

АНАЛІЗ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГІДРОГРАФІЧНОЇ МЕРЕЖІ РІКИ СТИР В МЕЖАХ МІСТА ЛУЦЬК

Копилов В.П., Попович В.В.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
вул. Клепарівська, 35, 79007, м. Львів
kvp279555@gmail.com, popovich2007@ukr.net

У науковій статті наведено аналіз фізико-хімічних досліджень гідрографічної мережі та екологічний стан ріки Стир в межах м. Луцьк за результатами досліджень науковців в період 2013–2020 років з метою встановлення ступеня забруднення із плином часу та розробки заходів щодо його попередження. Значний вплив на якість води р. Стир мають замулювання і ерозія берегової зони, які спостерігалася нами під час гідрологічно-польових досліджень. Судячи із аналізу літературних даних, якість води в р. Стир із плином часу погіршується. Встановлено, що вміст гідрокарбонатів збільшився із 253 мг/дм³ в 2016 р. до 443 мг/дм³ в 2020 р. Така ж ситуація і з сульфатами – 29,9 мг/дм³ в 2016 році до 36,78 мг/дм³ в 2020 році. Також збільшилися показники Ca²⁺ із 71,2 мг/дм³ в 2016 році до 104,2 мг/дм³ в 2020 році. Залізо загальне перевищувало показники граничнодопустимих концентрацій (ГДК) в 2019 році (0,44 мг/дм³) та 2020 році (0,28 мг/дм³). Показники NO³⁻ та NO²⁻ зросли в порівнянні 2016 та 2020 років. NH₄⁺ перевищував ГДК в 2013 р. (2,6 мг/дм³), 2016 р. (0,95 мг/дм³) та 2020 р. (0,87 мг/дм³). Основним заходами підвищення екологічної безпеки ріки Стир залишаються модернізація та додаткове будівництво очисних споруд, запобігання скидання відходів у ріку, моніторинг рівня забруднення води та прибережних ґрунтів, відновлення девастрованих ґрунтів прибережної зони фітомеліоративними заходами. Вивчення фізико-хімічного складу води р. Стир мають велике значення для умов розвитку та поширення біоти. Що є цікавим напрямом наукових пошуків в майбутньому. Наші дослідження в подальшому будуть спрямовані на визначенні вмісту важких металів у пробах води на різних ділянках ріки Стир, а також вмісту важких металів у рослинності та ґрунтах прибережно-водної зони. *Ключові слова:* гідрографічна мережа, фізико-хімічні дослідження, ріка, екологічна безпека, забруднення, засоленість, моніторинг.

Analysis of physical and chemical investigations of the hydrographic network of the Styr river within the city of Lutsk. Kopylov V., Popovych V.

The scientific paper presents an analysis of the physicochemical of the hydrographic network and the ecological state of the Styr River within the city of Lutsk based on the results of research conducted in 2013–2020 to determine the pollution degree over time and develop preventive measures. Silting and erosion of the coastal zone, which we observed during hydrological field studies, have a significant impact on the water quality of the Styr River. Based on the analysis of published data, the water quality in the Styr River is deteriorating over time. It was found that the content of hydrocarbonates increased from 253 mg/dm³ in 2016 to 443 mg/dm³ in 2020. The same is the case with sulfates – 29.9 mg/dm³ in 2016 to 36.78 mg/dm³ in 2020. Ca²⁺ levels also increased from 71.2 mg/dm³ in 2016 to 104.2 mg/dm³ in 2020. Total iron exceeded the maximum permissible concentrations (MPC) in 2019 (0.44 mg/dm³) and 2020 (0.28 mg/dm³). NO₃⁻ and NO₂⁻ indicators increased compared to 2016 and 2020. NH₄⁺ exceeded the MPC in 2013 (2.6 mg/dm³), 2016 (0.95 mg/dm³) and 2020 (0.87 mg/dm³). The main measures to improve the environmental safety of the Styr River are the modernization and additional construction of wastewater treatment facilities, prevention of waste discharge into the river, monitoring of water and coastal soil pollution, and restoration of devastated soils in the coastal zone through phytomelioration measures. Studying the physicochemical composition of the Styr River water is of great importance for the development and distribution of biota. This is an interesting area for future research. Our future research will be aimed at determining the content of heavy metals in water samples in different parts of the Styr River, as well as the heavy metal content in vegetation and soils of the coastal water zone. *Key words:* hydrographic network, physical and chemical research, river, environmental safety, pollution, salinity, monitoring.

Постановка проблеми. Забруднення поверхневих та підземних водоем є актуальним науковим питанням, дослідженням якого займається низка українських та закордонних вчених. Аналіз результатів досліджень українських науковців дав змогу оцінити екологічну безпеку басейнів багатьох річок як катастрофічну. Основними забруднювачами водних ресурсів в Україні є металургійна, хімічна, гірничодобувна промисловість, житлово-комунальне та сільське господарство [1]. Науковцями виділено п'ять джерел антропогенного забруднення, які впливають на морські та прісноводні екосистеми: стічні води, поживні речовини та теригенні матеріали, сира нафта, важкі метали та полімери [2]. У країнах, які розвиваються, спостерігаються численні зливи кана-

лізації в ріки та інші поверхневі водойми. Така ситуація, безумовно є неприпустимою. Нерідко можна спостерігати безконтрольний скид зворотних шахтних вод у річки. У промислових районах, в тому числі видобувних, в річках спостерігається підвищений вміст радіонуклідів [3].

Актуальність дослідження. Ріка Стир протікає через обласний центр Волинської області – м. Луцьк. На береговій зоні у місті розташовані місця відпочинку, зокрема пляжі. Питання екологічної безпеки ріки та якості води в ній є першочерговими для безпеки людей, особливо у в літній період. Вода з р. Стир використовується для господарсько-побутових, виробничо-технічних потреб, але вона не використовується в господарсько-питному водо-

постачанні міста, оскільки для цього використовуються підземні води. Однією із найбільших екологічних проблем міста є забруднення поверхневих вод зливовими стоками дощових і талих вод. У зв'язку з відсутністю централізованої дощової каналізаційної мережі й облаштованих належним чином очисних споруд дощових і талих вод усі вони потрапляють у відкриті водні об'єкти міста [4]. Лише окремі підприємства обладнані очисними спорудами дощових стоків, хоча технологічні схеми їх очистки на сьогодні досить примітивні. Міські каналізаційно-очисні споруди потребують проведення капітального ремонту наявних ступенів очистки й трубопроводів, реконструкції та розширення за рахунок будівництва другого каскаду біоставків [4]. За даними [4] очищення наявних біоставків не проводили з часу їх будівництва. На сьогодні вони замулені та забруднені і є джерелом вторинного забруднення стічних вод, які після цього скидаються в р. Стир.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дефіцит прісної води в світовому контексті спонукало звернути увагу окремим пунктом в «Цілях сталого розвитку» на чисту воду та санітарні належні умови – ціль 6 «Чиста вода та належна санітарія», яка має 8 завдань. Загалом завдання мають на меті попередити забруднення водойм та підвищити якість води в існуючих умовах. Зокрема, завдання 3 має назву «Поліпшення якості води, очищення стічних вод і безпечне повторне використання», реалізація якого передбачена до 2030 року. У межах завдання виокремлено два індикатори – частка господарсько-побутових та промислових стічних вод, що безпечно очищені; частка водних об'єктів з доброю якістю води.

Зокрема, наукова праця відповідає основним принципам і напрямам державної політики щодо охорони, раціонального використання та відновлення водних ресурсів України, які передбачені Водним кодексом України.

Представлена робота відображає моніторинг якості води в ріці Стир в межах м. Луцьк, за результатами досліджень інших науковців, з метою подальших заходів щодо її підвищення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гідрологічні, фізико-хімічні, моніторингові дослідження води і загалом екосистеми ріки Стир здійснювали такі видатні українські вчені як Мисковець І., Будз М., Мольчак Я., Горяна О., Фесюк В., Нетробчук І., Гашинська В., Ганущак М., Тарасюк Н. та ін.

Гідрографічну мережу Луцька формує річка Стир до якої впадають ріки Сапалаївка, Омеляник, Жидувка, Черногузка. Значимо, що зі східної сторони міста Луцька споруджені на р. Сапалаївка (біля вул. Теремнівська) Теремнівські ставки, площа яких 5,91 га. у 1993 році їм надано статус пам'ятки природи місцевого значення [5]. Також гідрологічно

з'єднується з р. Стир каналами Гнідавський болотний масив, який вимагає детальних гідрологічних досліджень [5]. Гнідавське болото – загальнозоологічний заказник місцевого значення на лівому березі р. Стир. Розташований у межах Луцького району Волинської області та міста Луцька (між селом Рованці, мікрорайоном Гнідава і центральною частиною Луцька). Створений з метою збереження частини заболоченої лівобережної заплави р. Стир. Тут зростає велика кількість рідкісних рослин, знаходяться місця гніздування водоплавних птахів. У 1995 р. надано статус заказника з площею 116,6 га. Він перебуває у віданні управління житлово-комунального господарства міської ради Луцька та Боратинської сільської ради Луцького району Волинської області [5].

Гідрографічну мережу ріки Стир в межах міста Луцьк наведено на рис. 1.



Рис. 1. Гідрографічна мережа р. Стир в межах м. Луцьк

У ріці Стир водяться 37 видів риб і круглоротих, які належать до 11 родин. Найбільшою кількістю видів представлені коропові (24 види). Трьома видами представлена родина окуневих, двома – в'юнових. Усі решта – по одному виду [6]. У складі іхтіофауни Стиру є види, які скорочують свій ареал і потребують охорони. Серед чинників антропогенного впливу виділяють три основні групи, які визначають екологічний стан водотоку – зарегулювання стоку, забруднення та біологічний вплив. Зазначається, що греблі водосховищ обмежили шляхи нерестових, нагульних міграцій багатьох видів риб [6].

За значеннями усередненого індексу забруднення компонентами сольового складу, вода р. Стир у м. Луцьк належала до першого класу якості («відміні», «дуже чисті»), індексу еколого-санітарних показників – до другого й третього класів якості («добрі», «задовільні», «чисті», «забруднені»), індексу специфічних речовин токсичної дії – до другого класу якості («добрі», «чисті»). За усередненою величиною інтегрального екологічного індексу води р. Стир у м. Луцьк за середніми та найгір-

шими величинами належали до другого класу якості («добрі» за їхнім природним станом, «чисті» за ступенем чистоти). Основними джерелами забруднення р. Стир є недостатньо очищені каналізаційні стічні води від очисних споруд міста, зливові стоки дощових і талих вод [4]. Зазначимо також, що значний вплив на якість води мають побутові відходи, які потрапляють у ріку.

На якість води річки Стир, у створі вище міста, мають вплив забруднення, що потрапляють з річки Іква ЖКП «Млинівське» та ДКП «Дубнівське» Рівненської області, а також стічні води, що переносяться з Львівської області – КП «Радехівське ВКГ» (через річку Острівка) та КП «Бродиводоканал» (через річку Бовдурка) [7]. Якість води у створі нижче міста зазнає впливу стічних вод КП «Луцькводоканал». Дослідження якості води річки проводились в пунктах спостереження м. Луцьк (питний водозабір м. Луцьк). Перевищення показників води у річці Стир виявлено по БСК5 – на 1,22 мг/дм³ в с. Княгининок, та на 1,58 мг/м³ у м. Луцьк. Кисневий режим річки задовільний. Решта гідрохімічних показників знаходяться нижче встановлених гранично допустимих концентрацій [7].

За даними [8] у 2018 р. зафіксовано 4 випадки високого забруднення води: у створі вище міста азотом амонійним (14,3 ГДК) в жовтні та іонами марганцю (12,6 ГДК) в квітні; у створі нижче міста азотом амонійним (13,8 ГДК) в лютому та іонами марганцю (15 ГДК) в квітні. Збільшилися середньорічні концентрації азоту амонійного (в 2,8 рази), азоту нітратного та хімічного споживання кисню в обох створах. Невелике зростання забруднення води спостерігалось по фосфатах у нижньому створі. У створі вище міста знизилась середньорічна концентрація фосфатів, іонів цинку та нафтопродуктів; а у нижньому створі – іонів марганцю. Вміст у воді іонів міді, хрому шестивалентного та фенолів порівняно з 2017 р. суттєво не змінився.

За даними [9] склад води у р. Стир, в межах поста гідрометрологічної служби м. Луцьк, гідрокарбонатно-кальцієвий з мінералізацією, що змінюється сезонно – від 371 мг/дм³ під час весняної повені до 503 мг/дм³ у змову межень. Водночас, дані локального моніторингу якості води малих річок засвідчують значне перевищення ГДК за такими показниками як завислі речовини, ХСК, вміст СПАР, заліза загального.

Науковці в роботі [10] наводять, що стан джерел водопостачання р. Стир відрізняється засоленістю. Найвищі показники вмісту нітратів у воді в джерелі с. Грем'яче – 41,94 мг/дм³, а найнижчі у с. Єлизаветин – 1,21 мг/дм³, а нітритів, відповідно, – у джерелі с. Гірка Полонка – (1,12 мг/дм³) та у с. Оконськ (не виявлено взагалі). Хлоридів найбільше у джерелі с. Гірка Полонка (109,4 мг/дм³), а найменше – у с. Баїв (1,77 мг/дм³). Найвищим показником вмісту сульфатів характеризується вода

в джерелі у с. Гірка Полонка – 82,75 мг/дм³, а найнижчим – у с. Єлизаветин (2,45 мг/дм³) [10].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Представлені результати науковців щодо фізико-хімічних властивостей води в р. Стир безумовно є актуальними та відображають дані у певний період часу. Проте, моніторинг забруднення р. Стир в межах м. Луцьк за певний період часу потребує доопрацювань.

Новизна. У роботі наведено моніторинг фізико-хімічних досліджень якості води ріки Стир в межах м. Луцьк за період 2013–2020 років з метою встановлення ступеня забруднення із плином часу та розробки заходів щодо його попередження.

Викладення основного матеріалу. Значний вплив на якість води р. Стир мають замулювання і ерозія берегової зони, які спостерігалася нами під час гідрологічно-польових досліджень (рис. 2).

З поверхневим стоком у річки м. Луцька виносяться забруднюючі речовини, за рахунок яких частково формується забруднення їх вод. Більше забруднень надходить із дощовим стоком, менше – із талим сніговим. Науковцями [11] наведено, що на частку снігових і дощових вод, у цілому за рік, припадає від 5 до 20%.

У таблиці 1 відображено аналіз результатів досліджень науковців стосовно фізико-хімічного складу води р. Стир в межах м. Луцьк з метою встановлення динаміки забруднення з плином часу.

Судячи із аналізу літературних даних, якість води в р. Стир із плином часу погіршується. Встановлено, що вміст гідрокарбонатів збільшився із 253 мг/дм³ в 2016 р. до 443 мг/дм³ в 2020 р. Така ж ситуація і з сульфатами – 29,9 мг/дм³ в 2016 році до 36,78 мг/дм³ в 2020 році. Також збільшилися показники Ca²⁺ із 71,2 мг/дм³ в 2016 році до 104,2 мг/дм³ в 2020 році. Залізо загальне перевищувало показники граничнодопустимих концентрацій (ГДК) в 2019 році (0,44 мг/дм³) та 2020 році (0,28 мг/дм³). Показники NO³⁻ та NO²⁻ зросли в порівнянні 2016 та 2020 років. NH₄⁺ перевищував ГДК в 2013 р. (2,6 мг/дм³), 2016 р. (0,95 мг/дм³) та 2020 р. (0,87 мг/дм³).

Аналогічна ситуація щодо зростання забруднення води в р. Стир спостерігається і для рік Волинської області. Антропогенне навантаження, що зростає, суттєво впливає на поверхневі води Волинського регіону. Відбулися зміни сольового складу та якості річкових вод області. Зросло закислення поверхневих вод, унаслідок цього збільшилося забруднення атмосферного повітря від локалізованих джерел, урбанізованих територій (слабко очищених і зливових вод, питома вага яких становить приблизно 60% від загальної маси забруднень), третина забруднень надходить з агроландшафтів (біоциди, біогенні сполуки, органічна речовина). Найнебезпечніші спорадичні випадки аварійних забруднень річкової мережі спостерігаються в осінньо-зимовий період стічними



Рис. 2. Замулювання і ерозія берегової зони річки Стир в м. Луцьк (фото В. Попович)

Таблиця 1

Аналіз результатів досліджень фізико-хімічного складу води р. Стир в межах м. Луцьк

Показник, мг/дм ³	За Ганущак М. М., Тарасюк Н. А., 2013 [12]	За Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К., 2016 (літньо-осіння межень) [9]	За даними Регіонального офісу водних ресурсів у Волинській області, III квартал, 2019 [13]	За даними Регіонального офісу водних ресурсів у Волинській області, III квартал, 2020 [13]	ГДК якості поверхневих вод для питних потреб
HCO ₃ ⁻	-	253	460	443	-
SO ₄ ²⁻	-	29,9	23,24	36,78	100
Cl ⁻	-	20,9	16,7	12,11	300
Ca ²⁺	-	71,2	92,2	104,2	180
Mg ²⁺	-	14,7	16,23	8,5	40
Na ⁺ +K ⁺	-	13,5	10,53	11,13	170
Мінералізація	-	403,2	-	-	-
Fe _{заг.}	-	0,04	0,44	0,28	0,1
P	0,027-0,096	0,054	0,14	0,4	0,7
Si	1,0-7,1	3,3	-	-	10
NO ₃ ⁻	-	0,021	1,2	1,66	40
NO ₂ ⁻	-	0,005	0,03	0,09	0,08
NH ₄ ⁺	2,6	0,95	0,41	0,87	0,5
БО, мгО/дм ³	58,4	17,8	-	-	15
Cr ⁶⁺ , мкг/дм ³	4,7-16,0	-	-	-	50
БСК ₅ , мгО/дм ³	1,0-3,11	-	3,57	5,54	3,0

водами цукрових заводів. Унаслідок надходження у водне середовище сапонінуглікозиду (міститься у відходах цукрового виробництва) здійснюється гліколізна дія на еритроцити крові риб у разі розведення 1:1000000 [14]. Внаслідок цього риба гине та не роз-

множується. Надалі необхідно запобігати неконтрольованим скидам стічних вод із цукрових заводів та інших промислових підприємств. Забруднення води р. Стир спричиняє не тільки гибель біоти, але й негативно відображається на естетиці довкілля.

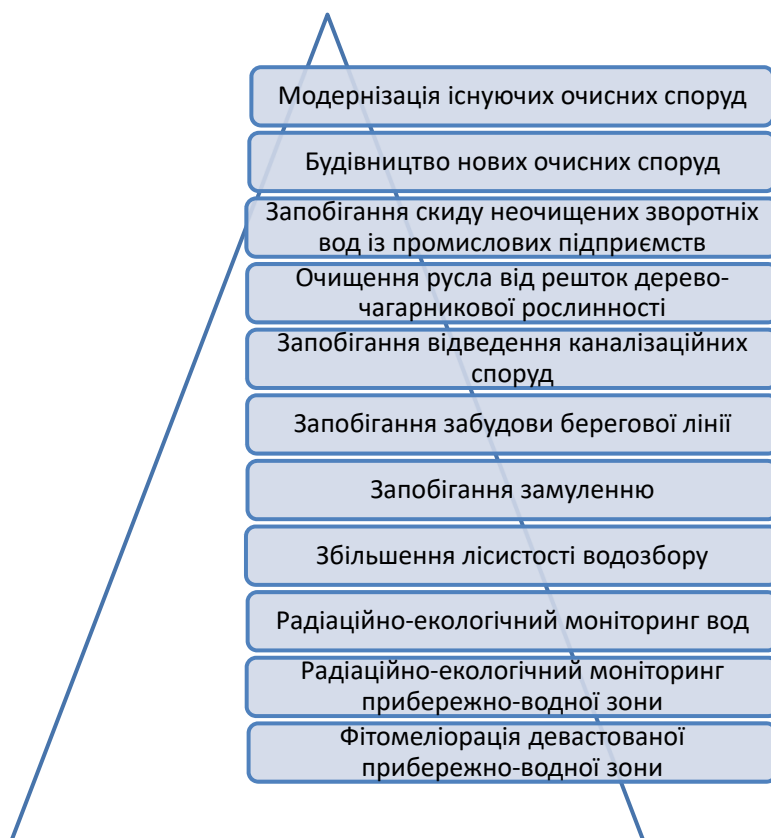


Рис. 3. Шляхи підвищення рівня екологічної безпеки ріки Стир

Визначено [15], що найкомфортнішими мікрокліматичними умови для мешканців міста влітку є лісопаркові зони та території біля водойм. Насамперед, потрібно формувати ландшафтно-рекреаційну зону на базі наявних зелених насаджень загального користування міської забудови, за межами забудови в межах міста й на прилеглих територіях озеленоного поясу. Це, зокрема, створення нових масивів парків та лугопарків, гідропарку вздовж р. Стир і р. Сапалаївка, лісів та лісопарків.

Науковці в роботі [16] зазначають, що для покращення їх екологічної ситуації необхідно вдосконалити каналізованість річок, побудувати нові і модернізувати існуючі очисні споруди.

Головні висновки. Безумовно, що всі заходи стабілізації екологічної безпеки ріки Стир є актуальними та потребують впровадження. Враховуючи результати досліджень попередніх науковців та результати власних гідрологіч-

но-польових досліджень нами наведено шляхи підвищення рівня екологічної безпеки ріки Стир (рис. 3).

Основним заходами підвищення екологічної безпеки ріки Стир залишаються модернізація та додаткове будівництво очисних споруд, запобігання скидання відходів у ріку, моніторинг рівня забруднення води та прибережних ґрунтів, відновлення дегазованих ґрунтів прибережної зони фітомеліоративними заходами.

Перспективи використання результатів дослідження. Вивчення фізико-хімічного складу води р. Стир мають велике значення для умов розвитку та поширення біоти. Що є цікавим напрямом наукових пошуків в майбутньому. Наші дослідження в подальшому будуть спрямовані на визначенні вмісту важких металів у пробах води на різних ділянках ріки Стир, а також вмісту важких металів у рослинності та ґрунтах прибережної зони.

Література

1. Сталінська І. В., Дмитренко Т. В. Рекомендації щодо зменшення екологічного ризику накопичувачів промислових стічних вод і шламів на екологічний стан поверхневих водних об'єктів на урбанізованих територіях. *Екологічні науки*. 2023. № 4(49). С. 82–90. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.11>
2. Häder D-P., Banaszak A. T., Villafañe V. E., Narcarte M. A., González R. A., Helbling E. W. Anthropogenic pollution of aquatic ecosystems: Emerging problems with global implications. *Science of the Total Environment*. 2020. № 713. 136586. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136586>
3. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical*. 2020. № 440. 48–54. URL: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>

4. Нетробчук І., Гашинська В. Екологічна оцінка якості води р. Стир у місті Луцьку. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія : Географічні науки*. 2018. № 3 (376). 28–34.
5. Мисковець І. Я., Мольчак Я. О. Формування якості поверхневих вод у межах Луцька. *Modern engineering and innovative technologies*. 2023. № 25(2). 77–83.
6. Сучасна іхтіофауна річки Стир. URL: https://vl.darg.gov.ua/_suchasna_ichtiofauna_richki_0_0_0_812_1.html
7. Моніторинг стану довкілля за травень 2023 року. URL: <https://voladm.gov.ua/article/monitoring-stanu-dovkillya-za-traven-2023-roku/>
8. Фесюк В. О. Луцьк: сталий розвиток і соціально-екологічні проблеми. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2013. 304 с.
9. Забокрицька М. р., Хільчевський В. К. Водні об'єкти Луцька: гідрографія, локальний моніторинг, водопостачання та водовідведення. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3(42). 64–76.
10. Горяна О., Фесюк В. Комплекс заходів підвищення ефективності використання й охорони джерел басейну р. Стир у межах Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2018. № 10(383). 46–52.
11. Мисковець І. Я., Будз М. Д., Мольчак Я. О. Екологічні наслідки антропогенних змін хімічного складу вод Волині. *Екологічні проблеми довкілля та шляхи їх вирішення*. 2012. 14–16.
12. Ганущак М. М., Тарасюк Н. А. Сучасний гідрохімічний режим річки Стир в умовах антропогенного навантаження (на прикладі м. Луцьк). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. № 2(29). 54–63.
13. Офіційний сайт Регіонального офісу водних ресурсів у Волинській області. URL: <https://vodres.gov.ua/monitoring/results/2020/17>
14. Гуца О. В. Екологічні проблеми забруднення водойм Волинської області. *Public Health Journal*. 2022. № 1. 27–38. URL: <https://doi.org/10.32782/pub.health.2022.1.3>
15. Нетробчук, І., Вдовичук, І. Мікрокліматичні особливості міста Луцька. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія : Географічні науки*. 2017. № 9(358). 15–22.
16. Мисковець І., Мольчак Я. (2023). Розрахунок антропогенних чинників та оцінка екостану басейну річки. *Collection of Scientific Papers "SCIENTIA", (February 24, 2023; Singapore)*. 2023. 154–156. URL: <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/777>