

ЛАНДШАФТНИ И ЕКОГЕОХИМИЧНИ ПРОУЧВАНИЯ В БАСЕЙНА НА РЕКА ИСКРЕЦКА

Румен Пенин, Борислав Григоров

УВОД

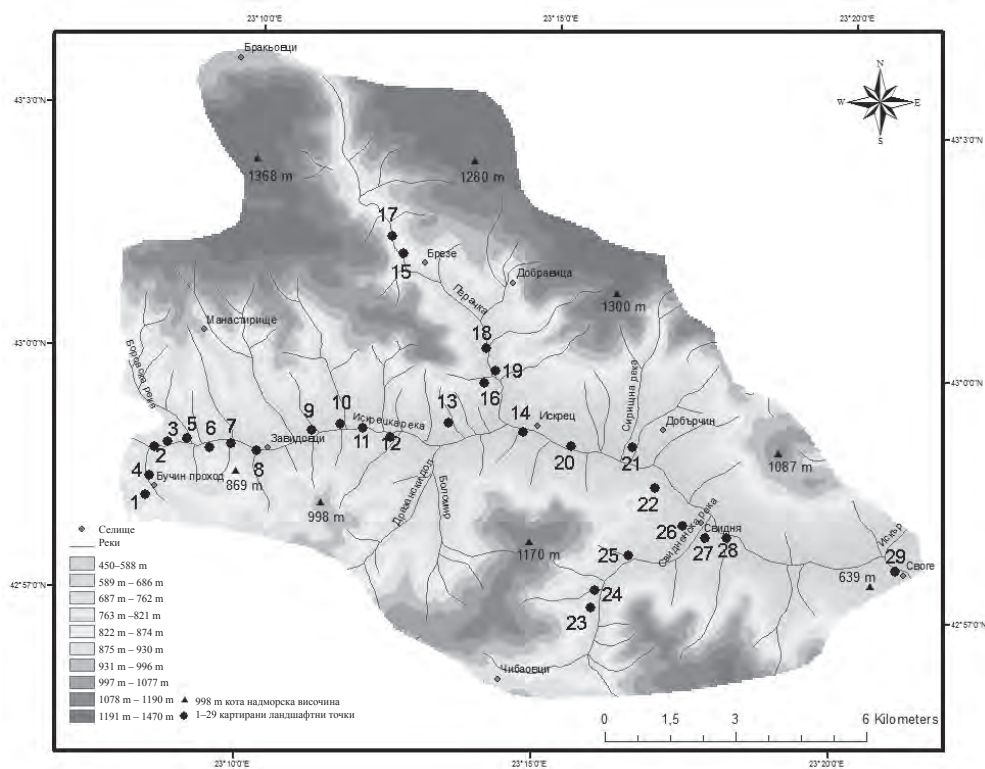
Сред важните задачи на ландшафтната екология са разкриването на съвременното състояние и степента на антропогенизация на ландшафтите. От съществено значение е пространствената локализация на проучвания обект, в случая – басейна на р. Искрецка, и съвременното състояние на природните комплекси в него.

Басейнът попада в една по-голяма територия, която е била обект на изследване на наши и чужди учени. Обща физикогеографска характеристика на района е правена от Ж. Гълъбов, М. Георгиев, А. Велчев, П. Петров и др. Първият, който дава геоложки сведения за територията, е Ами Буе (1840). В края на XIX в. са правени проучвания от Ф. Каниц и Фр. Тоула, както и от основателя на геоложката наука у нас – проф. Г. Златарски (1904, 1908, 1911), който прави описание на скалите с палеозойска и триаска възраст в околностите на с. Искрец. По-късно работят П. Андреев, Ст. Бончев, Ек. Бончев, Д. Яранов, Ем. Белмустаков, П. Пиронков, Калайджиев и др. Морфоложки изследвания в района прави Ж. Радев още през 1915 г. Л. Динев описва денудационни повърхнини, а Г. Балтаков, Д. Ангелова, Ал. Бендерев, И. Илиева, Т. Ненов проучват развитието на карста в Искърския пролом. Ландшафтни изследвания в поречието на р. Искрецка са извършени от Б. Грозданова (1980), Е. Лазарова (1985) и И. Лаловска (2001).

Основната цел на изследването е на базата на установената ландшафтна структура да се проучат съвременните антропогенни нарушения, приоритетно в ландшафтно-геохимичен аспект.

ОБЕКТ НА ПРОУЧВАНЕ

Басейнът на р. Искрецка е разположен в Западна Стара планина. На север е обграден от планината Понор, а на юг е разположена Мала планина. На запад граничи с планината Чепън, а на изток е Голема планина (фиг. 1).



Фиг. 1. Басейнът на р. Искрецка и картираните ландшафтни точки (1–29)

Площта на изследвания басейн е около 254 km², като най-ниската му точка е 460 m в района на гр. Своге при вливането на р. Искрецка в р. Искър. Най-високата точка е вр. Препасница (1470 m) в Понор планина. Малки части от района спадат към равнинно-хълмистия пояс от 200 до 600 m, най-голям процент от територията – в нископланинския пояс от 600 до 1000 m, а неголеми части са в среднопланинския пояс от 1000 до 1600 m – това са територии в Мала планина и главно в Понор планина. Основните водосбори са тези на реките Искрецка, Свидненска, Брезенска и Сирещна. Дължината на р. Искрецка е 21,6 km. Тя е най-дългият и пълноводен приток на р. Искър в Старопланинския пролом. Голямото разпространение на карбонатни скали е обусловило развитието на типичен карст и формирането на обилни карстови води. Карстът е и причината за наличието на специфични карстови ландшафти със своеобразна структура и ландшафтно-геохимичина и геофизична характеристика.

Река Искрецка се характеризира с най-голям отток през м. април – 7,7 m³/s, а най-нисък е той през август и септември, съответно 1,21 и 1,54 m³/s (Христова, 1992). Характерно за речната вода е неутрално до слабо основно рН. В нея се съдържат калциеви, магнезиеви, натриеви, калиеви и други катиони, както и хлорни, амониеви, сулфатни и други аниони в определени количества (Хидрологичен справочник..., 1958). Басейнът на р. Искрецка спада

към хидрогенкарбонатно-калциево-сулфатната и хидрогенкарбонатно-сулфатно-калциевата хидрофация (Йорданова, 1997)

Както всяка река, така и р. Искрецка транспортира наноси, които я характеризират с определена мътност. Съставът, количеството и качеството на наносите са променени, особено през последните 50–60 години, във връзка със засилената антропогензация от различни стопански дейности.

Антропогенният фактор е много важен за преобразуването на ландшафтите в басейна на р. Искрецка. Западно от Искърския пролом е минавал много важен римски път – от Враца, през Зимевица, край Заселе, през с. Добърчин, под Искрецкия санаториум, към Свидненската река стигал до Чибовските махали. Друг важен път е минавал през Своге, градището Баломир, Искрецко, слизал е в Искрецката река, следял е десния бряг на Брезенска река и се отправял към с. Бракъовци. В някогашното с. Своге има следи от стари гробища, при различни разкопки са намерени монети, открити са останки от „латинска“ черква „Св. Петка“ от XVI или XVII в. Подобни следи са забелязани по време на теренните изследвания в североизточната част на с. Искрец.

В миналото горите са заемали много по-голямо пространство. На места те са били напълно непроходими. Унищожавани са хищнически, без да се мисли за бъдещето (Динев, 1943). Отделни неголеми ареали от стари дъбови гори има по северните склонове на Мала планина. В околностите на с. Бучин проход някога е имало гъсти гори и непроходими трънаци, както го описва Стефан Стамболов. Още от древността тук са минавали кервани от Константинопол за Рим.

Съвременната антропогензация в басейна на р. Искрецка е много разнообразна. Наблюдават се в различна степен антропогенни и антропогенизирани ландшафти. Важно място заема селскостопанската дейност, която е най-старата разумна човешка дейност. Днес може да бъде проследена около леглото на р. Искрецка Освен това по склоновете на Мала планина и Понор в рамките на малки пространства се отглеждат картофи, малини, лозя. Сравнително силно е развита и горско-стопанската антропогензация (дърводобив и засаждане предимно на черен бор).

В басейна на р. Искрецка се наблюдава и рекреационна антропогензация, изразена в пешеходен туризъм – пътеките, където се развива т.нар. „козя ерозия“, лов, риболов, събиране на билки и гъби, велотуризм, АТВ. Тук трябва да се прибави и Санаториумът за белодробно болни.

Към съвременната антропогензация трябва да отнесем и изсичането на гори за построяване на пътища, за прокарване на други съобщения, за строеж на клетки на мобилните оператори. Кариерата в с. Искрец, в която се добиват варовици, е място, където се изменя и в момента релефът на района.

ТЕОРЕТИЧНИ ПОСТАНОВКИ

Геохимичното направление е основен фокус в изследването на басейна на р. Искрецка. Геохимичната парадигма се основава на използването на химико-аналитични методи при проследяване на веществения обмен в ландшафтната сфера. Установяването на типовете геохимични миграции в хоризонтално и

вертикално направление е изключително важно за разкриване на геохимичната картина на антропогенното въздействие върху природната среда (П е н и н, 1989, 1997; П е т р о в, 1990). Методологичната база на това направление е системният подход. Основите му са във вид на взаимосвързан анализ на химичния състав на компонентите на ландшафта и връзките между самите ландшафти. Те са положени от Б. Полинов и неговите последователи (А. И. Перельман, М. А. Глазовская, Н. С. Касимов и др.). Системният подход позволява да се проследи миграцията, диференциацията и акумулацията на химичните елементи във фонови и в силно антропогенизирани ландшафти (П е н и н, 1997).

В геохимията на ландшафтите се използват разнообразни показатели за определяне на връзките и съотношенията между наличието на разнообразни химични елементи в природните обекти. Съдържанието на химичните елементи в различните типове скали на земната кора обикновено се различава от кларка в литосферата. В работата са използвани два от най-показателните коефициента: кларк на концентрация (КК) и кларк на разсейване (КР). С тяхна помощ са изготвени специализирани геохимични спектри. Радиалната структура на елементарните ландшафтно-геохимични системи обикновено се характеризира с редица ландшафтно-геохимични коефициенти, отразяващи взаимодействието между отделните системи почва-растение, скала-почва, атмосфера-почва и др. Радиалната диференциация зависи от строежа на почвения профил, от химичния и минералния състав, от разпределението на органичното вещество, от съдържанието на соли, от присъствието на геохимични бариери. В случая е използван коефициентът на радиална диференциация (KR) (П е н и н, 1997).

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ НА ПОЧВЕНО-ГЕОХИМИЧНИТЕ ПРОУЧВАНИЯ

За постигане на поставената цел за ландшафтно-геохимични проучвания на басейна на р. Искрецка е проведено теренно изследване с опробване на два от най-информативните компоненти на ландшафтите – почвите и дънните отложения (наслаги, утайки). Събрани са представителни образци за лабораторен анализ в различни ландшафти от басейна. Местата на събиране на пробите са отбелязани на предложената карта на фактическия материал (фиг. 1), а описанието им е представено в табл. 1. Номерацията на фиг. 1 отговаря на номерата на ландшафтните точки в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Съдържание на тежки метали (ppm; mg/kg) в почвите и дънните отложения (ДО) в ландшафтни точки (ЛТ) в басейна на р. Искрецка

ЛТ	Вид	Място	Съдържание на елементи							
			Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	Cd
ЛТ1	ДО	извор на р. Искрецка при с. Бучин проход	23,99	124,97	93,97	1044,7	16,99	27,99	30,99	0,99

ЛТ2	А хор. 0–8 cm контр. проба	на 50 m от извора	36,76	931,42	168,75	1649,9	48,08	40,53	78,24	5,65
ЛТ3	А чим 0–8 cm контр.	при разкло- на за Своге	8,30	29,51	32,28	136,52	10,14	9,22	25,82	0,92
ЛТ4	ДО	р. Искрецка след влива- не на потока	47,33	159,03	70,05	352,13	42,59	28,39	47,33	1,89
ЛТ5	А чим 0-4 cm	р. Искрецка, малко след цистерните	38,79	107,42	86,53	1730,8	53,71	49,73	80,57	1,98
ЛТ5	А хор. 4–14 cm	р. Искрецка, малко след цистерните	33,65	95,18	63,45	1278,7	51,91	47,11	84,60	1,92
ЛТ5	В хор. 15–22 cm	р. Искрецка, малко след цистерните	30,93	243,23	62,94	1016,7	45,87	53,34	88,54	2,13
ЛТ5	ВС хор. 22–30 cm	р. Искрецка, малко след цистерните	31,48	89,37	72,10	1028,8	43,66	50,77	83,27	2,03
ЛТ5	С хор. 30 ↓ cm	р. Искрецка, малко след цистерните	38,17	221,01	68,31	964,43	73,33	51,23	83,38	2,00
ЛТ6	ДО	след ЛТ5 вдясно от пътя	19,05	137,84	42,58	198,35	14,56	15,68	23,53	1,12
ЛТ7	контр. проба А хор. 0–6 cm	над реката -смесена гора	22,41	56,02	83,52	321,89	25,46	30,55	47,87	1,02
ЛТ8	ДО	вдясно от пътя между Витово и Завидовци	21,06	160,09	47,39	291,74	16,85	23,17	36,86	1,05
ЛТ9	контр., пойма 1-2 m от реката	ляв бряг р. Искрецка	17,54	57,51	57,51	425,03	24,37	28,27	37,04	0,97
ЛТ10	ДО	Завидовци -ляво дере	19,93	72,38	57,70	418,59	34,62	34,62	49,30	1,05
ЛТ11	почвен профил, А чим 0–3 cm	вдясно от пътя, при сечището	40,30	285,34	79,55	1004,5	40,30	41,36	80,61	2,12
ЛТ11	А хор. 3–20 cm	вдясно от пътя, при сечището	34,31	122,40	78,82	762,25	40,80	43,58	76,96	1,85

ЛТ11	ВС хор. 20–100 cm	вдясно от пътя, при сечището	32,93	136,60	54,25	558,00	44,56	44,56	81,37	1,93
ЛТ11	С хор. 100↓ cm	вдясно от пътя, при сечището	30,00	98,01	51,00	476,06	39,00	40,00	73,01	2,00
ЛТ12	ДО	вдясно от пътя, под сечището	14,67	43,11	43,11	226,58	20,18	25,68	33,023	0,92
ЛТ13	стари ДО	от долинно- то разшире- ние	15,67	91,10	40,16	254,70	20,57	24,49	37,22	0,98
ЛТ14	ДО	при с. Ис- крец – сре- щу фермата	16,69	41,73	34,31	208,69	17,62	23,18	31,53	0,93
ЛТ15	интеграл- на проба от кърти- чина	над с. Бре- зе, сухо дере	30,68	299,65	63,40	910,20	70,56	33,74	65,45	2,05
ЛТ 16	почв. проба, А хор. 0–8 cm	от с. Бре- зе към с. Ис- крец, вляво от пътя, преди пеще- рата	37,43	116,24	77,82	1000,9	55,16	41,37	66,00	1,97
ЛТ17	ДО	р. Брезенска между с. Брезе и с. Бракьовци - ляв приток	21,67	77,27	51,83	172,46	35,81	32,04	39,58	2,82
ЛТ18	вътреш- нопе- щерен свив от временни потоци	пещерата – Душника	3,95	21,75	18,78	116,67	4,94	4,95	9,88	–
ЛТ19	ДО	р. Брезенска след извора	16,90	200,69	83,44	228,16	25,35	20,07	30,63	2,11
ЛТ20	ДО	р. Искрецка, центъра на Искрец, де- сен бряг	14,23	58,95	94,53	193,13	14,23	18,29	28,46	1,01
ЛТ21	почв. проба, контр., А чим 0–8/10 cm	пътят за с. Добърчин	27,19	90,33	52,45	555,60	37,88	46,62	62,16	1,94

ЛТ22	ДО	преди с. Свидня, ляв бряг – 500 m от разклона с. Добърчин	16,82	69,28	59,38	242,50	16,82	28,70	33,65	0,98
ЛТ23	ДО	приток на р. Свидненска, по пътя за с. Чипаовци	39,46	178,07	40,42	605,45	40,42	35,61	65,45	1,92
ЛТ24	почв. проба, А чим 0–8 cm	в съседство до Т23	22,81	52,57	55,54	384,86	21,82	25,79	49,59	0,99
ЛТ25	ДО	пътят за с. Свидня – Свидненска река	49,01	139,51	60,32	732,43	33,93	34,87	100,86	1,88
ЛТ26	ДО	р. Искрецка, с. Свидня, преди завода	23,80	72,41	45,63	229,14	26,78	22,81	43,64	0,99
ЛТ27	почв. проба, контролна	вход на завода, по пътя от ляво	34,29	84,42	64,19	1371,9	29,90	33,41	54,52	1,75
ЛТ28	ДО	р. Искрецка, след завода, железното мостче	20,55	77,31	83,18	251,51	27,40	25,44	47,95	0,97
ЛТ29	ДО	устие на р. Искрецка	29,75	194,93	54,37	278,04	27,70	23,59	48,22	1,03

Сред основните задачи е определянето и характеризирането на геохимичната картина в почвената покривка в избрани ландшафти от басейна на р. Искрецка. Събирането на пробите е осъществено след предварително проучване и избиране на най-подходящите места и е съобразено със съответната методика. Химичният анализ е извършен чрез метода на атомно-абсорбционната спектrophотометрия със спектrophотометър „Перкин-Елмер“-АА в СУ „Св. Кл. Охридски“. Установено е общото съдържание на микроелементите (mg/kg; ppm): мед (Cu), цинк (Zn), олово (Pb), манган (Mn), никел (Ni), кобалт (Co), хром (Cr) и кадмий (Cd).

В табл. 2 е направено сравнение за съдържанието на тежки метали в почвите на света, Европа, България и басейна на р. Искрецка, което позволява по-задълбочена интерпретация на получените резултати.

Т а б л и ц а 2

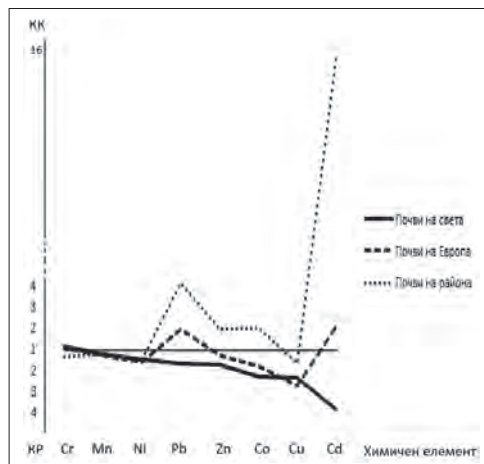
Съдържание на тежки метали ($\mu\text{g}/\text{kg}$) в почвите на света, Европа, България и басейна на р. Искрецка (¹ по Виноградов, 1962; ² по Виноградов, 1956; Kirkham, 2008, ³ по Salminen, 2005; ⁴ по Мирчев, 1971; Райков и др., 1984; ⁵ по Пенин, 2003)

Почви/Химичен елемент	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	Cd
Литосфера ¹	47	83	16	1000	58	18	83	0,13
Почви на света ²	20	50	10	850	40	8	100	0,5
Почви на Европа ³	17,3	68,1	32,6	810	37,3	10,4	94,8	0,28
Почви на България ⁴	30	75	35	1000	36	20	70	0,32
Почви на България – фон ⁵	24	67	25	695	32	16	60	0,03
Почви на България – техногенни територии ⁵	72	79	36	867	37	17	74	1,1
Почви на района	29,05	165,16	67,96	825,98	40,08	37,7	64,68	1,96
Почви на контролни точки	29,49	169,04	75,04	885,24	36,63	36,47	62	1,93

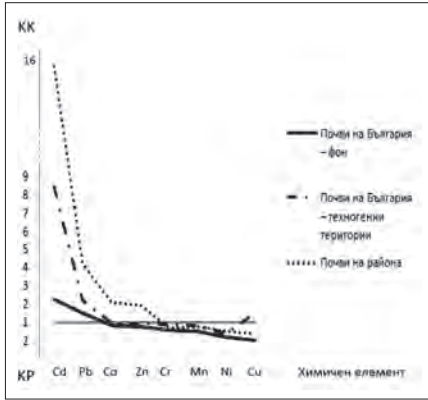
Въз основа на посочените изходни данни са изчислени коефициентите КК и КР за изследваните химични елементи. Изготвен е геохимичен спектър за почвите на света, на Европа и в района на басейна на р. Искрецка (фиг. 2). От спектъра личи, че стойностите на елементите в района са по-високи от тези за Европа и света с изключение на елемента Cr. При елементите Mn и Ni се наблюдават сравнително еднакви стойности и за трите криви. Те са в границата на показателя КР, т.е. количеството им е по-ниско от това в литосферата. Отчетлива разлика се открива при елемента Pb за района. Той изпъква над стойността му за Европа и света със стойност в диапазона на коефициента КК. Елементите Zn и Co за почвите на Европа и света са рамките на КР, докато в района са с по-високи стойности от тези в литосферата.

Елементът Cd се откроява с най-голямата разлика за трите криви. Стойността му за басейна на р. Искрецка е 15,08, което означава, че превишава кларка на литосферата 15 пъти, а кларка на почвите на Европа – над 7 пъти.

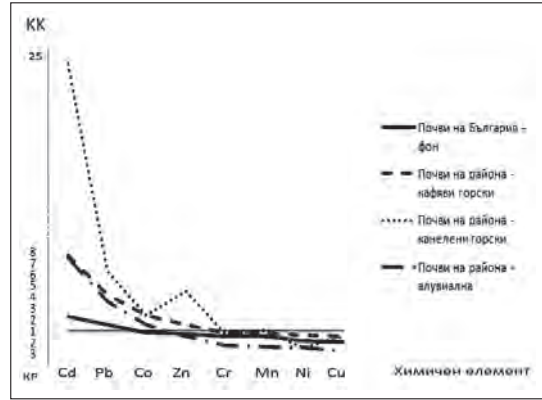
Изготвен е и геохимичен спектър на базата на изчислени показатели КК и КР за почви на България във фонови и техногенни територии и почвите в басейна на р. Искрецка (фиг. 3). От него ясно личи, че повечето микроелементи са с повишено съдържание по отношение на литосферата, с изключение на Cu, Cr и Mn. Най-високо съдържание в почвите в района има



Фиг. 2. Геохимичен спектър на почвите на света, Европа и проучвания басейн



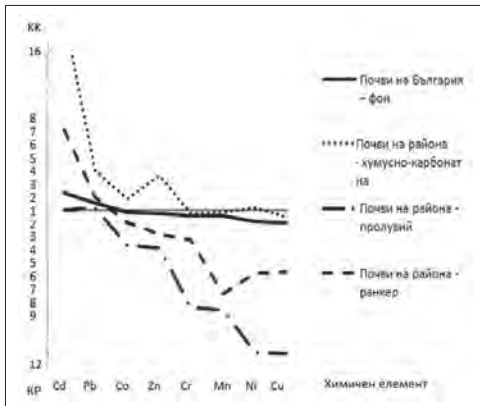
Фиг. 3. Геохимичен спектър на почвите на България (фон), почвите на България (техногенни територии) и почвите на проучвания басейн



Фиг. 4. Геохимичен спектър на почвите на България (фон) и почвите на проучвания район – кафяви горски почви, канелени горски почви и алувиално-ливадни почви

Cd – $KK=15,08$. Следва елементът Pb, който също превишава кларкът на литосферата ($KK=4,25$). Елементите Zn и Co са с невисоки стойности на KK. Елементите Cr, Mn, Ni и Cu са с приблизителни стойности на КР около 1. Cr, Mn и Ni съвпадат приблизително и за трите криви, а с най-висок КР за басейна е елементът Cu (1,62).

Съставен е геохимичен спектър с цел сравняване на типовете почви в басейна на р. Искрецка, който от своя страна е съпоставен с фона на почвите за България. Спектърът е разделен на две части за по-добра четливост на графиките (фиг. 4 и 5). На фиг. 4 личи, че при канелените горски почви на района с най-висок KK е Cd (24, 54). Той надвишава трикратно стойностите на Cd в кафявите горски почви и алувиалната почва. В канелените горски почви на второ място е елементът Pb със стойност на KK над 6, елементите Co и Zn имат стойности на KK около 4. Елементите Cr, Ni и Cu имат стойности на КР = 1,5 – 2.



Фиг. 5. Геохимичен спектър на почвите на България (фон) и почвите на проучвания район – хумусно-карбонатни, пролувийни и ранкери

Стойността на Cd в кафявите горски почви и алувиалната почва превишават кларка на литосферата над 7 пъти. И в двата почвени типа по стойности на KK следват Pb и Co. Елементите Cr, Mn, Ni и Cu са с по-ниски стойности в почвите, отколкото в литосферата. Тези четири елемента в алувиалната почва са с по-ниски стойности дори и от почвите на България (фон).

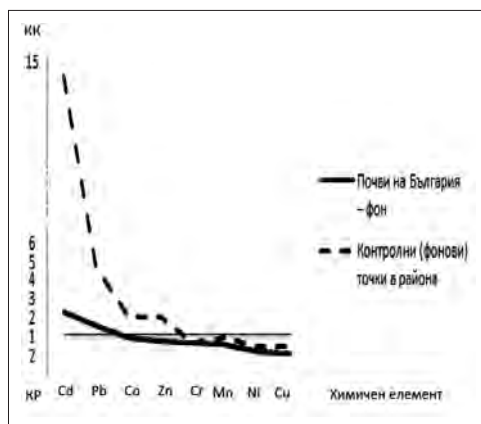
Втората част на спектъра е представен на фиг. 5 и в нея са включени почви на България (фон), хумусно-карбонатна почва, пролувий и ранкер

от района на басейна на р. Искрецка. В хумусно-карбонатната почва Cd е с най-висока стойност на КК (15,73) – 15 пъти повече от съдържанието на Cd в литосферата. След Cd се нарежда Pb – стойност на КК=3,96. Co и Zn също са с по-високи стойности в хумусно-карбонатната почва, отколкото в литосферата. Елементите Cr, Mn и Cu са с по-ниски стойности от литосферните. Ранкерите имат стойности на КК само за Cd и за Pb. Останалите елементи са с КР между 2 и 7. Почти всички елементи са с по-ниски съдържания от почвения фон на България. За пролувиалната почва се забелязва, че единствено Pb има стойност на КК. От всички останали елементи Ni и Cu са с най-висок КР – почти 12, както и Cr, Mn, Zn и Co са с по-висок КР в сравнение със съдържанието на тези елементи в другите почвени типове.

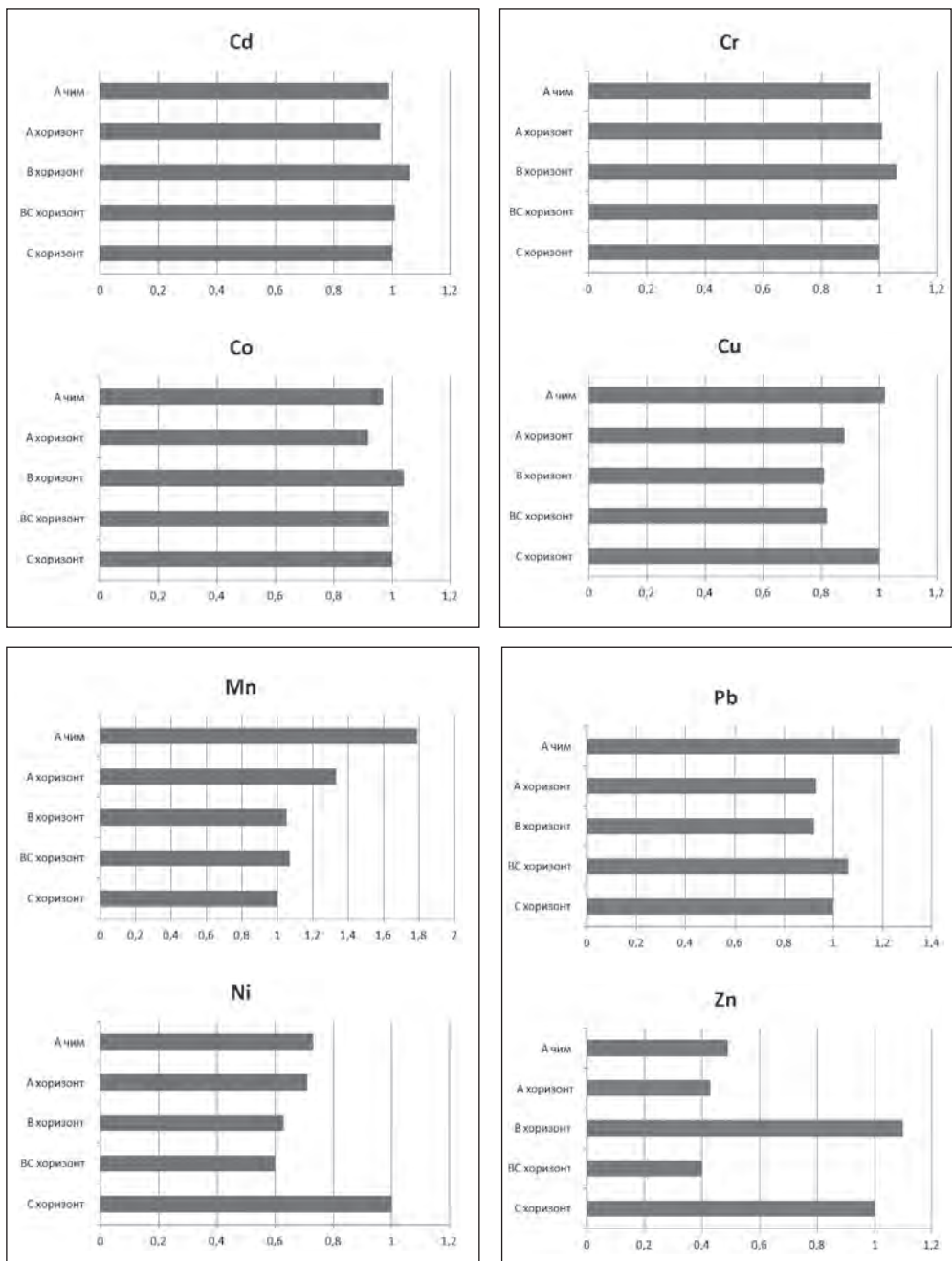
Съставен е и геохимичен спектър за контролни (фонове) точки в басейна на р. Искрецка, обединен за всички почви, като целта в него е сравнение с почвения фон на България (фиг. 6). Елементите Cr, Mn, Ni и Cu имат сравнително еднакви стойности на концентрация, които са по-ниски от тези на елементите в литосферата. Отчетлива е разликата при елемента Zn. В почвите на България той е със стойност на КР от 1,24. При фоновите точки от басейна на р. Искрецка стойността му е 2,04, но вече като КК. Подобна е ситуацията за елемента Co. За Pb и двете стойности са над съдържанието на елемента в литосферата, но показателят за басейна на р. Искрецка надвишава този за фона за България с около три единици. Най-отчетлива е разликата в стойностите на елемента Cd. И в двата случая той е със стойности на КК, но за фона на България КК е 2,31, а за района на басейна на р. Искрецка КК е 14,85. Това е превишение от почти 6 пъти.

Радиална геохимична диференциация. За разкриване на радиалната геохимична диференциация са изготвени графики на два почвени профила на кафяви горски почви от басейна на р. Искрецка, в които е проследена диференциацията на химичните елементи по почвените хоризонти (фиг. 7).

Стойността на R на елемента Cd е най-висока в В хоризонт, а най-ниска – в А хоризонт, докато в останалите три хоризонта R е около 1. Подобна е ситуацията и за Co. Диференциацията при Cr е слабо проявена, като най-висок е коефициентът за хоризонт В. За Cu се наблюдава друга графична картина в сравнение с предишните елементи. Максималните стойности за Cu се разкриват при А чим и С хоризонт. По-висока стойност на R за Mn се наблюдава в А чим, а минималната е в С хоризонт, докато хоризонти В и ВС имат близки стойности, но над 1. Елементът Ni показва повишена концентрация в С хоризонт, а най-ниски стойности в ВС и В хоризонт. Вероятно това се дължи на пряко литогеохимично влияние от страна на почвообразуващата скала. Pb е с най-висока стойност на R



Фиг. 6. Геохимичен спектър на почвите на България (фон) и местни фонове точки от различни почвени типове



Фиг. 7. Стойности на радиалната геохимична диференциация (KR за изследваните микроелементи: първи почвен профил на кафява горска почва)

в А чим, а с най-ниски е в А и В хоризонт. В дълбочина на профила се забелезва увеличение на стойността на R. Най-висока е концентрацията на Zn в В хоризонт, а най-ниска – в ВС хоризонт. В сравнение с останалите разгледани микроеле-

менти Zn се отличава с най-ниски стойности на радиална диференциация. Но по отношение на съдържанието на елемента се установяват повишени количества в целия почвен профил, което е резултат по всяка вероятност от влиянието на местния литогеохимичен фон.

Получените данни за съдържания на тежки метали във втория почвен профил на кафяви горски почви от дясната приточна система на р. Искрецка са използвани за разкриване на радиалната диференциация. Тук изследваните почвени хоризонти са четири: А чим, А, ВС и С хоризонт. Няма признаци за ясно обособен В хоризонт.

Най-висока концентрация за Cd се отбелязва в А чим, а най-ниската е в А хоризонт. Има различие между натрупването на Cd в почвените хоризонти тук и в хоризонтите на първия описан почвен профил. Възможно е повишената концентрация в А чим да се дължи предимно на биогеохимичния фактор. Изследване на поглъщането на Cd от растенията и натрупването му впоследствие в повърхностните хоризонти е разгледано от редица автори. Особено лесно се поглъщат разтворимите форми на елемента, възможно е и пасивно поглъщане от страна на корените на растенията, а също и по метаболичен път (S me y e r s - Verbeke, Graeve, Francois, de Jaegere, Massart, 1978).

Геохимия на дънните отложения в басейна на р. Искрецка. Освен геохимичната обстановка, свързана с почвите в басейна на р. Искрецка, в работата е разгледана и геохимичната картина по отношение на дънните отложения (наслаги, наноси). Те представляват особен фокус при анализиране на геохимичната обстановка в ландшафтите на дадена територия. Дънните отложения служат като добра база за улавяне на различни замърсявания с тежки метали в целия изследван басейн. Фината дънна фракция е носител на информация от всички части на басейна на р. Искрецка. В нея се акумулират различни замърсители.

Събрани и изследвани са 17 проби от дънните отложения на р. Искрецка и нейните притоци (фиг. 1). Анализирани са същите микроелементи (Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co, Cr, Cd), както и при почвените проби (табл. 1). В табл. 3 са посочени стойности на съдържание на тежки метали в дънните отложения в речните басейни на света и в Европа, както и в България, като са съпоставени с геохимичната ситуация във фонове и техногенни територии у нас.

Т а б л и ц а 3

Съдържание на тежки метали (в $\mu\text{g}/\text{kg}$) в дънни отложения (ДО) на речните басейни в Европа, България и басейна на р. Искрецка (¹ по Виноградов, 1962; ² по Salminen, 2005; ³ по Пенин, 2003)

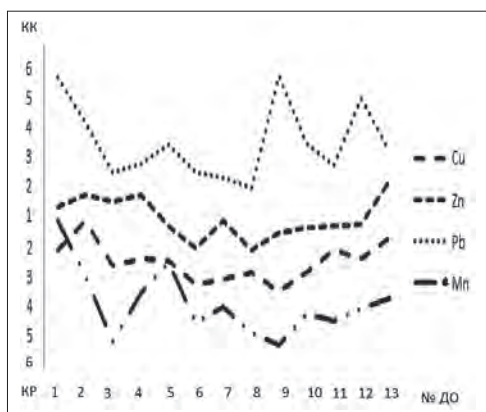
ДО/Химичен елемент	Cu	Zn	Pb	Mn	Ni	Co	Cr	Cd
Литосфера ¹	47	83	16	1000	58	18	83	0,13
ДО в Европа ²	22,1	120	38,6	1120	35,2	11,2	92,8	0,53
ДО на България – фон ³	45	94	25	777	28	17	64	1
ДО в България – техногенни територии	217	155	102	972	35	37	74	1,9

ДО само на р. Искрецка	21,81	100,25	58,96	322,3	22,84	24,78	37,83	1,07
ДО на басейна на р. Искрецка	24,16	111,69	58,97	348,73	25,44	26,16	42,84	1,33
ДО на р. Брезенска (ляв приток)	19,29	138,99	67,64	200,31	30,58	26,06	35,11	2,47
ДО на р. Свидненска (десен приток)	44,24	158,79	50,38	668,95	37,18	35,25	83,16	1,91

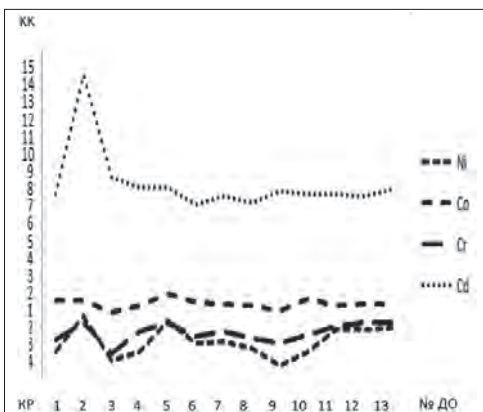
Съставен е геохимичен спектър на тежки метали от извора на р. Искрецка до устието ѝ при гр. Своге. Спектърът е разделен на две части, за да има по-добра и ясна четливост на съдържанието му (фиг. 8 и 9). В първата част (фиг. 8) са вместени резултатите от получените данни за коефициентите КК и КР на елементите Cu, Zn, Pb, и Mn. Проследена е концентрацията им във всяка от тринадесетте взети проби по протежение на р. Искрецка от извора ѝ до вливането ѝ в р. Искър.

Съдържанието на Pb изпъква над останалите елементи. Неговият КК е най-висок при проба № 9, а най-нисък – при проба № 8. От проба № 3 до № 8 концентрацията му е относително постоянна. Забелязват се три пикови момента: при проби № 1, № 9 и № 13. На второ място по стойности на КК е Zn, който в пробите от № 1 до № 4, както и № 7 и № 13 се характеризира с КК между 1 и 2. Останалите проби спадат към графата с КР. Като цяло елементите Cu и Mn са с по-ниски концентрации в обекта, отколкото в литосферата. В пробите от № 5 до № 13 техният КР е между 2 и 5.

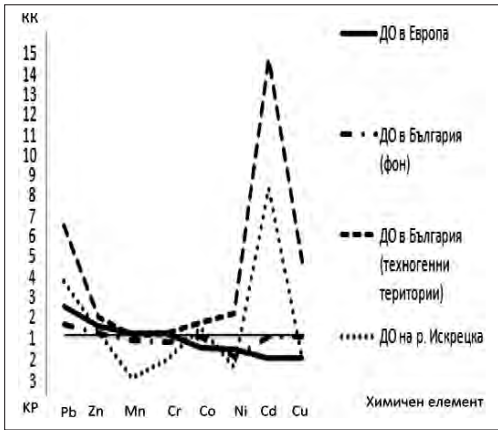
Във втората част от геохимичния спектър (фиг. 9) за концентрация на тежки метали в дънните отложения на р. Искрецка са включени химичните елементи Cd, Ni, Co, и Cr. Елементът Cd се отличава с най-високи стойности на КК в сравнение с останалите. Най-голям е неговият КК в проба № 2 – почти 15. От проба № 3 до проба № 13 се наблюдава една постоянна стойност на КК от



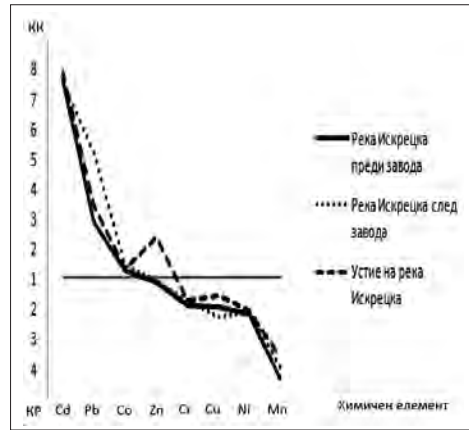
Фиг. 8. Геохимичен спектър на микроелементите Cu, Zn, Pb и Mn от извора на р. Искрецка до устието ѝ при гр. Своге (1)



Фиг. 9. Геохимичен спектър на микроелементите Cd, Ni, Co и Cr от извора на р. Искрецка до устието ѝ при гр. Своге (2)



Фиг. 10. Геохимичен спектър на микроелементите в дънните отложения на речните басейни в Европа, България (фон), техногенни територии в България и дънните отложения на р. Искрецка



Фиг. 11. Геохимичен спектър на микроелементите в дънните отложения на р. Искрецка преди, след Шоколадовата фабрика при град Своге и в устието на реката

около 7–8. Со е с преобладаващо по-висока КК в обекта – около 1, отколкото в литосферата. Изключение прави проба № 3, в която той е с по-ниска концентрация от литосферата и с КР около 1. Елементите Cr и Ni са с отчетливо по-ниска концентрация в обекта в сравнение с литосферата. КР е между 1 и 4, като при Ni се наблюдава най-високата стойност на КР=4,14.

Изготвен е геохимичен спектър на дънните отложения по р. Искрецка. В него са използвани данни, получени след изчисленията на коефициентите КК и КР. Данните се отнасят за ДО в речните басейни на Европа, България (фон), техногенни територии в България и за р. Искрецка (фиг. 10).

При анализа се разкриват някои особености. Забелязва, че с водеща стойност на КК е Cd в ДО на р. Искрецка, който надвишава тези на Европа с 10 единици, а на България (фон) – с 9 единици. Единствено в техногенни територии на България Cd е с почти два пъти повече стойности в сравнение с ДО на р. Искрецка. На второ място по стойност на КК в ДО на р. Искрецка се нарежда Рb – 3,69, следван от Со. И двата елемента в ДО на р. Искрецка са с по-високи стойности на КК от тези в ДО на речните басейни в България (фон) и в ДО на речните басейни в Европа, но не превишават стойностите на КК в техногенните територии на страната. Елементите Mn, Cr, Ni и Cu в ДО на р. Искрецка са с по-ниска концентрация в сравнение с литосферата, те са в диапазона на показателя КР. От тях с най-висок КР е Mn – 3,1.

Последният геохимичен спектър се отнася за съдържанието на 8 микроелемента в дънните отложения на р. Искрецка преди, след Шоколадовата фабрика при гр. Своге и устието на реката (фиг. 11).

С най-висок кларк на концентрация от всички елементи е Cd. И в трите случая стойностите му са приблизително еднакви – КК е около 8, т.е. с 8 единици повече от кларка на Cd за литосферата. На второ място по стойности на КК се нарежда Рb. Той е с най-висок КК след фабриката – около 5, а преди завода

и при устието неговият КК е около 3. При Со се наблюдават еднакви стойности на КК и в трите случая. По отношение на Zn се открива сериозна разлика. При устието на реката Zn е с КК над 2, докато преди и след завода е със съдържание, което е по-ниско от това в литосферата. В двата случая Zn е с КР около 1. Най-вероятно това се дължи на антропогенното въздействие от страна на канализационната система на гр. Своге. Елементите Cr, Cu и Ni са с по-ниски съдържания в обектите, отколкото в литосферата. С най-висок КР от всички елементи е Mn, като преди завода неговият КР е най-голям – над 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведените геохимични изследвания на почвите ни показват, че като цяло по отношение на фоновите територии за страната, почвите в света и Европа в почвите в басейна на р. Искрецка се отчита по-висока концентрация на асоциация от тежки метали (Cd, Pb, Co, Zn). Получените резултати и интерпретацията на съдържанията на микроелементите в дънните отложения от басейна на р. Искрецка показват, че той е относително по-чист в сравнение с техногенни територии в страната. Съпоставени с дънните отложения на речните басейни в Европа, съдържанията в басейна са с по-високи стойности на тежките метали, което изпъква и при почвите и се отнася преди всичко за асоциацията: Cd, Pb, Co, Zn.

На основата на направените теренни и лабораторни изследвания могат да бъдат формулирани някои препоръки относно бъдещото развитие на проучваната територия:

- рекултивация на релефа в кариерите след прекратяване на добива на варовици край с. Искрец;

- ландшафтите на дъбовите и буковите гори в цялата територия трябва да се използват в съответствие с приетите лесотехнически норми и да не бъдат натоварвани излишно от човешката дейност, което е наблюдавано по време на проучването;

- черноборовите насаждения да не се изсичат, но да се избягват нови залесявания с иглолистни видове поради липсата на естествена в хипсометрично отношение среда за тяхното развитие;

- необходимо е ограничаване на линейната и площната ерозия, като за целта да бъдат засадени видове, подходящи за този район от България – дъб, бук, липа и др.;

- в района се среща богатство и разнообразие от лечебни билки, чието разумно събиране може да доведе до създаване на поминък на населението, както и подобряване на здравословните му характеристики;

- да се осъществява мониторинг на карстовите извори в района, тъй като те са източник на питейна вода за жителите;

- да се организират различни рекреационни дейности в района на пещерата Душника с цел развитие на туризма;

- да се съставят туристически маршрути и формират екопътеки, водещи към просторните и красиви среднопланински части от басейна на р. Искрецка.

Направените геоекологични и ландшафтно-геохимични изследвания дават основание проучванията на природните комплекси в района да продължат

с цел изясняване на пълната им геохимична картина. Ето защо смятаме, че е удачно проектирането и организирането на комплексна мониторингова станция при гр. Своге за контрол на качеството на природната среда в басейна на р. Искрецка.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреев, П. Еруптивните скали при с. Свидня (Искрецко). – Год. на СУ, 1908–1909.
- Антонов, Х., Д. Данчев. Подземни води в НР България. С., „Техника“, 1980.
- Арманд, Д. Л. Наука о ландшафте. М., „Мысль“, 1975.
- Асенов, А. Биогеография на България. С., Изд. „Ан-Ди“, 2006.
- Байчев, И. Ст. Бууров, П. Божилков. Свогенският антрацит и значението му за въглищния баланс на страната. – Минно дело, кн. 2, 1955.
- Балтаков, Г., Д. Ангелова, Ал. Бендерев, И. Илиева, Т. Ненов. За развитието на карста в Старопланинския Искърски пролом. – Сп. на Бълг. геологическо д-во, т. 56, кн.3, 111–124, С., 1995.
- Белмустакоев, Е. Върху геологията на Издремецката синклинала между селата Искрец и Церово. – Изв. геол. инст., БАН, 1,3–16, 1951.
- Бендерев, А., А.Султанов. Съвременни седиментообразователни процеси в пещерата Душника (Искрецки карстов басейн). – Год. на МГУ, св.1, 101–109, 1991.
- Бендерев, А. Карст и карстови води в Понор планина. Автореферат, С., 36с., 1989.
- Бончев, Е. Геология на България. С., „Наука и изкуство“, 1955.
- Бончев, С. Геология на Западна Стара планина. С., 1910.
- Бончев, С. Антрацитът в България. – В: Геология на Балканите, т.1, 1934
- Ботева, К., Бл. Райкова. Върху режима на Искрецкия карстов извор. – Хидрология и метеорология, XVII, кн.6, С., 1968.
- Василев, П. Последици от извличането на полезни изкопаеми. – Природа и знание, 1980.
- Велчев, А., Н. Тодоров, Н. Беручашвили, А. Асенов. Ландшафтна карта на България М 1: 500 000. – Год. СУ, кн.2, 84, 1992.
- Велчев, А., Р. Пенин, Н. Тодоров, М. Контева. Ландшафтна география на България. – Изд. „БУЛВЕСТ 2000“, С., 2011.
- Георгиев, М. Физическа география на България. С., УИ „Св. Кл. Охридски“, 1991.
- Грозданова, Б. Ландшафтна характеристика на поречието на река Искрецка. Дипломна работа. С., 1980.
- Груев, Б., Б. Кузманов. Обща биогеография. Изд. „Св. Кл. Охридски“, С., 1994.
- Динев, Л., Л. Мелнишки. Искърски пролом. „Наука и изкуство“, С., 1958.
- Динев, Л. Селищната област по Искърския пролом. – Ист.-фил. год., том XXXIX, 1942–1943.
- Желев, Д. Ландшафтно-геохимични изследвания в горната част от басейна на р. Сазлийка. Дипломна работа, С., 2011.
- Захариев, Б. Изкуствените залесявания у нас. 1938 г.
- Калайджиев, С. Върху навлачния строеж на Издремецката синклинала, Западна Стара планина. – Сп. на Бълг. геол. д-во, 39,1, 31–40, 1978.
- Калайджиев, С. Металогенни проблеми на Балканидите. – Сп. на Бълг. геол. д-во, год. 70, кн. 1–3, с.222–242, , 2009.
- Канев, Д. Движения на земната кора. С., 1975.
- Кортевски, Й. Редкоземни и радиоактивни елементи в антрацити от Свогенския басейн. – Сп. на Бълг. геол. д-во, год. 60, кн 1–3, с. 109–118, МГУ „Св. Ив. Рилски“, С., 1999.

- Л а л о в с к а, И. Ландшафтна характеристика на поречието на река Искрецка. Дипломна работа, С., 2001.
- П е н и н, Р. Природна география на България. С., Изд. „БУЛВЕСТ 2000“, 2007.
- П е н и н, Р. Ръководство по Геохимия на ландшафтите. УИ „Св. Кл. Охридски“, С., 1997.
- П е р е л ь м а н, А. И. Геохимия ландшафта. Москва, „Въисшая школа“. 1966.
- П е т р о в, П. Ландшафтознание. Изд. „Кл. Охридски“, С., 1990.
- П и р о н к о в, П. Блокният строеж и развитието на алпинотипните структури в обсега на Издремецката синклинала. – Год. на СУ, ГГФ, 62, 1, 89–106, 1971.
- Р а д е в, Ж. Карстовите форми в Западна Стара планина. С., 1915.
- П а с к а л е в, М., А. Б е н д е р е в, С. Ш а н о в. Тектонски условия в района на Искрецките карстови извори. – сп. Бълг.геол. д-во, 53, 2, 69–81, 1992
- Т о д о р о в, Н., Приложение на ландшафтно-геофизичните изследвания при решаване на екологични проблеми. – Год. на СУ „Св. Кл. Охридски“, кн. 2, 1997.
- У з у н о в, Й., С. К о в а ч е в. Хидробиология. София-Москва, „Пенсофт“, 2002.
- Х а б е р ф е л н е р, Е., Е. Б о н ч е в. Първо установяване на ордовик в България: Дидимограптусни пластове стрилобити в масива на вр. Церие. – Геоложки институт към Университета, София, 1934
- Х р и с т о в а, Н. Месечно и сезонно разпределение на оттока в поречието на река Искър. – Год. СУ, ГГФ, кн. 2 – География, 82, 1992.
- Я р а н о в, Д. Тектоника на България. – Техника, С., 1960.
- х х х География на България. С., „ФорКом“, 2002.
- х х х Геоложка карта на Берковица М 1: 100 000, А н г е л о в, Д и м и т р о в а, 1992.
- х х х Геоложка карта на София М 1: 100 000, Я н е в, Ч у н о в, С а п у н о в, 1992.
- х х х Карстовите подземни води в България. – В: Сб. от студии върху хидрогеологията на България. С., „Техника“, 1959.
- х х х Климатичен справочник на НР България. Слънчева радиация и слънчево греене. С., „Наука и изкуство“, 1978.
- х х х Климатичен справочник на НР България. Температура на въздуха, температура на почвата, слана. С., „Наука и изкуство“, 1983.
- х х х Климатичен справочник на НР България. Вятър. С., „Наука и изкуство“, 1982.
- х х х Климатичен справочник на НР България. Влажност на въздуха, мъгла, облачност, снежна покривка. С., „Наука и изкуство“, 1979.
- х х х Климатичен справочник на НР България. Валежи. С., „Наука и изкуство“, 1990.
- х х х Почвена карта на НР България М 1: 200 000. Главно управление по геодезия и картография, С., 1956.
- х х х Хидрологичен справочник на реките в НР България. Том първи. С., „Наука и изкуство“, 1957.
- х х х Хидрологичен справочник на реките в НР България. Том втори. С., „Наука и изкуство“, 1958.
- A n d e r s s o n, A. On the determination of ecologically significant fraction of some heavy metals on soils. – Swedish J. Agric. Res., 1976, 6, 19–25.
- F l e m i n g, G. A., T. W a l s h, P. R y a n. 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.
- S m e y e r s - V e r b e k e J., M. G r a e v e, M. F r a n c o i s, R. d e J a e g e r e, D. M a s s a r t. Cd uptake by intact wheat plants. – Plants Cell Environ. 1.298., 1978
- T y l e r, 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 activiti and mineralization of organic phosphorus in forest soil. –Soil Biol., Biochem., 8, 827, 1976.

Катедра ЛОПС, ГГФ, СУ “Св. Климент Охридски” – София
rpenin@abv.bg; punkalia@abv.bg

LANDSCAPE AND ECOGEOCHEMICAL RESEARCH IN THE ISKRETSKA RIVER BASIN

R. Penin, B. Grigorov

(S u m m a r y)

An aim of the current research work is to identify and analyze the current landscapes in Iskretska River Basin and the level of the anthropogenic impact. Ecogeochemical research is also a main target. The current condition of natural system is investigated. Landscapes are formed under the influence of geological, climatic, soil factors, anthropogenic pressure and other factors. Determining types of horizontal and vertical geochemical migration is important for revealing the geochemical picture of anthropogenic impact on natural system. Geochemical background and polluted territories are researched. Cameral and terrain research is done. Remote methods are used to accomplish the aim of the current work. The system approach allows us to study the migration, differentiation and accumulation of chemical elements in landscapes. Two of the most important indexes are used. Geochemical spectrums are made by using Clarke of concentration and Clarke of dispersion. Bottom sediment probes and soil probes are collected. The content of the following microelement Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Co, Cr, Cd in mg/kg; ppm in these probes is revealed. Certain conclusions and recommendations are made.

Key words: Iskretska River basin, landscape research, ecogeochemical research, anthropogenic impact, bottom sediments, soil probes