

ПРОСТРАНСТВЕННО-ЧАСОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОКОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВОД р. УСТЬЯ

Н.А. Клименко, И.И. Залесский, О.А. Бедункова, А.Н. Клименко, С.Н. Глаз

Національний університет водного господарства та природокористування

Здійснено просторово-часове порівняння мікрокомпонентного складу поверхневих вод малої річки Устя на різних ділянках водотоку. Наразі у мікрокомпонентному складі вод переважають елементи, що є характерні для місцевого геохімічного фону. Встановлено, що у створах спостережень найвищим у поверхневих водах є вміст Mn, Ba, Ti, Cu, V (крім створів № 5, 6), а також Ag. Визначено, що чинник формування мікрокомпонентного спектра води змінився з поверхневого (1994 р.) на підземний стік (2014 р.). З'ясовано, що геохімічне навантаження поверхневих вод р. Устя лишається мінімальним упродовж 20 років, однак має помітні зміни на різних ділянках водотоку.

Ключові слова: *поверхневі води, мікрокомпоненти, геохімічне навантаження.*

Химический состав природных вод является функцией условий, создаваемых окружающей средой, в т.ч. и антропогенными факторами. Наиболее интенсивное антропогенное воздействие испытывают малые реки, поскольку принимают в себя основные объемы хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. При этом для малых рек свойственна слабая самоочищающаяся способность, незначительные расходы воды, недостаточная водность, медленная скорость течения, малая глубина, что в совокупности определяет неблагоприятные условия смешивания и разбавления загрязнений.

Все эти показатели находятся в тесном взаимодействии и для каждой реки проявляются по-разному. Именно поэтому для разработки решений по стабилизации качества воды малых рек необходимо знать направленность изменений в их микрокомпонентном составе во времени и пространстве.

Морфология долины малой речки Устья, находящейся в пределах Ровенского лессового плато, свидетельствует о сложной истории ее формирования и значительном влиянии экзогенных и эндогенных факторов. Конфигурация бассейна определяется геологией меловых пород и неотектоническими движениями [1].

Антропогенная нагрузка на бассейн речки определяется расположенными на ее берегах промышленными предприятиями Ровенского и Здолбуновского районов. Вдоль русла в пределах населенных пунктов отмечается бытовое загрязнение. Речка зарегулирована водохранилищами, в верхнем и нижнем ее течениях пойма мелиорирована. В летне-осеннюю и зимнюю межень в поверхностных водах понижается концентрация растворенного кислорода, ухудшаются условия разложения органических веществ, происходит их интенсивное накопление, а также возрастают концентрации азота, фосфора, различных металлов и хлорорганических соединений [2, 3].

Целью наших исследований был анализ пространственно-временных изменений микрокомпонентного состава поверхностных вод речки Устья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно поставленной цели исследований, нами изучались микроэлементы, которые в процессах природной и техногенной геохимической миграции имеют разное экологическое значение. Во-первых, эти микроэлементы являются жизненно важными для нормального функционирования биоценозов (Mn, Cu), возможно жизненно важными (Ba, Ti, V, Cr, Ni) либо

не выясненной биологичности (Pb) [4]. Во-вторых, элементы имеют разную степень биологического накопления: среднее накопление (Pb, Ba, Ni, Mn, Cu, Ag), слабое и очень слабое (V, Li, Cd, Be, Cr) [5]. В-третьих, характеризуются разной интенсивностью миграции: в окислительных условиях — средняя миграция (Ba, Li, Ni, Cu), слабая и очень слабая миграция (Ti, Be); в восстановительных условиях — средняя миграция (Li), слабая и очень слабая миграция (Ti, V, Ni, Cu, Be) [6]. В то же время при техногенных процессах их влияние на биоценозы оценивается в пределах — от высокотоксичного (Cd, Ni) до нейтрального (Cu, Mn, Ba) [4].

При анализе микрокомпонентного состава поверхностных вод р. Устья использовали результаты собственных исследований за 1994 и 2014 годы. Отбор проб речной воды проводили согласно общим требованиям [7] в период летне-осенней межени в соответствующих контрольных створах речки (рис. 1).

Спектральный анализ сухих остатков проб воды проводили в сертифицированной лаборатории с точностью результатов V категории согласно СОУ 73.1-41-08.00.01: 2004. Размерности по содержанию элементов сводились к единой нормированной единице — мг/дм³.

Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод оценивали по суммарному показателю загрязнения (СПЗ), который характеризует общую геохимическую нагрузку на объект исследований, что образуется в результате суммарного воздействия всех химических элементов [8], и рассчитывается как сумма превышения концентраций накапливающихся элементов (C_i) над их фоновым уровнем или ПДК (C_{ϕ}):

$$СПЗ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\phi}} / (n-1),$$

где n — количество проб.

В зависимости от значения СПЗ, эколого-геохимический фон среды оценивается

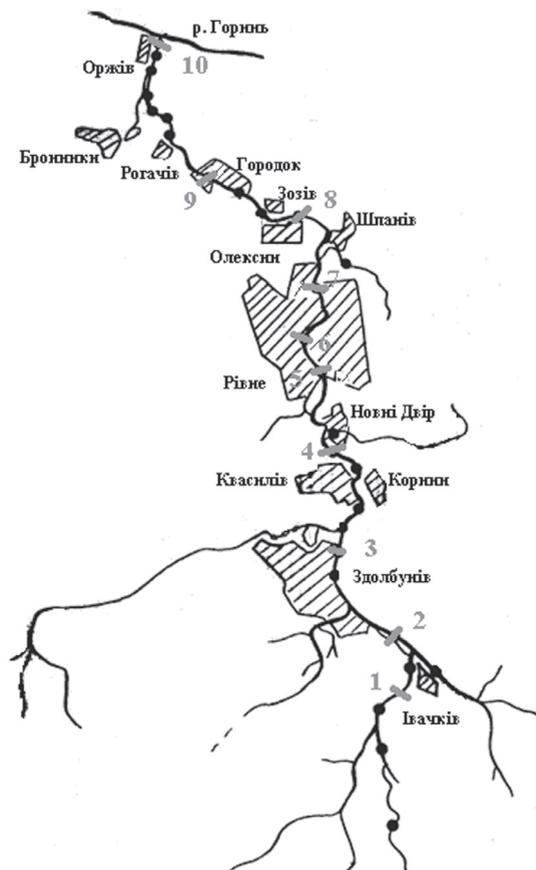


Рис. 1. Расположение контрольных створов на р. Устья: 1 — западная окраина хутора Ивачкив; 2 — вблизи моста в с. Миротын (шоссе «Миротын — Гай»); 3 — окраина г. Здолбунов; 4 — автомобильный мост между с. Новый Двор и пгт Квасилов; 5 — в черте г. Ровно (100 м ниже дамбы оз. Басов Кут); 6 — в черте г. Ровно (район центрального городского рынка; 7 — расширенный участок в черте г. Ровно (вблизи кафе «La Riva»); 8 — автомобильный мост между с. Б. Алексин и с. Хотынь (северная окраина с. Б. Алексин); 9 — возле автомобильного моста в с. Городок (вдоль участка дороги «с. Городок — ЧАО «Азот»»); 10 — с. Оржев (0,1 км выше впадения в р. Горынь)

по следующим категориям загрязнения: минимальное — менее 8; слабое — 8–19; среднее — 20–32; сильное — 33–64; очень сильное — 65–128; максимальное — более 128.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В современных условиях химический состав поверхностных вод р. Устья существенно меняется на отдельных участках — четко выделяется часть водотока от истоков до сброса сточных вод очистных сооружений г. Ровно и часть, расположенная ниже сброса городских очистных сооружений до устья. Прежде всего, это различие обусловлено разницей в типах поверхностных вод.

На участке до сбросов городских очистных сооружений воды реки относятся к гидрокарбонатному типу со смешанным катионным составом: пресные, общая минерализация изменяется в незначительных пределах от 0,5 до 0,58 г/дм³, и только в правом притоке реки (в районе сёл Ивачкив и Копыткив) достигает значений 0,78 г/дм³, что, возможно, объясняется ее слабой проточностью и заилием. После сброса с городских очистных сооружений поверхностные воды р. Устья относятся к хлоридно-гидрокарбонатному типу и характеризуются несколько повышенной (на 0,1 г/дм³), по сравнению с вышеописанными, минерализацией. Кроме того, стабильно сохраняются повышенные концентрации соединений азота, о чем речь пойдет ниже. Воды имеют нейтральную реакцию (рН = 7,4–8,0) на всем протяжении реки, в пределах города реакция меняется на слабощелочную (рН = 8,48–8,62). Характеризуются как умеренно жесткие (2,8–6,0 мг-экв/дм³). Окисляемость составляет 2,2–5,8 мгО₂/дм³. Содержание общего железа изменяется в пределах 0,2–1,0 мг/дм³.

Среди анионов преимущественное значение имеет гидрокарбонат-ион, его содержание колеблется в пределах 330–340 мг/дм³ (среднее значение) на участке от истока до городских очистных сооружений (ГОС), после ГОС — 370–375 мг/дм³, что составляет от 80–87 до 68–77%экв.

Содержание сульфатов довольно устойчивое на всем протяжении реки, его среднее содержание составляет 30–35 мг/дм³, или 5–15%экв. На указанных участках имеет место значительное изменение со-

держания хлоридов: среднее содержание на истоке составляет 9,5 мг/дм³, в г. Здолбунов увеличивается до 16,1–23, от г. Здолбунов до ГОС г. Ровно — 31–35, после ГОС — 60–70 мг/дм³.

Катионный состав поверхностных вод соответствует водам фонового участка, то есть имеет смешанный состав с преобладанием ионов магния и кальция. Лишь в районе с. Новый Двор в составе поверхностных вод преобладают ионы натрия. Содержание ионов кальция изменяется в пределах 8–81 мг/дм³, магния — 16–66, натрия — 14–113 мг/дм³.

Степень загрязнения соединениями азота в водотоке различна. Так, в верхнем течении, в районах с интенсивным ведением сельского хозяйства (села Ивачкив, Вьюновщина, Корнин), концентрация ионов аммония достигает 1,5 мг/дм³, нитратов — 2,6–3,3, нитритов — 0,5 мг/дм³. В пределах урбанизированных территорий городов Здолбунов и Ровно наблюдается снижение содержания азотных соединений, что свидетельствует о процессе самоочищения вод, хотя в отдельные годы на данном участке водотока фиксируются повышенные значения веществ азотной группы. После ГОС заметно увеличиваются концентрации нитратов (3,3–6,6 мг/дм³), нитритов (0,9–1,2) и аммония (1,5–1,8 мг/дм³).

Результаты проведенного спектрального анализа сухих остатков проб воды представлены в виде поверхностных диаграмм на рисунке 2. Для упрощения визуального восприятия распределение микрокомпонентов, которые были идентифицированы в составе поверхностных вод реки, изображено в процентном соотношении.

Анализ диаграмм свидетельствует, что микрокомпонентный состав поверхностных вод в 1994 г. характеризовался большим разнообразием элементов по сравнению с 2014 г. На наш взгляд, это в значительной степени обусловлено поверхностным стоком с окружающих территорий, поскольку промышленный сектор региона до середины 90-х годов 20 века имел свою максимальную мощность. Так, на протяжении 1994 г. в поверхностных во-

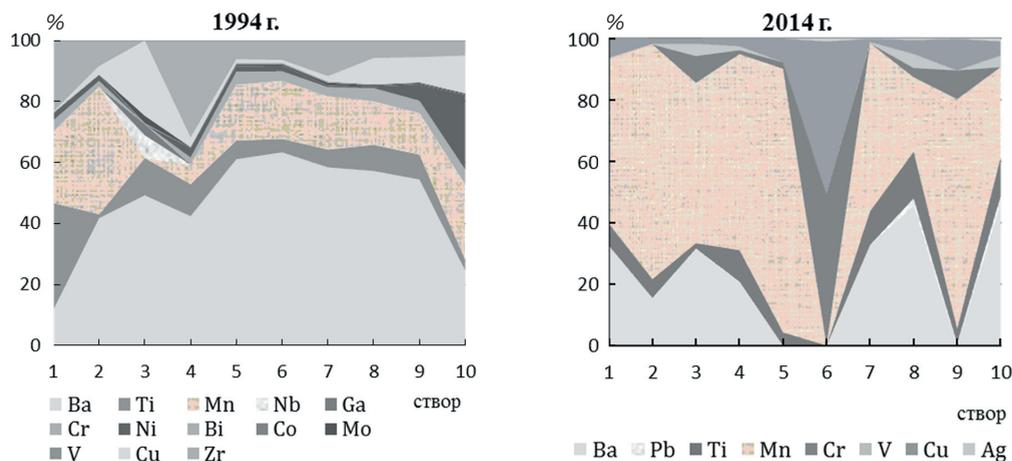


Рис. 2. Сравнительный анализ микрокомпонентного состава поверхностных вод р. Устья в контрольных створах наблюдений

дах наибольшее содержание сравнительно с остальными микрокомпонентами имел Ba — от 100 до 200 мкг/дм³ по створам наблюдений. Далее следовали: Mn — 30–200 мкг/дм³; Zr — 20–200; Ti — 5–30; Nb — 30 (только в створе № 3); Cu — 1,5–100, Ni — 1–100, Cr — 5–20; Ga — 1–15 (в створах № 1, 3, 4); Mo — 0,5–10; V — 0,7–1,5 (кроме створов № 2–4); Co — 0,7 и Bi — 0,5 мкг/дм³ (только в створе № 3).

Современный микрокомпонентный состав, очевидно, объясняется в первую очередь подземным стоком, поскольку среди микрокомпонентов преобладали именно характерные представители местного геохимического фона [9]. Так, в 2014 г. наибольшее содержание в поверхностных водах по створам наблюдений имели: Mn — 70–500 мкг/дм³; Ba — 80–180; Ti — 10–50; Cu — 5–35; V — 1–23; Pb — 1,5–8 (кроме створов № 5, 6) и Ag — 0,1–2,3 мкг/дм³.

Для получения непосредственной эколого-геохимической оценки состояния поверхностных вод р. Устья было проведено сравнение фактического содержания (C_i) к их фоновым значениям (C_f) (таблица).

Анализ таблицы позволяет утверждать, что в 1994 г. кратность превышения фоновых значений была самой высокой по Ni, что в среднем для речки составляло 22,5 раза с колебанием по створам от 0,2 (№ 8)

до 133,3 раза (№ 10). Несколько меньшую кратность превышения имели такие микрокомпоненты, как Ti, Mn и Li, что в среднем для речки составляет 14,4, 8,2 и 8,7 раза соответственно. Далее следовали Ba, Cr и Cu, соответственно — 4,9, 4,9 и 1,9 раза в среднем по створам. Кратность превышения была наименьшей для V и Ag, соответственно — 0,5 и 0,6 раза.

В 2014 г. кратность превышения фоновых значений была самой высокой по Cr, что в среднем для речки составляло 10,9 раза с колебанием по створам от 1,6 (№ 5) до 13 раз (№ 3). Далее шли Mn, Li, Ni и Ba, соответственно — 8,8, 7,5, 7,3 и 5,7 раза в среднем по речке. Несколько меньшую кратность превышения фоновых значений имели такие элементы, как Ti, V, Ag и Cu, соответственно — 4,7, 2, 1,7 и 1,3 раза. Наименьшим оказалось соотношение фактических и фоновых значений для Pb — 0,5 и Cd — 0,22 раза.

На рисунке 3 отражено сравнение рассчитанных СПЗ для контрольных створов за оба периода наблюдений.

Анализ диаграммы показывает, что в 1994 г. общая геохимическая нагрузка по СПЗ была заметна уже в первом створе, который находится у истоков речки. Далее по течению геохимическая нагрузка несколько понижалась, а затем снова повышалась —

Значения соотношений фактического содержания компонентов в поверхностных водах р. Устья к их фоновым значениям, C_i/C_{ϕ}^*

Створ	Год	Микрокомпоненты										
		Ba	Pb	Ti	Mn	Cr	Ni	V	Cu	Ag	Li	Cd
1	1994	3,89	–	120,3	77,3	7,8	8	0,6	0,6	–	11,7	–
	2014	7	0,2	5,33	14,14	–	2,67	1,78	2	0,4	13	–
2	1994	6,89	–	0,75	8,4	7,8	11,7	–	0,7	–	–	–
	2014	4,6	0,23	6	28,04	–	1,67	2,56	0,79	0,23	15,3	0,04
3	1994	5,22	–	4,3	–	–	–	–	3,7	1,33	–	–
	2014	4,7	0,13	0,87	9,5	13	20	1,78	0,37	0,13	7	1,14
4	1994	7,25	–	5,8	1,3	3,6	18	–	9	–	6	–
	2014	2,9	0,17	4,67	10,98	1,8	6	2	0,51	0,2	1,8	–
5	1994	4	–	1	1,3	0,15	3,33	0,33	0,1	–	–	–
	2014	–	–	1,03	7,56	1,6	–	1	0,8	0,17	1,57	–
6	1994	4	–	0,8	1,3	1,6	0,33	–	0,1	–	–	–
	2014	–	–	–	–	1,7	–	1,89	0,24	0,1	1,67	–
7	1994	4	–	1	1,3	1,7	1	–	0,1	–	–	–
	2014	4,8	–	5,33	9,88	–	0,2	1,44	0,23	0,53	1,6	0,04
8	1994	5,3	–	4	2,4	6	0,2	0,6	1,7	0,4	9,33	–
	2014	5,9	1,03	6,67	3,78	3,9	19,67	5,22	0,84	2,37	1,97	0,04
9	1994	5,3	–	4	2,4	6	26,6	0,6	1,7	0,12	7,3	–
	2014	–	0,23	1,47	8,54	8,8	–	2	1,37	0,5	2,93	–
10	1994	3,9	–	2	4,9	9	133,3	0,44	1,9	0,53	9,33	–
	2014	4,4	0,8	4,0	3,4	–	12	2,22	0,63	3,07	2	0,22

Примечание: *фоновые значения приняты для речных вод согласно данным исследований [10].

после Здолбуновского промышленного узла (створ № 4). В пределах г. Ровно (створы № 5–7) геохимическая нагрузка характеризовалась меньшей интенсивностью, но после сбросов ГОС (створ № 8) ощутимо возрастала, а в пределах устья реки (створ № 10) была самой высокой.

В 2014 г. наивысшая геохимическая нагрузка по СПЗ имела место для верхнего течения (створы № 1–3). В среднем течении, в пределах г. Ровно (створы № 5–7), значение СПЗ заметно снижалось. Очевидно, этому способствовали

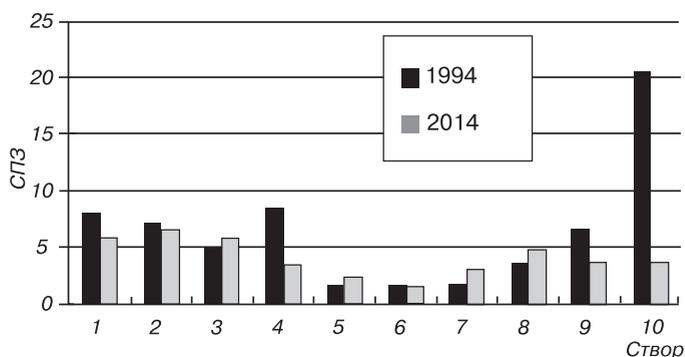


Рис. 3. Сравнительный анализ суммарных показателей загрязнения р. Устья элементами микрокомпонентного состава поверхностных вод по створам наблюдений

процессы самоочищения поверхностных вод в пределах Басовкутского водохрани-

лища, расположенного на входе речки в г. Ровно. После городских очистных сооружений (створ № 8) показатель СПЗ снова увеличивался, а далее по течению, в устье речки (створ № 10), был самым низким.

Средние для речки значения СПЗ уменьшились с 6,5 в 1994 г. — до 4,7 в 2014 г., что в обоих случаях свидетельствовало о минимальной геохимической нагрузке.

ВЫВОДЫ

Сравнение микрокомпонентного состава поверхностных вод р. Устья позволило предположить, что фактор формирования его спектра изменился с поверхностного

стока в 1994 г. на подземный сток в 2014 г. Геохимическая нагрузка поверхностных вод достигала в верхнем течении уровня «слабая» в оба периода наблюдений, в нижнем течении — уровня «средняя» в 1994 г. и уровня «слабая» — в 2014 г. Однако, в целом для речки, геохимическая нагрузка остается «минимальной» на протяжении 20 лет.

Полученные результаты могут быть использованы при оценках общего экологического состояния р. Устья в условиях современной антропогенной нагрузки, а также при планировании мероприятий по защите поверхностных вод от загрязнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коротун І.М.* Географія Рівненської області / І.М. Коротун, Л.К. Коротун. — Рівне, 1996. — 273 с.
2. *Клименко М.О.* Екогеохімічний стан донних відкладів р. Устя / М.О. Клименко, І.І. Залеський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2010. — № 18. — С. 187–191.
3. *Бедункова О.О.* Аналіз еколого-токсикологічних характеристик поверхневих вод річок Рівненщини / О.О. Бедункова // Матер. Міжнар. науково-практ. інтернет-конференції «Екологія — основа збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві» (Полтава, 10–11 грудня 2013 р.). — Полтава, 2013. — С. 22–26.
4. *Филенко О.Ф.* Основы водной токсикологии / О.Ф. Филенко, И.В. Михеева. — М.: Колос, 2007. — 144 с.
5. *Метелев В.В.* Водная токсикология / В.В. Метелев, А.И. Канаев, Н.Г. Дзасохова. — М.: Колос, 1971. — 247 с.
6. *Перельман А.И.* Геохимия: Учеб. Пособие для геолог. спец. ун-тов / А.И. Перельман. — М.: Высш. школа, 1979. — 423 с.
7. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков: ГОСТ 17.1.5.05-85. — М.: Госстандарт, 1986. — 23 с.
8. *Саєт Ю.Є.* Методическіе рекомендації по геохімічній оцінці стану поверхневих вод / Ю.Є. Саєт, Е.П. Янин. — М.: ИМГРЭ, 1985. — 48 с.
9. *Залеський І.І.* Звіт по темі: «Дослідження забруднення важкими металами ґрунтів басейну р. Устя» [Фонди Рівненської ГРЕ]. — Рівне, 1994. — 118 с.
10. *Livingstone D.A.* Chemical composition of rivers and lakes. U. S. / D.A. Livingstone. — Washington, 1963. — 64 p.

REFERENCES

1. Korotun I.M., Korotun L.K. (1996). *Heohrafiia Rivnenskoï oblasti* [Location of Rivne region]. Rivne, 273 p. (in Ukrainian).
2. Klymenko M.O., Zalesky I.I. (2010). *Ekoheokhimichnyi stan donnykh vidkladiv r. Ustia* [Eco-geochemical condition of bottom sediments of the Ustia river]. *Hidrolohiia, hidrokhiimia i hidroekolojiia* [Hydrology, hydrochemistry and hydroecology]. Kyiv, no. 18, p. 187–191 (in Ukrainian).
3. Biedunkova O.O. (2013). *Analiz ekolooho-toksykologichnykh kharakterystyk poverkhnevnykh vod richok Rivnenshchyny* [Analysis of ecological and toxicological characteristics of surface waters of rivers in Rivne region]. *Proceedings of the Ekolojiia — osvova zbalansovanoho pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi* [Ecology — the basis of sustainable environmental management in agricultural production]. Poltava, pp. 22–26 (in Ukrainian).
4. Filenko O.F., Mikheeva I.V. (2007). *Osnovy vodnoy toksikologi* [Fundamentals of aquatic toxicologists]. Moscow: Kolos Publ., 144 p. (in Russian).
5. Metelev V.V., Kanaev A.I., Dzasokhova N.G. (1971). *Vodnaya toksikologiya* [Aquatic toxicology]. Moscow: Kolos Publ., 247 p. (in Russian).
6. Perelman A.I. (1979). *Geokhiimiya: Ucheb. Posobie dlya geolog. spets. un-tov* [Geochemistry: a manual guidebook for geological specialty of universities]. Moscow: Vyssh. Shkola Publ., 423 p. (in Russian).
7. GOST 17.1.5.05-85. *Okhrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, lda i atmosferykh osadkov* [State Standart 17.1.5.05-85. The Nature Conservancy. Hydrosphere. Gene-

- ral requirements for sampling of surface and sea waters, ice and atmospheric precipitation]. Moscow: Gosstandart Publ., 1986, 23 p. (in Russian).
8. Saet Yu.Ye., Yanin Ye.P. (1985). *Metodicheskie rekomendatsii po geokhimeskoy otsenke sostoyaniya poverkhnostnykh vod* [Guidelines for the geochemical assessment of surface water]. Moscow: IMGRE Publ., 48 p. (in Russian).
 9. Zaleskyi I.I. (1994). *Zvit po temi: «Doslidzhennia zabrudnennia vazhkymy metalamy hruntiv baseinu r. Ustia». Fondy Rivnenskoï HRE* [Report on the theme: «Research heavy metal pollution of soil basin of the river Ustya»]. Rivne, 118 p. (in Ukrainian).
 10. Livingstone D.A. (1963). Chemical composition of rivers and lakes. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 440-G, Washington, 64 p. (in USA).

УДК 504.05:34,9.45

ГІДРОЛОГІЧНИЙ СТАН І СЕЗОННА МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВОД Р. МЕРТВОВІД

Ю.О. Христич, І.В. Наконечний

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

Встановлено, що проблему водного дефіциту для населених пунктів у долині р. Мертвовід зумовлено значною мінералізацією річкової води, сезонні зміни показників якої мають виражений вплив на якість підземних вод приповерхневого горизонту у щелебно-піщаних пластах. Достовірного впливу річкових вод на геохімічний стан і дебіт води із глибоких горизонтів у тріщинуватих гранітах і гнейсах не виявлено. Обґрунтовано, що їх якості загрожує побудова приватних свердловин, які відкривають стік високомінералізованих приповерхневих вод до основних горизонтів.

Ключові слова: р. Мертвовід, мінералізація поверхневого стоку, підземні води, водоносні горизонти, Південний Буг.

Одним із лівих приток Південного Бугу на території Миколаївської обл. є р. Мертвовід, що бере початок у Кіровоградській обл. і має протяжність 114 км. Долина річки, переважно, трапецієподібна — місцями близько 3 км завширшки та 40–50 м завглибшки. Ширина заплави вузька — 200–300 м, і лише в пониззі сягає 1–1,5 км. Річище звивисте, його пересічна ширина у нижній течії досягає 20 м, у верхній — близько 2 м. Середній рівень похилу річки становить 1,8 м/км, що сприяє доволі стрімкій течії [1].

Ще давньогрецький історик Геродот детально описав географію, ландшафт і гідрологію Північного Причорномор'я, де йдеться про те, що в р. Гіпаніс (Південний Буг) зліва впадає притока Екзампей (Мертвовід), або Священні шляхи, вода якої настільки гірка, що робить непридат-

ною до споживання навіть бузьку воду [2]. Вірогіднішим є дослівний переклад назви Екзампей — «мертва вода» (з іранської підгрупи мов), що тотожне сучасній назві річки [3].

Вода р. Мертвовід характеризується підвищеною жорсткістю і мінералізацією, жорсткість в середньому становить 19,1 мг-екв/дм³ (ГДК = 7,0 мг-екв/дм³), а сухий залишок — 2500 мг/дм³ (ГДК = 1000 мг/дм³); доволі гірка на смак, що зумовлено значним умістом сполук магнію, які надходять із давніх порід виверження, що формують ложе ріки; також містить значну частку заліза, натрію, марганцю, хрому, молібдену, джерелами яких слугують вулканічні породи Українського кристалічного щита. Упродовж мільйонів років р. Мертвовід утворила порожисте річище, що місцями протікає серед високих (близько 40–50 м) скелястих каньйонів. Річку живлять 148

© Ю.О. Христич, І.В. Наконечний, 2015