

УДК: 551:556.5

Скиба В. П., аспірант, Вознюк Н. М., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РІВНЯ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ПІВДЕННИХ РІЧОК УКРАЇНИ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ МОЛОЧНА)

Для степової зони України типовим є недостатній рівень забезпечення водними ресурсами. Малі та середні південні річки мають велику кількість екологічних проблем. Систематизація та аналіз багаторічних даних рівня мінералізації, відображення залежностей між окремою речовиною та факторами довкілля може надати істотну інформацію для виявлення причин деградації водотоків.

Ключові слова: гідроекологічна система, хімічний склад природних вод, мінералізація, антропогенний вплив, деградація водотоків.

Актуальність проблеми. За роки стрімкого рівня урбанізації півдня України, розвитку промисловості та сільського господарства у ХХ столітті річкові екосистеми активно використовувались у рамках тодішніх економічних умов. Для степової зони типовим є недостатній рівень забезпечення поверхневими водними ресурсами. Південні річки дуже обмілили, у межений період спостерігається часткове пересихання русел; заплави значним чином зарегульовані та зарослі очеретом; замулені підземні джерела живлення водотоків. Наразі малі та середні річки степової зони мають велику кількість екологічних проблем, які вимагають негайного вирішення шляхом прийняття зважених природоохоронних заходів. На прикладі лише одного гідрохімічного параметру якості води р. Молочна розглянемо можливі шляхи надходження мінеральних речовин до водного об'єкта, динаміку зміни цього показника протягом тривалого періоду часу. Систематизація та аналіз багаторічних даних, відображення залежностей між окремою речовиною та факторами довкілля може надати істотну інформацію для виявлення причин деградації водного об'єкта.

Аналіз основних досліджень і публікацій. В останні роки для усіх річок України впроваджується басейновий принцип, згідно з яким річки матимуть не адміністративно-територіальний розподіл, а природно-відокремлену ділянку у межах одного русла згідно зі своєю водозбірною територією. Басейновий принцип впроваджується згідно з основними принципами Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС з метою доведення якості води у річці

до «доброго стану» [1].

Питання сучасного екологічного стану р. Молочна та Молочного лиману, в який вона впадає, дуже гостро постало в останні роки. Напрацьовано цілу низку природоохоронних заходів та програм спрямованих на подолання наслідків екологічної кризи, що склалася на розглядуваній території. Проблему р. Молочна у своїх наукових працях піднімають Воловник С.В., Антоновський О.Г., Волох А.М., Андрющенко Ю.О., Демченко В.О., Непша О.В. та ін. Місцевими органами самоврядування і науковцями розглядаються питання захисту орнітокомплексів та іхтіофауни р. Молочна та Молочного лиману, шляхи міграції та збереження рідкісних видів, ендеміків даного регіону [2]. А першопричинам, які запустили деградаційні процеси в екосистемі р. Молочна, приділено ще недостатньо уваги.

Виклад основного матеріалу. Хімічний склад природних вод – це весь комплекс розчинених мінеральних і органічних речовин, що знаходяться в іонно-молекулярному й колоїдному станах. На формування хімічного складу природних водотоків впливає багато природних та антропогенних чинників, які безпосередньо чи опосередковано виступають основою формування мінерально-хімічного складу води.

За характером свого впливу фактори, які визначають формування хімічного складу природних вод можна розподілити у наступні групи: фізико-географічні (рельєф, клімат, вивітрювання, ґрунтовий покрив); геологічні (склад гірських порід, тектонічна будова, гідрогелогічні умови формування водотоку); фізико-хімічні процеси (хімічні властивості елементів, кислотно-лужні та окислювально-відновні умови, змішування вод та катіонний обмін); біологічні (процеси життєдіяльності рослинних та тваринних організмів); антропогенні чинники (усі фактори та процеси, які пов'язані з діяльністю людини) [3; 4; 5].

Таким чином, формування природного хімічного складу поверхневих вод тісно пов'язано з кругообігом води у системі «поверхневий стік – водотік – ґрунтові води», природно-кліматичними умовами території, рельєфом, геологічними процесами, типовим складом ґрунту та порід, господарською діяльністю людини.

Для усіх південних річок типовим є перевищення рівня мінералізації допустимої норми (ГДК). Мінеральні солі привносять різний вклад у загальний рівень солоності води, який визначається як сумарний показник (прісною вважається вода мінералізація якої не більше 1000 мг/дм³). Відповідними катіонами для названих аніонів є калій, натрій та магній. Мінеральний склад води відображає результат взаємодії води як фізичної фази та середовища життя з іншими

фазами (середовищами): твердою, тобто береговими та підстиляючими породами, а також ґрунтоутворюючими мінералами та породами; газоподібною (з повітряним середовищем), взаємодія з вологою та мінеральними компонентами, які містяться у даному середовищі. Крім того, мінеральний склад води обумовлений рядом фізико-хімічних та фізичних процесів – розчинення та кристалізація, пептизація та коагуляція, седиментація, випаровування, конденсація тощо [4-6].

Рівень мінералізації зростає у меженний період. Саме тому характерним для водотоків даного регіону є підвищений рівень вмісту хлоридів та сульфатів, відповідно і високий рівень мінералізації протягом усього року. У чому ж причина такої ситуації?

Розглянемо основні фактори, які впливають на рівень мінералізації на прикладі р. Молочної.

1). *Клімат та фізико-географічні умови розташування басейну.* Річка Молочна розташована у степовій засушливій кліматичній зоні з недостатнім рівнем забезпеченості поверхневими водними ресурсами, у межах двох агрокліматичних підзон: південного та північного степу. Русло річки має загальну протяжність 197 км, знижується у південно-західному напрямку і впадає у Молочний лиман. Середня багаторічна температура повітря складає 9,4 °С, тривалість безморозного періоду – 184 дні. Річна кількість опадів за даними багаторічних спостережень складає 350-430 мм за рік. Переважаючими напрямками вітру на водозбірній площі є східний та північно-східний. Середньорічна швидкість вітру – 3,7 м/с. Щорічне аномальне підвищення температури атмосферного повітря, притаманність постійних вітрів на усій водозбірній ділянці р. Молочна разом з притоками, призводить до значного випаровування з водної поверхні, особливо дана інтенсивність підвищується на мілководді. Середні багаторічні об'єми води, що випаровуються з водної поверхні басейну складають не менше 425 мм/рік [3; 7].

Реальну картину варіації показників гідрохімічного стану водотоку можна більш детально простежити лише використовуючи дані за досить тривалий період часу. За період 1990-2016 рр. (рис. 4) значення мінералізації коливаються у межах 1500-4500 мг/дм³, що свідчить про перевищення у 1,5-4,5 рази ГДК (загальний для України показник ГДК для мінералізації – 1000 мг/дм³ згідно СанПіН 4630-88, як для потреб комунально-побутового використання так і для водних об'єктів рибогосподарського призначення). Згідно Директиви ЄС 76/106/ЄС сухий залишок (мінералізація) у європейських країнах не нормується.

За класифікацією О.А. Альокіна річки в умовах недостатнього зволоження і посушливого клімату можуть мати у межень підвищену

і високу мінералізацію, відповідно саме до цієї категорії і відносяться поверхневі води р. Молочна. Річкова вода має підвищену солоність, а при перевищенні показника 35000 мг/дм^3 відноситься до розсолів.

На рис. 1 наведено візуальний приклад щомісячної кількості опадів та рівня мінералізації річки. Для аналізу обрано 2013 рік (річна кількість опадів має значення нижче середнього та складає $252,0 \text{ мм}$) та 2015 рік (кількість опадів за рік $418,0 \text{ мм}$).

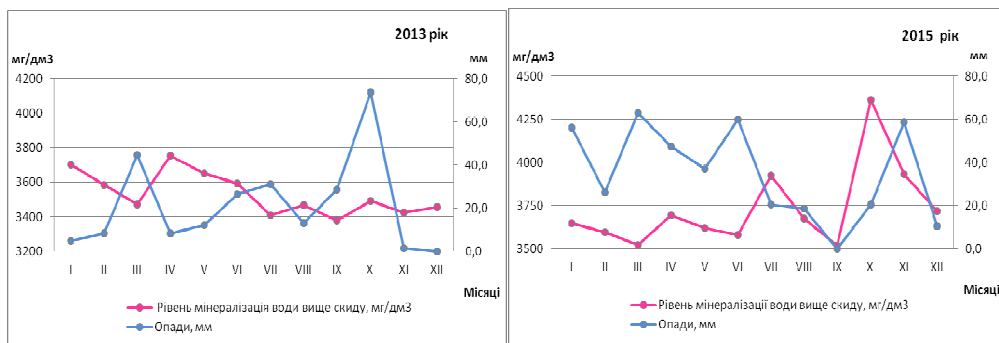


Рис. 1. Зміна рівня мінералізації води р. Молочна та щомісячна кількість опадів

Якщо брати до уваги, що мінералізація безпосередньо самих опадів у даному регіоні України складає $41,8 \text{ мг/дм}^3$, можна зробити висновок, що самі по собі талі та дощові води є розчинниками та лише призводять до розбавлення води річки [8]. З рис. 1 видно чітку зворотну залежність між кількістю опадів та рівнем мінералізації річки. Наприклад, у березні 2013 року випало $44,4 \text{ мм}$ після відносно посушливих місяців, відповідно, відбулось видиме зниження рівня мінералізації до 3474 мг/дм^3 . У місяці з великою кількістю дощових опадів надходження поверхневого стоку відбувається стрімко, це чітко відображається у наведених вище залежностях. У місяці, коли кількість опадів незначна, утримується сніговий покрив або спостерігався тривалий період посух (особливо це стосується спекотного літнього періоду з високим рівнем випаровування), спочатку відбувається вологонасичення ґрунту, кореневе живлення рослин. Надходження вологи до річки відбувається шляхом утворення ґрунтового розчину з вимиванням солей ґрунту. Загальний аналіз річної кількості опадів та мінералізації річки зображено на рис. 2.

Згідно з проаналізованим масивом даних за 2009-2016 роки, була встановлена статистична залежність у вигляді коефіцієнта кореляції ($r = 0,66$). Отже, кліматичний фактор має істотне значення у формуванні гідрохімічного складу води річки Молочна.

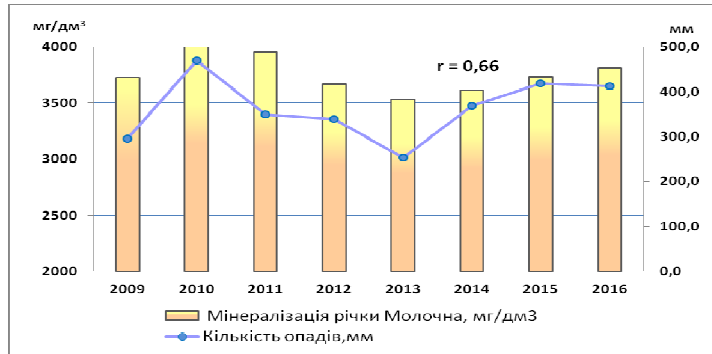


Рис. 2. Залежність між річною кількістю опадів та мінералізацією поверхневих вод р. Молочна

2). *Рельєф, ґрунтовий покрив та геологічні процеси на водозбірній території.* У геоструктурному відношенні територія долини річки приурочена до східної частини Причорноморської западини, представлені значною товщею осадових порід. 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 ріки Молочної різноманітний та неоднорідний. Для рівнинних плато характерні 4 різні горизонти лесових ґрунтів. Нижній горизонт дуже щільний, глинистий, червоно-бурого кольору, другий – коричнево-бурий, важкосуглинистий. Терасові леси, до яких належать два останні горизонти, відрізняються більш легким механічним складом та меншою потужністю. Характерною особливістю місцевих лесів є засоленість розчиненими 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, вздовж 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. Місцями еродовані та засолені ґрунти водозбірної території вимиваються опадами і разом з поверхневим стоком надходять до річки [9].

Ґрунти водозбірної території мають значний вплив на хімічний склад ґрунтових та поверхневих вод. Зважаючи на те, що для досліджуваного об'єкта основним джерелом водонаповнення є атмосферні опади, необхідно враховувати частку надходження хімічних речовин, які вимиваються з ґрунту разом з ґрунтовим розчином.

3) Підземні водоносні горизонти водозбірної території приурочені до всіх стратиграфічних комплексів і підрозділів. Потужність водовмісних порід коливається в межах 8,0-15,0 м, а місцями і більше. За хімічним складом ґрунтові води солоні, їх мінералізація становить 3,4-18,8 г/дм³. Основне водозабезпечення річок відбувається за рахунок атмосферних опадів, але цікавим фактом є те, що раніше річки отримували живлення за рахунок джерел неогенової товщі, які вже вичерпалися. Гідрохімічний склад підземних вод сульфатний з підвищеним вмістом хлоридів при високій мінералізації від 1,2-3,7 г/дм³. Відповідно гідрохімічний склад і поверхневих вод хлоридний з підвищеним вмістом сульфатів при надзвичайно високій мінералізації 3,7-5,2 г/дм³. Важливо відзначити, що має місце поступовий підпір потоку через замулення прибережних територій та, як наслідок, відбувається часткове затоплення заплави річки у період повеней та паводків.

Активним є використання підземних свердловин для питного водоспоживання великих населених пунктів протягом тривалого часу, розробка їх у комерційних, рекреаційних потребах. Якщо за ключовий фактор використовувати вектор часу, то також можна припустити, що виснажливе використання підземних водоносних горизонтів могло віддзеркалитись на рівні їх глибинного залягання та поступовій видозміні їх мінерального складу.

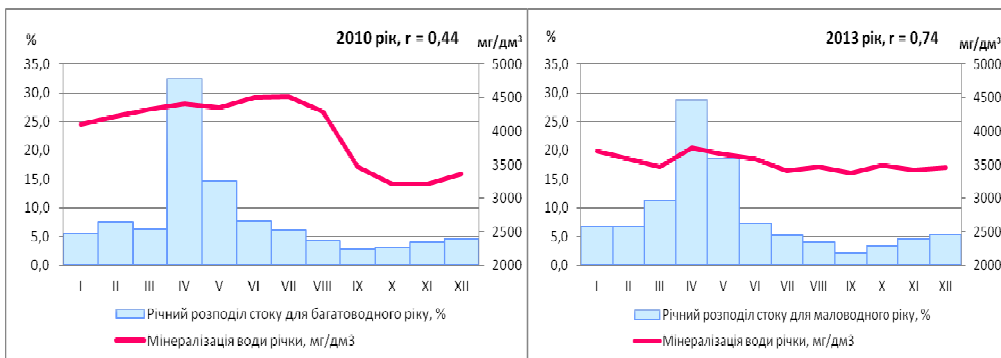


Рис. 3. Рівні водонаповнення та мінералізації річки Молочна

Рівень мінералізації залежить від гідрологічних процесів. За даними, представленими на рис. 3, чітко видно, що у багатоводний рік крива, яка відображає рівень мінералізації практично повторює хід наповненості річки, у меженний період навпаки – пропорційний

спад ($r=0,44$; помірна тіснота зв'язку). Для маловодного року також спостерігається залежність між цими показниками, але крива варіюється у незначних межах, різкі стрибки показників відсутні ($r = 0,74$; сильна тіснота зв'язку).

Також необхідно зазначити, що річка впадає у Молочний лиман, фонові концентрації мінералізації для якого складає 9200-9300 мг/дм³, у гирловій частині русла річки відбувається перемішування та частковий винос сольового розчину з лиману. Тому на даній ділянці показники якості води можуть мати суттєво вищі значення ніж на інших ділянках русла [2; 7].

4). *Антропогенні чинники.* До найбільш вагомого фактора втручання людської діяльності у водну екосистему можна віднести комунальне господарство. Забір води з р. Молочна відбувається точково для потреб промисловості та сільського господарства, вона не є джерелом питного водопостачання. Стічні води надходять від двох вагомих комунальних підприємств, це багатотисячні міста Мелітополь та Токмак Запорізької області. Проаналізувавши багаторічний хід рівня мінералізації чітко видно, що за рахунок скидів комунальних підприємств відбувається розбавлення річкової води, рівень мінералізації дещо знижується після скиду стічних вод (рис. 4).

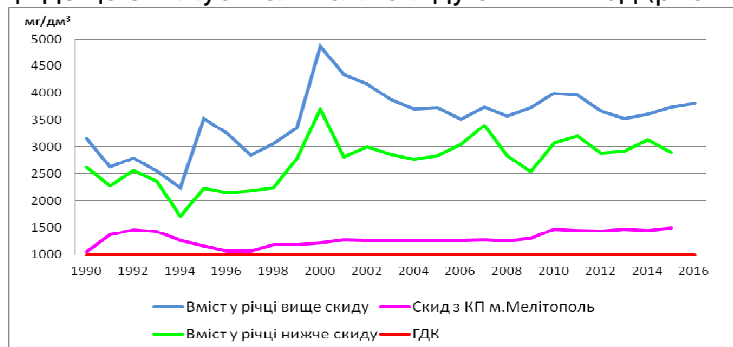


Рис. 4. Динаміка зміни рівня мінералізації р. Молочна за 1990-2016 рр.

Разом з комунальними підприємствами стічні води надходять і від промисловості. За рік підприємства-забруднювачі, розташовані у Мелітопольському районі (без урахування підприємств Токмацького та Чернігівського районів) скидають: 4142,4 тис. м³/рік з повною біологічною очисткою (комунальне підприємство м. Мелітополь); 167,27 тис. м³/рік з механічним видом очистки; 243,27 тис. м³/рік стічних вод без очистки [2].

Як видно, надходження обсягів стічних вод від промисловості у десятки разів менші за комунальні, проте ключовим тут є те, що багато підприємств (металургія та харчова промисловість) скидають воду зовсім без очистки або з використанням лише механічних спо-

собів очистки стічних вод.

Наступним антропогенним фактором можна виокремити сільське господарство. На водозбірній території річки проводиться масова оранка ґрунтів, місцями водозахисна смуга становить лише 25 м. За її межами проводяться сільськогосподарські роботи по механічній обробці угідь, неконтрольовано вносяться мінеральні добрива, рослини обробляються пестицидами. Ще одним негативним фактором ведення сільського господарства є меліорація. На території Запорізької області, у тому числі і на угіддях водозбірної території річки Молочна, активно використовуються зрошувальні меліорації. Місцями вода на городи та садові ділянки надходить з підземних свердловин, але лівова доля – це зрошувальні води з Приазовського магістрального каналу. Вода на зрошення через головний Каховський канал надходить безпосередньо з Каховського водосховища. Зрошувальні води так само, як і опади є ланцюгом обігу води у гідрологічній екосистемі, призводячи до збільшення мінералізації поверхневих вод річки. Найвагомим фактором впливу сільського господарства на екологічний стан р. Молочна стала саме оранка земель. Наслідком освоєння степу з метою землеробства стала повна видозміна природного ландшафту. За своєю рельєфною структурою степова зона досить рівнинна з незначними похилами території, зі сформованою мережею балок та ярів по яким поверхневий стік самопливом надходить до річки. При первинній орній розробці земель яружна мережа повністю деформувалась, враховуючи сильні степові вітри, територія зазнала значного ерозійного впливу. Відбулась акумуляція наносів ґрунту як по усій яружній мережі, так і у заплаві річки.

Важливим аспектом антропогенного впливу неодмінно слід зазначити ще і гідротехнічне будівництво, зарегулювання русла річки. На річці разом з урахуванням приток створено 92 ставка та 7 водосховищ, безліч автодорожніх мостів та залізничних переїздів. Гідротехнічне будівництво з екологічної точки зору утворює вельми несприятливі умови для загального екологічного стану водотоку. У місцях пропуску води часто спостерігаються затори, уповільнюється швидкість течії, спостерігається накопичення сміття. На мілководдях поширюються зарості очерету та вищої водної рослинності, мінеральні частинки води разом з мулом відкладаються на дно, замулюючи водойму.

Висновки та пропозиції. Аналіз багаторічних даних рівня мінералізації річки Молочна показав, що значення коливаються у межах 1,5-4,5 ГДК. Встановлено, що вагоме значення у формуванні гідрохімічного режиму річки відіграє природно-кліматичний фактор. Основним джерелом водонаповнення є атмосферні опади, мінералізація яких у даному регіоні України становить 41,8 мг/дм³. Гідрохімічний склад підземних вод – сульфатний з підвищеним вмістом хлоридів,

при високій мінералізації від 1,2-3,7 г/дм³. Ґрунти та підземні води є основним природним джерелом надходження мінеральних солей до річки.

Аналіз антропогенного впливу на зміну показників рівня мінералізації річки показав, що за рахунок скидів комунального підприємства відбувається розбавлення річкової води. Але не слід недооцінювати внесок промислових виробників, стічні води яких скидаються у річку зовсім без очистки або лише після механічної очистки стоків. Це стосується і галузі сільського господарства, зрошування та гідротехнічного будівництва, які можливо не самим прямим чином впливають на рівень мінералізації річки, але опосередковано істотно змінюють природну рівновагу у водній екосистемі.

Лише розробка ефективних природоохоронних заходів по розчистці русла, озелененню прибережних захисних смуг, насадженню вітрозахисних лісосмуг, проведенню агротехнічних меліорацій на засолених ґрунтах у сумарному результаті можуть дати позитивний внесок у відновлення екосистеми р. Молочна.

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – Київ, 2006. – 240 с. **2.** 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. – Режим доступу: <http://www.zovh.gov.ua/proovr/normdocs/zorada.shtml> **3.** Бортников Є. Г. Геоморфологічні особливості північного Приазов'я Природа та господарство північного Приазов'я / Є. Г. Бортников, В. Х. Огай // Збірник праць співробітників природничо-географічного факультету МДПІ. – Мелітополь, 1993. **4.** Никаноров А. М. Гидрохимия: учеб. пособие / А. М. Никаноров. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. **5.** Клименко В. Г. Загальна гідрологія : навчальний посібник для студентів / В. Г. Клименко. – Харків : ХНУ, 2008. – 144 с. **6.** Практическое руководство по оценке экологического состояния малых рек : учебное пособие для сети общественного экологического мониторинга / под ред. д.б.н. В. В. Скворцова. – Изд. 2-е перераб. и доп. – СПб. : Крисмас+, 2006. – 176 с. **7.** Молочна ріка – диво природи [Електронний ресурс]. – Мелітополь, 2002. – 100 с. – Режим доступу: http://www.nesu.org.ua/upl/book_molochnaya.pdf **8.** Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища в Україні у I півріччі 2017 року (за даними спостережень національної гідрометслужби України) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=u_zabrud&f=ukraine&p=1 **9.** Петровченко В. І. Природа Запорізького краю: довідник / В. І. Петровченко. – Запоріжжя : Тандем Арт студія, 2009. – 200 с.

Рецензент: к.с.-г.н., професор Прищеп А. М. (НУВГП)

Skyba V. P., Post-graduate Student, Vozniuk N. M., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

FORMATION PECULIARITIES OF THE MINERALIZATION LEVEL OF SOUTHERN RIVERS OF UKRAINE (ON THE EXAMPLE OF THE MOLOCHNA RIVER)

Typical for the steppe zone of Ukraine is the inadequate level of water resources. Small and medium southern rivers have a large number of environmental problems. The systematization and analysis of long-term data of the level of mineralization, the mapping of dependencies between a single substance and environmental factors can provide significant help in identifying the causes of the de-gradation of watercourses.

Key words: hydroecological system, chemical composition of natural waters, mineralization, anthropogenic impact, degradation of watercourses.

Скиба В. П., аспирант, Вознюк Н. Н., к.с.-х.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОВНЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЮЖНЫХ РЕК УКРАИНЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕЧКИ МОЛОЧНАЯ)

Для степной зоны Украины типичным является недостаточный уровень обеспечения водными ресурсами. Малые и средние южные реки имеют большое количество экологических проблем. Систематизация и анализ многолетних данных уровня минерализации, отображение зависимостей между отдельным веществом и факторами окружающей среды может оказать существенную помощь в выявлении причин деградации водотоков.

Ключевые слова: гидроэкологическая система, химический состав природных вод, минерализация, антропогенное воздействие, деградация водотоков.
