

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД
р. ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Осадчий В.С., к.т.н., доцент,
Блажко А.П., доцент
Одеська державна академія будівництва та архітектури
blazhko49@gmail.com

Анотація. На підставі узагальнення та систематизації результатів режимних спостережень, проведених суб'єктами гідроекологічного моніторингу, виконана екологічна оцінка стану поверхневих вод в басейні р. Великий Куяльник на основі класифікацій якості поверхневих вод суші за різними методиками. Для досягнення мети роботи реалізовано наступні завдання: виконана оцінка відповідності показників якості поверхневих вод р. Великий Куяльник нормативним вимогам гранично допустимих концентраціям; проведена комплексна оцінка якості поверхневих вод на основі визначення коефіцієнтів забрудненості; виконана екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями.

Ключові слова: річковий басейн, поверхневі води, екологічна оцінка, класифікація.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
р. БОЛЬШОЙ КУЯЛЬНИК НА ТЕРРИТОРИИ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ**

Осадчий В.С., к.т.н., доцент,
Блажко А.П., доцент
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
blazhko49@gmail.com

Аннотация. На основании обобщения и систематизации результатов режимных наблюдений, проведенных субъектами гидроэкологического мониторинга, выполнена экологическая оценка состояния поверхностных вод в бассейне р. Большой Куяльник в соответствии с классификациями качества поверхностных вод суши по разным методикам. Для осуществления цели работы, решены следующие задачи: выполнена оценка соответствия показателей качества поверхностных вод р. Большой Куяльник нормативным требованиям предельно допустимых концентраций; проведена комплексная оценка качества поверхностных вод на основании определения коэффициентов загрязненности; выполнена экологическая оценка качества поверхностных вод согласно соответствующим категориям.

Ключевые слова: речной бассейн, поверхностные воды, экологическая оценка, классификация.

**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY OF
r. BIG KUYALNIK IN THE ODESSA REGION**

Osadchy V.S., PhD., Assistant Professor,
Blazhko A.P., Assistant Professor
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture
blazhko49@gmail.com

Abstract. On the basis of generalization and systematization of the results of regime observations carried out by the subjects of hydro-ecological monitoring environmental assessment

of surface water quality state in the basin of the river Big Kuyalnik is performed according to the quality classifications of surface waters by different techniques and methods.

For realization of the objectives set in the work the following tasks are solved: the conformity of quality indicators of the surface water of the river Big Kuyalnik to regulatory requirements of maximum permissible concentrations is estimated, comprehensive assessment of the quality of the surface water is performed on the basis of the definition of pollution factors, environmental assessment of the surface water quality according to the relevant categories is made. As a result of the research a significant anthropogenic impact on the surface water of the basin of the river Big Kuyalnik has been found, as it is evidenced by high concentration of nutrients and organic matter that come in the water body with sewage, polluted runoff during intensive erosion of the territory which is largely ploughed under farmland.

Keywords: river basin, surface water, environmental assessment, classification.

Вступ. Актуальність теми підтверджується Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», Водним кодексом України, постановами Кабінету Міністрів України. Саме такий екосистемний підхід відповідає новітнім прогресивним принципам і вимогам рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС «Упорядкування діяльності Співтовариства в галузі водної політики» [1,7,8,9]. Особливої уваги потребують малі річки, які формують «водний потенціал» країни. Ці водойми є найбільш вразливими в системі відношень людина-природа, вони першими зазнають виснаження, засмічення і замулення, тому варто більше уваги приділяти їхньому раціональному використанню, охороні та відтворенню.

Цілі і завдання. Метою роботи є дослідження гідрохімічного режиму та екологічного стану поверхневих вод в басейні річки Великий Куяльник (В. Куяльник).

Об'єкти і методи дослідження. Об'єкт дослідження – басейн річки В. Куяльник, яка бере початок на південно-східних схилах Подільської височини в південно-східній частині міста Котовська. Тече по території Котовського, Ананівського, Ширяївського та Іванівського районів Одеської області, впадає в Куяльницький лиман на південь від села Северинівки Іванівського району [2,3]. Довжина водного об'єкта 150 км, площа басейну 1 860 км². Долина річки завширшки до 3,5 км, у середній та нижній течії глибока, з крутими схилами, порізаними ярами та балками. Споруджено велику кількість ставків, у результаті стік води в Куяльницький лиман знизився, що приводить до його поступового обміління.

Екологічна криза Куяльницького лиману в даний час виразилася в катастрофічному обмілінні, замулюванні водойми, зменшенні рівня води та глибин лиману, а також пов'язаного з цим – збільшення солоності води. Це загрожує повним зникненням лиману як водного об'єкту та втрати при цьому запасів унікальних лікувальних грязей та ропи. За таких умов особливої актуальності набувають раціональне використання й охорона водних ресурсів [3,4].

В роботі використані результати гідрохімічних досліджень поверхневих вод в басейні р. В.Куяльник на контрольному посту біля с. Руська Слобідка Іванівського району Одеської області за 2006 - 2015 рр., які були надані Департаментом екології та природних ресурсів в Одеській області [13]. Проби води відбирались щоквартально чотири рази в рік. Лабораторією гідроекологічного моніторингу визначено такі показники: рівень рН, лужність, твердість, вміст гідрокарбонатів, сульфатів, хлоридів, кальцію, магнію, натрію, калію, мінералізація, завислі речовини, іони амонію, вміст нітратів, нітритів, фосфатів, БСК₅, концентрація загального заліза, СПАР, нафтопродукти, концентрацію специфічних речовин токсичної дії тощо.

Аналіз наукових досліджень і публікацій. Проблемою досліджень стоку р. В. Куяльник та екологічного стану басейну Куяльницького лиману в різні роки займалися вчені та спеціалісти В.М. Біцилли, І.Ф. Бурлай, Г.І. Швебс та інші. Сучасний гідроекологічний стан поверхневих вод басейну р. В. Куяльника відображений в публікаціях вчених Інституту гідробіології НАН України (під керівництвом В.М. Тімченка), Фізико-хімічного інституту захисту навколишнього середовища і людини МОН України та НАН

України (під керівництвом А.А. Еннана), Одеського державного екологічного університету (під керівництвом Є.Д. Гопченка) та інших [3,4]. В зв'язку з тим, що впродовж останніх років екологічний стан досліджуваного водного об'єкта погіршується, існує потреба щодо продовження гідроекологічних досліджень поверхневих вод екосистеми р. В. Куяльник.

Результати досліджень. Для досягнення мети роботи реалізовано наступні завдання: 1). виконана оцінка відповідності показників якості поверхневих вод р. В. Куяльник нормативним вимогам ГДК; 2). проведена комплексна оцінка якості поверхневих вод на основі визначення коефіцієнтів забрудненості; 3). виконана екологічна оцінка якості поверхневих.

Оцінка відповідності показників якості вод р. В. Куяльник нормативним вимогам ГДК [12]. Аналіз середньоарифметичних (середніх) та максимальних (найгірших) гідрохімічних показників моніторингових спостережень за 2006 - 2015 рр. показав, що відхилення від норми є за такими показниками:

- мінералізація (за середніми значеннями сума іонів у воді становила 3271,0 мг/дм³ (3,3 ГДК), а максимальний вміст зафіксовано в жовтні 2011 р. – 4509,0 мг/дм³ (4,5 ГДК);

- сульфати (за середніми значеннями вміст сульфатів становив 1002,1 мг/дм³ (10,0 ГДК), а найбільша концентрація зафіксована 13.10. 2011 р. – 1885,1 мг/дм³ (18,9 ГДК);

- хлориди (найбільша концентрація хлоридів у воді спостерігалась 14.02.2007 р. і становила 1099,2 мг/дм³ (3,7 ГДК), за середніми показниками вміст хлор-іону в воді складав 783,0 мг/дм³ перевищення становило 2,6 ГДК;

- магній (за середніми показниками – 273,5 мг/дм³, що становить 6,9 ГДК, максимальна концентрація спостерігалась у жовтні 2008 року – 456,3 мг/дм³ (11,4 ГДК);

- натрій (концентрація іонів натрію за середніми показниками становила 489,2 мг/дм³ (4,1 ГДК), максимальний вміст зафіксовано у 2006 р. – 933,8 мг/дм³ (4,7 ГДК);

- неорганічні форми азоту (вміст азоту амонійного (NH₄⁺), азоту нітритного (NO₂⁻) та азоту нітратного (NO₃⁻) за середніми показниками складав відповідно 0,44; 0,11; 3,5 (мг N/дм³), що становить 0,9; 5,5; 1,4 (ГДК), а за найгіршими показниками – NH₄⁺ - 1,28 мг N/дм³ (2,6 ГДК) в 2013 р., NO₂⁻ - 0,91 мг N/дм³ (45,5 ГДК) в 2011 р., NO₃⁻ - 22,0 мг N/дм³ (2,4 ГДК) в 2013 р.;

- органічні речовини (за середніми значеннями показник БСК₅ становив 6,4 мг O₂/дм³ (2,1 ГДК); а перевищення граничнодопустимих норм за найгіршими показниками зафіксовано в 2014 р. – 28,4 мг O₂/дм³ (9,5 ГДК); показник ХСК за середніми величинами становив 88,9 мг O/дм³ (1,8 ГДК), а найгірше - в 2006 р. (412,8 мг O/дм³ - 8,2 ГДК);

- специфічні речовини токсичної дії (величина СПАР за середніми показниками складала 449,6 мкг/дм³ (2,2 ГДК), а найгірші значення зафіксовано в 2008 р. (790,0 мкг/дм³ - 4,0 ГДК); вміст нафтопродуктів за середніми показниками становив 152,0 мкг/дм³ (3,0 ГДК), а найгірші показники зафіксовано в 2012 р. – 226,7 мкг/дм³ (19,4 ГДК).

Комплексна оцінка якості вод на основі визначення коефіцієнта забрудненості [6].

Коефіцієнт забрудненості (КЗ) визначається за допомогою методики розрахунку коефіцієнта забрудненості [6], яка розроблена Українським науково-дослідним інститутом екологічних проблем (м. Харків) та затверджена Міністерством охорони навколишнього природного середовища № 89-М від 4 червня 2003 року. Оскільки гідрохімічні спостереження проводились лише в одному контрольному створі р. В. Куяльник, то використано дещо спрощену формулу визначення КЗ, а саме:

$$KZ = \sum_{i=10}^{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N_i} X_{in} \right); \quad (1)$$

$$X_{in} = \text{якщо } C_{in} > ГДК_i \Rightarrow \frac{C_{in}}{ГДК_i};$$

$$X_{in} = \text{якщо } C_{in} \leq ГДК_i \Rightarrow 1,$$

де: i – порядковий номер показника; N_i – загальна кількість вимірювань i -го показника; X_{in} – кратність перевищення ГДК в разі n -го вимірювання i -го показника; C_i – фактична концентрація i -ої величини у воді; ГДК – граничнодопустима концентрація i -ої речовини у воді.

Для визначення КЗ за формулою (1) для р. В.Куяльник у контрольному створі с. Руська Слобідка проаналізовано біля 150 визначень хімічних показників води за період спостережень 2006 – 2015 рр. Отримані числові значення КЗ дають змогу оцінити стан води за рівнями забрудненості. Для всіх гідрохімічних показників як ГДК прийнято норми, визначені для водойм рибогосподарського призначення [12].

Розрахункові значення КЗ за середніми показниками різко змінюються від 3,6 (2015 р.), до 1,1 (2012 р.). Серед максимальних (найгірших) показників якості води за період спостережень КЗ змінювався від 4,4 (2006 р.) до 1,6 (2012 р.). Результати оцінки екологічного стану води за рівнями забрудненості відображено на рис. 1.

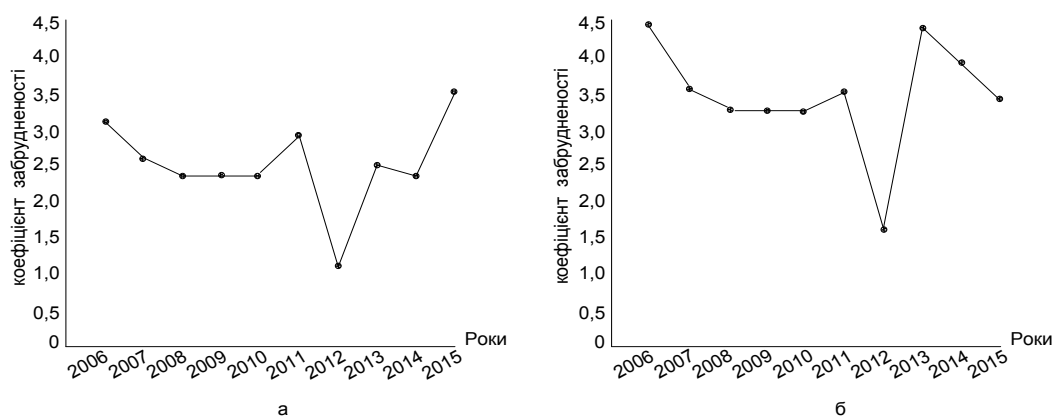


Рис. 1. Динаміка зміни коефіцієнта забрудненості:
а – за середньорічними показниками; б – за найгіршими показниками

Таким чином, якщо проаналізувати динаміку зміни КЗ протягом 2006 – 2015 рр., то можна зробити висновок, що води р. В.Куяльник належать переважно до «помірно забруднених». Виняток становить 2012 р. коли води досліджуваного водного об'єкту оцінюються як «слабко забруднені».

Орієнтовна екологічна оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [5]. Вихідними даними для проведення екологічної оцінки якості води послужили фондові матеріали Департаменту екології та природних ресурсів в Одеській області за результатами щоквартального гідроекологічного моніторингу поверхневих вод р. В. Куяльник на контрольному посту біля с. Руська Слобідка за період 2006 - 2015 рр. [13]. Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями передбачає обов'язкове включення трьох блоків показників: блок сольового складу, блок сапробіологічних (еколого-санітарних) показників та блок специфічних речовин токсичної дії [11]. Процедура виконання орієнтовної екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями складається з чотирьох послідовних етапів [5]. На першому етапі вихідні дані з якості води за окремими їх показниками були згруповані у межах кожного з трьох блоків, обчислювалися середньоарифметичні (середні) значення одних і тих самих показників.

Другий етап, визначення класів і категорій якості води, полягає у зіставленні середніх значень з критеріями класифікацій. Таке зіставлення виконувалось в межах трьох блоків (табл. 1). На третьому етапі виконання орієнтовної екологічної оцінки якості поверхневих вод р. В. Куяльник було проведено групування показників трьох блоків за визначеними категоріями якості води (табл. 2). На завершальному (четвертому) етапі проведено розрахунки блокових ($I_{1сер.}$, $I_{2сер.}$, $I_{3сер.}$) індексів якості поверхневих вод р. В. Куяльник та установлена вербальна характеристика якості вод за величинами блокових показників (табл. 3).

Таблиця 1 – Розподіл середніх величин показників трьох блоків за категоріями якості води р. В. Куяльник

Перший блок			Другий блок			Третій блок		
Показники, мг/дм ³	Величини	Категорії	Показники	Величини	Категорії	Показники, мкг/дм ³	Величини	Категорії
Сума іонів	3271,0	5	Завислі речовини	58,8	6	Залізо (загальне)	100,0	3
SO ₄ ²⁻	1002,1	5	рН, одиниць	7,9	2	Нафтопродукти	152,0	5
Cl ⁻	783,0	4	O ₂ , мг/дм ³	6,1	4	СПАР	449,6	7
			NH ₄ ⁺ , мг N /дм ³	0,44	4			
			NO ₂ ⁻ , мг N /дм ³	0,11	7			
			NO ₃ ⁻ , мг N /дм ³	3,50	7			
			PO ₄ ³⁻ , мг P /дм ³	0,43	7			
			O ₂ , % насичення	75,9	4			
			БО, мг O /дм ³	88,9	7			
			БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	6,40	5			

Таблиця 2 – Групування показників якості води трьох блоків за визначеними категоріями якості води р. В. Куяльник

Перший блок		Другий блок		Третій блок	
Категорії	Показники	Категорії	Показники	Категорії	Показники
4	Cl ⁻	2	рН	3	залізо (загальне)
5	Сума іонів, SO ₄ ²⁻	4	O ₂ , O ₂ % насичення, NH ₄ ⁺	5	нафтопродукти
		5	БСК ₅	7	СПАР
		6	завислі речовини		
		7	NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , БО, PO ₄ ³⁻		

Таблиця 3 – Обчислення блокових індексів якості води р. В. Куяльник

Перший блок	Другий блок	Третій блок
4 × 1 = 4 5 × 2 = 10 I _{1сер.} = 14 : 3 = 4,67	2 × 1 = 2 4 × 3 = 12 5 × 1 = 5 6 × 1 = 6 7 × 4 = 28 I _{2сер.} = 53 : 10 = 5,30	3 × 1 = 3 5 × 1 = 5 7 × 1 = 7 I _{3сер.} = 15 : 3 = 5,00
Вербальна характеристика якості вод за величинами блокових показників		
Солонуваті, β - мезогалинні води. Клас III, категорія 5, субкатегорія 4-5. Води, перехідні за якістю від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених». За трофністю «евтрофні» з ухилом до «ев-політрофних»; за сапробністю від «β'' - мезосапробних» до «α' - мезосапробних»	Клас III, категорія 5, субкатегорія 5(6). «Посередні», «помірно забруднені» води з тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних». За трофністю «евтрофні» з ухилом до «ев-політрофних»; за сапробністю від «α' - мезосапробних» до «α'' - мезосапробних»	Клас III, категорія 5, субкатегорія 5(6). «Посередні», «помірно забруднені» води з тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних»

Проаналізувавши вербальні характеристики якості поверхневих вод р. В. Куяльник, можна стверджувати, що за осередненими показниками першого блоку (мінералізація, сульфати, хлориди) води досліджуваної водойми відносяться до III класу, 5 категорії, 4-5 субкатегорії якості. Розрахунками встановлено, що води перехідні за якістю від «задовільних», «слабко забруднених» до «посередніх», «помірно забруднених». За трофністю «евтрофні» з ухилом до «ев-політрофних»; за сапробністю від « β '- мезосапробних» до « α' - мезосапробних» [5].

За другим блоком показників найгірші значення зафіксовано за вмістом біогенних елементів (азот нітритний, азот нітратний, фосфор фосфатів), ступенем біхроматної окислюваності та показником БСК₅. За цими показниками води відповідали III класу, 5 категорії, 5(6) субкатегорії якості, завдяки чому води характеризувалися як «посередні», «помірно забруднені» води з тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних». За трофністю «евтрофні» з ухилом до «евполітрофних»; за сапробністю від « α' - мезосапробних» до « α'' - мезосапробних».

Щодо блоку специфічних речовин токсичної дії, в роботі відслідковували наявність лише трьох компонентів: заліза загального, нафтопродуктів та СПАР. Розрахунками встановлено, що поверхневі води відносяться до III класу якості, 5 категорії, 5(6) субкатегорії якості води та оцінюються як «посередні», «помірно забруднені» води з тенденцією наближення до категорії «поганих», «брудних».

Для однозначної оцінки екологічного стану поверхневих вод р. В. Куяльник, з метою планування водоохоронних заходів, розраховано інтегральний (екологічний) індекс якості води за середніми показниками ($I_{E_{ср.}}$) за формулою [5]:

$$I_{E_{ср.}} = \frac{I_{1ср.} + I_{2ср.} + I_{3ср.}}{3}, \quad (2)$$

де: I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників;

I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Використавши формулу (2) нами розраховано величину екологічного індексу:

$$I_{E_{ср.}} = \frac{4,67 + 5,30 + 5,00}{3} = 4,99 \approx 5,00.$$

Таким чином, за результатами об'єднаної екологічної оцінки, поверхневі води річки В. Куяльник відносяться до III класу, 5 категорії, 5 субкатегорії якості води та оцінюються як «посередні», «помірно забрудні» води. За ступенем трофності вони «евтрофні»; за сапробністю «ев-політрофні», « α - мезосапробні».

Висновок. Провівши екологічну оцінку якості води р. В.Куяльник за різними методиками можна констатувати наступне:

1. за критеріями сольового складу води досліджуваного водного об'єкту солонуваті, β - мезогалинні, сульфатного класу, переважно натрієвої групи, другого типу (індекс S_{II}^{Na});

2. за результатами комплексної оцінки якості вод, на основі визначення коефіцієнтів забрудненості, поверхневі води р. В.Куяльник характеризуються як «помірно забруднені». Виняток становить 2012 р. коли води мали оцінку як «слабко забруднені»;

3. за критеріями інтегрального екологічного індексу якості води ($I_{E_{ср.}} = 5,0$) поверхневі води р. В. Куяльник відносяться до III класу, 5 категорії, 5 субкатегорії якості, що дає можливість оцінювати їх як «посередні», «помірно забрудні» води. За ступенем трофності вони «евтрофні»; за сапробністю «ев-політрофні», « α - мезосапробні»;

4. за результатами досліджень встановлено посилений антропогенний вплив на поверхневі води басейну р. В. Куяльник, що характеризується підвищеною їх евтрофікацією, однією з особливостей якої є висока концентрація біогенних елементів, а саме: NO_2^- - 0,11 мг

$\text{N} / \text{дм}^3$ (7 категорія), NO_3^- - 3,50 мг N / дм^3 (7 категорія), PO_4^{3-} - 0,43 мг P / дм^3 (7 категорія), що вказує на вплив зливових та стічних каналізаційних вод та потребує більш ретельного дослідження з метою виявлення конкретних джерел забруднення. Крім того, необхідно цілеспрямовано працювати над плануванням і здійсненням комплексу водоохоронних заходів в басейні р. В.Куяльник з метою відновлення природного гідрологічного режиму водного об'єкту.

Література

1. Водний Кодекс України: офіц. текст: [введений в дію Постановою ВР № 214/95-ВР від 06.06.95] / ВВР – 1995. – № 24. – 190 с.
2. Екологічний паспорт Одеської області за 2014 рік. / Департамент екології та природних ресурсів ОДА. – Одеса, 2015 – 180 с.
3. Екологічні проблеми Північно-Західного Причорномор'я: бібліографічний показник літератури за 2003 – 2011 рр. Вип. 1. Лимани. Глибоководний судовий хід (ГСХ) Дунай – Чорне море. / М-во культури України, ОННБ ім. М.Горького; укладач Н.П. Лошкарьова; наук. ред. В.І. Михайлов; ред. Є.П. Андрющенко. – О., 2012. – С. 31-54.
4. Лобода Н.С. Оцінка припливу прісних вод до Куяльницького лиману / Н.С. Лобода, О.М. Гриб, А.М. Сіренко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.1 (22). – С.51 – 59.
5. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Окснюк та ін. – К. : Символ-Т, 1999. – 28 с.
6. Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів). КНД 211.1.1.106-2003: Чинний від 1 жовтня 2003 р. / К.: Мінприроди, 2003 р. – 53 с.
7. Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фітосанітарних норм та міжнародних і Європейських стандартів: постанова Кабінету Міністрів України від 20 липня 1997 р. № 244 // Збірник урядових актів України. – 1998. – №76. – 6 с.
8. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля із змінами і доповненнями: постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.98 р. № 391 // Збірник урядових актів України. – 1999. – №86. – 11 с.
9. Проектування - Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. ДБН А.2.2-1-2003. / розроб. В.Г. Чуніхін [та ін.]: Державний комітет України з будівництва та архітектури. – Вид. офіц. – К.: Держбуд України. 2004. – 23 с. – (Державні будівельні норми України).
10. Регіональна доповідь департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації: / Про стан навколишнього природного середовища в Одеській області за 2014 рік. Одеса. – 2015. – 250 с.
11. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии: учебник / В.Д. Романенко / Мин-во образ. и науки Украины. – К.: 2004. – 664 с.
12. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН №4630-88 – М.: Минздрав СССР. – 1988. – 69 с.
13. Фондові матеріали Департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації / Результати гідрохімічних досліджень стану поверхневих вод в водних об'єктах Одеської області в 2006 – 2015 рр. – 14 с.
14. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования: учебн. пособие / А.В. Яцык / Мин-во образов. Украины. К.: 1997. – 640 с.