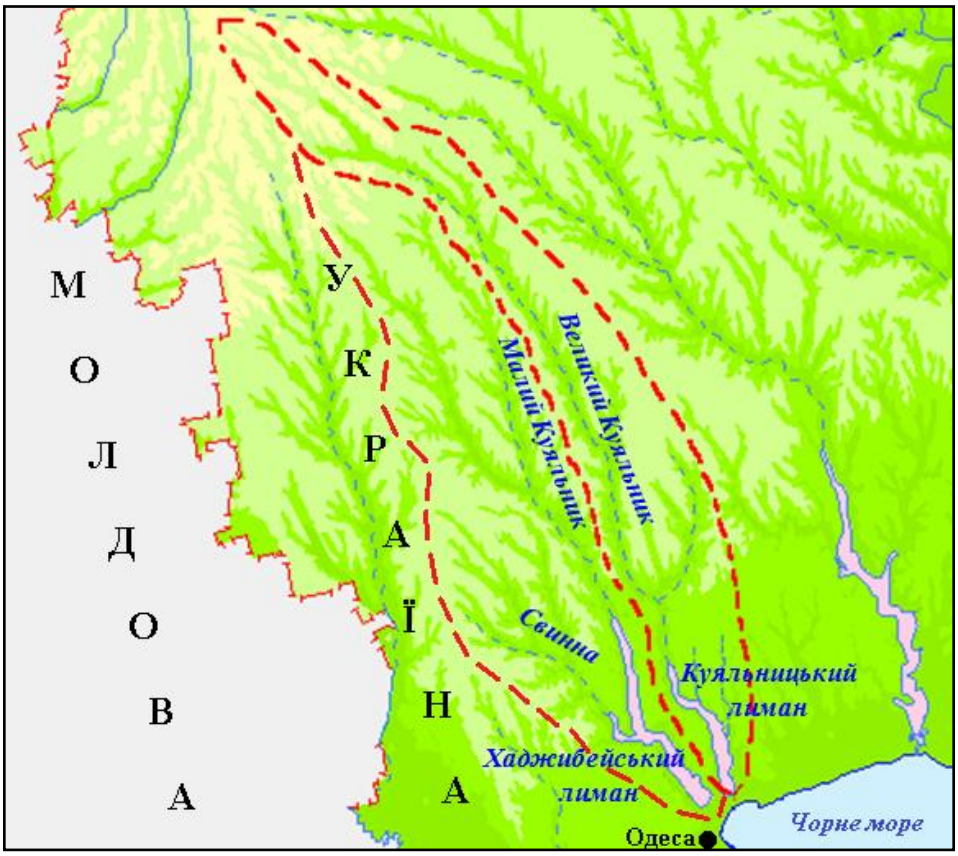

Рис. 1 – Місцеположення басейнів річок Свинна, Малий та Великий Куяльник

До середини XX ст. ці річки були основним джерелом живлення лиманів водою та відігравали значну роль в їх гідролого-гідрохімічному режимі. Однак, з 1950-1960 рр.

почалися активні водогосподарські перетворення в басейнах цих річок, пов'язані з регулюванням і затримкою їх стоку значною кількістю штучних водойм і гідротехнічних споруд (ставків, водосховищ, копаней, дамб, шлюзів тощо) [1-10].

У 80 рр. XX ст. значні ділянки русел цих річок було спрямлено (наприклад, на річці Великий Куяльник спрямлено 130 з 180 км русла). Після спрямлення деякі ділянки старих (природних) русел були обладнання як додаткові штучні водойми, а більшість старих русел та заплави річок було розорано для використання у вигляді сільськогосподарських угідь та для іншої господарської діяльності.

В «нових» спрямлених руслах – каналах трапецеїдальної форми з глибиною до 3 м, були встановлені шлюзи-регулятори, які затримували річковий стік у періоди водопіль та паводків в штучному руслі, для його подальшого використання як додаткових водойм для водопою великої рогатої худоби, риборозведення, зрошення тощо.

Актуальність. Актуальність роботи пов'язана з тим, що ці водогосподарські перетворення повністю змінили морфологічні та морфометричні характеристики річок, вплинули на твердий стік і процеси формування їх русел (наприклад, процеси меандрування, замулення річок тощо), призвели до змін гідрологічного, гідрохімічного та гідробіологічного режимів, видового різноманіття флори і фауни в басейнах і руслах річок, а також до загального погіршення гідроекологічного стану як самих річок так і лиманів в які вони впадали [4-5].

Метою даної роботи була оцінка гідроекологічного режиму річок Свинна, Малий та Великий Куяльник в умовах водогосподарських перетворень в їх басейнах.

Методологія досліджень. Вихідними матеріалами є паспорта річок [1-3], дані про хімічний склад води Одеського обласного управління водних ресурсів, наукові монографії [4-5], звіти з науково-дослідних робіт ОДЕКУ, у тому числі з даними про хімічний склад води річок Свинна, Малий Куяльник та Великий Куяльник [6-10]. Для оцінки екологічного стану та якості води річок було використано міжвідомчий керівний нормативний документ *«Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями»* [11].

Ця методика дозволяє виконувати екологічну оцінку якості води – одержувати інформацію про воду як складову водної екосистеми, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища людини.

Методика передбачає проведення оцінки для середніх і найгірших значень гідрохімічних і гідробіологічних показників екологічного стану водних об'єктів, які зведені в межах трьох блоків. Залежно від кількості вхідних параметрів (повноти наявних показників) екологічна оцінка якості води буває повна (за всіма показниками) і орієнтовна (за не повним переліком показників, які передбачені в методиці).

За обсягом і переліком наявних даних по гідрохімічним показникам була здійснена екологічна оцінка якості води за всіма блоками. При цьому за наявними параметрами визначались значення блокових індексів якості води (сольового складу, еколого-санітарного, специфічних речовин). На підставі значень блокових індексів якості води, визначалася їх приналежність до певного класу і категорії якості води за допомогою систем екологічної класифікації даної методики.

Розрахунок проводився за середніми та екстремальними (найгіршими) значеннями показників. За отриманими екологічними індексами (I_1, I_2, I_3) обчислювалось значення екологічного (інтегрального) індексу якості води I_E.

Викладення основного матеріалу. В результаті виконання роботи встановлено, що води р. Свинна у 80-90 рр. XX ст. та в 2011-2012 рр. за критерієм мінералізації були солонуваті, α-мезогалинні, за іонним складом – сульфатні, групи натрію, II типу.

У 1992 р. за екологічною класифікацією води річки за ступенем чистоти були дуже брудні, а в період 2011-2012 рр. – помірно забруднені. За критерієм забруднення компонентами сольового складу і за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями води відноситься до V класу 7 категорії, це гіпертрофні полісапробні води.

Вода не придатна для використання. За критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії – до І класу 1 категорії. Смерть відсутня або менше 10 % протягом 48 годинного випробування. Водойми річки для використання в рибогосподарських цілях не підходять, в зв'язку з тим що концентрація цинку, міді, кальцію й аміаку перевищують рибогосподарські ГДК.

За класифікацією О.А. Альокіна встановлено, що води р. Малий Куяльник належать до сульфатного класу, групи натрію, ІІ типу, але у XIX ст. клас води змінився на хлоридний, групи магнію, типу ІІІа. Це може бути пояснено надходженням в гирлову область річки вод Хаджибейського лиману в періоди південних (нагінних) вітрів (до пункту відбору проб в с. Бараново включно). Цьому також сприяє те, що русло річки на цій ділянці спрямлене, що зменшує опір руху води лиману вверх по руслу р. М. Куяльник.

За екологічною класифікацією якість води р. М. Куяльник змінюється за сезонами року і в середньому найгірші показники має на весні, що може бути пов'язано з змивом хімічних речовин (у тому числі забруднювальних) з водозбору річки. В середньому, води річки належать до 4-5 категорії, за станом є задовільні та посередні, а за ступенем чистоти – слабко та помірно забруднені (рис. 2).

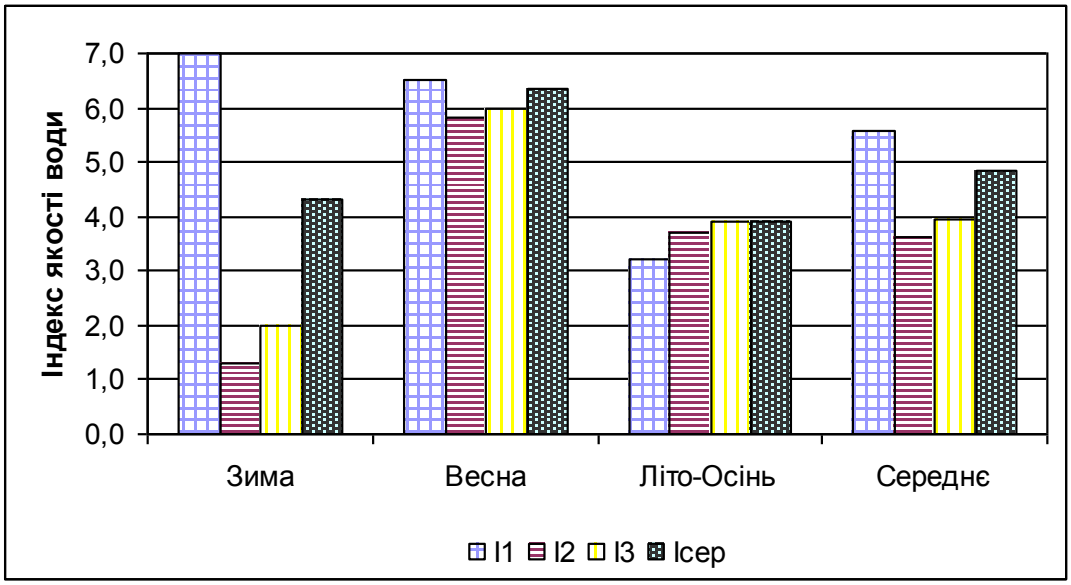

Рис. 2 – Середні багаторічні індекси якості води річки Малий Куяльник

Оцінка якості води та екологічного стану річки Великий Куяльник здійснювалась на основі даних спостережень за 1986-2016 рр. окремо для періодів відсутності та наявності стоку води в руслі річки.

Результати розрахунків показали, що води р. В. Куяльник за критерієм мінералізації є переважно солонуватими β-мезогалинними. В період відсутності стоку при стоячій воді вода в річці належіть до категорії α-мезогалинної (за найгіршими показниками мінералізації). За критеріями іонного складу води річки належать до хлоридного класу, групи магнію, тип ІІІ, за найгіршими значеннями – до хлоридного класу, групи натрію, ІІ типу. Аналіз даних спостережень за гідрохімічним режимом р. В. Куяльник за багаторічний період 1986-2016 рр. показує, що в періоди наявності стоку води середня багаторічна мінералізація води річки в створі с. Северинівка становить 1,61 г/дм^3, в періоди відсутності стоку в руслі мінералізація вод в багаторічному вимірі зростає на 65% і становить 2,47 г/дм^3. Оцінка розподілу виміряних значень мінералізації вод р. В. Куяльник по різним категоріям класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критерієм мінералізації (один з етапів оцінки якості води) показує, що вода річки за наявності та відсутності стоку в її руслі переважно є солонуватою β-мезогалинною. При припиненні стоку зростає кількість випадків переходу вод р. В. Куяльник до вищих

категорій (від прісної до солонуватої), що свідчить про структурну перебудову гідрохімічного режиму річки і погіршення її гідроекологічного стану в несприятливі періоди припинення стоку води в її руслі.

Проведена оцінка якості води за критеріями забруднення іонного складу показала, що за середніми показниками при відсутності стоку якісний стан р. В. Куяльник погіршується на одну категорію порівняно зі станом при наявності стоку. Так, при наявності стоку індекс сольового блоку I_1 становить 2 бали, при відсутності стоку – погіршується до 3 балів. По найгіршим значенням оцінки по окремим показникам майже співпадають – значення I_1 при наявності водного стоку складає 6,67 балів, при відсутності стоку – зростає до 7 балів.

Екологічна оцінка якості води р. В. Куяльник в межах трофо-сапробіологічного (еколого-санітарного) блоку за середніми значеннями показників засвідчила, що відповідний індекс I_2 за наявності стоку складає 4 бали, за відсутності стоку зростає до 4,5 балів. За найгіршими показниками значення згаданого індексу складає 6,3 і 6,7 балів відповідно. Серед окремих гідрохімічних показників блоку лише по середнім значенням вміст розчиненого у воді кисню є допустимим і відповідає 1 категорії, решта показників і по середнім, і по найгіршим значенням відповідають найгіршим 5-7 категоріям якості води. Це вказує на нестабільність гідрохімічного режиму і екологічного стану річки Великий Куяльник. Якість води погіршується внаслідок високих концентрацій біогенних речовин, органічних сполук. В критичні періоди (маловоддя або при забрудненні) якість води та екологічний стан зазнають відчутного погіршення.

Екологічна оцінка якості води в межах блоку специфічних речовин токсичної дії показала, що відповідний блоковий індекс I_3 за середніми значеннями показників при наявності водного стоку складає 2,56 балів, при відсутності стоку зменшується до 2,44 балів. В той же час по найгіршим значенням показників, зданий блоковий індекс зростає до 3,89 і 4,11 балів відповідно. Серед окремих гідрохімічних показників в межах блоку слід відзначити невисокі концентрації у водах р. Великий Куяльник нікелю, марганцю, фенолів. Водночас, якість води та екологічний стан річки погіршують високі значення концентрацій міді, хрому, заліза, нафтопродуктів, СПАР. Це вказує на те, що річка забруднюється господарсько-побутовими стічними водами з боку населених пунктів, та зазнає змивів з сільгоспугідь на водозборі залишків мінеральних добрив, засобів захисту рослин.

В підсумку за інтегральним екологічним індексом I_E за середніми значеннями показників вода річки Великий Куяльник біля с. Северинівка при наявності та відсутності стоку відповідає II класу (3 категорія), тобто за станом оцінюється як «добра», за чистотою «досить чиста», за трофністю – «мезоевтрофна», за сапробністю «β'-мезосапробна». При наявності стоку значення I_E складає 2,85 балів, при відсутності стоку – зростає до 3,31 бала. За найгіршими значеннями показників екологічний стан річки Великий Куяльник відповідає IV класу (6 категорія), тобто, за станом вода характеризується як «погана», за чистотою – «брудна», за трофністю – «політропна», за сапробністю – «α"-мезосапробні». Індекс I_E при наявності стоку набуває значення 5,62 бали, при відсутності стоку – зростає до 5,94 балів. Рівень забруднення речовинами сольового блоку є найбільшим і незначно перевищує забрудненість по трофо-сапробіологічному блоку. В цілому екологічний стан річки Великий Куяльник оцінюється як незадовільний, в періоди відсутності водного стоку якість води зазнає істотного погіршення.

Показники хімічного складу вод за довжиною річки Великий Куяльник, виміряні ОДЕКУ у листопаді 2016 року, взяті із звіту про *«Науково-дослідні роботи з обстеження русла річки Великий Куяльник»* (науковий керівник – завідуюча кафедрою гідроекології та водних досліджень, д. геогр. н., проф. Н.С. Лобода; державний реєстраційний номер 0116U007904; термін виконання – 2016 рік). З використанням даних вимірювань визначено, що вода в руслі річки Великий Куяльник у листопаді

2016 року була з середньою прозорістю 0,23 м (від 0 до 0,50 м), pH води – 8,47 (від 7,67 до 9,34), тобто належала переважно до слабколужних вод. Мінералізація води за довжиною річки середньому дорівнювала значенню 2,22 г/дм^3, змінючись від 0,11 г/дм^3 (помірно прісна) – у верхній і середній течії, до 15,4 г/дм^3 (солона) – в гирлі річки (рис. 3). За загальною жорсткістю – 18 ммоль/дм^3, річкові води належали до дуже жорстких, з максимальним значенням 122 ммоль/дм^3 – в гирловій ділянці (кар'єр нижче с. Адамівка).

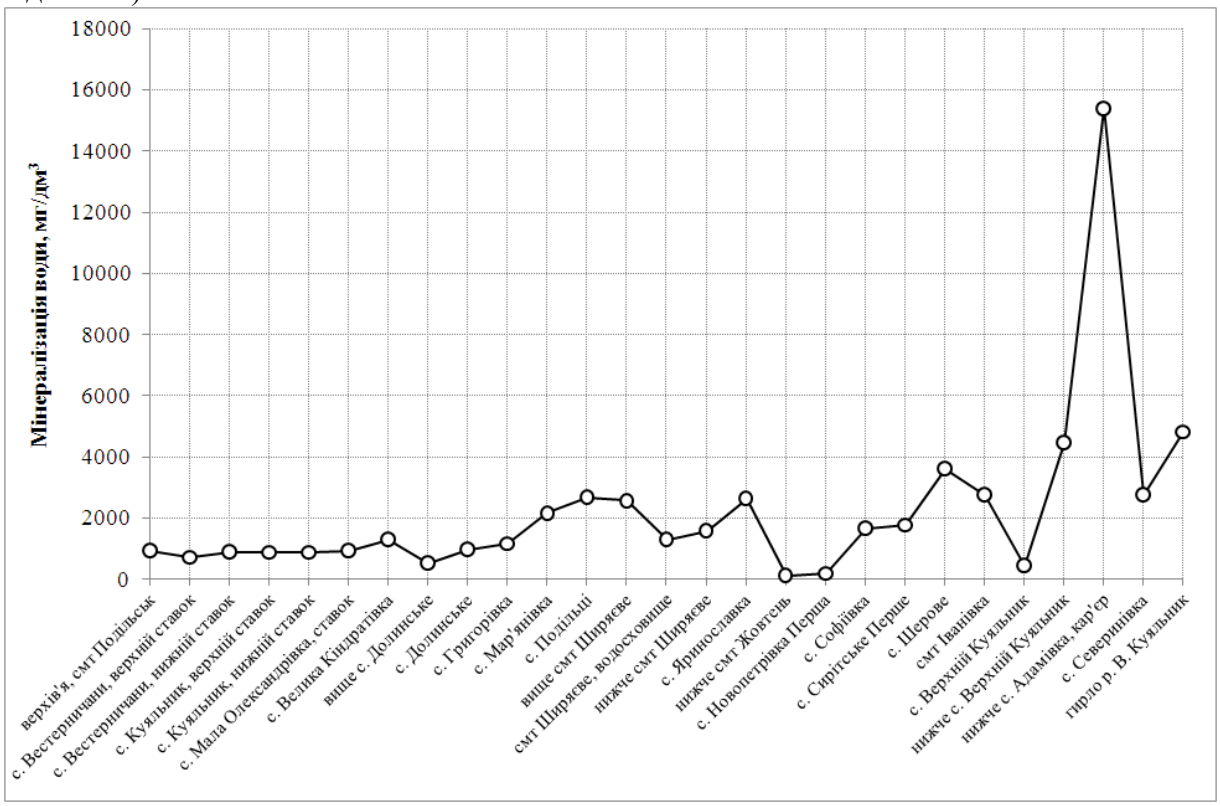

Рис. 3 – Мінливість мінералізації води за довжиною річки Великий Куяльник у листопаді 2016 р. (дані ОДЕКУ)

Концентрації високоопасних речовин (згідно діючого СанПиН 4630-88) у воді річки Великий Куяльник дорівнювали: літію – в середньому 22,99 мг/дм^3 (від 0 до 160 мг/дм^3), що 767 разів вище ГДК (0,03 мг/дм^3); стронцію (стабільного) – в середньому 46,0 мг/дм^3 (від 0 до 600 мг/дм^3), що в 6,6 разів перевищує ГДК (7,0 мг/дм^3); натрію – в середньому 471 мг/дм^3 (з максимумом 12711 мг/дм^3), що в 2,4 рази перевищує ГДК (200,0 мг/дм^3); нітритів – в середньому 30,4 мг/дм^3 (від 0 до 127,67 мг/дм^3), що в 9,2 разів перевищує ГДК (3,3 мг/дм^3); фторидів – в середньому 4,71 мг/дм^3 (від 0 до 11,67 мг/дм^3), що в 6,7 разів перевищує ГДК (0,7 мг/дм^3). Концентрація розчинених органічних речовин у воді р. В. Куяльник в середньому дорівнювала 667 мг/дм^3. Максимальна величина (4694 мг/дм^3) виміряна у воді з кар'єру нижче с. Адамівка в межах гирлової ділянки річки. Згідно класифікації поверхневих вод за вмістом у них головних іонів, запропонованої О.О. Альокіним (1946 р.), удосконаленої В.К. Хільчевським і С.М. Курилом (2006 р.), вода річки Великий Куяльник у 2016 р., була гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридного класу, групи натрію, типу другого, підтипу *б* ($Cl_{III б 5,3}^{MgNaCa38}$). Наявність в класі води трьох головних аніонів пояснюється тим, що вміст у воді кожного з цих іонів в еквівалентній формі відрізняються не більш ніж на 5 %-екв: HCO_3^- = 35 %-екв, SO_4^- = 35 %-екв, Cl^- = 30 %-екв. Підтип в вказує на те, що вміст у воді найбільшого класоутворювального аніону є меншим 50 %-екв. Визначено, що за довжиною річки змінюються не лише підтип і тип вод, але їх група та клас. Результати екологічної оцінки якості води за довжиною р. В. Куяльник за відповідними категоріями представлено на рис. 4.

Висновки та перспективи використання результатів дослідження. З результатів оцінки якості вод р. В. Куяльник витікає, що клас якості вод змінюється від 2-го (добрі та чисті води) до 5-го (дуже погані та дуже брудні води), дорівнюючи в середньому 3-му класу (задовільні та забруднені води). Найбільш брудна вода на ділянці с. Шерове, а найменш забруднена – в с. Мала Олександрівка, с. Долинське та с. Верхній Куяльник. Води річок Свинна та Малий Куяльник в середньому належать до 4-5 категорії, за станом є задовільні та посередні, а за ступенем чистоти – слабко та помірно забруднені.

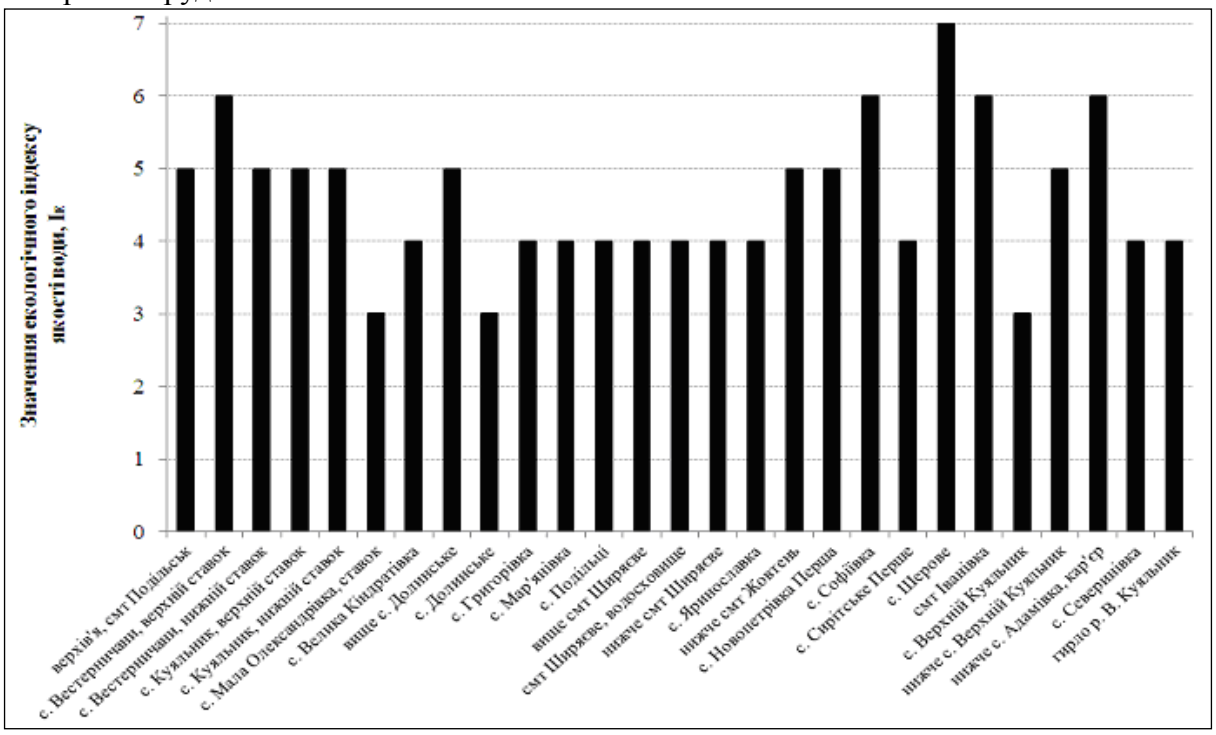

Рис. 4 – Мінливість значення екологічного індексу якості вод (I_E) за довжиною річки Великий Куяльник у листопаді 2016 р. (за даними ОДЕКУ)

Список літературних джерел

1. Паспорт реки Большой Куяльник. – Одесса: Укрюжгипроводхоз, 1992. – 130 с.
2. Паспорт реки Малый Куяльник. – Одесса: Укрюжгипроводхоз, 1992. – 130 с.
3. Паспорт реки Свиная. – Одесса: Укрюжгипроводхоз, 1992. – 110 с.
4. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: коллективная монография / Под ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко. Од. гос. экол. ун-т. – Одесса: ТЭС, 2012. – 224 с.
5. Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: Монографія / За ред. Н.С. Лободи, Є.Д. Гопченка. Од. держ. екол. ун-т. – Одеса: ТЕС, 2016. – 332 с.
6. Водний баланс Хаджибейського лиману за різних умов його існування: звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ; керівник роботи Є.Д. Гопченко. – Одеса, 2011. – 86 с.
7. Оцінка гідроекологічного стану верхньої частини Хаджибейського лиману від с. Єгоровка до с. Алтестове та розробка рекомендацій по поліпшенню водного режиму та відновленню її біологічних ресурсів: звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ; керівник роботи Н.С. Лобода. – Одеса, 2011. – 263 с.
8. Стан гідрографічної мережі річки Великий Куяльник в умовах водогосподарських перетворень на її водозбірному басейні: звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ; керівник роботи Є.Д. Гопченко. – Одеса, 2011. – 165 с.
9. Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін: звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ; керівник роботи Н.С. Лобода. – Одеса, 2016. – 255 с.

10. Науково-дослідні роботи з обстеження річки Великий Куяльник: звіт про НДР (заключний) / ОДЕКУ; керівник роботи Н.С. Лобода. – Одеса, 2016. – 214 с.
11. Романенко В.Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В.Д., Жулинський В.М., Оксіюк О.П. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.

УДК 504.06 : 628.1

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ВОДИ З ГІРСЬКИХ ДЖЕРЕЛ

Гусятинська Наталія Альфредівна, професор, д.т.н.,
Барашовець Ярослав Олександрович, ст. викл., Ременюк Олена Миколаївна, магістрант

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Постановка проблеми. Основними завданнями під час забезпечення якості питної води є досягнення нормативної концентрації небажаних домішок та доведення води до таких фізико-хімічних характеристик, завдяки яким вона має визначені біофізичні та смакові властивості [2]. Поряд з цим важливо, щоб вода забезпечувала не тільки фізіологічні потреби людини, але й сприяла її здоров'ю. Прикладом такої води є джерельна вода, оскільки вона не потребує очищення і містить максимум корисних мікроелементів [3]. Наукові дослідження якості джерельних вод підтверджують, що вони перевершують воду, яку очистили найсучаснішими технічними засобами не тільки за смаком, але й за фізико-хімічними показниками, які визначають її біофізичні та біохімічні властивості. За словами професора Інституту екології людини Михайла Курика, в Україні чисту джерельну воду можна знайти тільки в Карпатах. Природна вода з гірських джерел ідеальна для вживання. Піднімаючись з надр землі через пласти гірських порід, вона проходить природне очищення і збагачується мінералами, а при виході на поверхню насичується енергією сонця і киснем. Тому пити її можна в первозданному вигляді, без кип'ятіння [4].

Актуальність. Протягом десятків років вчені розробляли та вдосконалювали технологію очищення та доочищення природної питної води і досягли позитивних результатів. Проте залишається актуальним питання якості питної води, що досягається у разі застосування сучасних технологій її очищення, з метою забезпечення найбільш оптимальних характеристик для споживання людини.

Методологія досліджень. Відбір проб води здійснювали з природних джерел, розташованих на схилах г. Говерла (Карпати) та г. Гергеті (Кавказ) під час сходження. Аналіз якості джерельної води проводили за стандартними методиками.

Викладення основного матеріалу. Для досліджень було використано природну джерельну воду з витоків річки Прут, на схилі г. Говерла. Проби води були відібрані з природних джерел, що відповідали висоті 1637, 1553, 1270 м над рівнем моря, в червні 2016 року. В ході дослідження визначали ряд показників, наведених в таблиці 1.

Необхідно зазначити, що всі показники якості джерельної води відповідали вимогам ГДН за Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДсанПіН2.2.4-171-10).

Зміна показників жорсткості, сполук амонію та міді залежно від висоти відбору представлена на рис.1. Так, вміст сполук амонію зріс від 0,13 мг/дм^3 (проба, відібрана з найвищої точки) до 0,22 мг/дм^3 – з найнижчої точки. Вміст міді в джерельній воді збільшився з 0,047 мг/дм^3 (проба, відібрана на висоті 1637 м над рівнем моря) до 0,091 мг/дм^3 (проба, відібрана на висоті 1553 м) та до 0,11 мг/дм^3 – висота 1270 м.