

ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИЙ ФАКТОР ЯК РЕГУЛЯТОР ГІДРОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДОТОКУ (НА ПРИКЛАДІ Р. МОЛОЧНА)

Вознюк Н.М., Скиба В.П.

Національний університет водного господарства
та природокористування
вул. Соборна, 11, 33000, м. Рівне
terminatik@mail.ru

Досліджено причинно-наслідкові зв'язки кліматичного фактора та природні умови формування річкової мережі в контексті несталості гідрологічних показників водної екосистеми. *Ключові слова:* гідроекологічний режим, екологічно-необхідні витрати води, кліматичні фактори.

Природно-климатический фактор как регулятор гидрологического состояния водного объекта (на примере р.Молочная). Вознюк Н.Н., Скиба В.П. Исследованы причинно-следственные связи климатического фактора и природных условий формирования речной сети в контексте неустойчивости гидрологических показателей водной экосистемы. *Ключевые слова:* гидроэкологический режим, экологически необходимые расходы воды, климатические факторы.

Native climatic factor as a regulator of the hydrological condition of the aquatic unit (Molochnaya river as an example). Voznyuk N., Skiba V. Research of causal connections of climatic factors and natural conditions of the formation of a river network in the context of the instability of hydrological indicators of aquatic ecosystem. *Keywords:* hydroecological regime, ecologically-necessary water consumption, climatic factors.

Кожна гідроекологічна система має свої особливості природного формування, які комплексно складаються з багатьох взаємопов'язаних між собою процесів: природно-кліматичних, геологічних, ґрунтоутворюючих тощо. Для з'ясування впливу антропогенного фактора на екологічний стан водного об'єкту необхідно розглянути кожну складову та встановити причинні зв'язки «природний процес – вплив природних та антропогенних чинників – наслідки». На прикладі басейну річки Молочна розглянуто гідрологічну підсистему та зміну її основних пока-

зників за певні проміжки часу, проаналізуємо фактори природного середовища та антропогенної діяльності, які напряму впливають на формування гідроекологічного режиму річки.

Загальна характеристика природно-кліматичних умов басейну річки Молочна

Річка Молочна територіально розташована на півдні Запорізької області, протікає територією Мелітопольського, Токмацького та Чернігівського районів, бере початок на Приазов-

ській височині на висоті 204 м над рівнем моря. Русло річки протяжністю 197 км знижується у південно-західному напрямку і впадає у Молочний лиман, який з часом відокремився від Азовського моря вузьким піщаним пересипом. [1].

Басейн річки знаходиться в степовій засушливій кліматичній зоні з недостатнім рівнем забезпеченості поверхневими водними ресурсами. Умовна межа, яка розподіляє степову зону на агро-кліматичні підзони південний та північний степ проходить по лінії м. Мелітополь. Середня багаторічна температура повітря становить $9,4^{\circ}\text{C}$. Найхолодніший місяць року – січень, середньодобова температура – $-4,0^{\circ}\text{C}$. Весняний період року здебільшого характеризується різким підвищенням температури та відлигою, що прямопорційно відповідає повеневому періоду у гідрологічному режимі місцевих річок. Протяжність безморозного періоду 184 дні.

Річна динаміка відносної вологості має мінімум у липні та максимум у грудні. Відносна вологість повітря у літні місяці часто знижується до 30% і менше, наприклад, у липні-серпні днів з такою вологістю більше 10, що свідчить про значний повтор засушливих днів на цій території.

Річна кількість опадів за даними багаторічних спостережень, становить 430 мм за рік. Найбільша кількість опадів випадає у червні, найменша – весною, у березні.

На території басейну річки Молочна переважаючими напрямками вітру є східний та північно-східний. Середньорічна швидкість вітру $3,7$ м/с, причому середньомісячна швидкість вітру в березні сягає $4,8$ м/с і до вересня знижується до $2,7$ м/с.

Щорічне аномальне підвищення температури атмосферного повітря, притаманність постійних вітрів на усій водозбірній ділянці річки Молочна разом з притоками призводить до значного випаровування з водної поверхні річок, особливо ця інтенсивність підвищується на мілководді. Середні багаторічні об'єми води, що випаровуються з водної поверхні басейну, становлять не менше 425 мм. [2,3]

Верхня та середня частини басейну розташовані у південно-західній і західній окраїнах Приазовської височини, для якої характерний рівнинний степ з окремими ізольованими гранітно-гнейсовими останцями. Понижена частина басейну розташована у східній частині Причорноморсько-Азовської низовини, яка визначається плоско-рівнинним рельєфом, малою розчленованістю, річковою ерозією та багатьма блюдцями і подами.

За формою рельєфу водозбірна територія річки належить до Приазовської вододільної структурно-денудаційної розчленованої рівнини, яка підстелена докембрійськими кристалічними породами, сама долина річки являє собою ерозійно-аккумулятивне утворення. Головною рисою рельєфу є успадкованість сучасною поверхнею основних форм похованої покрівлі докембрійського фундаменту, який має досить різкий схил, крутизна якого збільшується з півночі на південь у напрямку до Азовського моря. [4]

Підземні водоносні горизонти приурочені до всіх стратиграфічних комплексів і підрозділів. Потужність водовміщуючих порід коливається в межах $8,0 - 15,0$ м, а місцями і пепе-

рвищує 15 м. Глибина залягання ґрунтових вод знаходиться приблизно на рівні води в руслі річки. За хімічним складом ґрунтові води солоні через високу мінералізацію. Сухий залишок коливається в межах 3372 – 18822 мг/дм³ [5,6].

Геоструктурно територія долини річки приурочена до східної частини Причорноморської западини, представленої значною товщею осадових порід. Кристалічні породи глибоко занурюються в напрямку Азовського моря і в зоні м. Мелітополь залягають на глибині більше 500 м. Найбільш давніми осадовими породами тут є крейдові породи, представлені пісками, мергелями та піщаниками. Сучасні алювіальні відклади, які складають заплаву р. Молочна, представлені суглинками важкими в північній частині та середніми – в центральній та південній частинах долини річки, пісками з лінзами та прошарками глин потужністю 0,5-3,0 м. Підруслові відкладення представлені мулом, замуленими суглинками та пісками. Товща алювіальних сучасних відкладень сягає 8-15 м.

Ґрунтовий покрив басейну Молочної різноманітний та неоднорідний. Для рівнинних плато характерні 4 різні горизонти лесових ґрунтів. Нижній горизонт дуже щільний, глинистий, червоно-бурого кольору, другий – коричнево-бурий, важкосуглинний. Терасові леси, до яких належать два останні горизонти, відрізняються більш легким механічним складом та меншою потужністю. Характерною особливістю місцевих лесів є засоленість розчинними у воді солями, а також гіпсами й карбонатами магнію та кальцію.

Північно-східна частина території зайнята потужними звичайними малогумусними чорноземами. Їх потужність сягає 80 – 100 см. Далі на південь, уздовж узбережжя Азовського моря, поширені чорноземи південні з невисоким вмістом гумусу. Темно-каштанові ґрунти залягають ще південніше. На кордоні з південними чорноземами вони утворюють перехідну смугу шириною близько 20-30 км з комплексним ґрунтовим покривом. Каштанові ґрунти невеликими масивами з'являються ближче до північного сходу від Молочного лиману. Лучно-чорноземні ґрунти розвинені в заплавах річок та долинах балок. Солонці зустрічаються на схилах подів південної експозиції [7].

Причинно-наслідкові зв'язки зміни кліматичних умов та гідрологічної сталості водного об'єкту

Загальна характеристика гідрологічного режиму річки Молочна. Гідросистема річки Молочна у її верхів'ях складається з 16 джерел, 14 з яких знаходиться на території села Верхній Токмак. Найдовші витoki беруть початок у балках Довгій та Нечаєвій, один з найбільш гідрологічно-сталих джерел – струмок Заячий, який протікає по однойменній балці.

Річка бере початок у межах Приазовської височини на висоті 204 м над рівнем моря. Абсолютні відмітки горизонту води у прилиманній зоні коливаються від + 0,15 до – 0,3 м. Водозбірна площа річки становить 3450 км². Середній ухил річки – 0,4‰, в нижній течії – 0,2‰.

Ріки регіону живляться талими або дощовими водами залежно від

водності року. Зокрема, стік весняної повені у багатоводні роки становить близько 60 – 70 % річного стоку, в середньо- та маловодні роки знижується до 40- 50%. Рівні підйому води р. Молочна під час повеней досягають 2 – 5 м, під час відлиги формуються зимові повені. Через своє географічне положення та надзвичайно велике водоспоживання регіон відчуває гостру нестачу у поверхневих водних ресурсах. Підвищена водність літньо-осінньої межені зумовлена великою кількістю опадів теплового періоду, що часто випадають у вигляді злив, подібних до повеней. Цьому сприяють і значні нахили місцевості і досить глибоке розчленування рельєфу Приазовської височини. Річкам степової частини, живлення яких відбувається із малопомітних водонесних горизонтів, властива невелика водність. Річкова сітка добре розвинута. Коефіцієнт щільності річкової сітки з урахуванням річок довжиною більше 10 км складає 0,16, а з урахуванням річок довжиною менше 10 км – 0,21.

Долина річки в межах Приазовської височини має частіше всього неявно виражену V-подібну форму; починаючи з відрогів височини та перетинаючи Причорноморсько-Азовську низовину долина річки приймає трапецеїдальну форму з шириною від 3,0 до 5,0 км. Майже по всій протяжності річки Молочна переважає правий схил з висотами 30-50 м і біля гирла висоти зменшуються до 20 м. Лівий схил річки не перевищує 10-20 м.

У цілому заплава річки Молочна суха, переважно двостороння з шириною 600-800 м. Поверхня заплави досить рівна, слабо розчленована старицями та улоговинами. Висота над рівнем води – від 0,3 до 2,1 м. При проходженні паводку заплава затоплюється в залежності від забезпеченості витрат, що проходять по руслу. Майже вся заплава заросла очеретом, не залісена, залужена. Дерев ростуть тільки на ділянках приватних господарств. Кількість приватних городів складає 3,65% від площі прибережної смуги річки. Заплава заболочена на площі 12,5%.

Таблиця 1

Загальна гідроморфологічна характеристика русла річки Молочна

Характеристика	Показник
Тип русла	Вільно та гранично меандричний, частково спрямлений
Ширина, м	2,5 – 100
Глибина на плесах, м	0,5 – 2,5
Глибина на перекатах, м	0,3 – 1,0
Швидкість течії, м/с	0,1 – 0,4
Руслові форми	Плеси, переكاتи
Заростання русла, %	35
Замулення, м	1,0 – 1,5
Відносна протяжність присадибних ділянок, %	5,2

Русло річки звивисте (коефіцієнт 0,68), сильно заросле очеретом. Ширина річки в середній та нижній течії 20-30 м, глибина – 0,3-0,4 м. Швидкість течії від 0,1 до 0,4 м/с. Тип русла меандричний. Русло замулене продуктами ерозії на глибину до 1,5 м, що різко погіршує його санітарний стан. Основна характеристика русла річки надається в табл. 1. [2,5-8]

Основні фактори формування сучасного гідрологічного режиму річки

Дуже важливим аспектом історичних нарисів, де є будь-яке згадування про річку Молочну та прилеглі ширококраї степи є саме багатоводність річки, в літописах збереглися дані про те що річка Молочна та Молочний лиман., в який вона впадає були доступні для судноп-

лавства. У першоджерелах датованих 18-19 ст., згадується, що Молочна була широкою та глибокою, а у її водах водилась така ж сама риба, як і у Азовському морі. [8, 9]

Сучасний стан річки кардинально змінився, і тепер середня глибина складає приблизно 0,5...1,0 м. З рис. 1, на якому представлена лише окрема ділянка русла, наочно видно, що має місце деформація русла річки Молочна за певний проміжок часу.

Одним із важливих факторів незадовільного режиму р. Молочна та її допливів є висока зарегульованість. Так, розглядаючи наявність водних об'єктів басейну р. Молочна, відзначаємо велику кількість ставків та водосховищ. Це 99 об'єктів (загальний об'єм 29,17 млн м³) – 7 водосховищ (16,47 млн м³) та 92 ставки (12,70 млн м³).

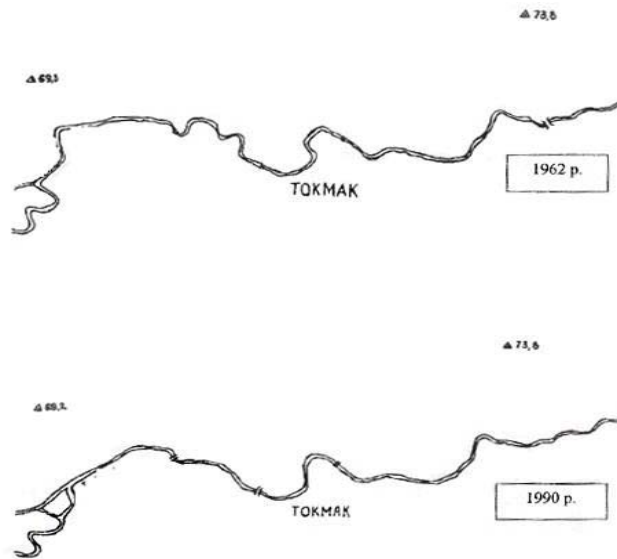


Рис. 1. Різномасштабні зйомки ділянки русла р. Молочна [10]

Зарегульованість річок басейну, особливо таких, як Юшанли (7 об'єктів), Токмачка (11 об'єктів), Курушани та ін. призводить до ряду негативних явищ: засмічення, заростання, замулення, накопичення в мулі важких металів.

При розгляді гідрогеологічних умов прибережної території р. Молочна виділемо основні складові їх формування:

- природні фактори (кліматичні, геологічні, геоморфологічні, гідрологічні, склад ґрунтів тощо);

- техногенні фактори (розорення схилів долин і заплави ріки Молочна і її допливів до самого урізу води, що призвело до інтенсивної водної ерозії; відсутність упорядкованих скидів поверхневих вод з території м. Мелітополя та інших населених пунктів; хаотичне, без належного обґрунтування, будівництво перегороджуючих та інших гідротехнічних споруд; скидання неочищених стічних вод, а також неупорядкований відвід зливових і паводкових вод, що утворюють конуси виносу в заплаві і руслі; відсутність лісових насаджень на схилах долини і у заплаві р. Молочної та її допливів) [6].

Природно-кліматичний фактор як регулятор гідрологічного стану водойми

Для річок південного Приазов'я кліматичний фактор має важливе значення, спираючись на те, що живлення річок здебільшого відбувається саме за рахунок опадів, а інтенсивний підйом рівня води (весняна повінь) припадає безпосередньо на другу – третю декади лютого та прямопропорційно відповідає обсягу

надходження талих вод. Середньорічна тривалість льодоставу дорівнює 80-90 днів, але в окремі особливо теплі зими крига може утримуватись лише кілька днів, тому середня інтенсивність підйому рівня води в річці відповідно змінюється від 3 до 50 см за добу. На гідрологічному пункті спостереження в м. Токмак у період сильної повені в 1953 році середня інтенсивність підйому води становила 6 см/добу, найбільша сягала 55 см/добу. У роки низької повені середній рівень коливається в межах 7 см/добу, тоді як максимальний не перевищує позначки 20 см/добу. Суттєво важливим чинником є зміна температурного режиму на території України за останні десять років. Цей показник прямує в сторону збільшення середньорічних температур атмосферного повітря на 0,3–0,6 °С, тоді як за останні сто років – на 0,7 °С. Відповідно до підвищення температури повітря кількість морозних днів на території країни зменшилася на 5–10 %, а вологість збільшилася на 10–25 %. Менші зміни спостерігаються щодо опадів: для них величини трендів перебувають за межами рівня значущості 90 %.

Ще одним із факторів кліматичного впливу є зміна хімічного складу води в річці. Інтенсивність і кількість опадів формують режим поверхневого стоку та регулюють гідрохімічний режим річок та ставків. Для степової зони типовим є переважання засоленних порід ґрунту, тому у період інтенсивного випадіння опадів у ґрунтових водах змінюється не тільки мінералізація, а і її хімічний склад. Важливим є і вплив температури атмосферного повітря на зміни хімічного складу поверхневих і ґрунтових вод,

коливання температури води обумовлюють зміни розчинності солей, а отже, підвищують або знижують мінералізацію. Тривалість утримування льодового покриву на поверхні річки призводить до порушення рівноваги карбонатно-кальцієвої системи у наслідок накопичення вільного двоокису вуглецю при окисненні органічних речовин в умовах порушення газообміну з атмосферою.

Ступінь випаровування поверхневих вод веде до підвищення їх мінералізації, слабо розчинені солі випадають в осад і гідрокарбонатні води переходять у сульфатні, а потім – у хлоридні. Потерпає змін русло річки і внаслідок дії сильних вітрів, які є переважаючими на даній території.

Сильні вітри спричинюють розвиток ерозійних процесів, видування верхнього шару ґрунту та акумуляції наносів донних відкладів. До кліматичного фактору можна віднести також геологічні та тектонічні процеси, які відбуваються в басейні річки, саме вони разом з антропогенними факторами спричинюють вертикальну деформацію русла, але якщо розглядати у часовому розрізі, то геологічні чинники проявляються протягом

досить тривалого проміжку часу і можуть спричинювати значне переміщення – меандрування русла. Якщо за дії людського чинника зарегулювання русла гідротехнічними спорудами водний об'єкт ще має здатність до повернення у первинне природне русло, то при довготривалій дії геологічного чинника русло природним шляхом вільно меандрує [11, 12].

Визначення реальних та екологічно-необхідних витрат води в річці

Важливою та невід'ємною рисою гідрологічної характеристики будь-якого водного об'єкта є поверхневий стік та витрата води. Для рівнинних територій півдня України загальною рисою є слабкий поверхневий стік, який в умовах сухого клімату та недостатнього рівня водонаповнення за рахунок сніго-дощових опадів сприяє підвищенню рівня ґрунтових вод, інтенсивному їх випаровуванню та призводить до підвищення рівня мінералізації поверхневих вод і засоленню ґрунтів заплави. Дані демонструють значні зміни загальних гідрологічних показників.

Таблиця 2

Часова динаміка витрат води та параметрів поперечного перерізу русла р.Молочна (за Ободовським О.Г.) [10]

Пункт спостереження	$Q_{едв}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{сер}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{едв}/Q_{сер}$	Параметри русла В і h, м $\lambda=B/h$	Станом на	
					1960р.	1995р.
р.Молочна – м.Токмак	0,95	1,01	0,94	B	17,9	9,0
				h	0,37	0,29
				λ	48,3	31,3
р.Молочна – с.Терпіння	0,81	1,77	0,46	B	5,0	2,2
				h	0,44	0,43
				λ	11,4	5,12

$Q_{едв}$ – екологічно допустимі витрати води в річці, $\text{м}^3/\text{с}$; B – середня

ширина русла річки; h – середня глибина річки.

Таблиця 3

Річний стік р. Молочна у створі з площею водозбору $F = 3448 \text{ км}^2$ [6]

Модуль стоку, $M_o, \text{ л/с з } 1 \text{ км}^2$	Коефіцієнт варіації, C_v	Задана забезпеченість, $P_{\%}$	Модуль стоку, $M_p, \text{ л/с з } 1 \text{ км}^2$	Розрахункові витрати води, $Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$	Об'єм води, $V, \text{ млн. м}^3$
0,32	0,82	25	0,44	1,52	48,0
		50	0,25	0,86	27,1
		75	0,13	0,36	11,4
		95	0,08	0,28	8,7

Отже, у багатоводні роки ризик замулення русла річки є мінімальним, а в ідеалі при дотриманні екологічно допустимих витрат води не порушується саморегулююча динамічна система «потік – русло», здатність до самовідновлення і річку можна використовувати для різних потреб народного господарства, не завдаючи їй такої нищівної шкоди.

Якщо об'єм екологічно необхідного стоку на річці перевищує об'єм її природного стоку, то з точки зору гідравліки потоку вона перебуває у несприятливих умовах і розпочинають розвиватися явища, які порушують її гідробіологічний та гідрохімічний режими, починається поступове замулення та, як наслідок, відмирання русла.

Таблиця 4

Натуральний та екологічно необхідний (модельний) об'єм стоку р. Молочна згідно з даними пункту спостереження м. Токмак для років різної забезпеченості

Річка – пункт	Тип гідрографа	Об'єм річного стоку $\times 10^6 \text{ м}^3$		
		$P=50\%$	$P=75\%$	$P=95\%$
Молочна–м.Токмак	Модельний	62,3	51,1	47,0
	Натуральний	35,9	25,3	20,5

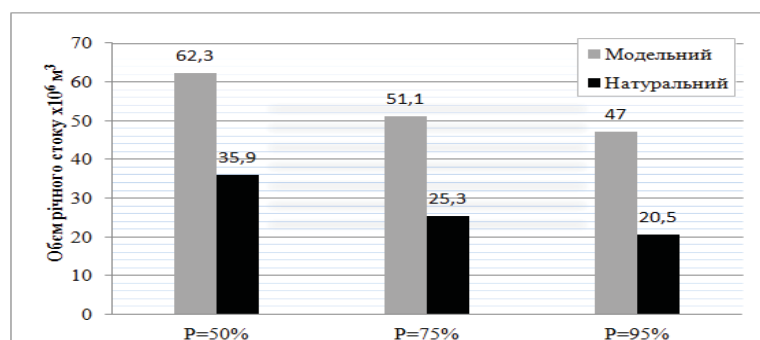


Рис. 2. Відображення реального фактичного та екологічно необхідного (модельного) стоку р. Молочна

Отже, гідроекологічні умови прояву руслових процесів на досліджуваних річках були класифіковані за чотирма основними ознаками:

1) сприятливі – за роки 50%, 75% та 95% забезпеченості величина екологічно необхідного стоку менша від реального стоку;

2) відносно сприятливі – хоча б в один із вказаних за водністю років перша умова не виконується;

3) відносно несприятливі – лише в один із років вказаних забезпеченостей натуральний об'єм має перевагу над змодельованим;

4) несприятливі – за роки 50%, 75% та 95% забезпеченості величина екологічно необхідного стоку більша від реального; у цьому випадку русло замулюється, а річка деградує.

На сучасному етапі існує нагальна необхідність регулювання гідрологічних показників та наближення їх до екологічно-обґрунтованих шляхом упровадження заходів щодо обмеження антропогенного навантаження

на водний об'єкт та оздоровлення водної екосистеми.

Висновки

На прикладі річки Молочна, яка територіально розташована у зоні з недостатнім рівнем забезпеченості поверхневими водними ресурсами, показано, що існує прямопропорційна залежність між коливаннями клімату, зміною природних умов формування річкової мережі та гідрологічною нестабільністю показників водного об'єкта. Природний дисбаланс показників разом з активним антропогенним впливом на гідроекосистему відображається реально не найкращим чином – як наслідок екосистема деградує. Встановлено екологічно-необхідний рівень витрат води в річці, за яких забезпечуватиметься сталість водойми. Для цього необхідно розробити та впровадити ряд заходів з оздоровлення річки та зниження антропогенного впливу з урахуванням природних умов формування річкової мережі.

Література

1. Юденич О. М. По річках України. Київ: видавництво «Радянська школа», 1968 р.
2. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідниковий посібник / за ред. В. М. Хорєва, К. А. Алієва. – К.: Ніка – Центр, 2001. – 392 с.
3. Атлас «Географія України. 8-9 класи. Запорізька область» – К.: НВП «Картографія», 1997-1999 р.
4. Бортников С.Г., Огай В.Х. Геоморфологічні особливості північного Приазов'я. Природа та господарство північного Приазов'я / Збірник праць співробітників природничо-географічного факультету МДП. Мелітополь, 1993 р.
5. Создание прибрежных защитных полос по р. Молочной в границах Мелитопольского района Запорожской области. Рабочий проект Запорожгипроводхоза, кн. 1, пояснительная записка 01039228-06059. Запорожье, 2006 г.
6. Програма екологічного оздоровлення басейну річки Молочна, відновлення її гідрологічного режиму, благоустрою та збереження біорізноманіття на 2014-2025 роки / Затверджена рішенням Запорізької обласної ради №14 від 26.12.2013 р.
7. Петровченко В.І. Природа Запорізького краю: довідник. – Запоріжжя: ТанDEM Арт студія, 2009. – 200 с.
8. Молочна ріка – диво природи. – Мелітополь, 2002. – 100 с.
9. Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря.- Москва, Гидрометеоиздат, 1989 г. – 327 с.
10. Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України) – К.: Ніка-Центр, 2001. – 274 с.

11. Мельник Ю.С., Підліснюк В.В., Козловська Т.Ф. Сталість якості водних ресурсів східної України в умовах змін клімату // Вісник КНУ імені Михайла Остроградського. Вип. 2/2011 (67). Част. 1.
12. Клименко В.Г. Загальна гідрологія. Навчальний посібник. – Харків – 2008 р.