

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ
Том 114

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”
FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY
Book 2 – GEOGRAPHY
Volume 114

ТЕЖКИ МЕТАЛИ В ДЪННИТЕ ОТЛОЖЕНИЯ (СЕДИМЕНТИ) НА РЕКИ ОТ МИЛЕВСКА И ЧУДИНСКА ПЛАНИНА (ЗАПАДНА БЪЛГАРИЯ)

ДИМИТЪР ЖЕЛЕВ, РУМЕН ПЕНИН

*Катедра „Ландшафтна екология и опазване на природната среда“
e-mail: zhelev@gea.uni-sofia.bg, rpenin@abv.bg*

Dimitar Zhelev, Rumen Penin. HEAVY METALS IN THE RIVER SEDIMENTS OF THE RIVERS IN THE MILEVSKA AND CHUDINSKA MOUNTAIN (WEST BULGARIA)

The article is dedicated to the concentration of heavy metals (Cu, Zn, Pb, Mn, Co, Cr, Ni) in the river sediments of the aquatic complexes (rivers) in the Milevska and Chudinska Mountains in the region of Kraishte, West Bulgaria. The river sediments are very informative in terms of clarification of microelements' migration and differentiation within the landscapes. The obtained results are displayed in tables and geochemical spectrums. An interpretation has been made of the content of heavy metals in the river sediments of the researched area compared to their content in the rivers of Europe, Bulgaria and neighbouring areas. The Dragovishtitsa river became a special focus of attention due to the increased content of heavy metals in its sediments. The area of mountains (except the Dragovishtitsa River catchment) could be considered as a background territory in terms of geochemical concentration of heavy metals. The lithochemical background of the landscapes reflects on the soil formation and the distribution of chemical elements in the river sediments.

Key words: ecogeochemistry, pollution, contamination, human impact, landscape, mining

УВОД

Настоящото изследване е част от направените дългогодишни проучвания на геохимията на ландшафтите (наземни и аквални) в граничните планини по западната граница на страната (Тодоров и др. 2014; Пенин, Желев 2018, Желев и др. 2019; и др.).

В статията разглеждаме получените резултати за съдържанията на тежки метали в дънните отложения на избрани реки от Милевска и Чудинска планина. Обектът на изследване е особено информативен в геохимично отношение, тъй като в седиментите по течението на реките се сумира цялостният ландшафтно-геохимичен поток на веществата и конкретно тежките метали и техните съединения. Те са приоритетен обект на проучване в съвременния комплексен геоекологичен мониторинг на околната среда, базиращ се на доброто изучаване и познаване на природните и антропогенните процеси в ландшафтите на дадена територия.

По време на теренните проучвания са събрани представителни проби от дънните отложения, почвите и растителността на характерни ландшафти на планините. Проучени са част от основните течения и притоците на реките и Ломничка, Чудинска, Метохийска и Драговищица.

Чудинска и Милевска планина са в обхвата на Среднобългарската ландшафтна област на Среднобалканската ландшафтна подпровинция на Източносредиземноморска ландшафтна провинция на територията на България. Двете планини са част от поредица погранични планини в историко-географската област Краище, поделени между съвременните територии на България и Сърбия. Ландшафтите на планината са резултат от съчетанието на кисели магмени скали (гранити, плагиогранити и др.) с ерозионно-денудационен релеф в условията на умерен континентален климат. Почвената покривка е представена от кафяви горски и планинско-ливадни почви, които на места са еродирани. Растителността на двете планини, както е типично за планините в Краището, е силно видоизменена в резултат на антропогенната намеса през вековете. В последните няколко десетилетия в резултат на обезлюдяването на територията се наблюдават процеси на самовъзстановяване на растителността поради изоставянето на селища, пасища и земеделски земи.

МЕТОДИЧЕСКИ ОСНОВИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обект на настоящото изследване са ландшафтите в планините Чудинска и Милевска, а предмет на изследване е съдържанието на тежки метали в дънните отложения (речните седименти) на реките, извиращи от планините, и на реките, преминаващи покрай планините.

Основни цели на изследването са установяването на съвременното фоново състояние на природните комплекси и идентифицирането на антропогенно

въздействие по отношение на ландшафтно-геохимичната структура и неговата степен в изследваните планини.

Дънните отложения (седименти, наслаги, утайки) са сред най-информативните обекти, даващи възможност да се проследи концентрацията, миграцията и пространствената диференциация на химичните елементи и съединения в природните комплекси. Ненапрасно се наречени „огледалото“ на аквалните ландшафти (Глазовская, Касимов 1987, Касимов, Пенин 1991, Касимов 2013). Изучаването на дънните отложения (ДО) в аквалните комплекси (акваландшафти) на реките е в резултат от наблюдавания се преход на ландшафтно-геохимични изследвания от локално на регионално ниво. Дънните седименти са не само носители на ценна научна информация, но и по всяка вероятност са единственият индикатор, в който се отразяват особеностите на миграция на веществата в границите на водосборните басейни (Пенин, 1994).

Подготовката и провеждането на научните изследвания са съобразени със специфичната методика, разработена и прилагана от редица специалисти в тази област (Глазовская 1964, Перельман 1975, Фортескю 1985, Перельман, Касимов 1999 и др.).

В лабораторни условия е установено общото съдържание (mg/kg, ppm) на елементите мед (Cu), цинк (Zn), олово (Pb), манган (Mn), никел (Ni), кобалт (Co) и хром (Cr). При интерпретацията на получените резултати трябва да се отчита спецификата на механичния състав на седиментите. Той е резултат от състава на скалите, денудационните процеси, особеностите на почвите и характера и особеностите на растителната покривка. В почвите на района на изследване като цяло голямо участие има пясъчливата фракция, но участието на фините глинести частици е съществено, а именно в тях обикновено се концентрират проучените микроелементи и съединенията им.

Приложена е стандартна методика на лабораторно изследване: пробите са изсушени, квартовани, стрити в порцеланов хаван и пресети през сита с размер 63 μm (за анализ на микроелементния им състав) и 2 mm (за анализ на рН). Анализите на събраните образци от дънни отложения са извършени в Лабораторията по геохимия на ГГФ на СУ след изгаряне при 500 °C и пълно последователно разтваряне със смес от киселините HClO_4 , HF и HCl. Съдържанията на тежки метали в получените разтвори са анализирани по метода на атомно-абсорбционната спектрометрия на апарат Perkin-Elmer 3030. Стойностите на рН на почвените проби са определени във воден разтвор, при съотношение почва:вода 1:2,5, след престой 18 часа.

В геохимията на ландшафтите, като комплексна наука за химичните особености на природните компоненти, се използват различни показатели, с чиято помощ се определят връзките и съотношенията между химичните елементи и техните съединения в различните природни обекти. Известно е, че съдържанието на химичните елементи в различните типове скали на земната кора обикновено се отличава от кларка (K) в литосферата. Разликата се изразява

количествено чрез понятието „кларк на концентрация“ (КК). Представлява отношението между съдържанието на даден елемент в определен природен обект (почвен хоризонт, изветрителна кора, растителност, повърхностни води и др.) – C_p и кларка на същия елемент в литосферата – K :

$$KK = \frac{C_i}{K} > \quad (1)$$

Тази величина е винаги по-голяма от 0 и ако $KK = 1$, то съдържанието на елемента в обекта е равно на съдържанието му в литосферата. Когато C_i е с ниски стойности, се използва показателят „кларк на разсейване“ (КР). Той показва колко пъти кларкът превишава съдържанието на елемента в изследвания обект:

$$КР = \frac{K}{C_i} > 1 \quad (2)$$

Прието е получените данни за тези коефициенти да се изобразят чрез геохимични спектри. Това позволява възприемането на резултатите за концентрация или разсейване на елементите в природните обекти. Показателите КК и КР са използвани при изготвянето на интерпретацията и анализа на геохимичните спектри на дънните отложения, взети при теренни изследвания в Милевска и Чудинска планина. За целите на изследването са изготвени геохимични спектри на микроелементите, позволяващи сравнение с резултати от други наши и чужди проучвания.

АНАЛИЗ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Получените резултати за съдържанията на тежки метали в речните седименти са представени в табл. 1. Пробите са събрани в райони с диапазон на надморска височина от 510 до 1330 m.

Резултатите от табл. 1 дават представа за пространствените различия в концентрацията на тежките метали в речните отложения в двете планини. Впечатление правят повишените концентрации на цялата изследвана асоциация от микроелементи (Cu, Zn, Pb, Mn, Co, Cr, Ni) в дънните седименти на р. Драговищица. Антропогенното въздействие в този случай намира пряко отражение в стойностите на общото съдържание на тежките метали. Причините ще бъдат изяснени при сравнението на дънните отложения с други реки от граничните райони със Северна Македония и Сърбия. Съдържанията в насласите от другите проучени реки са с близки сравними стойности.

Таблица 1

Table 1

Съдържание на тежки метали в дънните отложения на реките
в Чудинска и Милевска планина (mg/kg)
Content of heavy metals in the river sediments in Chudinska and Milevska Mountains

Дънно отложение	Координати (г.ш., г.д.)	Надм. вис. (m)	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	pH
Ляв приток на Ломничка река	42°21'15" N 22°29'39" E	1130	11,43	87,96	4,40	560,29	9,68	9,68	32,54	5,86
Ляв приток на Ломничка река	42°21'44" N 22°30'47" E	940	13,94	78,41	18,29	703,04	40,95	20,04	160,30	5
Ляв приток на Ломничка река	42°21'52" N 22°31'12" E	940	6,30	88,15	6,30	441,63	6,30	7,20	18,89	7,25
Чудинска река	42°22'35" N 22°32'27" E	880	15,76	61,29	20,14	580,55	7,88	9,63	33,27	5,6
р. Драговищица	42°22'23" N 22°39'09" E	510	41,30	416,58	70,03	1665,44	82,60	17,96	88,88	6,21
р. Метохийска	42°36'02" N 22°27'30" E	1330	7,11	68,46	47,12	749,49	64,90	6,22	14,23	5,35
ляв приток на р. Метохийска	42°35'18" N 22°27'45" E	1250	6,19	48,63	32,71	464,18	9,73	5,30	21,22	6,84
Средно аритметично съдържание			14,58	121,35	28,43	737,80	31,72	10,86	52,76	6,02
Средно съдържание (медиана)			11,43	78,41	20,14	580,55	9,73	9,63	32,54	5,86
Максимално измерено съдържание			41,30	416,58	70,03	1665,44	82,60	20,04	160,30	7,25
Минимално измерено съдържание			6,19	48,63	4,40	441,63	6,30	5,30	14,23	5,00

По отношение на общото съдържание (mg/kg) на микроелементите най-големи са различията в стойностите за максимални и минимални концентрации за Pb – 15,9 пъти и Ni – 13,7 пъти, а с най-малки са за Co – 3,7 и Mn – 3,8 пъти. Стойностите на pH варират между 5 и 7,2 и като цяло алкално-киселинната обстановка на миграция микроелементите е слабо кисела до неутрална. Това определя способността на миграция на микроелементите и техните съединения.

Таблица 2

Table 2

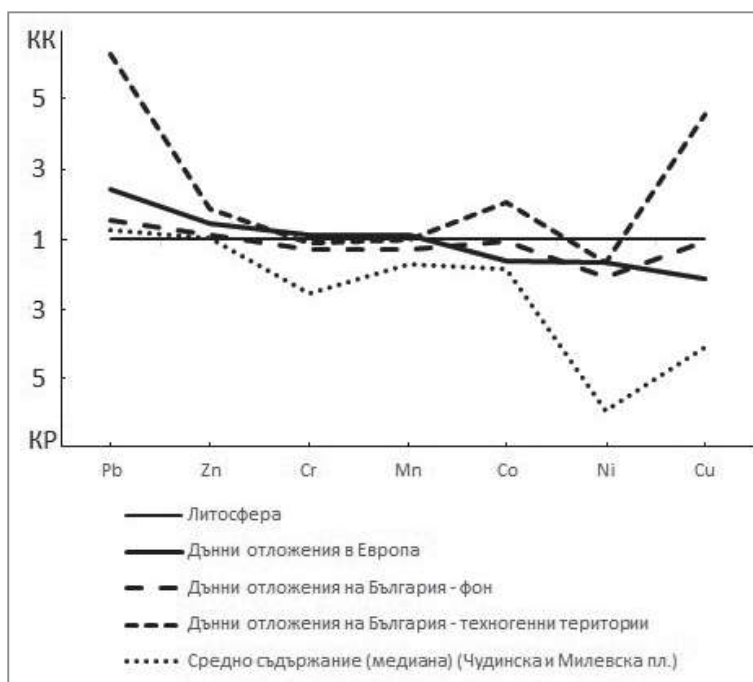
Съдържание на тежки метали в литосферата, дънните отложения на Европа, на България (фон и техногенни територии) и Чудинска и Милевска планина
Content of heavy metals in the lithosphere, river sediments in Europe, Bulgaria (background and technogenic territories) and Chudinska and Milevska Mountains

Дънни отложения	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr
Литосфера ¹	47	83	16	1000	58	18	83
Дънни отложения в Европа ²	22	120	39	1120	35	11	93
Дънни отложения на България – фон ³	45	94	25	777	28	17	64
Дънни отложения на България – техногенни територии ³	217	155	102	972	35	37	74
Средно съдържание (медиана) (Чудинска и Милевска пл.)	11	78	20	581	10	10	33

(¹) по Виноградов 1962; (²) по Salminen 2005; (³) по Пенни 2003)

За разкриване на местните особености на миграция на изследваните елементи е направено сравнение със съдържанията им в литосферата, дънните отложения на Европа, както и на фонове и антропогенизирани райони от България (табл. 2). Те, от своя страна, позволяват да се изготвят геохимични спектри, разкриващи натрупването (КК) и разсейването (КР) на проучените елементи както по отношение на кларковите им съдържания в литосферата, така и по отношение на други проучени територии от Европа и страната (фиг. 1).

От данните от табл. 2 и фиг. 1 могат да се направят няколко извода на основата на използваните коефициенти на концентрация и разсейване на тежките метали. По-големи различия в концентрацията на елементите (КК) за сравнените обекти се наблюдават при оловото, никела и медта. От геохимичния спектър се вижда, че стойностите на КК за Cu и Pb са близки до тези в литосферата и като цяло с ниска степен на концентрация. Останалите елементи се отличават с вариращи различия в стойностите на КР, като с най-голяма разсеяност са Ni (КР = 6,0), Cu (КР = 4,3) и Cr (КР = 2,6). Това е асоциацията от микроелементи с най-висока степен на разсеяност, която ги отличава от стойностите им в другите сравняеми обекти.



Фиг. 1. Съдържание на тежки метали в литосферата и в дънните отложения (ДО) на Европа, България (фон), България (техногенни територии), Чудинска и Милевска планина.
 Fig. 1. Content of heavy metals in the lithosphere and the river sediments of Europe, Bulgaria (natural background territories), Bulgaria (technogenic territories) and Chudinska and Milevska Mountains

В сравнение с техногенните територии на България районът показва категорично фонове стойности, което свидетелства, че по-голямата част от проучените речни течения са незасегнати от антропогенни фактори, водещи до ландшафтно-геохимични аномалии.

В сравнение с фоновите райони на България концентрациите на тежки метали в аквалните комплекси на проучвания район от двете планини показва още по-големи стойности на КР практически за всички микроелементи. Районът се явява фон за редица съседни райони.

Тези резултати дават основание да се направи сравнение между дънните отложения в проучвания район с тези в съседни територии в планината Осогово и в долното течение на р. Драговищица (табл. 3 и фиг. 2).

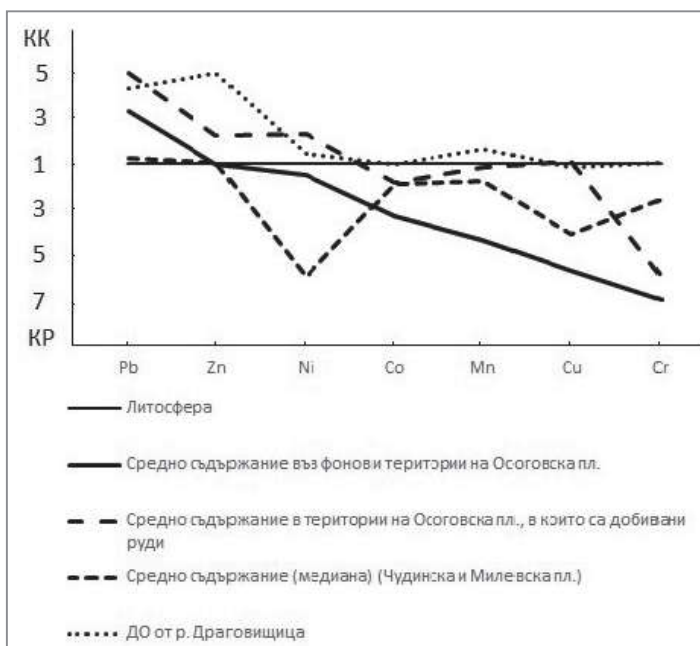
Таблица 3

Table 3

Съдържание на тежки метали в литосферата, дънните отложения на Осоговска планина (фонове територии и територии с рудодобив в миналото), Чудинска и Милевска планина и р. Драговищица.

Content of heavy metals in the lithosphere and the river sediments in Osogovo Mountain (natural background and mining-affected territories), Chudinska and Milevska Mountains, and Dragovishtitsa River

Дънни отложения	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr
Литосфера ¹	47	83	16	1000	58	18	83
Средно съдържание във фонове територии на Осоговска пл.	54,09	189,24	807,31	877,82	135,24	9,79	13,81
Средно съдържание в територии на Осоговска пл., в които са добивани руди	8,22	79,31	53,87	228,96	39,53	5,48	5,82
Средно съдържание (медиана) (Чудинска и Милевска пл.)	11,43	78,41	20,14	580,55	9,73	9,63	32,54
ДО от р. Драговищица	41,30	416,58	70,03	1665,44	82,60	17,96	88,88



Фиг. 2. Съдържание на тежки метали и дънни отложения в реките на Осоговска планина (фонови и рудодобивни територии), Чудинска и Милевска пл. и р. Драговищица

Fig. 2. Content of heavy metals in the river sediments in Osogovo Mountain (natural background and mining territories), Chudinska and Milevska Mountains, and river Dragovishtitsa

Анализът на данните показва, че концентрациите на микроелементите в дънните наслаги на проучения район и тези в сравнените обекти са близки като стойности на КК и КР. По-съществени са различията в концентрациите на Ni, който е с най-висока стойност на КР. В сравнение с концентрациите на фоновете райони от Осогово в Милевска и Чудинска планина микроелементите Co, Mn, Cu и Cr са в по-високи концентрации.

Особено ясно се открояват повишените съдържания на всички елементи в дънните отложения на р. Драговищица. Известно е, че в горното и средното течение на реката се експлоатират находища на полиметални руди, обогатявани на територията на Сърбия – в Босилеградско, с. Караманица. Това оказва пряко влияние върху и без това по-високите концентрации на част от елементите в орудяванията в басейна на реката. Към естественото повишение на концентрациите в седиментите се добавя и това от антропогенната минна дейност.

Проведените през последните 10 години ландшафтни изследвания в пограничните райони между България и Сърбия ни дават основание и възможност да направим сравнение в микроелементния състав на дънните отложения от речни течения в планините Беласица (Пенин, Желев 2018), Огражден (Пенин и др. 2017), Малешевска (Тодоров и др. 2016), Влахина (Тодоров и др. 2013), Осогово (Желев и др. 2019), Милевска и Чудинска (табл. 4 и фиг. 3).

В табл. 4 са представени преобладаващите скали в граничните планини, което позволява да се потърси влиянието на местната литогеохимия върху микроелементния състав на дънните седименти в проучените речни течения (Загорчев и др. 1971, Куйкин и др. 2001 и др.).

В повечето случаи концентрациите на изследваните тежки метали пряко кореспондират с общото им съдържание в наслагите, но в други случаи ясно се очертават участъци с антропогенно техногеохимично влияние. Проучени са дънните наслаги на редица реки, десни притоци на р. Струма от Кюстендилската котловина до Санданско-Петричката, като реките Драговищица, Бистрица, Банщица, Новоселска река, Елешница, Сушичка, Лебница, Струмешница и др. (Пенин 1993, 2003, Тодоров и др. 2013; Тодоров и др. 2014; Желев и др. 2019).

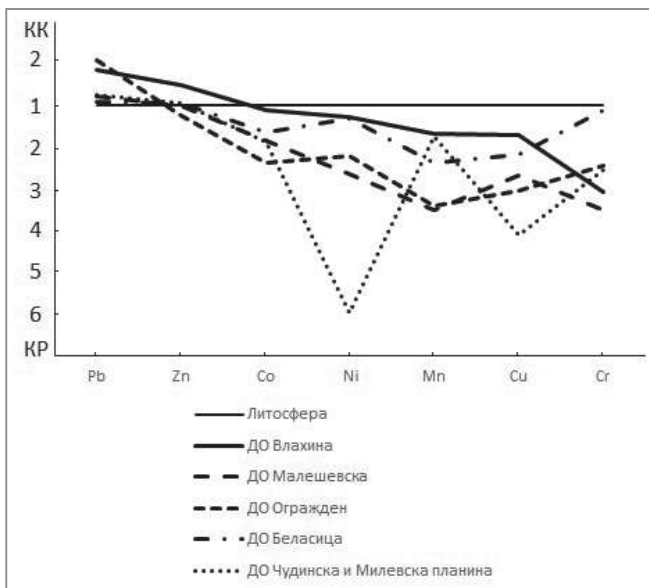
Таблица 4

Table 4

Средно съдържание на тежки метали в скалите (mg/kg),
 преобладаващи в района на изследване (Куйкин 2011)
 Average content of heavy metals in the rocks (mg/kg) predominating in the researched area
 (Kuykin 2011)

Средно съдържание	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr
Скали в България	32	53	26	743	77	16	108
Кисели магмени скали в България	8	28	30	370	6	3	8

¹Милевска и Чудинска планина са основно изградени от гранити, плагиогранити и кварцодиорити (Куйкин 2011)



Фиг. 3. Съдържание на тежки метали в дънните отложения на речните седименти в планините Влахина, Малешевска, Огражден, Беласица, Чудинска и Милевска планина

Fig. 3. Content of heavy metals in the river sediments of Vlahina, Malshesvska, Ograzhden, Belasitsa, Chudinska and Milevska Mountains

Съдържание на тежки метали в дънните отложения на част от планините
в Югозападна България (mg/kg)
Content of heavy metals in particular mountains in South West Bulgaria (mg/kg)

Планина	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr
Беласица	22	89	17	422	52	11	64
Огражден	15	68	34	294	24	8	38
Малешевска	18	83	19	286	17	10	31
Влахина	28	123	30	604	19	16	65
Осогово (зони на рудодобив)	54	189	807	878	135	10	14
Осогово (фонови територии)	8	79	54	229	40	5	6

Анализът на геохимичния спектър от фиг. 3 показва наличието на много общи геохимични черти в състава на отложенията в реките от посочените планини. Микроелементите Pb и Zn са с най-висока степен на концентрация в наслагите, но като цяло техният не е висок ($KK = 1-2$). Това се обяснява и с преобладаващите кисели магмени скали (гранити, плагиогранити, кварцодиорити и др.) в районите на проучване, концентрациите на микроелементи в тях не са високи и съответно това се отразява в състава на дънните отложения.

Елементите Ni и Cu са с най-висока стойност на коефициента на разсеяност ($KP = 4-6$) и следователно с най-ниски концентрации в изследвания обект в сравнение с другите речни седименти. Съдържанията на двата микроелемента варират в широки граници в дънните седименти на реките, но като цяло те отразяват наличието им в една или друга степен в петрографските комплекси на територията, както и формите на миграцията им във водна среда при определени алкално-киселинни условия (Кабата-Пендиас, Пендиас 1989, Kabata-Pendias 2011).

Другите микроелементи са със сходни концентрации с тези на отложенията в останалите реки на приграничните територии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на проведени теренни и лабораторни изследвания на проби от дънни отложения в Милевска и Чудинска планина е определен микроелементният им състав (Cu, Zn, Pb, Mn, Co, Cr, Ni).

Анализът на данните показва, че районът на проучване (без долината на р. Драговищица) се явява фонен по отношение на всички изследвани микроелементи, като относително ниски са концентрациите на Ni и Cu, а останалите тежки метали са с околочларкови стойности. Резултатите от р. Драговищица повдигнат въпроси, свързани с екологичния статус на нейния водосбор и техногеохимичното въздействие на минодобивната дейност на територията на Република Сърбия. В тази връзка са необходими допълнителни изследвания на те-

риторията с цел задълбочено ландшафтно-геохимично изследване на дънните отложения от основното течение на Драговищица и нейните притоци.

Сравнението на резултатите с тези от други съседни райони със сходни ландшафтни условия, показват преимущественото влияние на литогеохимичните характеристики. Отклоненията от установените стойности на КК и КР позволяват да се открият антропогенни геохимични ореоли, предизвикани от намесата в естествената миграция на микроелементите.

Наблюденията и проучванията ни потвърждават извода, че изследването на микроелементния състав на дънните седименти в реките дава ясна представа за влиянието на естествените литогеохимични, почвеногеохимични и биогеохимични процеси.

Наличието на антропогенни техногенни нарушения на естествените ландшафти влияе пряко върху този състав и неговото наблюдение трябва да бъде важна част от цялостния екологичен мониторинг. Личните ни наблюдения по време на неколкостепенните ландшафтни проучвания на района ни дават основание да твърдим, че при добра воля от страна на България и Сърбия тук би могъл да се осъществи проект за трансгранична защитена територия, която да съхранява и опазва характерни ландшафти от природногеографската област Краище, заемаща територии и в двете страни.

ЛИТЕРАТУРА

- Виноградов, А. 1962. Среднее содержание элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. М.: Геохимия.
- Глазовская, М., Н. Касимов. 1987. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природных сред. – *Вест. МГУ, Сер. Геогр.*
- Глазовская, М. 1964. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. Изд. МГУ, М.
- Желев, Д., Р. Пенин, Т. Стоилкова. 2019. Отпечатъкът на рудодобива: екогеохимична оценка на замърсяването с тежки метали в българската част на планината Осогово – *Год. СУ, Геол.-геогр. фак.*, кн. 2 – геогр., т. 112.
- Загорчев, Ив., Т. Костадинов, Ал. Харковска, Г. Вълева, Й. Шабатов, Ст. Христов, А. Дечева, В. Топракчиева, М. Иванова. 1971. Геология на Малешевска планина. – *Юбил. год. Ком. по геол.*, 18; 137–156.
- Кабата-Пендиас, А., Х. Пендиас. 1989. Микроэлементы в почвах и растениях. Москва, Мир.
- Касимов, Н., Р. Пенин. 1991. Геохимическая оценка состояния ландшафтов речного бассейна по донным отложениям. – В: „Мониторинг фонового загрязнения природных сред“, Вып.7, Ленинград, Гидрометеоздат.
- Касимов, Н. 2013. Экогеохимия ландшафтов. ИП „Филимонов“, Москва.
- Куйкин, С., И. Атанасов, Ю. Христова, Д. Христов. 2001. Фонови съдържания на тежки метали и арсен в почвообразуващите скали в България – *Почвознание, агрохимия и екология*. XXXVI. № 1, С. 3–13.

- Пенин, Р. 1993. Фонова ландшафтно-геохимична структура на резерватите от басейна на р. Струма. – „Проблеми на географията“, № 2, София.
- Пенин, Р. 1994. Речният басейн като обект на ландшафтните изследвания. – В: Сб. докл. от науч. конф. „Теоретични проблеми на географското познание“, 10–11.09.1993 г., гр. Несебър. Велико Търново, Ун. Изд. „Св. Св. Кирил и Методий“.
- Пенин, Р. 2000. Еколого-геохимични изследвания на аквални ландшафти. – В: Сб. доклади от Международна научна сесия – 50-години Географски институт на БАН, София.
- Пенин, Р. 2003. Геохимията на ландшафтите – приоритетно научно направление при разкриване и решаване на екологични проблеми. – В: Сборник „30 години катедра Ландшафтознание и опазване на природната среда“, Варна, Малев.
- Пенин, Р., Д. Желев, Т. Стоилкова. 2017. Екогеохимични проучвания на ландшафтите в планината Огражден (Югозападна България). – *Год. СУ, Геол.-геогр. фак.*, кн. 2 – геогр., т. 109.
- Пенин, Р., Д. Желев. 2018. Ландшафтно-геохимични изследвания в пограничните гори Юго-Западна България. – В: Сборник докладов, „100-летие Федора Николаевича Милькова. XIII Международная ландшафтная конференция. ВГУ, Воронеж.
- Пенин, Р., Хр. Стоянов. 2001. Съдържание на тежки метали в почвите и дънните отложения на Кюстендилската котловина. – *Год. СУ, Геол.-геогр. фак.*, кн. 2 – геогр., т. 91.
- Перельман, А. 1975. Геохимия ландшафта. Высшая школа, Москва.
- Перельман, А., Н. Касимов. 1999. Геохимия ландшафта. Москва, Астрей-2000.
- Тодоров, Н., М. Контева, Р. Пенин, З. Чолакова. 2013. Съвременна структура на ландшафтите в северния дял на Влахина планина. – *Год. СУ, Геол.-геогр. фак.*, кн. 2 – геогр., т. 105.
- Тодоров, Н., Р. Пенин, З. Чолакова, М. Контева, Т. Стоилкова. 2014. Особенности на съвременните ландшафти в южната част на Влахина планина. – *Год. СУ, Геол.-геогр. фак.*, кн. 2 – геогр., т. 106.
- Тодоров, Н., Р. Пенин, З. Чолакова, М. Контева, Т. Стоилкова. 2016. Пространствена структура, функциониране и геохимически проблеми в Малешевска планина. – *Год. СУ, Геол.-геогр. фак.*, кн. 2 – геогр., т. 108.
- Фортескую, Д. 1985. Геохимия окружающей среды, Москва, Прогресс.
- Геология на България. 2009. Мезозойска геология. том II. част 5. С., Акад. изд. „Проф. Марин Дринов“.
- Kabata-Pendias A. 2011. Trace elements from soils to plants. 4th edition, CRS Press, Francis&Taylor Group, Boca Raton FL., pp. 520.
- Salminen R. (ed.). 2005. Geochemical Atlas of Europe. Part 1: Background Information, Methodology and Maps. Espoo, Geological Survey of Finland, <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/index.php>
- Veltchev, A., R. Penin, N. Todorov, M. Konteva. 2000. Landscape investigations in the border mountains between Bulgaria and Republic Macedonia. – В: Сборник од Вториот конгрес на географите на Република Македонија, Охрид, 3–5 11.2000.

SUMMARY
HEAVY METALS IN THE RIVER SEDIMENTS OF THE RIVERS IN THE
MILEVSKA AND CHUDINSKA MOUNTAIN (WEST BULGARIA)

The content of Cu, Zn, Pb, Mn, Co, Cr, Ni in the river sediments of Milevska and Chudinska Mountain (West Bulgaria) is researched using geochemical laboratory analysis. The data analysis reveals natural geochemical background status for the investigated elements in the researched areas (without the Dragovishtitsa River valley). Ni and Cu are dispersed in low concentrations while the others have concentrations around the average lithosphere content. The results from the Dragovishtitsa River valley raise questions about the environmental status of the catchment and the impact of the mining activities in its headwater zone in the Republic of Serbia. That is why a series of future studies in the valley of Dragovishtitsa River and its tributaries is needed.

The comparative analysis between the obtained results and the neighboring areas confirm the lithogeochemical influence on the river sediments. The varying concentration values indicate human impact in the form of geochemical anomalies that are result of the disturbance in the natural migration of the elements in the landscape.

The investigation of the selected areas confirms the informative role of the river sediments as a major collector of geochemical data for the landscapes in terms of lithogeochemical, pedogeochemical and biogeochemical processes. The human impact as a technogenic destruction of landscapes directly affects the geochemical content and concentration of elements. That is why the current analysis should be considered an essential part of the activity in terms of environmental monitoring.