

## ЕКОГЕОХИМИЧНИ ПРОУЧВАНИЯ НА ПОЧВИТЕ В БАСЕЙНА НА РЕКА САЗЛИЙКА

*Румен Пенин, Димитър Желев*

### УВОД

Научното направление геохимия на ландшафтите е от съществено значение за изучаването на географския ландшафт. То разглежда един от основните аспекти на функциониране на природно-териториалните комплекси (ПТК), а именно миграцията на химичните елементи както в границата на отделните им компоненти, така и между различните пространствено-природни единици (териториални, аквални, аерални). Характерът на тази миграция и разпределението на елементите отразяват особеностите в генезиса и развитието на процесите на обмяна на вещества, енергия и информация в ландшафтите. Налице е научна парадигма, обясняваща пространствено-времевите измерения на ландшафтите (динамика и структура) чрез разглеждането им като поведение на отделните химични елементи и съединения в ландшафтната сфера.

Бързото увеличаване на антропогенния натиск върху природната среда през последните десетилетия се явява главна причина за нейното изменение, което обикновено е с негативни (деградиращи) последици за живите организми, в това число и за човека. Така е обусловена необходимостта от създаване на методологично издържана система за следене на състоянието на околната среда във времето и пространството. Поради практическата невъзможност за обхващане на всяка точка от земната повърхност в системни наблюдения, се налага научнообоснованото избиране на определени райони, отличаващи се с конкретна ландшафтна специфика. Генерално те могат да се класифицират в две основни групи – от една страна, относително чисти (неповлияни от човека и дейността му, условно естествени), изразяващи фонов характер (класически пример са биосферните резервати, които са със строг режим на охрана), и от друга страна – силно антропогенизирани (в голяма степен повлияни от човешката дейност – химично и биологично замърсяване, деградация на природните компоненти и т.н.). Последните райони се определят още и като „горещи“ екологични точки.

Съвременното състояние на природните комплекси изисква повишено внимание към протичащите антропогенни процеси при изясняването на ландшафтно-геохимичните характеристики. Поради това в геохимията на ландшафтите логично се отделя самостоятелен подраздел геохимия на техногенните ланд-

шафти. В него се характеризират някои основни понятия като техногенна миграция (техногенез), техногенни геохимични аномалии, техногенни геохимични бариери, технофилиност на химичните елементи и др. Според Глазовска Я (1988) техногенезът е съвкупност от геохимични и геофизични процеси, свързани с дейността на човека (значително изменил и продължаващ да изменя геохимичната обстановка в биосферата).

Основно следствие от антропогенното въздействие върху природната среда, в резултат на замърсяването на компонентите на ландшафтите е образуването на аномални концентрации на химични елементи и съединения. Разкриването на тези концентрации е основна задача на геохимията на ландшафтите. Ако дадена техногенна аномалия има пространствена и генетична връзка с конкретен източник на замърсяване, то тя се нарича ореол на разпространение (Перелман, Касимов, 1999). Именно тук е мястото на разрастващите се еколого-геохимични изследвания, целящи да разкрият съвременното състояние на силно засегнатите от човешката дейност територии и акватории. Установяването и следенето на съдържанието на някои химични елементи и техните съединения в компонентите на ландшафтите е част от системата за мониторинг на околната среда.

През 1975 г. Перелман въвежда и понятието техногенни геохимични бариери. Това са вид геохимични бариери, които са създадени посредством технически съоръжения, за да засилят функционирането на съществуващите природни геохимични бариери, или като нови изкуствени такива по пътя на движение на техногенните потоци.

В настоящата работа обект на изследване е горната част от басейна на р. Сазлийка, ляв приток на р. Марица, който обхваща площ от 614 km<sup>2</sup> и попада в прехода между Сърнена Средна гора и Старозагорското поле. В административно отношение районът обхваща части от общините Стара Загора и Раднево и е добре стопански усвоен. Направен е опит да се установи техногенното влияние върху ландшафтно-геохимичната структура на почвения компонент на ландшафтите, като най-важен и информативен център на ПТК.

Една от задачите на авторите е определяне на геохимията на тежките метали в почвената покривка на изследваната територия. През септември 2010 г. са проведени теренни проучвания. За постигането на поставената цел в областта на ландшафтно-геохимичните проучвания, и в частност на екогеохимичните, са направени теренни и лабораторни изследвания. Теренната работа обхваща предварителна подготовка и определяне на проучвателни маршрути, включващи най-представителните в ландшафтно отношение профили на проучвания район, като те преминават през относително незасегнати (фонови) и в различна степен антропогенизирани територии. Тези проучвания са съобразени със съответната методика, разработена и прилагана от редица автори (Глазовска Я, 1964; Перелман, 1975; Перелман, Касимов, 2001; Саэт, 1982; Янин, 1983; Фортескью, 1985; Пенин, 1989 и др.). Събраните проби са представителни за основните почвени типове в горната част от басейна на р. Сазлийка. Предварителната подготовка и геохимичният анализ на пробите са извършени в лабораторията на ГГФ на СУ „Св. Климент Охридски“. Химичният анализ е извършен чрез метода на атомно-абсорбционната спектрофотометрия с спектрофотометър апарат Perkin-Elmer 3030. Установено е общото съ-

държание (mg/kg, ppm) на елементите: мед (Cu), цинк (Zn), олово (Pb), манган (Mn), никел (Ni), кобалт (Co), хром (Cr) и кадмий (Cd).

## МЕТОДИЧНА ОСНОВА

Според Н и н о в (2002) територията на България попада в Балканско-Средиземноморската почвена подобласт на Средиземноморската почвена област. Северните части на изследвания район са в Средногорската провинция, а южните – в Среднотракийско-Тунджанската провинция.

При разработването на отделните геохимични задачи е използвана почвената класификация, застъпена в Руската географска школа и у нас – съответно канелени горски почви, смолници и алувиално-делувиални почви (в текста предимно като алувиални), съпоставени с класификацията на ФАО по-горе.

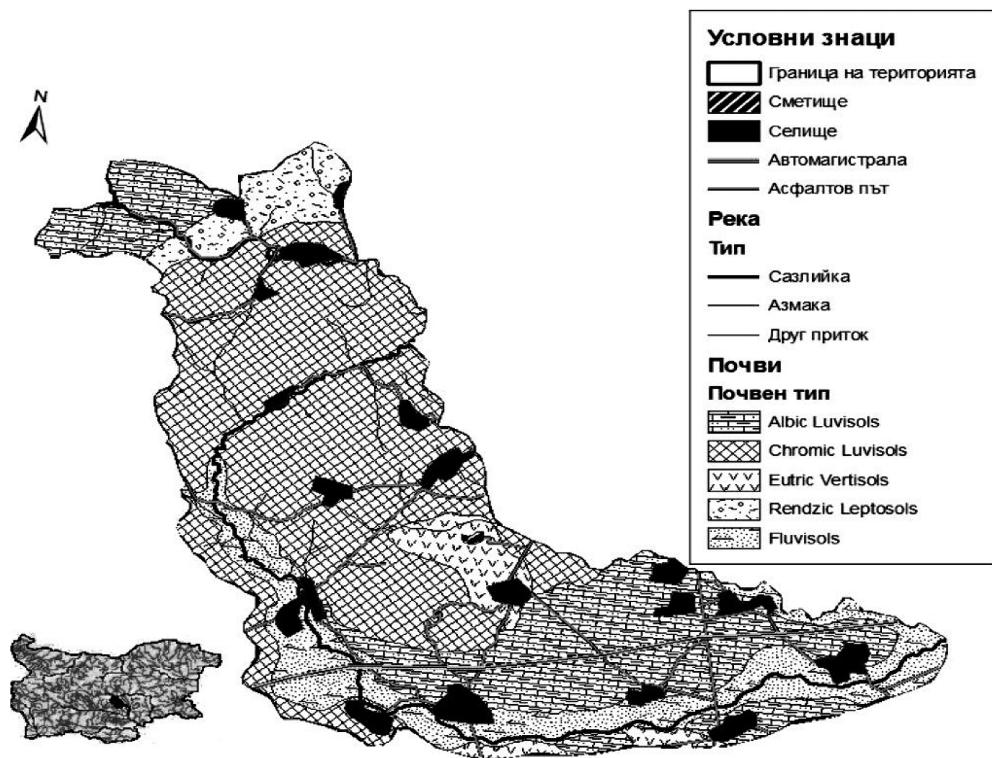
Районът на изследване е на прехода между нископланински и низинен релеф, на границата между климатични области и на различни петрографски единици. Следователно е логично да се наблюдава почвено разнообразие, което включва – излужени смолници (Eutric Vertisols /VRe/), канелено-подзолисти (псевдоподзолисти) глеевидни и неглеевидни почви (Dystric Planosols /Pld/), канелени горски с рендзини (Eutric Planosols /PLe/), рендзини (Rendzic Leptosols /LPk/), ливадно-канелени почви (Vertic Luvisols /LVv/), излужени канелени почви (Chromic Luvisols), канелено подзолисти силно излужени (Albic Luvisols), алувиални и алувиално-ливадни почви (Eutric Fluvisols /FBe/, Dystric Fluvisols /FLd/), делувиални почви (Dystric Colluvisols /CLd/) (А г р о к л и м а т и ч е н а т л а с, 1982; Н и н о в, 2001; П е н и н, 2007) (фиг.1).

Най-северните части на района, попадащи в Сърнена Средна гора, са разположени по нископланинските била. В отделен ареал по най-южните части от планината се наблюдават PLe, PLd и LPk, а в някои участъци по южните склонове са застъпени LVv.

Разпространението на VRe е в два отделни ареала – южно от р. Сазлийка, при протичането ѝ в Старозагорското поле, и в ареала на север – землищата на селата Богомилово, Кирилово и Ракитница. В района на този ареал се откриват и кватернерни алувиално-делувиални наслаги, свързани в пространството с тези около съвременното русло на р. Сазлийка. *Това дава основание да се зароди хипотеза за съществуването на отделен по-малък остатъчен езерен басейн (от Горнотракийския миоценски басейн), или наличието на пиратерия в басейна на р. Сазлийка.*

В ландшафтите непосредствено около течението на р. Сазлийка са разпространени FBe и FLd. При теренните изследвания, проведени във връзка с настоящото проучване, бе установено, че тези почви се срещат на отделни места, сравнително отдалечени от съвременното речно русло и от притоци на реката. Това дава основание да се заключи, че в миналото р. Сазлийка е променяла често талвега си в Старозагорското поле или речни прииждания са причинявали големи разливи – причина за отлагането на финия алувий. В централната част на изследвания район, около възвишенията Мандрата и Габъра, се срещат CLd.

По отношение на механичния състав на почвите територията обхваща от каменисти (скелетни, рендзини) до тежко пясъчливо-глинести почви (алуви-



Фиг. 1. Основните почвени ареали, обособени за нуждите на изследването

ално-ливадни и излужени смолници), като в по-голямата част от площта те са средно песъчливо-глинести (А г р о к л и м а т и ч е н а т л а с, 1982).

Основните задачи на изследването са свързани с възможността чрез ландшафтно-геохимичните методи да се направи относително бързо и представително проучване на геохимичната картина по отношение на тежките метали в района, като се опробва съвременната почвена покривка с отчитане на степента на антропогенна натовареност. В работата са представени резултатите от широко използваните в геохимията на ландшафтите коефициент на концентрация (КК) и коефициент на разсейване (КР) за почвените проби.

Почвите са особено чувствителни към преразпределението на химичните елементи в природната среда. Те са „център” на ландшафта и поемат върху себе си основната част от антропогенното натоварване в различни негови аспекти, единият от които е замърсяването с тежки метали, водещо до негативни последици за ПТК и биотичните му компоненти. Степента на опасност от това замърсяване се определя не само от количеството на тежките метали в природната среда, но и от токсичността, мутагенните и канцерогенните им въздействия върху живите организми (М о т у з о в а, 1988, 2009; П е н и н, С т о я н о в, 2001). Според степента на опасност тежките метали се делят на три основни класа: силно опасни (As, Cd, Hg, Se, Fl, Pb, Zn), умерено опасни (B, Co, Ni, Mo) и слабо опасни (Ba, V, W, Mn, Sr).

## РЕЗУЛТАТИ ОТ ПОЧВЕНО-ГЕОХИМИЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

В табл. 2 са описани точните места на пробосъбиране. Общият брой на събраните почвени проби е 37. Номерацията е отразена в графичното представяне на пробонабирането в района на АМ „Тракия“ (фиг. 8).

Почвените проби са събрани с цел изследване на съдържанието на тежки метали около два ключови антропогенни обекта в разглежданата територия – автомагистрала „Тракия“ и градското сметище при местността Мандра баир. Взети са и проби от относително незасегнати точки, които се приемат за фоновни при изследването. Почвените проби са групирани по териториален или генетичен признак с цел изготвянето на отделните геохимични спектри.

Важна част от проведените изследвания е свързана с установяването на общото съдържание на микроелементи в почвите от проучения район. Направен е опит за сравнение на съдържанията на тежки метали в района (и отделни части от него) и тези в света и Европа, представен в изготвения спектър (фиг. 2) и табл. 1.

Т а б л и ц а 1

*Съдържание на тежки метали (в ppm=mg/kg) в почвите на света, Европа, България и басейна на р. Сазлийка*

Почви	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	Cd
Литосфера <sup>1</sup>	47	83	16	1000	58	18	83	0,13
Почви на света <sup>2</sup>	20	50	10	850	40	8	100	0,5
Почви на Европа <sup>3</sup>	17,3	68,1	32,6	810	37,3	10,4	94,8	0,284
Почви на България <sup>4</sup>	30	75	35	1000	36	20	70	0,32
Почви на България – фон <sup>5</sup>	24	67	25	695	32	16	60	0,03
Почви на България – техногенни територии <sup>5</sup>	72	79	36	867	37	17	74	1,1
Почви на района	15,46	135,24	39,73	828,81	62,59	25,08	41,97	1,54
Почви около АМ „Тракия“	12,58	125,58	26,5	714	63,38	21,71	43,04	1,33
Почви около Мандра баир	22,22	162,33	70,56	1110,56	42,67	31,78	43,44	1,89
Почви на контролни точки	14,33	138,67	35,67	1006,67	86	31	31	1,67

<sup>1)</sup> по Виноградов, 1962; <sup>2)</sup> по Виноградов, 1956; Kirkham, 2008; <sup>3)</sup> по Salminen, 2005; <sup>4)</sup> по Мирчев, 1971; Райков и др., 1984; <sup>5)</sup> по Пенин, 2003

Съдържание на тежки метали в изследваната територия (в ppm = mg/kg)

Място на пробонабиране	почва	дълбочина	№ про-ба	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	Cd
АМ „Тракия“ – с. Язлач/ север/ 8 м/ нива/	смолница	0–10 м	29	14	74	23	858	137	30	66	2
АМ „Тракия“ – с. Язлач/ север/ 20 м/ нива/	смолница	0–10 м	30	15	70	25	917	55	30	66	1
АМ „Тракия“ – с. Язлач/ север/ 50 м/ нива/	смолница	0–10 м	31	13	119	23	949	55	31	67	1
АМ „Тракия“ – с. Язлач/ север/ 100 м/ нива/	смолница	0–10 м	32	12	82	24	963	111	33	70	2
АМ „Тракия“ – път с. Калояновец – с. Ракитница/ юг/ 10 м/ орица	алувиална	0–10 м	33	14	141	20	741	33	22	34	1
АМ „Тракия“ – път с. Калояновец – с. Ракитница/ юг/ 30 м/ орица	алувиална	0–10 м	34	20	47	20	781	100	19	25	1
АМ „Тракия“ – път с. Калояновец – с. Ракитница/ юг/ 70 м/ орица	алувиална	0–10 м	35	22	117	22	877	34	18	31	1
АМ „Тракия“ – път с. Калояновец – с. Ракитница/ юг/ 150 м/ орица	алувиална	0–10 м	36	24	189	23	873	95	17	32	1
АМ „Тракия“ – с. Калояновец/ север/ 10 м/ нива	смолница	0–10 м	37	8	49	18	579	31	22	40	2
АМ „Тракия“ – с. Калояновец/ север/ 30 м/ нива	смолница	0–10 м	38	8	101	24	872	85	10	39	2
АМ „Тракия“ – с. Калояновец/ север/ 60 м/ нива	смолница	0–10 м	39	10	148	21	656	64	15	58	1
АМ „Тракия“ – с. Памукчи/ юг/ 10 м/ нива	алувиална	0–10 м	40	8	133	22	949	66	9	35	1
АМ „Тракия“ – с. Памукчи/ юг/ 25 м/ нива	алувиална	0–10 м	41	9	163	22	890	43	10	37	1
АМ „Тракия“ – край на магистралата/ североизток/ 20 м/ нива	алувиална	0–10 м	42	9	159	24	415	75	11	51	1
АМ „Тракия“ – край на магистралата/ североизток/ 50 м/ нива	алувиална	0–10 м	43	7	152	23	498	42	3	37	1
АМ „Тракия“ – край на магистралата/ североизток/ 100 м/ нива	алувиална	0–10 м	44	8	141	23	476	78	4	41	1

АМ „Тракия“ – път с. Загоре – с. Коларово/ юг/ 15м/ нива/ бьдещо трасе	алувиална	0–10 m	45	9	125	38	689	38	25	29	1
АМ „Тракия“ – път с. Загоре – с. Коларово/ юг/ 40п/ нива/ бьдещо трасе	алувиална	0–10 m	46	9	123	35	871	68	27	36	1
АМ „Тракия“ – с. Боздуганово/ юг/ 10 m/ нива/ бьдещо трасе	смолница	0–10 m	47	12	161	33	449	32	29	36	1
АМ „Тракия“ – с. Боздуганово/ юг/ 50 m/ нива/ бьдещо трасе	смолница	0–10 m	48	14	158	37	456	40	32	42	2
АМ „Тракия“ – с. Боздуганово/ юг/ 100 m/ нива/ бьдещо трасе	смолница	0–10 m	49	11	146	33	454	44	26	37	2
АМ „Тракия“ – с. Сърнево/ север/ 20 m/ нива/ бьдещо трасе	смолница	0–10 m	50	14	165	31	556	38	30	41	2
АМ „Тракия“ - с. Пшеничево/ север/ 10 m/ нива/ бьдещо трасе	смолница	0–10 m	51	16	116	36	675	85	34	42	2
АМ „Тракия“ - с. Пшеничево/ север/ 40 m/ нива/ бьдещо трасе	смолница	0–10 m	52	16	135	36	692	72	34	41	1
Дъбова гора в местността Старата кория, с. Калояновец	алувиална	0–10 m	53	16	150	53	1065	106	35	49	2
Канелени горски почви, Сърнена Средна гора, с. Лясково	канелена	0–10 m	54	19	148	31	1098	57	31	34	1
Дъбова гора в корията на с. Ловец	смолница	0–10 m	55	8	118	23	857	95	27	22	2
Източно от пътя Стара Загора – Християново/ 10m/ нива	смолница	0–10 m	56	19	200	51	824	68	37	43	2
Западно от пътя Стара Загора – Християново/ 10m/ нива	смолница	0–10 m	57	19	146	45	777	35	37	40	2
В района на Мандра баир – 150-200 m/ югоизточно от сметището/ нива	канелена	0–10 m	58	27	119	76	1118	50	33	50	2
В района на Мандра баир – 10-20 m/ северозападно от сметището/ храсти	канелена	0–10 m	59	31	199	211	431	29	13	34	1
В района на Мандра баир – 100 m/ северозападно от сметището/ нива	канелена	0–10 m	60	21	156	58	1681	43	35	39	2
В района на Мандра баир – 50 m/ западно/ Храстово-гравна формация	канелена	0–10 m	61	22	165	56	1579	39	34	42	2

Продължение на табл. 2

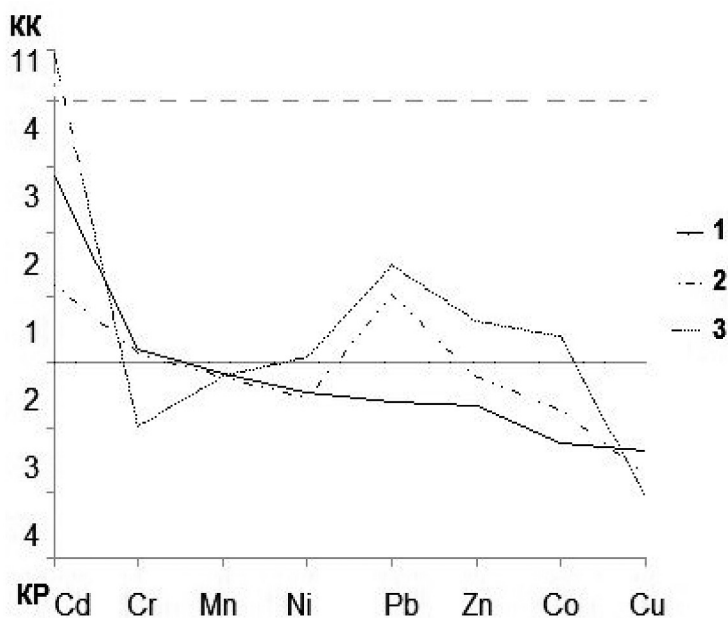
В района на Мандра баир – 300m/ западно от сметицето/ нива	канелена	0–10 m	62	21	124	47	1609	39	34	43	2
В района на Мандра баир – 400 m/ източно/ рудерален ландшафт	канелена	0–10 m	63	22	193	53	1030	44	30	57	2
В района на Мандра баир – 700 m, източно/ нива	канелена	0–10 m	64	18	159	38	946	37	33	43	2
Дъбова гора източно от международен път E85, с. Загоре	алувиална	0–10 m	65	27	113	92	515	153	28	24	3
<b>Ср. съдържание общо за почвите в района</b>	-----	-----	-----	<b>15,45946</b>	<b>135,2432</b>	<b>39,72973</b>	<b>828,8108</b>	<b>62,59459</b>	<b>25,08108</b>	<b>41,97297</b>	<b>1,540541</b>
<i>Максимално съдържание</i>	-----	-----	-----	27	200	211	1609	153	37	70	3
<i>Минимално съдържание</i>	-----	-----	-----	8	47	18	415	29	3	22	1
<i>Медиана</i>	-----	-----	-----	18	124	229	1012	91	40	46	2
<b>Средно съдържание около АМ „Тракия“</b>	-----	-----	-----	<b>12,58333</b>	<b>125,5833</b>	<b>26,5</b>	<b>714</b>	<b>63,375</b>	<b>21,70833</b>	<b>43,04167</b>	<b>1,333333</b>
<b>Средно съдържание около местността Мандра баир</b>	-----	-----	-----	<b>22,22222</b>	<b>162,3333</b>	<b>70,55556</b>	<b>1110,556</b>	<b>42,66667</b>	<b>31,77778</b>	<b>43,44444</b>	<b>1,888889</b>
<b>Средно съдържание в контролните точки</b>	-----	-----	-----	<b>14,33333</b>	<b>138,6667</b>	<b>35,66667</b>	<b>1006,667</b>	<b>86</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>1,666667</b>



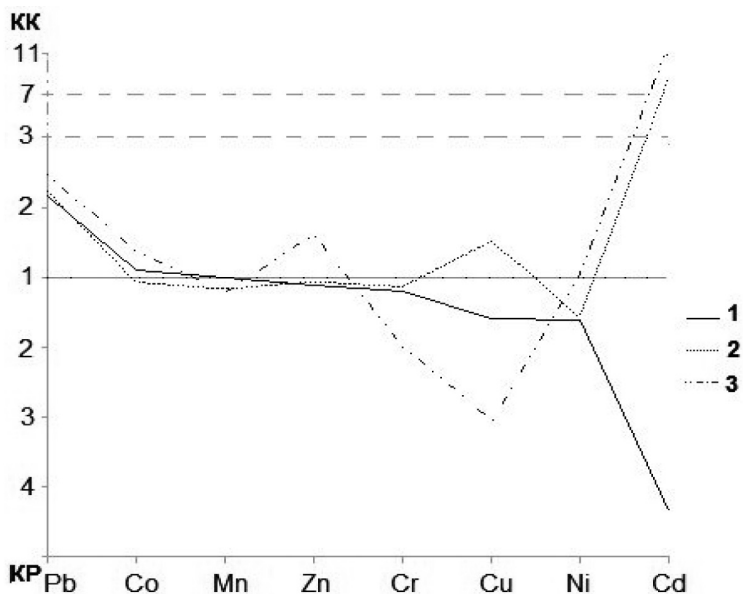
От тези сравнения и данни личи асоциация от елементи, които са с повишени концентрации спрямо литосферата и почвите на света, а именно Cd, Pb, Zn, Co. Особено високи са концентрациите на кадмий, чиито проявления в района са разгледани по-подробно в изложението, при характеристиката на съдържанията му в почвите около АМ „Тракия“.

От изготвения геохимичен спектър на концентрациите на микроелементи спрямо почвите на страната (фиг. 3) (П е н и н, 2003) личат относително по-високите съдържания на асоциация от елементи в района – Pb, Co, Zn и Cd.

Установено е повишено съдържание освен на Cd, коментирани подробно в района на магистралата, и на Pb със стойности на КК = 3,5. Обръщаме внимание именно на този елемент, явяващ се приоритетен при екогеохимичните проучвания на фонове и антропогенизирани в различна степен територии. Средното съдържание на Pb в района на изследване е около 40 mg/kg. В широки граници съдържанието му варира в различни почви и върху различни почвообразуващи скали (К а б а т а-П е н д и а с, П е н д и а с, 1989, с. 230). По принцип естественото съдържание на оловото наследява съдържанието му в почвообразуващите скали. От друга страна, той би могъл да бъде в доста по-високи концентрации, особено във връзка с антропогенното въздействие. Ето защо е трудно да се отдели фоновото съдържание от това, което е установено в съответните почви при антропогенни въздействия. Приема се, че средното съдържание на този елемент в почвите на света е около 25 mg/kg. В изследвания район средните му съдържания са около 40 mg/kg, което е съпоставимо с много други райони на света и страната (Р а й к о в и др., 1984; П е н и н, Т о н е в а, 1995). Оловото е един от слабоподвижните елементи в ландшафтите и почвените разтвори. Различни са



Фиг. 2. Геохимичен спектър на почвите от света (1), Европа (2) и изследваната територия (3)



Фиг. 3. Геохимичен спектър на почвите в България – фонови (1) и техногенни (2), и на района (3)

данните за съдържанието му в почвите и особено за неговите форми. По-ниски стойности са отчетени в почвените разтвори. Като цяло съдържанията на Pb се асоциират с глинестите минерали, оксидите на Mn, хидрооксидите на Fe и Al и органичните съединения. Разтворимостта на Pb може рязко да се понижи при наличие на карбонати.

В някои изследвания е установено, че Pb се натрупва в повърхностните хоризонти на почвите, което е свързано с органичното вещество. Подобни концентрации са установени за обогатени на органични вещества повърхностни хоризонти на необработвани почви (Fleming, Walsh, Ryan, 1968).

Антропогенното внасяне на Pb в почвите е важен елемент на проучване, тъй като различни стопански дейности водят до повишаване на съдържанието му в почвените хоризонти. Източниците на постъпване в почвите са няколко, сред които промишлените производства и автотранспортното въздействие: близко разположени почви до пътища с интензивен трафик – първостепенни пътища и автомагистрали. Например в почвите около магистралите Pb постъпва във вид на халогенни соли като  $PbBr_2$ ;  $PbBrCl$ ,  $Pb(OH)Br$ ,  $(PbO)_2PbBr_2$ . Постъпващите елементи от изхвърлените от автомобилите газове по принцип са неустойчиви и лесно се превръщат в оксиди, карбонати и сулфиди.

Съществуват различни мнения по отношение устойчивостта на Pb при постъпването му в почвите от замърсяващи източници (Tyler, 1981).

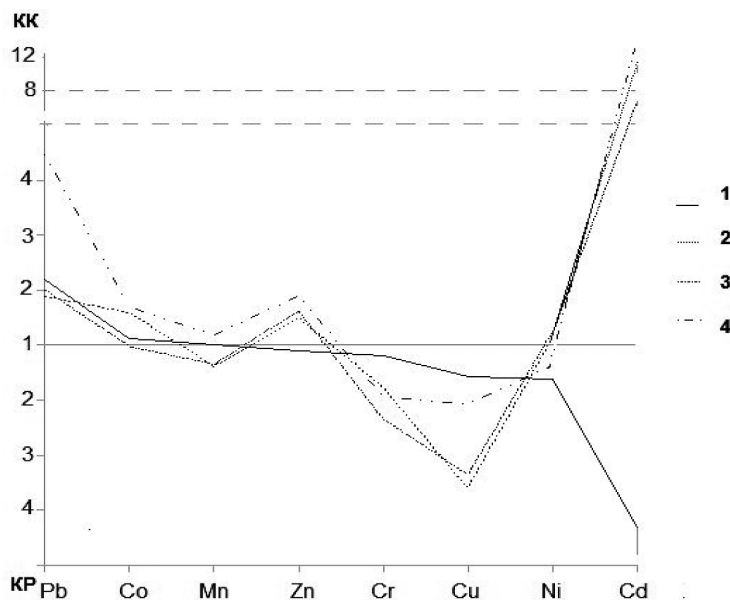
Замърсяването на почвите с Pb е свързано с неговите неразтворими абсорбирани форми и утаяването на йоните на този елемент в почвите, което говори за неговата слаба подвижност като цяло. Силната адсорбция на оловото в почвите свидетелства за постоянния му и необратим характер на присъствие в тях.

Но редица биогехимични проучвания показват натрупването му в корените на растенията. Концентрирането му в повърхностните хоризонти има важно еко-геохимично значение, тъй като Pb въздейства силно на биологичната активност на почвите (Tyler, 1975; 1976; Anderson, 1976 и др.).

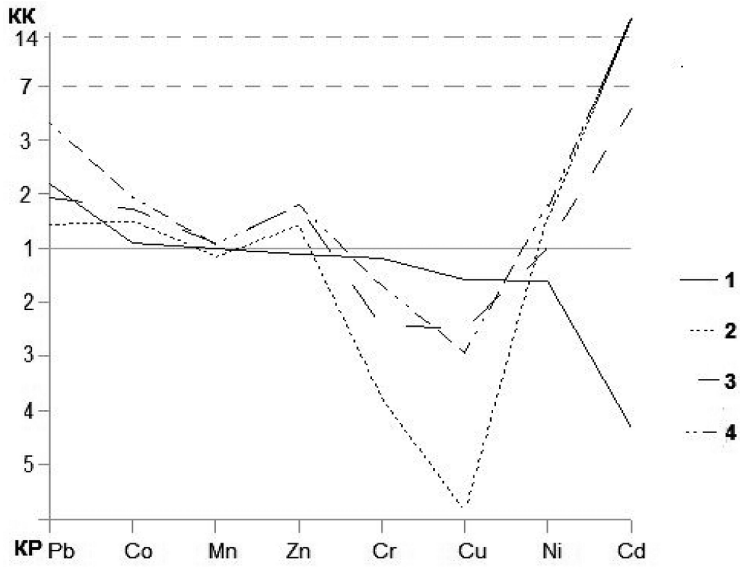
От изготвения геохимичен спектър на основните типове почви в района (фиг. 4) може да се проследят КК и КР на проучените осем микроелемента по отношение на литосферата. Спрямо водещия почвен фон на България се наблюдават повишени концентрации на микроелементите Cd, Pb, Co, Zn в канелените горски почви на района. Кадмият е в повишени концентрации и за трите типа проучени почви в изследваната територия. Микроелементите в останалите почви са със стойности, близки до тези на фоните почви в страната.

Интерес представлява и геохимичният спектър, показващ относителните концентрации спрямо литосферата и почви на България (фон), от една страна, и получените стойности на контролни (фонове) точки на пробоотбиране в смолница, канелена горска почва и алувиална почва (фиг. 5). Сравнението показва, че за повечето елементи стойностите са близки с тези от фона на България, като с по-голям кларк на разсейване са Cr, Cu при смолниците, докато с висок кларк-концентрация на Cd са канелените горски почви и алувиалните почви на района.

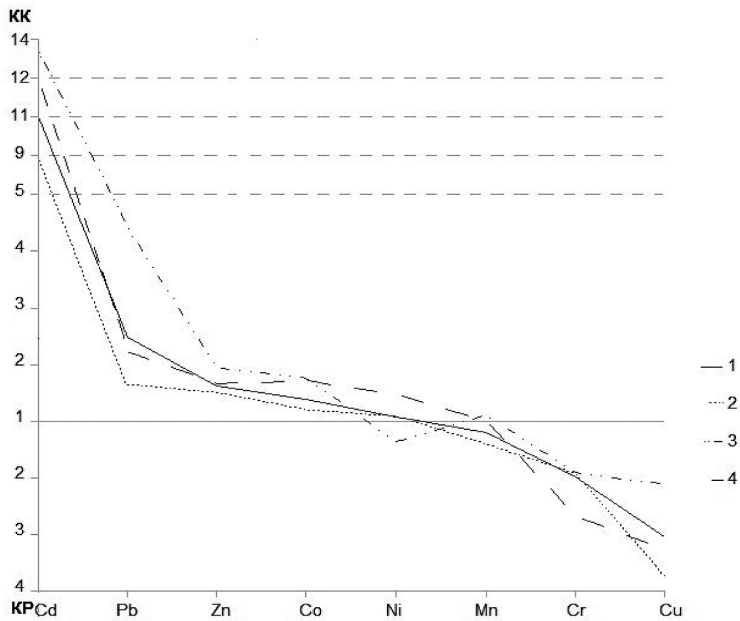
На фиг. 6 са сравнени съдържанията на тежки метали в почвите като цяло от басейна на р. Сазлийка (отразени са техните КК и КР) с тези на почвите около АМ „Тракия“, Мандра баир (сметище) и контролните (фонове) точки. На графиката личи асоциация на елементи (Cd, Pb, Cu и Zn) на почвите около



Фиг. 4. Геохимичен спектър на почвените типове в района:  
 1 – България (фон); 2 – алувиални; 3 – смолници;  
 4 – канелени горски



Фиг. 5. Геохимичен спектър на контролни точки от отделните почвени типове: 1 – България (фон); 2 – смолница (фон); 3 – канелена горска почва (фон); 4 – алувиална почва (фон)



Фиг. 6. Геохимичен спектър на почвите на териториален признак: 1 – почви на района; 2 – АМ „Тракия“; 3 – Мандра баир; 4 – контролни точки

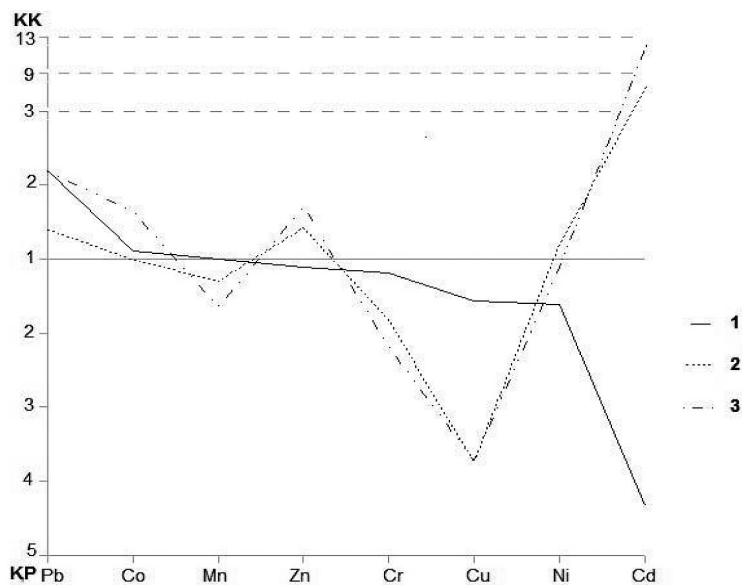
Мандра баир, които са с по-високи концентрации спрямо останалите проучени почви. В останалите концентрации елементите са със стойности, близки до тези за почвите на района.

Сред най-важните почвено-геохимични задачи бе установяването на съдържанията на микроелементи в почвите около новопостроената (и строящата се в друг участък на басейна на р. Сазлийка) АМ „Тракия“. В екологично отношение това е особено важно, тъй като магистралата преминава през най-плодородната част на Старозагорското поле – върху смолници и алувиални почви, които са обект на интензивно стопанско използване. Подобни изследвания на участъци около магистрали и пътища от различна категория в страната не са много. Известно е, че автомобилният транспорт определено замърсява околната среда, и в частност почвите с тежки метали (П е н и н, Н и к о л о в а, 2000; П е н и н, Т а н о в с к а, 2003).

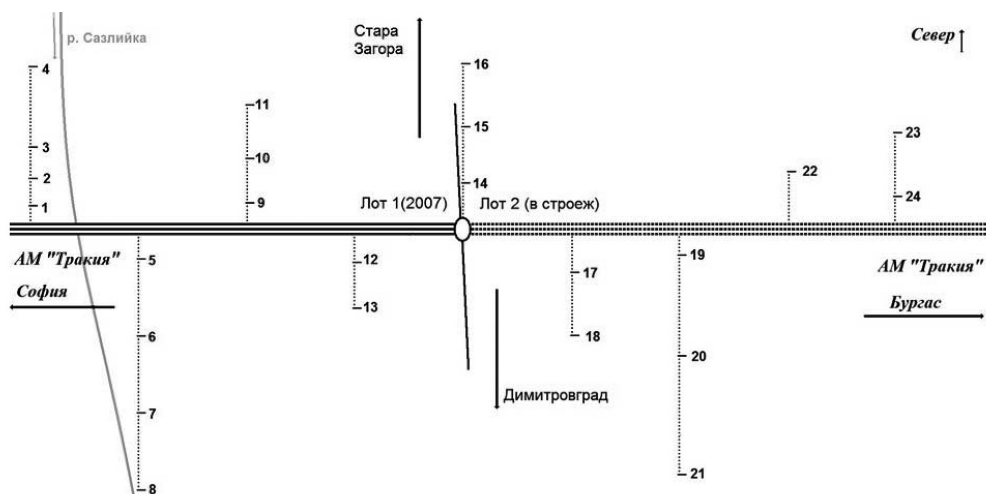
В методологичен аспект е важно проучването на тези участъци преди и след въвеждането им в експлоатация. Това е т.нар. предмониторингов етап, който има за цел да опробва и установи съдържанията на микроелементи в почвената покривка в района на преминаване на магистралата. Методическите основи на подобен тип изследване са разгледани в „Ландшафтно-геохимическите основи фонового мониторинга природной среды“ (1989). Събрани са образци за анализ от А-хоризонт на съответния почвен тип (0–10 m), като се има предвид, че формите на миграция на микроелементите обикновено първо попадат и мигрират именно в този хоризонт, докато акумулацията е възможна за по-ниско разположените хоризонти в зависимост от конкретните почвообразователни процеси. При предмониторинговия етап е важно да се знае общото съдържание и подвижните форми на тези елементи именно в А хоризонт, а мониторингът изисква по-задълбочени изследвания на целия почвен профил в специално подбрани пунктове. Необходимо е да се отбележи, че образци за анализ са събрани непосредствено до магистралата и до около 100–150 m навътре в прилежащите територии. Именно тази ивица – до около 150–200 m, е най-натоварената в техногеохимично отношение и трябва да се следи изменението на съдържанието на тежки метали в пространствен и времеви аспект. Атмогеохимичният пренос зависи от конкретните метеорологични условия, но като цяло най-силният ефект е също в тази ивица около магистралата. Аналогичен тип изследване е направен на бъдещото трасе на магистрален път в района на „Дунав мост – П“ (П е н и н, Т а н о в с к а, 2003). На тази основа са направени и конкретните проучвания на АМ „Тракия“ в района на изследване и получените резултати за съвременното състояние по отношение на концентрациите на микроелементи са отразени във фиг. 7. Съпоставени са съдържанията на проучените микроелементи в почвите на България (фон) с тези в почвите около отделни участъци на АМ „Тракия“ (Лот 1) – участък в експлоатация от 2007 г., и почви от АМ „Тракия“ участък в строеж (Лот 2).

На фиг. 8 са показани местата на пробонабиране. Номерацията отговаря на тази от табл. 2. Част от местата са извън басейна на р. Сазлийка, но са с териториална близост.

Най-общо казано, стойностите на коефициентите (КК и КР) на тежките метали в почвите около АМ „Тракия“ са съпоставими в тези в литосферата, като разлики се наблюдават единствено в съдържанията на кадмий (Cd). И в двата



Фиг. 7. Геохимичен спектър на почвите в района на АМ „Тракия“: 1 – България (фон); 2 – Лот 1 (в експлоатация от 2007 г.); 3 – Лот 2 (в строеж)



Фиг. 8. Пробонабиране в участък от АМ „Тракия“

проучени участъка на автомагистралата се установява повишено съдържание на този елемент. Естествено е да се търси връзка с местния литогеохимичен фон, който не е определен в необходимата степен на представителност, но въпреки това може да се твърди, че Cd присъства във фона (фиг. 5), особено при канелените почви и смолниците.

Освен това от геохимичните проучвания на редица учени е установена връзка между геохимията на Cd и Zn. Счита се, че основният фактор, определящ съдържанието на Cd, е почвообразуващата скала, като средните му съдържания в почвите са от 0,07 до около 1,1 mg/kg (К а б а т а-П е н д и а с, П е н д и а с, 1989). В случая съдържанието на този елемент в почвите около магистралата е средно 1,33 mg/kg. От друга страна, сумарният резултат от съдържанието на Cd в басейна на р. Сазлийка също показва повишени съдържания (фиг. 2), което явно показва, че този елемент присъства в местните почви в относително повишени концентрации, като максималните му стойности са в почвите от района на Мандра баир (местното сметище). Фоновите стойности на Cd обикновено не превишават 0,5 mg/kg и по-високите съдържания свидетелстват за антропогенно влияние в повърхностния хоризонт на съответния почвен тип. Този елемент се абсорбира предимно от почви, в които глината е с относително високо съдържание, което се наблюдава при смолниците и алувиалните почви около магистралата (F a r r a h, P i c k e r i n g, 1977). От друга страна се приема, че кадмият е най-подвижен в средно кисели и кисели почви, особено в интервала 4,5-5,5, докато в алкални условия показва относителна неподвижност. Районът около магистралата е със средна киселинност.

Необходимо е да се отбележи, че получените стойности на съдържание на Cd в почвите около магистралите са съпоставими с подобни изследвания в САЩ, където след дълга експлоатация на съответния пътен участък, стойностите на Cd варират от 1 до около 10 mg/kg (S h a k l e t t e, B o e r n g e n, C a h i l l, R a h i l l, 1973). Останалите елементи (Zn, Pb, Co) са с КК около и под 2, което показва стойности и концентрации в граници, близки до тези в литосферата. Тези констатации трябва да се имат предвид и да се вземат под внимание при евентуален бъдещ мониторинг на тежките метали, особено за Zn и Cd, явяващи се приоритетни при изследване на замърсители около пътища и магистрали. Постъпването на тези елементи е пряко свързано с експлоатацията на превозните средства и качеството и състава на горивото, което ползват.

Получените резултати дават основание като главна мярка за контрол на геоecологичната обстановка в изследвания район да се препоръча разширяването на съществуващата мрежа на ecологичен мониторинг. Въпреки че районът е сред териториите със значително обезпечение на контролни мониторингови точки, като главен недостатък може да се изтъкне, че те са пряк резултат от обществен натиск по конкретен проблем. Той е свързан с продължителните атмосферни замърсявания (т.нар. обгазявания на Стара Загора) през последното десетилетие. Прекаленото обществено фокусиране в една проблемна точка е лишило от достатъчна оценка и внимание други съществуващи проблеми в басейна на р. Сазлийка.

## ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

Районът на Стара Загора е с комплексно усложнена ecологична обстановка вследствие на кумулативния ефект на множество въздействия – голяма урбанизирана територия, развита индустрия, широкоспектърна транспортна инфраструктура (железопътна, автомагистрална, шосейна, тръбопроводна, електропроводна), интензивно земеделие, трансгранични въздействия (като такива

могат да се посочат енергиен комплекс „Марица-изток“ и военно-изпитателен полигон „Змейово“ – и двата обекта със значимо влияние в миналото). Усложнената обстановка би трябвало да наложи потребност от оптимизирана и съвременна мрежа за екологичен мониторинг.

На основата на проведените теренни и лабораторни проучвания могат да се изведат няколко основни препоръки:

- установяване на целогодишен комплексен мониторинг на природната среда в района на сметището при Мандра баир;

- установяване на геохимичната картина в земеделските площи около съществуващото сметище;

- рекултивация на района на сметището;

- извършване на предмониторингово изследване на почвите в района на бъдещето регионално депо за битови отпадъци в землището на с. Ракитница;

- организиране на целогодишен комплексен мониторинг на природната среда в района на новото регионално депо веднага след въвеждането му в експлоатация;

- организиране на периодичен мониторинг на почвите в района на АМ „Тракия“ и други ключови транспортни артерии в района;

- организиране на мониторинг на опорни (контролни, фонове) точки от природната среда на района;

От научна гледна точка ще отбележим, че освен изследваните микроелементи е необходимо да се установят съдържанията и на други приоритетни замърсители, например с органичен произход, както и техните форми на съдържание – сорбирани или органо-минерални, което ще доведе до изясняване на ландшафтно-геохимичната картина на района и възможност за вземане на конкретни природозащитни мерки. Разгледаните резултати са част от комплексното ландшафтно проучване на басейна на р. Сазлийка, което включва установяване на съвременните ландшафти, тяхната структура и динамика, както и възможностите за приемане на екологосъобразни мерки, водещи до съхраняването и подобряването на състоянието на околната среда в един от силно урбанизираните и индустриализирани райони на страната – Старозагорското поле и прилежащите му земи.

## ЛИТЕРАТУРА

В и н о г р а д о в, А. П. Геохимия редких и рассеяных химических элементов в почвах. Изд. АН, 1956.

В и н о г р а д о в, А. П. Среднее содержание элементов в главных типах изверженных горных породземной коры. Геохимия, М., 1962.

Г л а з о в с к а я, М. А. Геохимические основы типологии и методики исследования природных ландшафтов. М., 1964.

Г л а з о в с к а я, М. А., Н. К а с и м о в. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды. Вестн. МГУ, Сер. Геогр. 1987.

Г л а з о в с к а я, М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М., 1988.

К а б а т а – П е н д и а с, А., Х. П е н д и а с. Микроэлементы в почвах и растениях. Изд. Мир, М., 1989.



- Мотузова, Г. В. Принципы и методы почвенно-химического мониторинга. Изд. МГУ, М., 1988.
- Мотузова, Г. В. Соединения микроэлементов в почвах. Либроком, М. 2009.
- Нинов, Н. Един нов таксономичен списък на почвите в България, базиран на системата на ФАО. – Проблеми на географията, кн. 4, БАН, 2001.
- Нинов, Н. Почвено-географско райониране. – В: География на България. ФорКом, С., 2002.
- Пенин, Р. Ландшафтно-геохимическая оценка заповедных территорий Югозападной Болгарии. Дисертация, М., МГУ, 1989.
- Пенин, Р. Ръководство по геохимия на ландшафтите. Изд. СУ, С. 1997.
- Пенин, Р. Природна география на България. Булвест 2000, С., 2007.
- Пенин, Р., Т. Тонев. Почвено-геохимични изследвания в района на АТЗ – Стара Загора. – Проблеми на географията, кн. 3, БАН, 1995.
- Пенин, Р., Ал. Гиков. Фонови ландшафтно-геохимични изследвания в басейна на река Палакария. – Год. на СУ, ГГФ, кн.2, т. 89, 1999.
- Пенин, Р., Н. Николова. Резултати от геоecологични проучвания в източната част на Златишко-Пирдопската котловина (Антонско поле). – Год. на СУ, кн. 2, т. 89, С, 2000.
- Пенин, Р., Хр. Стоянов. Съдържание на тежки метали в почвите и дънните отложения на Кюстендилската котловина. – Год. на СУ, ГГФ, кн. 2, т. 91, 2001.
- Пенин, Р., П. Тановска. Ландшафтно-геохимични изследвания в района на гр. Видин и Дунав мост II. – Проблеми на географията, кн. 1-2, БАН, 2003.
- Перельман, А. И. Геохимия ландшафта. М., 1975.
- Перельман, А. И., Н. С. Касимов. Геохимия ландшафта. Астрей, М., 1999.
- Райков, Р. и др. Проблеми на замърсяването на почвата. Земиздат, С., 1984.
- Сэет, Ю. Геохимическая оценка техногенной нагрузки на окружающую среду. М., 1982.
- Фортескью, Дж. Геохимия окружающей среды. Прогресс, М., 1985.
- Янин, Е. Основные тенденции изменения геохимических черт водотоков и водоемов в антропогенных ландшафтов. Динамики географических систем. Изд. МГУ, М, 1983.
- х х х Агроклиматичен атлас на България. ИХМ, С., 1982.
- х х х Атлас на НРБ, 1973.
- х х х Ландшафтно-геохимическите основи фонового мониторинга природной среды. Наука, М., 1989.
- х х х Почвена карта на НРБ. М 1:200 000. Главно управление по геодезия и картография. С., 1956.
- Anderson, A. On the determination of ecologically significant fraction of some heavy metals on soils. – Swedish J. Agric. Res., 6, 19–25, 1976.
- Farah, H., W. Pickering. The sorption of lead and cadmium species by clay minerals. – Aust. J. Chem., 30. 1417, 1977.
- Fleming, G.A., T. Walsh, P. Ryan. Some factors influencing the content and profile distribution of trace elements in Irish soils. – In: Proc. 9th Int. Congr. Soil Sci. Vol. 2. Adelaide, Australia, 341, 1968.
- Salminen, R. (ed.). Geochemical Atlas of Europe. Part 1: Background Information, Methodology and Maps. Espoo, Geological Survey of Finland, 2005. <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/index.php>
- Shaklette, H. T., J. G. Boergen, J. R. Cahill, R.L. Cahill. Lithium in surficial materials of the conterminous United States and partial data of cadmium. – U.S. Geol. Surv. Circ, 673, 7, 1973.
- Tyler, G. Effect of Heavy Metal Pollution on Decomposition in Forest Soils. SNV/PM. Lund University. Lund, Sweden, 1975.

T y l e r, G. Heavy metal pollution phosphatase activity and mineralization of organic phosphorus in forest soil. *Soil Biol., Biochem.*, 8, 827, 1976.

T y l e r, G. Leaching of metals forms the A-horizon of a spruce forest soil. – *Water, Air Soil Pollution*, 15, 353, 1981.

*Катедра Ландшафтознание и опазване на природната среда, ГТФ,  
СУ „Св. Климент Охридски“*

*rpenin@abv.bg  
dimitar.zhelev@gmail.com*

## ECOGEOCHEMICAL RESEARCH IN THE SOILS IN SAZLIYKA RIVER BASIN

*R. Penin, D. Zhelev*

### (S u m m a r y)

In this article, results of landscape-geochemical research of a part of the Sazliyka river basin (during the 2010 summer) are published, summarized and interpreted. The river is a left Maritza tributary. The investigated area includes landscapes of Sarnena Sredna gora (mountain) and Starozagorsko pole (plain) that are well used for economic purposes and are significantly affected by human activities. The mentioned research area is characterized by complicated environmental situation as a result of the cumulative effect provided by plenty of influences - vast urban territory (city of Stara Zagora), well developed industry, multifunctional transport infrastructure (railway, motorway, roads, pipelines, electricity network), intensive agribusiness, cross territorial impact (as examples can be recognized the 'Maritza Iztok Complex' – the largest energy complex in Bulgaria, and the military testing ground 'Zmeyovo' – both of them with crucial impact in the past decades). This perplexing environmental status requires a necessity of an optimized and modern monitoring network. The research area has been detached applying the basin approach concept.

The specified research tasks have been related to the estimation of background concentrations (and anomalies) of heavy metals in the local soils (there is related research by the authors concerning the river sediments in the same basin). The samples have been collected from different by genesis, geographical distribution and human impact soils, therefore, a full representation of the research area has been achieved.

The initial treatment and geochemical analysis of the samples have been done in the laboratory of the Faculty of Geology and Geography, Sofia University 'St. Klement Ohridski'. The chemical analysis has been implemented with the method of atomic absorption spectrophotometry using the spectrophotometer Perkin Elmer 3030. The concentration rates of the elements Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co, Cr and Cd have been fixed.

An attempt to estimate the technogenic impact over the soil component of the landscapes as a crucial and most informative natural 'centre' has been done. The soil samples have been collected from control (background) locations that are not seriously affected by economic activities on the one hand, and from locations close situated to objects with significant impact – the city landfill, Trakia motorway, agri-

cultural lands; on the other hand. In this article, they are implemented map schemes, data tables and geochemical spectrums all visualizing the research outcomes and particular results. A scientific interest should be attracted by the pre-monitoring data obtained across the new-built sector of Trakia motorway localized in the area.

The accomplished research and its results have been contributed to the organization of landscape-geochemical monitoring (concentration of heavy metals in the soils) in Republic of Bulgaria and Europe. Some negative geochemical impact has been registered over the agricultural lands.

*Key words:* ecogeochemistry, landscape-geochemistry, soil, heavy metals, geochemical background, Sazliyka river basin, technogenic impac