

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-3-79-37>

УДК 504.4.06(477.54):665.66

Крайнюков О.М.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кривицька І.А.

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

Зюзь Т.М.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ЛОПАНЬ В МЕЖАХ ДЕРГАЧІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація. Річка Лопань в межах Дергачівського району Харківської області є основним джерелом води для потреб всього населення. Це пов'язано з тим, що підприємства в своїй діяльності використовують водні ресурси, при цьому в річку скидають вже використані, недостатньо очищені стічні води, які і є основними забруднювачами, тому проведені дослідження були спрямовані на отримання оцінки еколого-токсикологічного стану річки Лопань. В статті розглянуто результати еколого-токсикологічної оцінки якості поверхневих вод, яка здійснювалась на основі результатів визначення токсичних властивостей проб води, які відбирали в ряді створів спостережень річки Лопань восени 2018 та навесні 2019 років. У пробах визначали рівні хронічної токсичності води за допомогою методики біотестування на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Хронічну токсичність води визначали у зв'язку з тим, що нормативом якості природних вод за токсикологічним показником є відсутність хронічної токсичності. Експериментальні дослідження проводили у лабораторії еколого-токсикологічних досліджень екологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Лабораторія атестована Державним комітетом України з питань технічного регулювання та споживчої політики на проведення вимірювань токсичності методом біотестування у сфері поширення державного метрологічного нагляду. Характеризуючи результати проведених експериментів, слід зазначити, що із 16 відібраних проб води 25% виявили хронічну токсичність, а саме – зразки з двох створів – р. Лопань, м. Дергачі, вул. Січова та р. Лопань, 600 м. вище м. Дергачі. В інших шести створах вода відповідала нормативу якості води за токсикологічним показником – відсутність хронічної токсичності води.

Ключові слова: забруднення, водний об'єкт, біотестування, токсичність.

Krainsiukov Oleksii

V.N. Karazin Kharkiv National University

Krivicka Ivetta

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

Zuz Tatiana

V.N. Karazin Kharkiv National University

ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL EVALUATION OF WATER QUALITY IN THE LOPAN RIVER WITHIN THE BOUNDARIES OF DERHACHIVSKYI RAION OF KHARKIV OBLAST

Summary. The Lopan River within the Dergachiv district of Kharkiv region is the main source of water for the needs of the entire population. This is due to the fact that enterprises use water resources in their activities, while discharging already used, insufficiently treated wastewater, which are the main pollutants, so the studies were aimed at obtaining an assessment of the ecological and toxicological status of the Lopan River. The article deals with the results of ecological-toxicological assessment of surface water quality, which was carried out on the basis of the results of determination of toxic properties of water samples, which were taken in a number of observations of the Lopan River in autumn 2018 and spring 2019. The samples determined the levels of chronic water toxicity using the biotesting method for crustaceans *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Chronic water toxicity was determined due to the fact that the standard of natural water quality according to the toxicological indicator is the absence of chronic toxicity. Experimental studies were conducted in the laboratory of ecological and toxicological studies of the ecological faculty of the V.N. Karazin Kharkiv National University. The laboratory is certified by the State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy for biotest measurements in the field of state metrological surveillance. Describing the results of the experiments, it should be noted that of the 16 water samples, 25% showed chronic toxicity, namely, samples from two creatures – Lopan, Dergachi, ul. Sichova and Lopan, 600 m. Above Dergachi. The water from these creatures revealed toxic properties both in the fall of 2018 and in the spring of 2019, and a sample of water that was taken from the Lopan river, Dergachi, ul. Kuibyshev in the spring of 2019 corresponded to the 3rd grade of quality and was moderately contaminated. Such deterioration of water quality by toxicological parameters in this formation can be caused by the admission of toxic substances to the water body with surface runoff during snow melting and secondary pollution of water by sediments during spring flood. In the other six structures, the water met the water quality standard according to the toxicological indicator – the absence of chronic water toxicity.

Keywords: pollution, water, biotest, toxicity.

Постановка проблеми. Більшість водних об'єктів піддаються різноманітного антропогенного впливу, внаслідок чого виникає кризова екологічна ситуація, яка часто є однією з причин погіршення здоров'я людей і соціальної напруги в окремих регіонах. У зв'язку з цим надзвичайно велика потреба в інформації про токсичність води і джерел забруднення водних об'єктів. Оцінити безпосередній вплив токсикантів на живі організми дозволяє біотестування. Біотестування дає можливість на кількісному рівні за рахунок отримання конкретних цифрових даних характеризувати рівень токсичності середовища для організмів. Результати біотестування представляють інтерес не тільки в екологічному, але й в гігієнічному плані.

Річка Лопань в межах Дергачівського району Харківської області є основним джерелом води для потреб всього населення. Це пов'язано з тим, що підприємства в своїй діяльності використовують водні ресурси, при цьому в річку скидають вже використані, недостатньо очищені стічні води, які і є основними забруднювачами, тому проведені дослідження були спрямовані на отримання оцінки еколого-токсикологічного стану річки Лопань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз результатів впровадження еколого-токсикологічних методів в систему оцінки і контролю якості природних і стічних вод в різних зарубіжних країнах показав, що в США досить ефективно було вирішено проблему охорони вод від токсичного забруднення [1; 2]. Про це свідчить підготовлений Агенством з охорони навколишнього середовища (АОНС) документ «Стратегія в галузі дослідження вод» [3] в якому наголошується необхідність подальшого застосування біотестів для оцінки токсичності води. Можливо, що це єдиний реальний шлях урахування впливу сотень різних забруднюючих речовин, що надходять у природні води, на водні екосистеми. Зроблено висновки, що методи біотестування доцільно використовувати як для здійснення ефективної програми моніторингу якості води, так і для розробки концепції зниження токсичності, вони можуть мати величезну потенційну можливість в якості ефективного доповнення до хімічних аналізів при видачі дозволів на скидання стічних вод.

В останні роки набір методик біотестування, який застосовується підрозділами Агентства з охорони навколишнього середовища в США, включає біотести з використанням показників виживаності риб на ранніх стадіях розвитку, наприклад *Pimephales promelas*, виживаності та плодючості церіодафній *Ceriodaphnia dubia*, збільшення чисельності клітин водоростей *Selenastrum capricornutum* [4].

У ряді інших зарубіжних країн метод біотестування також впроваджується у водоохоронну практику. У відповідності до нового водного законодавства у Німеччині з січня 1987 року, було встановлено диференційовану плату за скид стічних вод у водні об'єкти або в каналізаційну мережу в залежності від їх токсичності [5; 6]. Оцінка токсичності проводилась за допомогою різних тест-об'єктів: риб, дафній, водоростей, бактерій. Найчастіше використовується біотест, заснований на реєстрації рівня біоломінесценції бактерій, що світяться. Визначається концентрація стічної води, в якій активність світіння бактерій посла-

блюється на 20% у порівнянні з контролем. Ця величина приймається як критерій токсичності.

В роботах [7–9] розглянуто методичні підходи та умови використання різних видів водних організмів для біотестування. Зокрема, розглядається можливість 21-добового дафнієвого і 14-добового рибного тестів для оцінки токсичної дії стічних вод. З метою вивчення наслідків надходження у водне середовище токсичних забруднень пропонується проводити комплекс спостережень «in situ-Biotests», що включає реєстрацію зміни морфологічних, фізіологічних, цитологічних і біохімічних функцій життєдіяльності тест-організмів.

За даними, представленими у роботах [10; 11] відзначається, що у Франції, починаючи з 70-х років, функціонує система контролю якості води, заснована на використанні значного набору показників, у тому числі і токсикологічних. В рамках цієї системи здійснюється комплексна оцінка якості природних вод і контроль джерел забруднення водних об'єктів. Організовано виробничий контроль токсичності стічних вод практично на всіх промислових об'єктах. Біотестування проводиться за допомогою набору стандартних методик. В якості тест-об'єктів використовуються представники основних трофічних ланок водної екосистеми: риби, безхребетні, водорості і бактерії. Визначається токсичність води для *Beachyodanion verio* і *Daphnia magna* за показником ЛС₅₀ за 24 години; для культури водорості *Scenedesmus subspicatus* використовується показник токсичності – зниження чисельності клітин на 50% протягом 7 діб, для бактерій із роду *Pseudomonas* – пригнічення темпу розмноження бактеріальних клітин за 4-8 год.

У роботі [12] наведено результати еколого-токсикологічної оцінки якості води річки Маас – основного джерела водопостачання м. Брюсселя, яка контролювалась, поряд із традиційними методами хімічного аналізу, за допомогою біотеста, заснованого на використанні поведінкових реакцій райдужної форелі.

Оцінка токсичності промислових стічних вод проводиться на ряді підприємств у Великобританії з метою контролю якості при їх скиданні у водні об'єкти. Контроль здійснюється за допомогою райдужної форелі і дафній. Первинний скринінг проводиться із застосуванням бактерій (*Microtox*-тест) і визначенням виживаності дафній, подальше тестування включає оцінку ростових процесів водоростей *Selenastrum*, а також реєстрацію виживаності лососевих і корокових риб [13; 14].

У Швеції використовують методику визначення токсичності стічних вод, що утворюються на різних стадіях виробничого процесу. Для біотестування використовуються різні реакції водних організмів: репродуктивна здатність, ряд фізіолого-біохімічних показників, вивчаються також канцерогенні та мутагенні властивості токсикантів, які входять до складу стічних вод [15].

Вплив стічних вод на стан біоценозів вивчається на лабораторних і польових модельних екосистемах (мікроекосмах). Дані про токсичність і мутагенні властивості компонентів стічних вод є основою для вибору технологічного режиму очищення стічних вод [16; 17].

Ряд стандартних біотестів для визначення гострої токсичності води і хімічних речовин розроблені в Фінляндії [18–20]. В якості тест-організмів використовуються райдужна форель, риба-зебра,

дафнії, водорості і бактерії. Для оцінки токсичності стічних вод найчастіше використовуються дафнії. Отримана інформація щодо гострої токсичності більш як для 1000 хімічних сполук. Проводяться також хронічні експерименти з використанням ікри риб і молоді дафній. Дані про фізіологічні стреси риб використовуються для одержання залежності між дією стічних вод на стан риб в лабораторних і природних умовах. Такі дослідження проведені в місцях скидання стічних вод целюлозно-паперової, металургійної, хімічної та нафтохімічної промисловостей.

У роботі [21] відзначається, що на основі результатів токсикологічних досліджень Національне управління по воді підготувало директивний документ, який передбачає використання тестів на токсичність в контролі джерел забруднення Балтійського моря. Оцінку рівня токсичності морських вод запропоновано проводити за допомогою ряду біотестів з використанням реакцій морських організмів – мідій.

Значну кількість публікацій присвячено проблемі розробки і застосування біотестів у практику водоохоронної діяльності в Чехії, Угорщині, Польщі та ін. В якості тест-об'єктів в методиках біотестування використовуються великий і різноманітний набір організмів: *Paramecium caudatum*, *Tetrahymena pyriformis*, *Daphnia magna*, *Ankistro-desmus falcatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Lebistes reticulata* та ін. Галузь застосування біотестів в цих країнах поширюється на контроль стічних вод, окремих хімічних речовин, в деяких випадках проводиться оцінка токсичності природної води. У роботах [22-23] наводяться результати токсикологічної оцінки води та окремих хімічних речовин за допомогою набору тест-організмів, в роботі [24] позитивно характеризується дафнієвий тест, застосований для оцінки якості води річки Дунай.

У Німеччині розроблено пристрої, засновані на реєстрації зміни активності золотого язя, які включено до складу автоматизованої станції контролю води в річці Ельба, додатково також використовуються біотести на дафніях, водоростях і люмінесцентних бактеріях [25; 26].

Підводячи підсумки, слід зазначити, що широкому впровадженню біотестів у водоохоронну практику в зарубіжних країнах у великій мірі сприяла уніфікація і особливо стандартизація методик біотестування. У цій галузі за теперішнього часу розроблено понад 50 різних стандартів як загальнотехнічного призначення, так і на конкретні методики біотестування.

Як і в багатьох інших промислово розвинених країнах, природоохоронні служби Канади здійснюють роботи з вирішення проблеми забруднення природних вод токсичними речовинами, усвідомлюючи що промислові стічні води є основним джерелом погіршення якості води. З підписанням у 1987, 1994 і 2002 роках Угоди щодо покращення стану екосистем у басейні Великих озер урядовці Канади, зокрема провінції Онтаріо, прагнуть обмежити забруднення природних вод стійкими токсичними речовинами. Програма Муніципальної/промислової стратегії боротьби із забрудненням (MISA) – це реакція провінції на високі рівні стійких токсичних речовин в промислових скидах, що надходять в озеро Онтаріо.

Програма MISA зосереджена на дев'яти галузях промисловості, що охоплюють основні джерела токсичного забруднення. Це такі галузі: нафтопереробна, целюлозно-паперова, гірничодобувна, виробництво промислових мінералів, сталеливарна, органічна хімія, неорганічна хімія, чорна металургія і електроенергетика.

Щодо цих галузей промисловості були прийняті спеціальні правила, які включають вимоги до проведення моніторингу якості води, а саме: для кожного хімічного показника в Правилах MISA встановлюються два ліміти: добовий (тобто, відсутність перевищення у будь-який день) і середньомісячний. Для підтвердження дотримання лімітів встановлюється необхідна частота моніторингу з вимогою – стічні води повинні бути нетоксичними для риб і дафній [26].

Мета статті – еколого-токсикологічні дослідження якості води річки Лопань в межах Дергачівського району Харківської області.

Методи дослідження. При виборі місця для відбору проби враховують мету аналізу і фактори, які впливають на склад проби в даному місці. Особливу увагу слід приділяти наявності факторів забруднення на місці відбору.

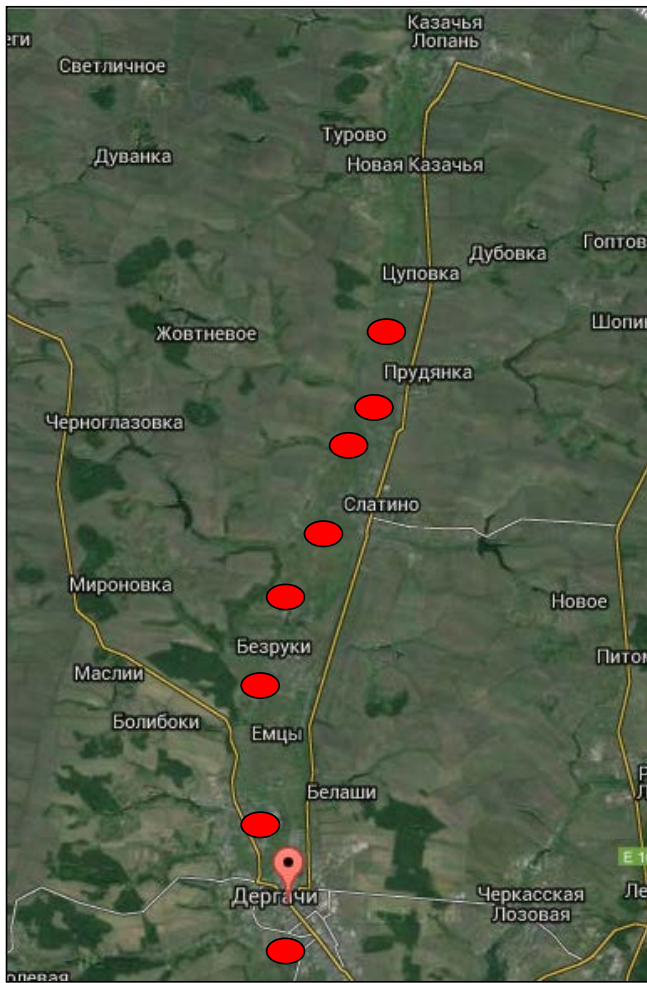
Проби води для визначення токсичності відбирають згідно з КНД 211.1.0.009-94. Проби зберігають у темряві не більше 24 год після відбору, а при температурі $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ – не більше 72 год. Проби не підлягають консервуванню хімічними речовинами та заморожуванню. Перед біотестуванням охолоджені проби води нагрівають до температури $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ для проведення експериментів на дафніях або до температури $(25\pm 2)^\circ\text{C}$ для проведення експериментів на церіодафніях.

Для контролю та приготування розбавлень дослідної води використовують питну воду, яку попередньо дехлорують шляхом устоювання не менше семи діб і аерують за допомогою мікрокомпресора до досягнення концентрації розчиненого кисню не менше 6 мг/дм^3 . Для визначення рівня токсичності води готують не менше п'яти розбавлень. Токсичність води визначають за допомогою методик біотестування на ракоподібних церіодафніях у короткострокових (визначення гострої летальної токсичності) та довгострокових (визначення хронічної токсичності) експериментах.

Методика біотестування для визначення гострої токсичності води на ракоподібних *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg. Методика визначення гострої летальної токсичності ґрунтується на встановленні різниці між кількістю загинулих церіодафній у воді, що аналізується (дослід), та у воді, яка не містить токсичних речовин (контроль).

Критерієм гострої летальної токсичності є загибель 50 і більше відсотків церіодафній у досліді порівняно з контролем за 48 год біотестування. Дослідження проводилось в навчально-дослідній лабораторії еколого-токсикологічних досліджень, екологічного факультету Харківського Національного університету імені В.Н. Каразіна.

Виклад основного матеріалу. Аналіз сучасного стану басейну річки Лопань і оцінка ступеня його господарського використання показали, що інтенсивне водокористування призводить до виснаження і значного погіршення якості водних ресурсів. Для раціонального використання водних ресурсів необхідний всебічний аналіз



1. р. Лопань, м. Дергачі, вул. Куйбишева;
 2. р. Лопань, 200 м. вище м. Дергачі;
 3. р. Лопань, 500 м. нижче смт Безруки;
 4. р. Лопань, 400 м. вище смт Безруки;
 5. р. Лопань, 600 м. нижче смт Слатино;
 6. р. Лопань, 500 м. вище смт Слатино;
 7. р. Лопань, 200 м. вище смт Прудянка;
 8. р. Лопань, 400 м. нижче смт Прудянка.
- – місця відбору проб

Рис. 1. Місця відбору проб води з р. Лопань

Джерело: розроблено автором

взаємозв'язків всіх компонентів ландшафтно-географічної системи в цілому, облік їх генезису і властивостей, закономірностей формування та змін під впливом природних і антропогенних факторів. Надалі, якщо не здійснювати відповідних заходів, це може призвести до їх виснаження і наднормативне забруднення.

Для проведення еколого-токсикологічних досліджень якості води річки Лопань на території Дергачівського району Харківської області, було відібрано 16 проб поверхневих вод з восьми створів протягом двох сезонів року (рис. 1).

Експериментальні дослідження з визначення токсичних властивостей зразків води проводи-

лись в лабораторії еколого-токсикологічних досліджень екологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, яка атестована Державним комітетом України з питань технічного регулювання та споживчої політики на проведення вимірювань токсичності методом біотестування у сфері поширення державного метрологічного нагляду. Токсичність води визначали за допомогою методики біотестування на ракоподібних церіодафніях у довгострокових (визначення хронічної токсичності) експериментах.

Методика визначення хронічної токсичності ґрунтується на встановленні різниці між вижи-

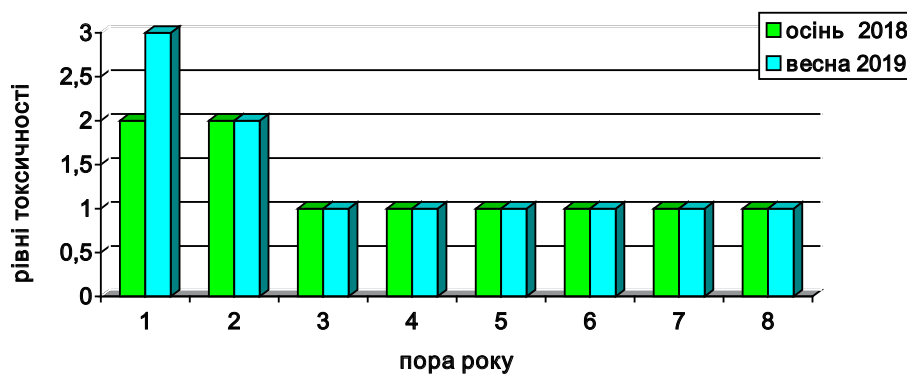


Рис. 2. Сезонна динаміка якості води р. Лопань за токсикологічним показником

Джерело: розроблено автором

Таблиця 1

Результати біотестування проб води, які було відібрано в жовтні 2018 р. та березні 2019 р.

№ з/п	Місце відбору проб	Дата відбору проб	Визначення хронічної токсичності	
			Рівень хронічної токсичності, ОТх	Клас якості, ступінь забрудненості
1	р. Лопань, м. Дергачі, вул. Січова	21.10.18	2	II Слабко забруднена
		18.03.19	3	III Помірно забруднена
2	р. Лопань, 200 м вище м. Дергачі	21.10.18	2	II Слабко забруднена
		18.03.19	2	II Слабко забруднена
3	р. Лопань, 500 м нижче смт Безруки	21.10.18	1	I Чиста
		18.03.19	1	I Чиста
4	р. Лопань, 400 м вище смт Безруки	21.10.18	1	I Чиста
		18.03.19	1	I Чиста
5	р. Лопань, 600 м нижче смт Слатино	21.10.18	1	I Чиста
		18.03.19	1	I Чиста
6	р. Лопань, 500 м вище смт Слатино	21.10.18	1	I Чиста
		18.03.19	1	I Чиста
7	р. Лопань, 200 м вище смт Прудянка	21.10.18	1	I Чиста
		18.03.19	1	I Чиста
8	р. Лопань, 400 м нижче смт Прудянка	21.10.18	1	I Чиста
		18.03.19	1	I Чиста

Джерело: розроблено автором

ваністю і (або) плодючістю церіодафній у воді, що аналізується (дослід) та у воді, в якій церіодафнії утримуються (контроль).

Характеризуючи результати проведених експериментів (табл. 1), слід зазначити, що із 16 відібраних проб води 25% виявили хронічну токсичність, а саме – зразки з двох створів – р. Лопань, м. Дергачі, вул. Січова та р. Лопань, 600 м вище м. Дергачі.

Води з цих створів виявила токсичні властивості і восени 2018 року і навесні 2019 року (рис. 2), а проба води, яка була відібрана зі створу р. Лопань, м. Дергачі, вул. Куйбишева навесні 2019 року відповідала 3 класу якості і була помірно забрудненою. Таке погіршення якості води за токсикологічним показником у даному створі може бути зумовлено надходженням токсичних речовин до водного об'єкту з поверхневим стоком при таненні снігу та вторинним забрудненням води донними відкладами при весняному паводку.

В інших шести створах вода відповідала нормативу якості води за токсикологічним показником – відсутність хронічної токсичності води.

Сезона динаміка якості води за токсикологічним показником практично є незмінною за виключенням погіршення якості води у першому створі (рис. 2).

Проведенні дослідження свідчать про те, що м. Дергачі та його інфраструктура являються фактично першим інтенсивно діючим негативним джерелом забруднення річки Лопань.

Висновки. Річка Лопань належить до басейну р. Сіверського Дінця і є його лівою притокою другого порядку. Басейн р. Лопань розташований у межах лісостепової зони на південному відрізку Середньоруської височини і знаходиться на території Білгородської і Харківської областей.

Найбільш ефективним біологічним методом оцінки можливої небезпеки тих чи інших джерел забруднення для водної флори та фауни є біотестування – метод експериментального визначення токсичності води для гідробіонтів, заснованого на реєстрації реакцій тест-об'єктів.

За весь період дослідження було відібрано 16 проб води із 8 створів. За усіма відборами проб води за весь період досліджень у 25% випадків була виявлена хронічна токсичність води.

Хронічна токсичність була встановлена у пробах води із першого та другого створів – р. Лопань, м. Дергачі, вул. Куйбишева та р. Лопань, 200 м вище м. Дергачі, що може бути обумовлено надходженням забруднюючих речовин у річку Лопань із поверхневим стоком та вторинним забрудненням донними відкладами навесні.

Список літератури:

1. Peltier W.H. Impact of an industrial effluent on aquatic organisms: *EPA region IV case history. Proc. Pellston Environ. Workshop, Cody, Wyo.*, 22–27 Aug. New York, 1986, pp. 216–227.
2. Water research strategy. *Environmental Protection Agency*. Washington, DC – 10460. 1982, 33 p.
3. USEPA. 1994). Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms. – 3rd Ed. /Ed. P.A. Lewis, D.J. Klemm, J.M. Lazorchak et al.). – USEPA/600/4-91/002.
4. Malz F.R. Chemische, physikalische und biologische Analysen zur Abwasseruntersuchung. *Abwassertechnik*. 1987. № 1, pp. 11–13.
5. Hahn J. Biologische Testverfahren für Klaranlagen zu- und – abläufe im Zusammenhang mit den neuen Anforderungen des WHG und Abw. AG. *GWF: Wasser/Abwasser*. 1988. № 5, pp. 377–385.
6. Hansen P.-D. Bioteste – Stand und Entwicklung Fischteste wirkungsbezogene Biotest verfahren – Ökologische Teste. In: *Gewässerschutz. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-Boden – und Lufthygiene e.V.* Bd. 57. G. Fischer Vrl. – Stuttgart. 1984, pp. 109–117.
7. Hansen P.-D. Umwelthygienische Bewertungen und Abwassereinleitungen mit Biotests // *Schriftenr. Ver. Wasser-Boden und Lufthyg.* 1985. № 65, pp. 271–278.
8. Hansen P.-D. Wirkungsbesorgene Biotestverfahren-Ökologische Teste. In: *Zellstoffabwasser und Umwelt. Schriftenreihe des Vereins für Wasser, Boden -und Lufthygiene e.V.* Bd. 56, G. Fischer Vrl. – Stuttgart, 1983, pp. 203–211.
9. Vullierment B. Improvement of the mass end energy balances in the tanning industry. *J. Ala. Acad. Sci.* 1980, pp. 233–275.
10. Vassuer P., Ferard J.F., Babut M. (1991). *Chemosphere*. № 5. – pp. 625–633.
11. Шевелев Ф.А., Орлов Г.А. Водоснабжение больших городов зарубежных стран. Москва : Стройиздат, 1987. 50 с.
12. Klein L. Aspects of River Pollution. London, 1957, 621 p.
13. Keddy C.I., Greene J.C., Bonnell M.A. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 1995. № 3, pp. 221–251.
14. Колупаев Б.И. Исследования по водной токсикологии в Швеции. *Гидробиол. журнал*. 1984. Т. 20. № 1. С. 97–107.
15. Svanberg O. Evaluation of harmful effects of heavy metals on aquatic organisms. *Seminar on Heavy Metals – Technological Methods for the Limitation of Discharges under the Convention on Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area*. – Copenhagen. 1978, pp. 2–12.
16. Landner L. Ecotoxicological hazard assessment of chemicals in the aquatic environment. *Raporttisar. Joensuu yliopisto Mat. Lunnoutieteellis. tiedekunnan*. 1986. № 8, pp. 22–23.
17. Miettinen Veijö. Ruoppa M. The role of aquatic toxicology in water pollution control. *Raporttisar Joensuu yliopisto Mat. Lunnoutieteellis tiedekunnan*. 1986. № 8, pp. 41–42.
18. Miettinen Veijö. Toksimestetit myrkyelisyden määrittämissä. *Luonnon tutkija*. 1984. № 3, pp. 100–103.
19. Nikunen E., Miettinen V. *Daphnia magna* as indicator of the acute toxicity of waste waters. *Bull. Environ. Contam. and Toxicol.* 1986. № 3, pp. 368–374.
20. Erkki Lappäkoski Ecological relevance of toxicity tests – the Baltic Sea. *Raporttisar Joensuu yliopisto Mat. Lunnoutieteellis tiedekunnan*. 1986. № 8, pp. 34–36.
21. Williams A.A., Green D.W., Pascal D., Gower D.E. The acute toxicity of cadmium to different larval stages of *Ohronomus riparius* and its ecological significance for pollution regulation. *Oecologia*. 1986, pp. 362–366.
22. Pascal D. The role of aquatic toxicity tests in predicting and monitoring pollution effects. *Acta Biologica Limnologica Hungarica*. 1987. № 1, pp. 47–58.
23. Hegedüs O. Analysis of the Danube water quality by acute and chronic toxicological tests. *Egészisigtodomóny*. 1986. № 2, pp. 198–203.
24. Baborowski M., Heitmann H. Entwicklung von Anlagen und automatischen Biotestmethoden für die Kontrolle natürlicher Gewässer und Abwässer mit biologischen Sensoren. *JFW*. Berlin, 1983. 17 p.
25. *Biologische Testverfahren* / Ed. K.G. Steinhauser, P.D. Hansen–Stuttgart : Gustav-Fisher Verlag, 1992. 884 p.
26. *Municipal / Industrial Strategy for Abatement (MISA), Protocol for conducting a storm water control study*. Ontario, 1995. 25 p.

References:

1. Peltier, W.H. (1986). Impact of an industrial effluent on aquatic organisms: *EPA region IV case history. Proc. Pellston Environ. Workshop, Cody, Wyo.*, 22–27 Aug. New York, pp. 216–227.
2. Water research strategy (1982). *Environmental Protection Agency*. Washington, DC – 10460, 33 p.
3. USEPA (1994). Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms. 3rd Ed. / Ed. P.A. Lewis, D.J. Klemm, J.M. Lazorchak et al. USEPA/600/4-91/002.
4. Malz, F.R. (1987). Chemische, physikalische und biologische Analysen zur Abwasseruntersuchung. *Abwassertechnik*, № 1, pp. 11–13.
5. Hahn, J. (1988). Biologische Testverfahren für Klaranlagen zu- und– abläufe im Zusammenhang mit den neuen Anforderungen des WHG und Abw. AG.// *GWF: Wasser/Abwasser*, № 5, pp. 377–385.
6. Hansen, P.-D. (1984) Bioteste – Stand und Entwicklung Fischteste wirkungsbezogene Biotest verfahren–Ökologische Teste. In: *Gewässerschutz. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-Boden–und Lufthygiene e.V.* Bd. 57. G. Fischer Vrl. Stuttgart, pp. 109–117.
7. Hansen, P.-D. (1985). Umwelthygienische Bewertungen und Abwassereinleitungen mit Biotests. *Schriftenr. Ver. Wasser-Boden und Lufthyg*, № 65, pp. 271–278.
8. Hansen, P.-D. (1983). Wirkungsbesorgene Biotestverfahren-Ökologische Teste. In: *Zellstoffabwasser und Umwelt. Schriftenreihe des Vereins für Wasser, Boden -und Lufthygiene e.V.* Bd. 56, G. Fischer Vrl. – Stuttgart, pp. 203–211.
9. Vullierment, B. (1980). Improvement of the mass end energy balances in the tanning industry. *J. Ala. Acad. Sci*, pp. 233–275.
10. Vassuer, P., Ferard, J.F., & Babut, M. (1991). *Chemosphere*. № 5, pp. 625–633.
11. Shevelev, F.A. (1987). Vodosnabzheniye bol'shikh gorodov zarubezhnykh stran [Water supply of large cities of foreign countries]. Moskva: Stroyizdat, 50 p. (in Russian)
12. Klein, L. (1957). Aspects of River Pollution. London, 621 p.
13. Keddy, C.I., Greene, J.C., & Bonnell, M.A. (1995). *Ecotoxicol. Environ. Saf.* № 3, pp. 221–251.

14. Kolupayev, B.I. (1984). Issledovaniya po vodnoy toksikologii v Shvetsii [Research on aquatic toxicology in Sweden]. *Hydrobiol. Journal*. Vol. 20. № 1, pp. 97–107. (in Russian)
15. Svanberg, O. (1978). Evaluation of harmful effects of heavy metals on aquatic organisms. *Seminar on Heavy Metals – Technological Methods for the Limitation of Discharges under the Convention on Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area*. Copenhagen, pp. 2–12.
16. Landner, L. (1986). Ecotoxicological hazard assessment of chemicals in the aquatic environment. *Raporttisar Joensuun yliopisto. Mat. Lunnoutieteellis. tiedekuunan*. № 8, pp. 22–23.
17. Miettinen Veijö & Ruoppa M. (1986). The role of aquatic toxicology in water pollution control. *Roporttisar Joensuun yliopisto Matluonnoutieteellis tiedekuunan*. № 8, pp. 41–42.
18. Miettinen Veijö (1984). Toksimestestit myrkyelisyyden määrittämissä. *Luonnon tutkija*. № 3, pp. 100–103.
19. Nikunen, E., & Miettinen, V. (1986). *Daphnia magna* as indicator of the acute toxicity of waste waters. *Bull. Environ. Contam. and Toxicol.* № 3, pp. 368–374.
20. Erkki Lappakoski (1986). Ecological relevance of toxicity tests – the Baltic Sea. *Raporttisar Joensuun yliopisto Mat. luonnoutieteellis tiedekuunan*. № 8, pp. 34–36.
21. Williams, A.A., Green, D.W., Pascal, D., & Gower, D.E. (1986). The acute toxicity of cadmium to different larval stages of *Ochrocypris riparius* and its ecological significance for pollution regulation. *Oecologia*, pp. 362–366.
22. Pascal, D. (1987). The role of aquatic toxicity tests in predicting and monitoring pollution effects. *Acta Biologica Limnologica Hungarica*. № 1, pp. 47–58.
23. Hegedüs, O. (1986). Analysis of the Danube water quality by acute and chronic toxicological tests. *Egészségtudomány*. № 2, pp. 198–203.
24. Baborowski, M., & Heitmann, H. (1983). Entwicklung von Anlagen und automatischen Biotestmethoden für die Kontrolle natürlicher Gewässer und Abwässer mit biologischen Sensoren. *JFW*. Berlin, 17 p.
25. *Biologische Testverfahren* / Ed. K.G. Steinhauser, P.D. (1992). Hansen–Stuttgart: Gustav-Fischer Verlag, 884 p.
26. *Municipal / Industrial Strategy for Abatement (MISA)* (1995). Protocol for conducting a storm water control study. Ontario, 25 p.