

ГЕОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДИ, ДОННИХ ВІДКЛАДІВ ТА ҐРУНТУ ЗАПЛАВ РІЧКИ ДЕРЛО

І.М. Капеліста

Національний авіаційний університет

03058, просп. Космонавта Комарова, 1, Київ, Україна

E-mail: kapelistaja.irina@ukr.net

Об'єктом дослідження є вміст хімічних елементів у воді, донних відкладах та ґрунті заплави р. Дерло – лівої притоки Подільської частини ріки Дністер (Україна). Відсутність аналогічних комплексних спостережень за вмістом хімічних елементів у воді, донних відкладах та ґрунті заплави р. Дерло у минулі роки ускладнює з'ясування зміни геохімічних особливостей досліджуваних складових природного середовища з часом. У статті висвітлено результати гідрохімічних досліджень води та літохімічних досліджень донних осадів і ґрунту заплави р. Дерло у межах Могилів-Подільської ділянки. Наведено дані про гранулометричний склад донних відкладів. З'ясовано, що за механічним складом серед донних осадів річки переважають псаміти, а незначний вміст глинисто-алевритової складової у донних осадах не сприяє нагромадженню у них забруднювачів. Проби для еколого-геохімічних досліджень було відібрано відповідно до ГОСТ 17.4.4.02-84 та досліджено із застосуванням кількісного спектрального аналізу валового вмісту хімічних елементів. Установлено, що вміст більшості хімічних елементів у донних осадах та ґрунтах заплави не перевищує кларк у літосфері, в осадових породах та геохімічний фон території. Детальніше проаналізовано вміст титану і ванадію. Вміст більшості хімічних елементів у воді річки Дерло не перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК). Лише у районі м. Могилів-Подільський вміст калію та заліза в 13,28 і 7,4 разів перевищує ГДК відповідно. Загалом вміст досліджуваних елементів у воді переважно не лише не перевищує, а й значно менший за ГДК, як санітарно-токсикологічних вимог, так і за ГДК стандарту Всесвітньої організації охорони здоров'я. Загалом геоекологічний стан річки Дерло задовільний. Забруднення хімічними елементами носить точковий характер.

Ключові слова: Могилів-Подільська ділянка, річка Дерло, вода, донні осади, ґрунти, хімічні елементи, геохімічний фон, кларк.

На геоекологічний стан водотоку впливає геоекологія його притоків та стан площі водозбору. Річка Дерло є лівою притокою Дністра, яка протікає в межах Мурованокриловецького (частково), Шаргородського та Могилів-Подільського районів Вінницької області (рисунок). Довжина річки 45 км, площа водозбору 224,4 км². Ухил річки становить 5,3 м/км. Долина V-подібна, завширшки 1,5–2,5 км (подекуди звужується до 1 км), завглибшки від 20–30 м до 80–100 м. Заплава двустороння, завширшки до 100 м. Річка Дерло впадає у Дністер у м. Могилів Подільський.

Однією із найбільших проблем даного дослідження є відсутність аналогічних комплексних спостережень за вмістом хімічних елементів і сполук у воді, донних відкладах та ґрунті заплави лівої притоки Подільської частини Дністра досліджуваної ділянки. Це ускладнює з'ясування геохімічних особливостей донних відкладів та ґрунтів берегової зони.

Країни Європейського Союзу з жовтня 2000 року здійснюють моніторинг поверхневих вод і оцінюють їхню якість відповідно до вимог Водної рамкової директиви, згідно з якою всі поверхневі води відповідають трьом класам якості. Врахо-

вуються нормативні визначення відмінного, доброго та задовільного стану за елементами якості: біологічними, гідроморфологічними та фізико-хімічними. Україна для комплексної оцінки якості поверхневих вод враховує лише гідрохімічні показники, хоча в Європейському Союзі базовими є гідробіологічні [10].

Дослідження гідрохімічного режиму та якості поверхневих вод басейну Дністра на території України здійснювали В.К. Хільчевський, О.М. Гончар, В.А. Сташук, Р.Л. Кравчинський, М.Р. Забокрицька, О.В. Чунарьов [1]. Важливими є результати громадської екологічної експедиції Дністер. Її учасники (В. Стецюк, М. Спринський, М. Балучинська, С. Алексеев, І. Коваль, М. Пелипець, А. Сеньковський, Л. Кошіль, М. Кошіль та ін.) з 1988 до 1997 рр. здійснювали гідрологічні, гідрохімічні та геохімічні спостереження Дністра та його приток [4, 7, 8].

Екологічному стану води правих притоків Дністра на території Молдови в нижній його частині присвячені роботи [6, 11, 12], проте в них не розглянуто стан донних відкладів та ґрунтів із берегів Дністра та приток. У роботах [2, 13] не враховано вміст важких металів у воді та прибережних смугах водойм. Лише роботи В.Й. Смоляка 1994–2000 рр. мали комплексний підхід до вирішення

проблеми [9], де він дослідив донні відклади і ґрунти за усіма класами небезпечності хімічних елементів. Однак у цих роботах р. Дерло не згадано.

Таким чином, результати аналізу публікацій свідчать що гідрогеохімічні та літохімічні дослідження вод донних осадів річки Дністер та його притоки річки Дерло досліджені недостатньо.

Мета дослідження – з'ясування геоecологічного стану р. Дерло за гідрохімічною характеристикою води й літохімічною – донних осадів та ґрунту заплавл.

Для досягнення поставленої мети на підставі опробування, результатів лабораторних досліджень, статистичної обробки та інтерпретації результатів аналізів необхідно було виконати такі завдання:

- з'ясувати гідрохімічні особливості води р. Дерло;
- з'ясувати літохімічні особливості донних осадів та ґрунтів заплавл р. Дерло;
- виконати порівняльний аналіз отриманих гідрохімічних і літохімічних характеристик води, донних відкладів і ґрунтів із санітарно-гігієнічними нормами, гранично-допустимими концентраціями (ГДК), кларком і геохімічним фоном території.

Предметом дослідження був геоecологічний стан води, донних осадів і ґрунту заплавл річки Дерло у межах Могилів-Подільської ділянки (Середнє Придністров'я) (рисунок).

Фактичний матеріал і методи. Автор здійснив відбір проб води, донних осадів та ґрунту заплавл р. Дерло у період літньої-осінньої межени 2013–2014 рр. та у 2017 р. У пригирловій частині річки

Дерло на відстані від 1 м до 5,0 м від берега з алювію були відібрані проби донних осадів (на глибину до 0,1 м).

Проби ґрунтів з берегів водотоків для еколого-геохімічних досліджень було відібрано відповідно до ГОСТ 17.4.4.02-84 та досліджено із застосуванням кількісного спектрального аналізу валового вмісту елементів. Це дало змогу порівняти вміст елементів у ґрунтах і донних осадах. Гранулометричний аналіз донних відкладів виконано ситовим методом, вміст хімічних елементів (Ti, Ba, Sr, Mn, Zr, V, Zn, Ni, Y, Cr, Co, Yb, La, Sc, Mo, Cu, Pb, Ge, Sn, Ga, Be, Ag) визначено за допомогою кількісного спектрального аналізу.

Літохімічні особливості донних відкладів вивчено на підставі комплексної методики за такою схемою: відбір проб; підготовка зразків до аналізу; механічний аналіз осадів з одночасним виокремленням десяти розмірних фракцій (>10, 10–7, 7–5, 5–3, 3–2, 2–1, 1–0,5, 0,5–0,25, 0,25–0,1, <0,1 мм).

У водах р. Дерло визначено вміст дев'ятнадцяти компонентів: Na, K, Mg, Ca, Fe, HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Mn, Ni, Ti, V, Cr, Mo, Zr, Nb, Cu, Ba, Pb [5].

Визначення виконано у сухих залишках вод із застосуванням спектрального методу аналізу в Інститут геохімії мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України.

Алювій річки Дністер та його притоки Дерло являє собою продукт розмиву і перевідкладення вендських, силурійських, девонських, крейдових, неогенових і четвертинних відкладів [3], тож мінеральний склад донних відкладів, відповідає наявним на території водозбору петротипам.

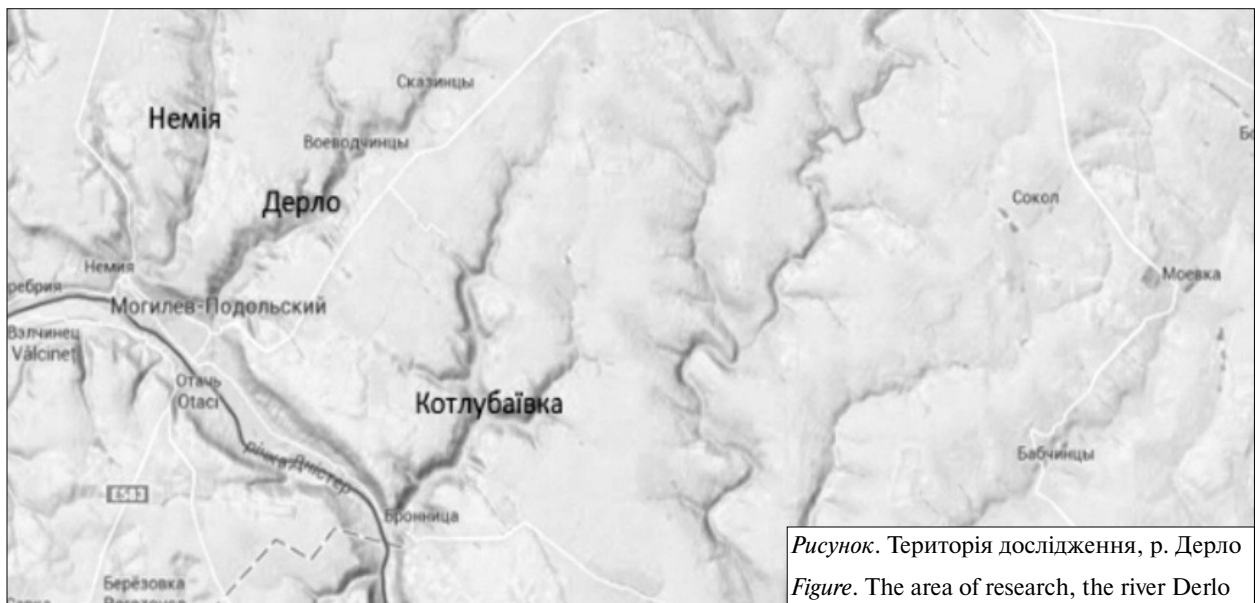


Рисунок. Територія дослідження, р. Дерло
Figure. The area of research, the river Derlo

Табл. 1. Фракційний склад донних відкладів р. Дерло

Table 1. Fractional composition of the sediments of the river Derlo

| | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|-------|----------|----------|-------|
| Гранулометричні фракції, мм | 5–3 | 3–2 | 2–1 | 1–0,5 | 0,5–0,25 | 0,25–0,1 | < 0,1 |
| Вміст фракції, % | 3,10 | 0,85 | 5,77 | 21,83 | 31,13 | 28,87 | 8,31 |

Результати вивчення фракційного складу донних відкладів річки Дерло у пригирловій частині представлені в табл. 1.

Головним мінералом піщаних утворень є кварц, представлений трьома різновидами: прозорий, молочно-білий, тьмяно-прозорий із численними включеннями. У незначній кількості присутні ільменіт, лейкоксен, циркон декількох різновидів, гранати, слюди, кальцит, плагіоклаз. З рудних мінералів в алювії р. Дерло встановлено галеніт, сфалерит, халькопірит. Золото, яке було виявлене геологами-виробничниками, автором не встановлено [3]. У напрямку з заходу на схід у межах площі денудації частка порід архей-протерозойського віку зменшується, натомість збільшується частка осадових карбонатних порід [3]. Це позначилося й на мінеральному складі донних відкладів, в якому зменшилася частка рудних і зросла частка карбонатних мінералів.

Вміст більшості елементів у воді, за даними спектрального аналізу, не перевищує ГДК. Лише вміст калію становить 66,4 мг/дм³, а заліза 2,21 мг/дм³, що в 13,28 та 7,4 раз перевищує ГДК відповідно. Дещо перевищує ГДК вміст аніонів НСО₃⁻ (400 та 414,8 мг/дм³ відповідно).

Серед елементів спільними для донних відкладів, води та ґрунтів заплави водотоків є Mn, Ni, Ti, V, Cr, Mo, Zr, Nb, Cu, Ba, Pb.

Розглянемо вміст V та Ti (табл. 2) у донних відкладах та ґрунтах заплави р. Дерло детальніше.

Ванадій належить до речовин III класу небезпеки. Уміст ванадію у донних відкладах та ґрунтах заплави р. Дерло не перевищує кларк у літосфері, його вміст в осадових породах і геохімічний фон території.

Уміст титану у досліджених донних відкладах та ґрунті заплави р. Дерло в деяких місцях відбору перевищує кларк у літосфері, його вміст в осадових породах і геохімічний фон території. Враховуючи рівень вмісту Ti у воді та його належність до речовин IV класу небезпеки, констатуємо, що його вміст не несе суттєвої загрози життю та здоров'ю мешканців прилеглої території.

Висновки. Результати гідрохімічних і літохімічних досліджень води, донних осадів та ґрунту заплави р. Дерло у межах Могилів-Подільської ді-

Табл. 2. Вміст ванадію та титану у донних відкладах та ґрунті заплави р. Дерло, мг/кг

Table 2. The content chemical element vanadiy and titanium in bottom sediments and soils from coasts the river Derlo, mg/kg

| Середовище, показник | V | Ti |
|-----------------------------------|------|------|
| Донні відклади, 12 а, р. Дерло | 50 | 1500 |
| Донні відклади, 12 б, р. Дерло | 60 | 2000 |
| Донні відклади, 13, р. Дерло | 50 | 0,01 |
| Ґрунт заплави р. Дерло | 0,01 | 2000 |
| Кларк в літосфері за Виноградовим | 90 | 0,45 |
| Геохімічний фон елементу | 120 | 0,22 |
| Вміст елементу в осадових породах | 90 | 0,45 |

лянки дають можливість стверджувати, що загалом їхній еколого-геохімічний стан є задовільним.

Уміст більшості хімічних елементів у воді річки Дерло не перевищує гранично допустимі концентрації. Лише у районі м. Могилів-Подільський вміст калію та заліза в 13,28 і 7,4 раз перевищує ГДК (відповідно).

Загалом вміст досліджуваних елементів у воді переважно не лише не перевищує, а й значно менший за ГДК, як санітарно-токсикологічних вимог, так і за ГДК стандарту Всесвітньої організації охорони здоров'я.

Вміст більшості досліджених хімічних елементів у донних відкладах, ґрунтах заплави р. Дерло менший або на рівні кларку та відповідає геохімічному фону території. Винятком є титан.

Отже, геоекологічний стан річки Дерло задовільний, а забруднення хімічними елементами носить точковий характер.

Водночас лише постійний контроль і моніторинг геоекологічної ситуації водотоків створить можливість фіксувати та контролювати рівень антропогенного навантаження на довкілля, прогнозувати і передбачити надзвичайні ситуації, пов'язані з забрудненням водотоків, отже відкриє шляхи запобігання небажаним екологічним явищам.

Автор висловлює вдячність докторам геологічних наук М.С. Ковальчуку та І.В. Кураєвій за постійні цінні наукові поради під час виконання цієї роботи й підготовки статті, а також за сприяння у виконанні лабораторних досліджень проб води, донних осадів, ґрунтів заплави.

Список літератури

1. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України / В.К. Хільчевський, О.М. Гончар, Р.Л. Кравчинський та [ін.]; за ред. В.К. Хільчевського та В.А. Сташука. Київ: Ніка-Центр, 2013. 256 с.
2. Гураль Р.И. Загрязнение гидротопов бассейна Верхнего Днестра ионами тяжелых металлов. *Современное состояние водных биоресурсов: Материали Междунар. конф.* (26–28 марта 2008 г.), Новосибирск, 2008. С. 288–289.
3. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000. Волино-Подільська серія. Аркуші: М-35-XXVIII (Бар), М-35-XXXIV (Могилів-Подільський). Пояснювальна записка. Державна геологічна служба, УкДГРІ. Київ, 2007. 206 с.
4. Дослідження Дністра: 10 років громадської екологічної експедиції «Дністер» / Ред. М.І. Жарких. Львів-Київ, 1998. 216 с.
5. Капеліста І.М. Сидерофільні та халькофільні елементи в донних осадах лівих приток Дністра Могилів-Подільської ділянки. *Пошукова та екологічна геохімія*. 2018. С. 47–51.
6. Касапова Л.В., Смирнов А.И., Епифанова Н.В. и др. Оценка степени загрязненности воды Ручья Колкотовой. *Экология. Окружающая среда. Состояние и перспективы: Сб. науч. ст. ГУ Респ. н.-и. ин-т экологии и природных ресурсов*. Бендеры: Полиграфист, 2016. 248 с.
7. Кошіль М.Б. Рухомі форми елементів у донних відкладах середньої течії Дністра. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2000, № 4. С. 109–114.
8. Кошіль М.Б. Донні відклади верхньо-середньої частини р. Дністер (еколого-геохімічний аспект): автореф. дис. канд. геол. наук: 04.00.02 «геохімія (геологічні науки)». Львів, 2002, 20 с.
9. Смоляк В.Й. Геолого-екологічні дослідження м-бу 1:200 000 Чернівецької групи листів М-35-XXXII, -XXXIII, -XXXIV, L-35-II за 1994–2000 р. р. Чернівецька, Івано-Франківська, Тернопільська, Хмельницька і Вінницька обл. Львів, Львівська ГРЕ ДГП Західукргеологія. 2002, Кн. 1-4.
10. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, 22.12.2000. L. 327/1, 118 p.
11. Мельник Н. Спільна вода: Молдова б'є на сполох через критичну ситуацію на Дністрі. *Європейська правда*. 2016. 12.08. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/articles/2016/08/12/7053326/> (дата звернення: 20.09.2019).
12. Munteanu G.G., Munteanu S.G. Thallium (I) Distribution in the Dubossari Reservoir of the Dniester River. *Water Resources*. 2006, 33, № 5. P. 590–593. doi: 10.1134/S0097807806050113
13. Nekrasova M., Uspenskiy V. Improving the accuracy of determining orientation of a rapidly rotating object. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. 5, Iss. 9 (83). P. 27–32. doi: 10.15587/1729-4061.2016.80761
14. Zubkova I.Ye. Heavy Metals in Bottom Sediments of the Dniester River and the Dubossary Reservoir. *Hydrobiological Journ*. 1998. № 34. P. 18–27. doi: 10.1615/HydrobJ.v34.i6.30

References

1. Khilchevsky, V.K. (Ed.), Gonchar, O.M., Kravchinsky, R.L., Zaboritskaya, M.R., Stashuk, V.A. (ed.) 2013. Hydrochemical regime and quality of surface waters of the Dniester basin in the territory of Ukraine. Kyiv: Nika-Center, 256 p. [in Ukrainian].
2. Gural, R.I. (2008). Pollution of hydrotopes of the Upper Dniester basin by heavy metal ions. *Int. Conf. "The current state-of aquatic bioresources"*. (March 26–28, 2008), Novosibirsk. 2008. pp. 288–289 [in Russian].
3. State geological map of Ukraine scale 1: 200 000. Volyn-Podilsky series. Sheets: M-35-XXVIII (Bar), M-35-XXXIV (Mohyliv-Podilsky). Explanatory note. Kyiv. Ministry of Environmental Protection of Ukraine. State Geological Service. UkDGRI. p. 206. [in Ukrainian].
4. Zharikh, M.I. (Ed.), (1998). Research of the Dniester: 10 years of the public ecological expedition "Dniester". Lviv-Kyiv: 216 p. [in Ukrainian].
5. Kapelista, I.M. Siderophilic and chalcophilic elements in bottom sediments of the left tributaries of the Dniester Mogilev-Podolsk section. *Exploration and Environmental Geochemistry*, 2018. P. 47–51 [in Ukrainian].
6. Kasapova, L.V., Smirnov, A.I., Epifanova, N.V., Ruschuk, V.S. (Ed). (2016). Assessment of the degree of contamination of the Kolkotovy Creek water. *Ecology. Environment. State and prospects: Collection of scientific articles of the State Scientific Research Institute*. Institute of Ecology and Natural Resources. Bendery: Polygraphist. 248 p. [in Russian].
7. Koschil, M. (2000). Moving forms of elements in the bottom sediments of the middle Dniester flow. *Geology and geochemistry of combustible fossil fuels*. No. 4. pp. 109–114 [in Ukrainian].
8. Koschil, M. (2002). Bottom sediments of the upper and middle part of the Dniester River (ecological and geochemical aspect) (Cand geol. Sciences: 04.00.02). Lviv: National Academy of Sciences of Ukraine. NJSC "Naftogaz of Ukraine", Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals. 20 p. [in Ukrainian].
9. Smolyak, V.Ya. (2002). Geological and ecological studies of scale 1: 200 000 Chernivtsi group of letters M-35-XXXII, -XXXIII, -XXXIV, L-35-II for 1994–2000, Chernivetska, Ivano-Frankivsk, Ternopil, Khmelnytsky and Vinnitsa region. Lviv: Lviv Regional State Unitary Enterprise BGP Zakhidukrheology. T. 1–4 [in Ukrainian].
10. Water Framework Directive 2000/60 / EC of the EU. Basic terms and definitions (2006) Kyiv. 240 p. [in Ukrainian].
11. Мельник Н. Спільна вода: Молдова б'є на сполох через критичну ситуацію на Дністрі. *Європейська правда*. 2016. 12.08. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/articles/2016/08/12/7053326/>
12. Munteanu, G.G., Munteanu, S.G. (2006). Thallium (I) Distribution in the Dubossari Reservoir of the Dniester River. *Water Resources*. 33, No. 5. pp. 590–593. doi: 10.1134/S0097807806050113

13. Nekrasova, M., Uspenskiy, V. (2006). Improving the accuracy of determining orientation of a rapidly rotating object. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5, Iss. 9 (83). pp. 27-32. doi: 10.15587/1729-4061.2016.80761.
14. Zubkova, I.Ye. (1998). Heavy Metals in Bottom Sediments of the Dniester River and the Dubossary Reservoir. *Hydrobiological Journal*. No. 34. pp. 18-27. doi: 10.1615/HydrobJ.v34.i6.30

Kapelistaj I.M.

National Aviation University

03058, Kosmonavta Komarova ave., 1, Kyiv, Ukraine

E-mail: Kapelistaja.irina@ukr.net

Geochemical characteristics of water, bottom sediments and soil on the coast of the Derlo river

The object of the study is the content of chemical elements in water, bottom sediments and soil from the banks of the Derlo River - the left tributary of the Podilsk part of the Dniester River (Ukraine). The lack of similar comprehensive observations of the content of chemical elements in water, bottom sediments and soil from the banks of the river Derlo in past years makes it difficult to determine the changes in the geochemical features of the studied components of the environment over time. The article reflects the results of hydrochemical studies of water and lithochemical studies of bottom sediments and soil from the banks of the river Derlo within the Mogyliv-Podilsky site. The data on the particle size distribution of bottom sediments are presented. It has been established that the mechanical composition of the river bottom sediments is dominated by psammities, and the low content of clay-silt component in the bottom sediments does not contribute to the accumulation of pollutants in them. Samples for environmental and geochemical studies were taken according to GOST 17.4.4.02-84 and investigated using quantitative spectral analysis of the total content of chemical elements. It has been established that the content of most chemical elements in bottom sediments and coastal soils does not exceed clark in the lithosphere, in sedimentary rocks and the geochemical background of the territory. The contents of titanium and vanadium are analyzed in more detail. The content of most chemical elements in the water of the Derlo River does not exceed the maximum permissible concentration (MPC). Only in the area Mogyliv-Podilsky, the content of potassium and iron is 13.28 and 7.4 times higher than the MPC, respectively. In general, the content of the studied elements in the water usually not only does not exceed, but is also significantly lower than the maximum permissible concentration, both of the sanitary-toxicological requirements and the maximum permissible concentration of the World Health Organization standard. In general, the geoecological state of the Derlo River is satisfactory. Contamination with chemical elements is point character.

Keywords: Mogyliv-Podilsky site, Derlo river, water, bottom sediments, soils, chemical elements, geochemical background, clark.

Капелиста И.М.

Национальный авиационный университет

03058, просп. Космонавта Комарова, 1, Киев, Украина

E-mail: Kapelistaja.irina@ukr.net

Геохимическая характеристика воды, донных отложений и почв заплавы реки Дерло

Объектом исследования послужило содержание химических элементов в воде, донных отложениях и почвах заплавы реки Дерло — левого притока Подольской части реки Днестр (Украина). Отсутствие аналогичных комплексных наблюдений за содержанием химических элементов в воде, донных отложениях и почве с берегов р. Дерло в прошлые годы затрудняет выяснение изменения геохимических особенностей исследуемых составляющих природной среды со временем. В статье отражены результаты гидрохимических исследований воды и литохимических исследований донных осадков и почв заплавы р. Дерло в пределах Могилев-Подольского участка. Приведены данные о гранулометрическом составе донных отложений. Установлено, что по механическому составу среди донных осадков реки преобладают псаммиты, а незначительное содержание глинисто-алевритовой составляющей в донных отложениях не способствует накоплению в них загрязняющих веществ. Пробы для эколого-геохимических исследований были отобраны по ГОСТ 17.4.4.02-84 и исследованы с применением количественного спектрального анализа валового содержания химических элементов. Установлено, что содержание большинства химических элементов в донных отложениях и почвах заплавы не превышает кларк в литосфере, в осадочных породах и геохимический фон территории. Более подробно проанализированы содержание титана и ванадия. Содержание большинства химических элементов в воде реки Дерло не превышает предельно допустимые концентрации (ПДК). Только в районе Могилев-Подольского содержание калия и железа в 13,28 и 7,4 раз превышает ПДК соответственно. В общем содержание исследуемых элементов в воде обычно не только не превышает, но и значительно меньше ПДК, как санитарно-токсикологических требований, так и ПДК стандарта Всемирной организации здравоохранения. В общем геоэкологическое состояние реки Дерло удовлетворительное. Загрязнение химическими элементами носит точечный характер.

Ключевые слова: Могилев-Подольский участок, река Дерло, вода, донные осадки, почвы, химические элементы, геохимический фон, кларк.

Надійшла 27.09.2019.