

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧНА СТРУКТУРА НА ДОЛНОТО ТЕЧЕНИЕ НА РЕКА ПРОВАДИЙСКА

Румен Пенин¹, Лидия Семерджиева²

В статията са представени съвременните ландшафтни комплекси и геоекологичното състояние на един от най-техногенните райони на България – Девненският комплекс, разгледан през призмата на естествените природни граници – водосборът на долното течение на р. Провадийска до вливането ѝ в Белославското езеро. Чрез ландшафтно-геохимични методи са установени особеностите и условията на миграция и диференциация на тежки метали в почвената покривка като важен информативен компонент на ландшафтите. Направен е опит да се установят съдържанията на тежки метали, радиалната и латералната им диференциация, както в относително ненарушени (фонови), така и в силно антропогенизирани ландшафти. Изясняват се част от проблемите, свързани с постъпването, трансформацията и акумулацията на техногенни вещества в проучените ландшафти. Направено е сравнение с подобно проучване в района на изследване преди 20 години.

Ключови думи: ландшафти, геохимия, тежки метали, водосборен басейн, радиална и латерална диференциация на микроелементи, р. Провадийска

LANDSCAPE – GEOCHEMICAL STRUCTURE OF THE LOWER PART OF THE PROVADIYSKA RIVER

Rumen Penin, Lidiya Semerdzhieva

Abstract: This paper presents the contemporary landscapes and their geoeological condition in one of the most technogenic areas in Bulgaria – the Devnya industrial zone – within its natural boundaries - the lower part of the Provadiyska river catchment basin, down to its river mouth in lake Beloslav. Using landscape-geochemical research methods, the specifics and the conditions of migration and differentiation of heavy metals in soils (being an informative component of the landscapes) have been revealed. An attempt of determining

¹ Су „Св. Кл. Охридски“, Катедра Ландшафтознание и опазване на природната среда; rpennin@abv.bg

² Департамент География на НИГТГ – БАН; lidiya_92@abv.bg

the concentration of heavy metals, their radial and lateral differentiation in both relatively unaffected and considerably affected by human impact landscapes has been made. Some of the problems associated with the introduction, transformation and accumulation of technogenic substances in the studied landscapes have also been examined. The results are compared with those of similar research, carried out in the above-mentioned area 20 years ago.

Keywords: landscapes, geochemistry, heavy metals, catchment basin, radial and lateral differentiation of microelements, Provadiyska river.

Съвременните ландшафти и геоекологичното състояние на дадено пространство са пряко свързани с нарастващата антропогенизация и са причина за разглеждането на въпроси, свързани с използването и управлението на териториите. В тази връзка целта на настоящото изследване е представяне на съвременните ландшафтни комплекси и геоекологичното състояние на един от най-техногенните райони на България.

МЕТОДИ И ПОДХОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

За представяне на екологичното състояние на природните комплекси в разглежданото пространство е избран ландшафтно-геохимичният метод. Установени са геохимичните особености и условията на миграция и диференциация на тежки метали в почвената покривка от района.

Границите на изследване са определени във връзка с използването на басейновия подход. Водосборният басейн е най-разпространеният вид цялостна функционална геосистема, притежаваща редица интегриращи фактори – дълговременност, движение на потоци вещество по склона и талвега на водните потоци. Използването на басейновия подход е в основата на ландшафтно-геохимичните изследвания, свързани с решаването на проблемите за постъпване и трансформация на техногенните вещества в геосистемите (Пенин, 1994).

ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Равнинните територии се характеризират с по-опростена хоризонтална структура на ландшафтите, но днес антропогенният фактор е причина за голямата им мозаечност. Това води до силна степен на уязвимост на природните комплекси. Подобно е и пространството, обект на настоящото изследване. Разглежданата територия е разположена в Североизточна България. Включва водосборът на долното течение на р. Провадийска (от края на пролома при гр. Правадия до заустването ѝ в Белославското езеро), с площ от 481 km². Северната и южната граница на района следят вододелните линии от водосборния басейн на р. Провадийска, а източната и западната са вътрешни граници, разделящи водосбори на притоци в самия басейн.

В разглежданото пространство няма обособена основна морфографска единица, а са включени няколко такива. Единственият обект, попадащ изцяло в посочените граници, е Девненската низина, заобиколена от оградни височини – Добруджанското, Авренското и Добринското плато. В района се включват и

най-източните склонове на Провадийското, както и най-източните разклонения на Роякското плато. На юг Девненската низина се съединява със Синделската, като заедно образуват обширно понижение. Така се създава единна и взаимосвързана система, започваща от вододелите в оградните склонове и завършваща в местния ерозионен базис – Белославското езеро.

Главната речна артерия на областта е р. Провадийска. В описаните граници дължината ѝ е 38,5 km. Повечето от десните ѝ притоци са пресъхващи и къси, предопределени от морфографията и непосредствената близост до вододела с р. Камчия. Левите притоци са по-малко, но със значително по-голяма дължина.

Геолого-геоморфоложкият фактор се явява един от най-важните, влияещ върху ландшафтната диференциация на областта. Оградните плата имат сходна скална основа, проследяват се почти едни и същи литостратиграфски единици (Миланова, Чешитев, 1992). В резултат се създава специфичен морфографски облик на възвишенията, характерен за централната и източната част от Северна България – в основата склоновете са полегати заради делувиялните покривки, а отвесните скални откоси в горната им част са оформени във варовитите пясъчници и пясъчливите варовици на Шуменската свита (Провадийско, Добринско, Авренско плато). Голяма част от изследваната територия е с карбонатна скална основа. Широкото разпространение на варовиците е причина за интензивното протичане на карстовия процес и за образуването на аazonални карстови ландшафти.

Географското положение предопределя до голяма степен проявлението на ландшафтообразуващите фактори. Разположението на района в най-източните части на Дунавската равнина и непосредствената близост до Черноморския басейн оказват съществено влияние върху съвременните природно-териториални комплекси (ПТК).

Съседното разположение на Черно море оказва съществено влияние върху особеностите на климата, изразяващо се най-вече в смекчаване на континенталния характер. Климатът особено влияе върху структурата на ландшафтите по територията – например навлезлите средиземноморски растителни видове (характерни за крайбрежието) са доказателство за силното влияние на Черноморския басейн. В някои случаи североизточните ветрове се явяват като пренос на замърсители от индустриалната зона на Девня (Дончев и кол., 1993).

Особеностите на климата в комбинация с литоложката основа обуславят смесеното дъждовно-снежно и карстово подхранване на реките в района. Голямата водопоглъщаща способност на окарстените скали спомага за оформянето на територии с рязко намален повърхностен отток или без отток – на места по билата на Провадийското и Добринското плато. Наличието на блатни комплекси с високо ниво на подземните води е предпоставка за образуването на хидроморфни ландшафти.

Предопределени от особеностите на скалната основа, най-разпространеният тип почви са черноземите (в частност карбонатните – основно в северните и централните части от района).

Коренната горска растителност (разпространена в миналото повсеместно в границите на територията), днес е претърпяла значителни изменения в качествено и количествено отношение. В изграждането на съвременната растителност участват основно дъбовият горски комплекс и мезоксерофилната и ксе-

рофилната тревна растителност. Коренни гори в запазен първичен вид почти липсват – преобладават тези с вторичен характер. Сметчаващото влияние на Черноморския басейн е причина за присъствието в района на по-специфични южноевксински мезофитни растения (Кочев, 1976). Ендемичните растителни и животински видове са доказателство за спецификата на ландшафтите в дадена територия. В конкретния случай за пример може да се даде обилието от птици (32 вида, срещани се в района, са включени в Червената книга на Р. България (<http://e-ecodb.bas.bg/rdb/bg/vol2/>)) във връзка с разпространените езерно-блатни комплекси в разглежданото пространство.

В резултат на антропогенизацията до голяма степен е изменен ландшафтният облик в изследваната територия. Естествени ландшафти не се наблюдават, а само в ограничени пространства са запазени части от природната среда, съществувала в миналото. Природните ресурси са основната причина за ранната антропогенизация на територията и неслучайно един от най-техногенните центрове на страната е именно тук. Районът не само е обитаван от дълбока древност, но и е бил център на една от най-старите високо развити култури по тези земи.

Природно-антропогенните системи оформят съвременният облик на територията (табл.1):

Въздействието на урбанизираните зони поражда геоекологични проблеми, които засягат защитените територии в района. Повечето от опазваните растителни и животински видове към настоящия момент са били повсеместно разпространени в миналото. Шест растителни вида са с изчезнали находища в изследваната територия – на почти всички местообитанието им е бил районът на Девня (<http://e-ecodb.bas.bg/rdb/bg/vol3/texts.html>). Общо 35 животински вида (основно птици) са имали естествени местообитания по територията и не са наблюдавани след 1985 г. (<http://e-ecodb.bas.bg/rdb/bg/vol2/>). Това е свързано главно с Белославското езеро и влажните зони като техни хабитати. Голяма част от видовете са обитавали и пресушените Синделско и Тръстиково блато.

Таблица 1

Земно покритие в долното течение на р. Провадийска

| Вид | Площ (km ²) | Дял от територията (%) |
|--|-------------------------|------------------------|
| Селскостопански земи (обработваеми земи, трайни насаждения, оранжерии) | 291 | 60 |
| Тревна (ливади, пасища, ниви) | 48 | 10 |
| Горска растителност | 80 | 17 |
| Храстово-тревна растителност | 31 | 6 |
| Градове | 10 | 2 |
| Села | 13 | 3 |
| Промислени предприятия | 9 | 2 |

Разглежданата територия се отличава с разнообразие от ландшафтни единици – карстови терени, степни пространства, влажни зони и псевдолонгози и др. Хоризонталната структура на ландшафтите е по-усложнена в сравнение с останалите равнинни пространства не само заради високата степен на антропогенизация, но и в резултат на естествени фактори – литоложката основа и мозаечният характер на релефа с редуване на хълмисти и низинни форми. Съвременните ландшафти се характеризират с преобладаващо маломощен и средномощен вертикален профил, причина за което е значителното влияние на антропогенизацията, от една страна, а от друга – широкото разпространение на карстовите ландшафти с тяхната опростена структура на надземната част от профила. Повишена сложност на структурите имат ПТК, които са с ограничено разпространение в изследвания район.

ТЕОРЕТИЧНИ ПОСТАНОВКИ

През последните десетилетия редица научни направления активно изучават проблемите, свързани с антропогенното нарушаване на околната среда. Замяряването на природните комплекси е в резултат на постъпването в ландшафтите на твърди, течни и газообразни вещества или в резултат на частично или цялостното нарушаване на връзките между компонентите при различни стопански дейности. Замяряването се отразява на всички ландшафти – елувиални, супераквални и аквални, което изисква прилагането на цялостен системен подход при екологичния анализ на стопанската дейност на човека. Едно от научните направления, което използва комплексния подход при изучаване състоянието на околната среда, е геохимията на ландшафтите. Използваната от него методологична база позволява да се разкрие същността на постъпване, миграция, концентрация и диференциация на химичните елементи и съединения в ПТК (Пенин, 1997).

В приложната геохимия на ландшафтите е разработена система от коефициенти, които представят отношението между средните съдържания на химичните елементи в дадени сравними помежду си обекти. В резултат на миграцията химичните елементи се проявяват чрез концентрация или разсейване и изучаването на тези противоположни процеса се явява една от важните особености в методологията на геохимията. Във връзка с това за характеризиране на миграцията се използват редица коефициенти, най-важни от които са кларк концентрация (КК) и кларк на разсейване (КР). КК представлява съотношението между съдържанието на елемента в даден природен обект (почва, скала, утайка и др.) към неговия кларк (съдържание) в литосферата. Ако КК е със стойности по-малки от единица, се изчислява обратната величина – КР, която показва отношението между кларка на елемента в литосферата и неговото съдържание в даден природен обект (Пенин, 1997, по Гаврилова, Касимов, 1989).

За цялостната характеристика на геохимичното състояние на елементарните ландшафтно-геохимични системи (ЕЛГС) и каскадните ландшафтно-геохимични системи (КЛГС) се използва понятието „фонова геохимична структура“, въведено от Глазовская и Касимов (1987). Под това понятие трябва да се разбира съотношението между различните подсистеми на ландшафта, изразено чрез

група от ландшафтно-геохимични коефициенти – радиална и латерална миграция, на биологично поглъщане, на биофилност и т.н. Фоновата геохимична структура се състои от радиалната и латералната диференциация на елементите и съединенията им в ландшафтите. Нарушението на типичните (фоновите) съотношения е индикатор за техногенно или рудогенно въздействие върху природните системи (Пенин, 1997).

Радиалните (вертикалните) процеси на пренос на вещество и енергия са водещи и системообразуващи за геосистемите. Радиалната структура характеризира относителното преразпределение на елементите във вертикалния профил на ландшафта (Глазовская, 1964). Радиалната структура на ЕЛГС отразява взаимодействието между отделните системи: почва–растение, скала–почва, атмосфера–почва и др. Изучаването на радиалната диференциация (K_p) на химичните елементи позволява да се разкрият основните зони на натрупване на елементите и да се проучат концентрационните механизми, които водят до възникването на радиалните геохимични бариери (Авессаломова, 1987). За характеристика на миграцията на химичните елементи в системата почва–скала се използват акумулативни коефициенти. Те представляват отношението на съдържанието на даден елемент в почвата към съдържанието му в скалата (Глазовская, 1964).

Свързани помежду си с латералната (склоновата) миграция на веществата, ЕЛГС образуват ландшафтно-геохимични катени. Обикновено те включват в себе си автономните ЕЛГС на водоразделните пространства, транселувиалните – транзитни склонове, елувиално-акумулативните – ниските части на склоновете, и супераквалните ЕЛГС (транзитни и затворени) – депресиите на релефа и речните долини с високо ниво на подпочвените води (Пенин, 1997). Една от най-важните задачи в геохимията на ландшафтите е проследяването на пътя на миграция на елементите от автономните към подчинените ландшафти. Сложността на характера на връзките между ЕЛГС се отразява най-ясно в преразпределението и диференциацията на химичните елементи и съединения в резултат на латералната им миграция (Глазовская, 1964). За количественото изразяване на относителното разпределение на елементите в катените се използва коефициентът на местна миграция – K_m (коефициент на латерална миграция на веществата), предложен от Перелман през 1975 г. Той представлява отношението между съдържанието на химичните елементи в автономните ландшафти и концентрацията им в подчинените ландшафти.

ГЕОХИМИЧНИ ОСОБЕНОСТИ НА ТЕРИТОРИЯТА

За изследване съвременното геоекологично състояние на изследваната територия чрез геохимични методи са събрани проби от почвена покривка при проведени теренни изследвания през м. октомври 2016 г. Работата е извършена в съответствие с определена методика, разработена и прилагана от специалисти в тази област (Глазовская, 1964; Перелман, 1975; Фортескую, 1985; Пенин, 1989; и др.). Установено е общото съдържание (mg/kg, ppm) в събраните проби на елементите мед (Cu), цинк (Zn), олово (Pb), манган (Mn), никел (Ni), кобалт (Co), хром (Cr) и кадмий (Cd). Извършеният ландшафтно-геохимичен анализ на резултатите разкрива особеностите на миграцията и диференциацията на теж-

ките метали в почвената покривка на долното течение на р. Провадийска. Резултатите са представени основно чрез използването на коефициентите КК и КР (с геохимични спектри) и радиална и латерална диференциация на елементите.

Типът и съставът на почвообразуващите скали са главните фактори, определящи базовото геогенно съдържание на тежките метали и металоидите в почвите. От своя страна геогенното съдържание може да бъде петрогенно (литогенно) – дължащо се на нормалното (фоновото) съдържание на елементите в скалите, и рудогенно – породено от положителни геохимични аномалии, в частност от рудни залежи (Куйкий и кол., 2001). В изследваната територия няма наличие на рудни запаси, следователно геохимичната картина на почвите в района е резултат, от една страна, от фоновата структура на скалите, и от друга – на антропогенната намеса.

Свойствата на почвата също са от голямо значение за съдържанието на химичните елементи. Геохимичните особености на почвите, свързани с карстовите територии, са предопределени от структурата и функционирането на карстовите ландшафти. Миграцията и диференциацията на химичните елементи и техните съединения се определят от типа карстов комплекс, от доминиращите алкално-киселинни условия в почвения разтвор и др. (Чолакова, 2013). Преобладаващата част от събраните почвени проби са контролни, с помощта на които е определена местната геохимична картина в изследваната територия. Материалът за анализ при тях е събран от повърхностния почвен слой (0-10 cm) основно от обработваеми земи както в райони, отдалечени от населени места и промишлено влияние, така и в места, подложени на антропогенно въздействие. Почвените проби са само от черноземи (разпространените подтипове в района). Материал е взет и от два почвени профила и характерен катен в представителни за изследваната територия ландшафти. В табл. 2 са представени местата на пробовземане и съдържанието на тежки метали в почвените проби. При определянето на местния геохимичен фон е съобразено местоположението на точките на опробване да са отдалечени максимално от антропогенно въздействие. От математико-статистическа гледна точка е определена границата на вариацията за фона на територията да е долният праг на фона (ДПФ) – най-ниските съдържания от фоновите стойности. За сравняване на съдържанията на тежките метали в почвата в района с други данни е използвано средното им съдържание (средно аритметично от всички стойности), а не медианата, поради късата дължина на статистическата редица.

Общото съдържание на микроелементите в почвите е сравнено със съдържанията им в света, Европа и България (табл. 3). Стойностите за района се различават от останалите. Първоизточник на причината е карбонатната скална основа, тъй като петрографският състав определя базовото съдържание на елементите в почвата. Катионите на тежките метали са най-мобилни при киселинни условия. Местната обстановка предопределя алкалния характер на почвите ($pH > 7$) в границите на изследваната територия, което обяснява по-ниските стойности на елементите. Доказателство за това е и, че геохимичният фон за Варненска област има по-ниски стойности за изследваните елементи спрямо геохимичния фон за страната (по Йонева, Еленов, 2000). Резултатите потвърждават закономерността, че в карбонатните скали микроелементите са в по-ниски концентрации (Пенин, 1992, по Беус, 1981).

Таблица 2

Съдържание на тежки метали (в ppm=mg/kg) в почвите на района и описание на точките на пробовземане

| № проба | Вид на пробата | Дълбочина (sm) | Вид почва | Местоположение | pH | Cu | Zn | Pb | Mn | Ni | Co | Cr | Cd |
|---------|----------------|----------------|------------------------------|---|------|----|-----|----|-----|-----|----|----|----|
| 1 | А-чим | 0-10 | карбонатни черноземи | гора от акация, северно от Агрополихим | 7,52 | 23 | 22 | 13 | 250 | 11 | 3 | 21 | |
| 2 | А-орница | 0-10 | карбонатни ливадни черноземи | нива 1,5 km източно от Девня Цимент, влясно от стария път Варна-Девня | 7,71 | 23 | 86 | 14 | 367 | 62 | 6 | 42 | |
| 3 | А-орница | 0-10 | карбонатни черноземи | нива, 400 m южно от Девня Цимент, между стария път Варна-Девня и магистралага | 7,76 | 22 | 139 | 19 | 391 | 31 | 7 | 39 | 1 |
| 4 | R профил | 30-35 (С) | плитки черноземи | южно от ПЗ „Находище на урумово лале“, до главния вход на кариера „Люляка“ | 7,59 | 20 | 92 | 10 | 372 | 26 | 10 | 21 | |
| 5 | | 10-25 (АС) | | | 7,80 | 20 | 131 | 20 | 401 | 47 | 7 | 34 | |
| 6 | | 0-10 (А-чим) | | | 7,69 | 27 | 57 | 34 | 417 | 104 | 9 | 23 | |
| 7 | А-орница | 0-10 | карбонатни черноземи | слънчогледова нива 1 km северно от Чернево, влясно от шосеен път Чернево-Суворово | 7,62 | 19 | 126 | 21 | 504 | 29 | 9 | 24 | |
| 8 | А-чим | 0-10 | средно излужени черноземи | гора от келяв габър, 100-150 m северно от шосеен път Суворово-Дръндар | 7,54 | 20 | 126 | 19 | 447 | 57 | 9 | 64 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|--------------|-------------------------|--|------|----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| 9 | L профил | 0-10 (А-чим) | плитки черноземи | Δ точка Калето | 7,58 | 41 | 71 | 33 | 368 | 12 | 4 | 21 |
| 10 | | | | преди скалния откос (венеца), южно от вр. Калето | 7,44 | 56 | 79 | 40 | 434 | 34 | 5 | 20 |
| 11 | | | | след скалния откос (венеца) | 7,82 | 31 | 48 | 105 | 230 | 32 | 5 | 14 |
| 12 | | | | южно от точка № 11 | 7,46 | 41 | 65 | 40 | 339 | 10 | 3 | 17 |
| 13 | | | | южно от точка № 12 | 7,60 | 34 | 57 | 24 | 282 | 11 | 3 | 15 |
| 14 | А-чим | 0-10 | карбонатни черноземи | старо пасище, Добринско плато западно от с. Добрина | 7,44 | 28 | 116 | 20 | 402 | 19 | 6 | 38 |
| 15 | R профил | 35-40 (BC) | плитки черноземи | издънкова габърова гора, Добринско плато | 6,78 | 10 | 12 | 11 | 232 | 6 | 3 | 56 |
| 16 | | 20-25 (B) | | североизточно от с. Добрина | 6,25 | 10 | 16 | 17 | 246 | 8 | 4 | 25 |
| 17 | | 0-8 (А-чим) | | | 6,47 | 12 | 35 | 20 | 359 | 8 | 2 | 18 |
| 18 | А-орница | 0-10 | карбонатни черноземи | нива, източно от гара Солна мина | 7,71 | 22 | 112 | 13 | 442 | 40 | 8 | 37 |
| 19 | А-орница | 0-10 | типични черноземи | нива, вляво от шосеен път Житница-Падина | 7,58 | 40 | 61 | 23 | 548 | 60 | 14 | 73 |
| 20 | А-чим | 0-10 | карбонатни черноземи | южно от стурошвамотвал „Падина“ | 7,11 | 18 | 50 | 48 | 304 | 30 | 8 | 37 |
| 21 | А-орница | 0-10 | карбонатни черноземи | нива, вляво от шосеен път Разделна- Девня | 7,81 | 32 | 49 | 18 | 521 | 32 | 12 | 27 |
| Средно съдържание в почвите в изследваната територия | | | | | | 26 | 74 | 27 | 374 | 32 | 6 | 32 |
| Максимално съдържание в почвите в изследваната територия | | | | | | 56 | 139 | 105 | 548 | 104 | 14 | 73 |
| Минимално съдържание в почвите в изследваната територия | | | | | | 10 | 12 | 10 | 230 | 6 | 2 | 14 |
| Медиана | | | | | | 23 | 65 | 20 | 372 | 30 | 6 | 25 |

Таблица 3

Съдържания на тежки метали (в ppm=mg/kg) в почвите на света, Европа, България и изследваната територия

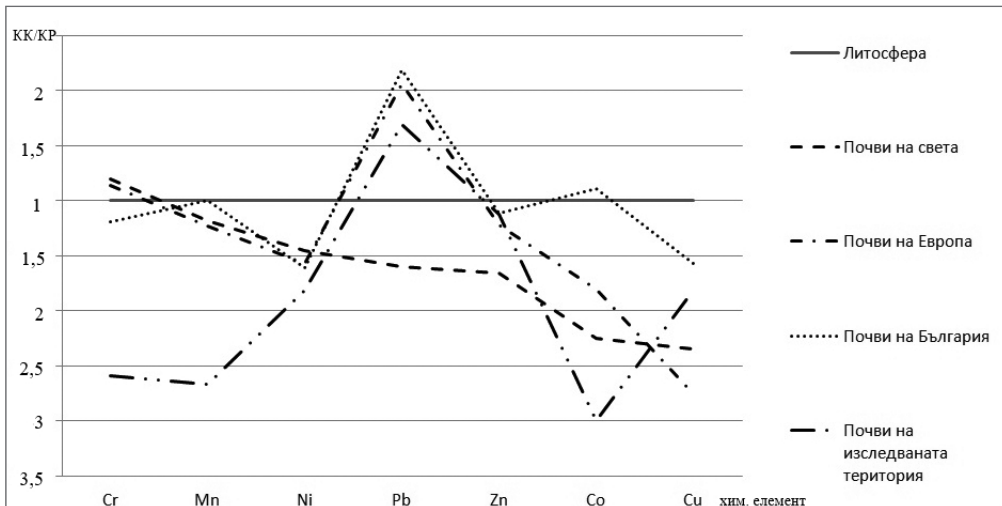
| | Cu | Zn | Pb | Mn | Ni | Co | Cr | Cd |
|---|----|-----|----|------|----|----|-----|------|
| Литосфера (по Виноградов, 1962) | 47 | 83 | 16 | 1000 | 58 | 18 | 83 | 0,13 |
| Почви на света (по Виноградов, 1956) | 20 | 50 | 10 | 850 | 40 | 8 | 100 | 0,5 |
| Почви на Европа (по Salminen, 2005) | 17 | 68 | 33 | 810 | 37 | 10 | 95 | 0,28 |
| Почви на България (по Мирчев, 1971; Райков и др., 1984) | 30 | 75 | 35 | 1000 | 36 | 20 | 70 | 0,32 |
| Почви на България – фон (по Пенин, 2003) | 24 | 67 | 25 | 695 | 32 | 16 | 60 | 0,03 |
| Почви на България – техногенни територии (по Пенин, 2003) | 72 | 79 | 36 | 867 | 37 | 17 | 74 | 1,1 |
| Почви в изследваната територия | 26 | 74 | 27 | 374 | 32 | 6 | 32 | 1 |
| ДПФ в изследваната територия | 12 | 35 | 19 | 359 | 8 | 2 | 18 | 1 |
| ГПФ в изследваната територия | 41 | 126 | 33 | 548 | 60 | 14 | 73 | 1 |
| Антропогенизирани райони в изследваната територия | 26 | 71 | 28 | 352 | 31 | 6 | 29 | 1 |
| Почви около индустриалната зона на Девня | 25 | 74 | 16 | 382 | 34 | 7 | 32 | 1 |

Значителен контраст са наблюдава (табл. 3) в стойностите на горния праг на фона (ГПФ – най-високите стойности от фоновите райони), който е по-висок от средното съдържание на елементите в почвите не само на изследвания район, но и на „антропогенизираните територии“ в него. ГПФ дава обща представа за нормалните съдържания на химичните елементи в района. Следователно може да се направи изводът, че се наблюдава геохимична аномалия (съдържания на елементи, различни от характерните средни съдържания за дадена система (Куйкин и кол., 2001) в изследваната територия по отношение на някои елементи. Поради тази причина е избрана и методиката ДПФ да са представителните стойности за нормалните съдържания на елементите в района.

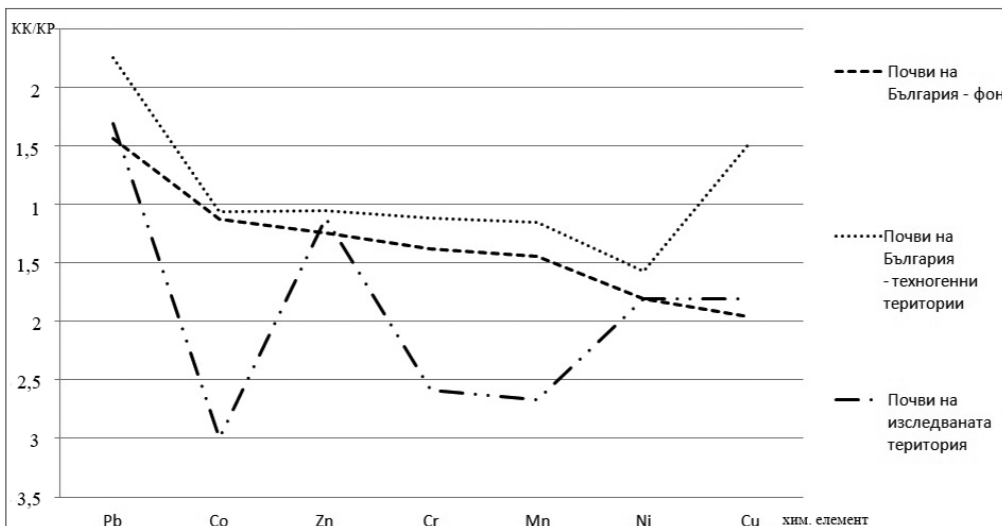
Съдържанието на микроелементите в почвите в изследваната територия е сравнено със съдържанията им в света, Европа и България чрез коефициентите КК и КР (фиг. 1). След кларките на литосферата водеща част в графиката са кларките на почвите в света. Спрямо тях са сравнени останалите стойности. Наблюдава се сходен тренд на почвите в Европа и страната – с по-високи концентрации от тези за света. Почвите на района показват КР с особено занижени стойности за Cr, Mn и Co. Изключение в тази група е единствено Pb, което има КК спрямо литосферата и почвите за света, но не по-голяма от тази за Европа и България. Този факт се подкрепя и със сравнение на изследване в района, публикувано преди 18 години (Йонева, Еленов, 2000) – за този период стойностите

на елемента не са се променили – и тогава Pb е бил с висок КК, както и Zn. За последния елемент може да се твърди, че е настъпила промяна в концентрацията му – от спектъра се виждат близките му стойности с тези за почвите на България и Европа. КР на Cu и Mn в изследваните проби е следствие от тяхната малка подвижност в алкална среда и вероятно от по-ниската интензивност на използването им от промишлените предприятия.

На по-ниско регионално ниво са сравнени концентрациите на елементите в почвите във фонов и техногенни райони на страната и тези в изследваната територия (фиг. 2). Ясно личи разсейването на химичните елементи в сравне-



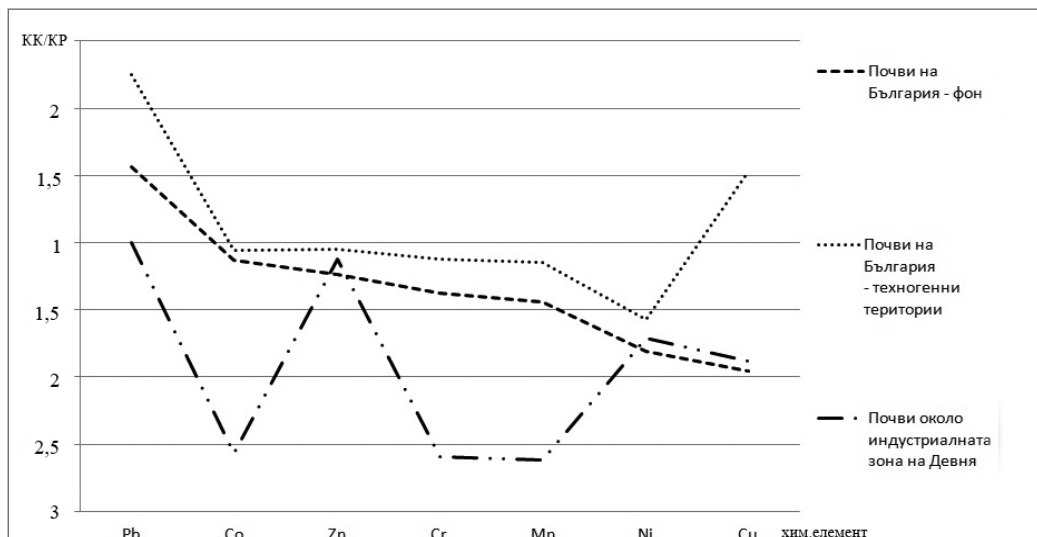
Фиг. 1. Геохимичен спектър на почвите в света, Европа, България и изследваната територия



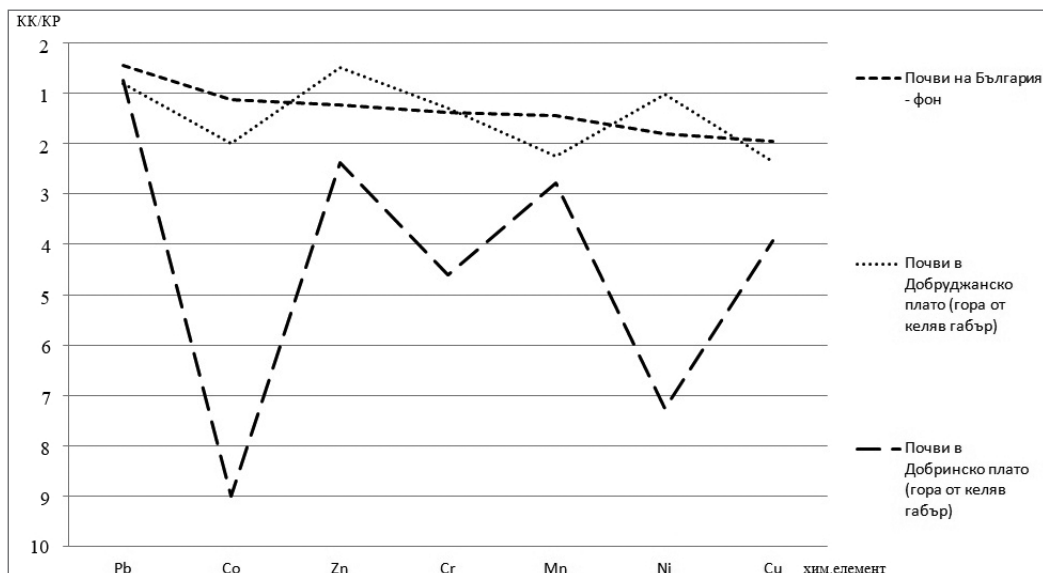
Фиг. 2. Геохимичен спектър на почвите в България и изследваната територия

ние с тези за страната. Единствено Pb, Zn и Cu се отличават със стойности над фоните за България, а Pb е единственият елемент с КК. По отношение на КР елементите имат различно поведение – с най-ниски стойности са Co, Cr и Mn.

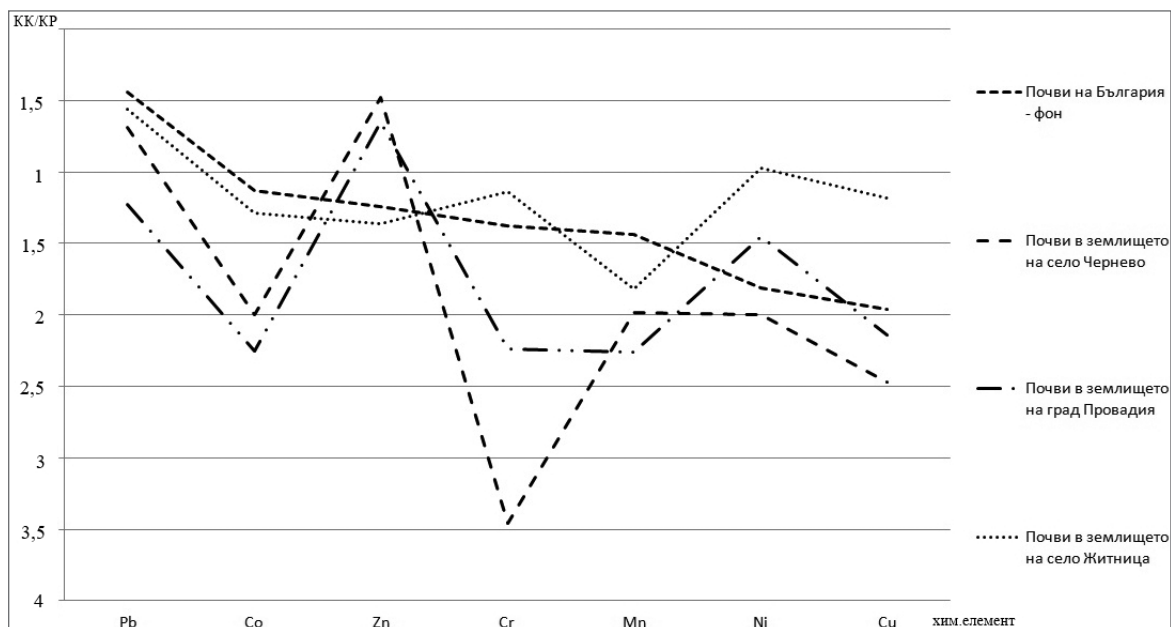
Логично е най-замърсени да са почвите около най-големия техногенен комплекс – Девненската индустриална зона (фиг. 3). Стойностите на елементите обаче противоречат на това предположение – въпреки че някои елементи пре-



Фиг. 3. Геохимичен спектър на почвите в България и индустриалната зона на Девня



Фиг. 4. Геохимичен спектър на почвите в България и избрани горски участъци от района



Фиг. 5. Геохимичен спектър на почвите в България и обработваеми земи от района

вишават фоновите концентрации за страната, те дори не се доближават до тези за техногенните райони на национално ниво. От този и от предишния спектър ясно личи, че почти няма разлика в КР на елементите на регионално ниво (в изследваната територия) и тези около индустриалната зона.

Геохимичният спектър от фиг. 4 представя сравнение на два избрани горски фонове участъка с геохимичния фон на почвите в страната. Докато почвите в Добруджанското плато имат сходни стойности с тези на национално ниво, при тези в Добринското плато се наблюдават интересни резултати. Със сигурност влияние оказва споменатата вече литоложка основа, която в точката на пробовземане е представена от чисти дебелопластови варовици. Почвената реакция е неутрална до слабо алкална ($pH > 6$). При описаната ситуация може да се твърди, че тази част от разглежданото пространство се характеризира с отрицателна геохимична аномалия по отношение на фона на литоложката основа.

На фиг. 5 е показан спектър, който представя избрани земеделски земи в района, сравнени с геохимичния фон на почвите в страната, за да се изясни геохимичната картина на териториите, пряко засягащи населението. Резултатите показват, че стойностите почти се доближават до почвения фон на България. Zn и Pb се отличават с КК в две от пробите, а по отношение на разсейването на преден план излизат елементите Co, Cr и Cu.

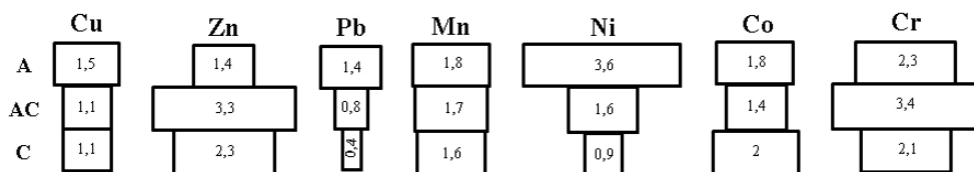
Zn е много мобилен при атмосферни влияния и лесно разтворимите му съединения бързо се утаяват чрез реакция с карбонати или се абсорбират от минерали и органични съединения. Повишена концентрация на елемента често се наблюдава при варовити и органични почви (Kabata – Pendias, 2011). Това

обяснява завишените му концентрации в изследваната територия. Използването в циментовото производство на суровини, богати на Pb и Zn, причинява замърсяване в районите на заводите (Райков и кол., 1984), добре изразено при точки на пробовземане № 2, 3 и др.

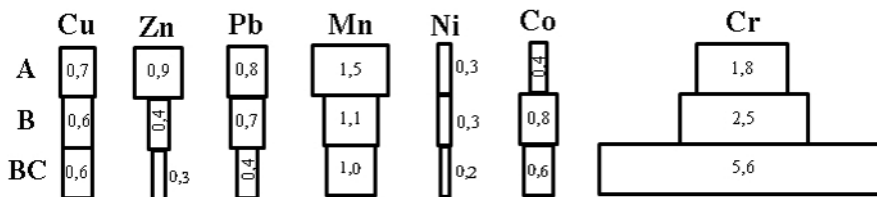
Йонева и Еленов (2000) констатираат двукратно по-високи стойности на Co от посочените за незамърсени почви на Варненска област. От представените резултати на настоящата разработка не е установено кобалтово замърсяване. В резултат може да се направи изводът, че е намалено или прекратено въздействието на елемента от страна на антропогенни действия. В почвите поведението на Co е силно повлияно основно от оксидите на Mn (Kabata–Pendias, 2011), което ясно проличава от повечето представени геохимични спектри.

Видът на почвообразуващата скала е главният фактор, определящ съдържанието на Cd в почвите. Почви, образувани върху основни скали и варовици, са винаги по-богати на Cd от почви, образувани върху кисели скали (Райков и кол., 1984). Елементът се счита за един от най-токсичните метали, които проявяват нежелани ефекти върху биологичните процеси на хората, животните и растенията (Kabata–Pendias, 2011). Съдържанието на елемента Cd е определено само в някои от изследваните проби. Стойностите му са много по-високи от фоновите за страната и са идентични с тези от техногенните райони. Следователно може да се говори за превишена концентрация на елемента в почвите на изследваната територия, в резултат, от една страна, на естествен завишен фон, и от друга –на антропогенната дейност. Според Йонева и Еленов (2000) от изследваните от тях елементи най-висок КК има Cd. Натрупването му в повърхностния хоризонт на почвата говори за силно замърсяване, което се дължи на изхвърлянето му от предприятията в Девненския промишлен комплекс.

Във фиг. 6 и фиг. 7 са представени диаграми, разкриващи радиалната диференциация на посочените елементи в почвени профили. Стойностите са из-



Фиг. 6. Радиално разпределение на микроелементите в плитки почви в близост до кариера „Люляка“



Фиг. 7. Радиално разпределение на микроелементите в плитки почви в Добринското плато

числени чрез акумулативния коефициент R , като за почвообразуваща основа е прието средното съдържание на елементи в карбонатните скали в страната (по Куйкин и кол., 2001). И двата почвени профила са от плитки черноземи, описани в ландшафтни точки на характерни ЕЛГС за територията. Дълбочината на пробовземане и местоположението са представени в табл. 2.

Наблюдават се големи различия за стойностите на R при отделните елементи. И в двата профила няма строга зависимост в разпределението им – за някои най-голямо е натрупването в повърхностния почвен хоризонт, а за други – в по-долните хоризонти. В подобна ситуация е трудно да се установи наличието на радиални геохимични бариери. Cu , Pb , Mn и Ni се отличават с низходяща миграция – съдържанието им намалява по дълбочина на профила.

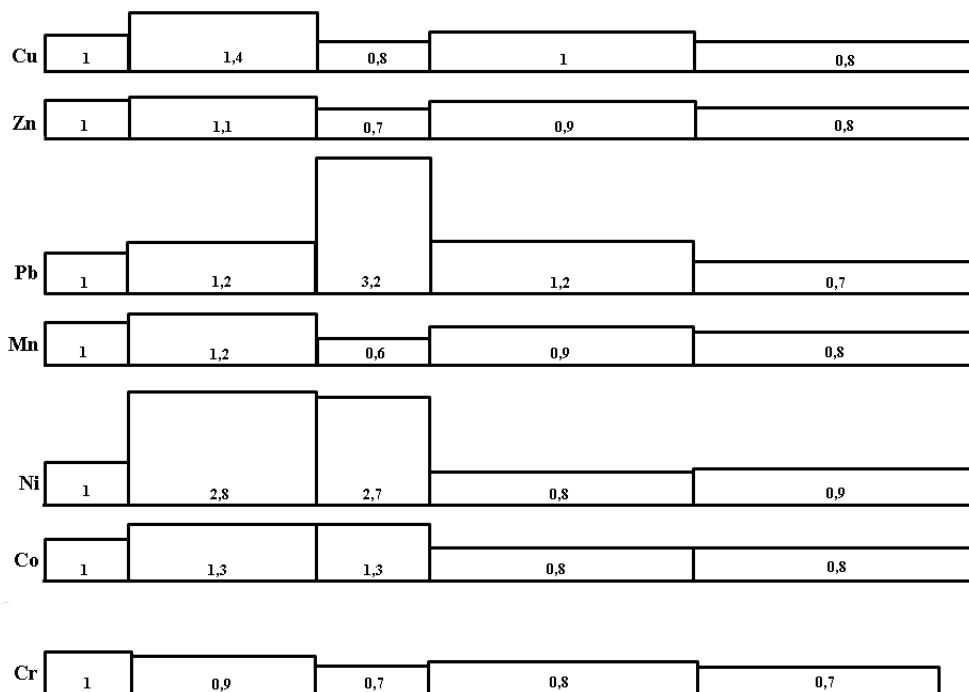
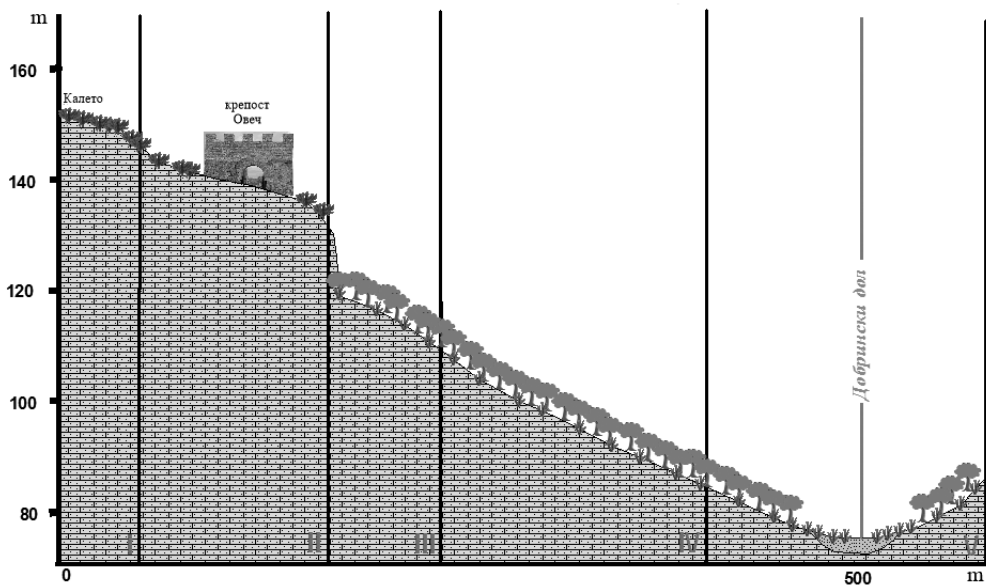
Съдържанието на Co е винаги по-високо в В-хоризонт на почвения профил (Райков и кол., 1984). Това е по-ясно изразено в радиален профил „Добринско плато“. При повечето зонални почви Pb се натрупва в повърхностния хоризонт или има равномерно разпределение по профила (Райков и кол., 1984) (добре представено и в двата профила).

Ако съдържанието на Cu в хоризонт А е по-високо, отколкото в следващите хоризонти, тогава в 95 % от случаите ще се очаква екзогенно присъствие на елемента (Райков и кол., 1984), както е в случая и в двата радиални профила. След като съдържанието и на други елементи в по-долните почвени хоризонти е по-ниско от повърхностния слой, и за тях аналогично може да се заключи, че имат техногенен произход в почвата.

Правят впечатление високите стойности на Cr във втория профил, особено концентрацията в най-долния почвен хоризонт. Може да се направи извод, че това натрупване е в резултат на влиянието на литоложката основа, както и да се предположи, че между хоризонт ВС и В съществува геохимична бариера, която се определя като силно контрастна ($R > 3$).

Във връзка с разкриването на ландшафтно-геохимичните особености в долното течение на р. Провадийска, е извършена картировка на ландшафтно-геохимичен профил (фиг. 8). Той описва склон от Добринското плато с източна експозиция. Простира се от най-високата точка на възвишението Калето до около 75 m височина в източна посока до левия временен приток на р. Провадийска – Добрински дол. Територията е изградена от органогенни и тебешироподобни варовици, върху които са формирани плитки черноземни почви. Билната структура е заета от ливадностепна растителност. Тук е разположена крепостта Овеч. След скалния откос, в горната част на склона, територията е покрита с дървесно-храстови ксерофилни видове, образуващи шиблякови формации. По целия профил е добре развит карстовият процес. Профилът се състои от пет ЕЛГС: I – елувиална, II – транселувиална, III – елувиално-акумулативна, IV – транселувиална, и V – супераквална. При интерпретацията на резултатите е използван коефициентът K_m .

Диаграмите показват, че миграцията на микроелементите не следва обичайния тренд на натрупване от по-високите към по-ниските хипсометрични нива. Най-голяма концентрация на всички елементи се установява в транселувиалната и елувиално-акумулативната ЕЛГС. Транспортирани от денудационното ниво, елементите се натрупват в подножието на скалния откос и поради наличието на геохимична бариера не мигрират активно към местния



Фиг. 8. Латерална диференциация на микроелементите в катен от Добринското плато

базис. Високият K_m за ЕЛГС II се обяснява с вековното антропогенно въздействие заради крепостта. В тази точка е и най-високото средно съдържание на елементите по целия профил, което със сигурност има техногенен произход.

Някои от стойностите на изследваните химични елементи в границите на разглежданото пространство превишават тези на незамърсените почви във Варненска област (Zn, Pb, Ni), а други са равни или почти равни на тях (Cu, Mn, Co).

Според нормите за допустимо съдържание на вредни вещества (Наредба №3 от 01.08.2008г. (обн. ДВ, бр.71 от 12.08.2008 г., <http://www5.moew.government.bg/>) – изследваните елементи в долното течение на р. Провадийска не превишават нормите за максимално допустими концентрации за тежки метали и металоиди в почвите.

Въпреки че официално не се превишават пределно допустимите концентрации (ПДК), съдържанието на микроелементите в почвите е високо (над местния регионален фон). Това предполага влиянието на многобройните промишлени предприятия в района.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Географското положение има голямо значение за проявата на ландшафтообразуващите фактори. Два от тях са с основополагаща роля за формирането на съвременните ландшафти в долното течение на р. Провадийска – литоложкият и климатичният. По-голямата част от разглежданото пространство е заето от карбонатна скална основа. Варовиците определят разпределението и режима на водния компонент, той от своя страна влияе върху характера и овлажнението на територията и т.н. Близостта до Черно море придава субсредиземноморски характер на ПТК, добре изразен в растителния и животинския компонент на ландшафтите.

Карстовите ландшафти са изключително чувствителни и уязвими откъм човешко въздействие. Предвид широкото разпространение на тези територии в района и сложната им структура (с подземна и надземна част), е подходящо да се извършат изследвания във връзка с устойчивостта им на техногенно влияние и общата им природно-антропогенна съвместимост.

Малка част (2 %) от разглежданото пространство е заето от промишлени обекти, толкова е и площта на населените места. Въпреки тези малки площи, индустриализацията и урбанизацията са фактори, които довеждат до загуба на местообитания и до цялостна екологична промяна в природната среда. Доказателство са големият брой изчезнали растителни и животински видове от влажната зона на реките Девня и Провадийска.

Въпреки че общините разработват програми за намаляване нивата на замърсяванията, е назряла необходимостта от провеждането на по-специализиран мониторинг, който трябва да бъде комплексен и съобразен с конкретните структурно-функционални особености на съответния район. В случая опазването на някои територии в рамките на защитените зони по НАТУРА 2000 е крайно недостатъчно – необходима е много по-голяма степен на защита от

страна на законодателството. Има възможност и за обявяване на нови защитени територии във връзка с природното и културно-историческото наследство в слабо изучени места – като например пещерите и скалните манастири в Добринското плато.

Ниските стойности на микроелементите в почвите са резултат от алкалната среда на територията и по-слабата подвижност на тежките метали в нея. Местните литогеохимични особености в района възпрепятстват натрупването в големи количества на тежки метали в обкръжаващата среда.

Получените резултати от геохимичното изследване на територията съвпадат с подобно проучване на района преди почти 20 години – не се отчита съществена промяна в стойностите на микроелементите в ландшафтните компоненти.

Препоръчва се позициониране на допълнителни пунктове за мониторинг на почвата в относително незамърсени части от района (билните повърхности на Добринското и Авренското плато) за изясняване на геохимичната картина в изследваната територия.

ЛИТЕРАТУРА

- Авессаломова, И. А.** 1987. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. Изд. МГУ, М./ Avesalomova, I.A. 1987. Geochemical Indicators in the Study of Landscapes. Izd. MGU., Moscow. (Ru)
- Беус, А.А.** 1981. Геохимия литосферы. Москва., Недра./ Beus, A. A. 1981. Geochemistry of the Lithosphere. Moscow, Nedra. (Ru)
- Виноградов, А.П.** 1956. Геохимия редких и рассеяных химических элементов в почвах. Москва, Изд. АН СССР. / Vinogradov, A. P. 1956. Geochemistry of Chemical Elements of Rare and Diffused in Soil. Moscow, Izd. AN SSSR. (Ru)
- Виноградов, А. П.** 1962. Среднее содержание элементов в главных типах изверженных горных породземной коры. Москва, Геохимия. / Vinogradov, A. P. 1962. The Average Content of Elements in the Main Types of Igneous Rocks of the Earth's Crust. Moscow, Geochemistry. (Ru)
- Гаврилова, И. П., Н.С. Касимов.** 1989. Практикум по геохимии ландшафта. Москва, МГУ./ Gavrilova, I. P., N. S. Kasimov. 1989. Guidance for Practical Work in Geochemistry of Landscapes. Moscow, MGU. (Ru)
- Глазовская, М. А.** 1964. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. Изд. МГУ, Москва. 320 с./ Glazovskaya, M. A. 1964. Basic Geochemical Principles of Typology and Methodology of Natural Landscape Studies. MGU, Moscow. 320 pp. (Ru)
- Глазовская, М.А., Н.С. Касимов.** 1987. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природных сред. Вест. МГУ, Сер. Геогр. / Glazovskaya, M. A., N. S. Kasimov. 1987. Landscape-Geochemical Principles of Background Monitoring of Natural Environment. Moscow, Vest. MGU, Ser. Geogr. (Ru)
- Дончев, Д. Й. Йорданов, М. Николова.** 1993. Природни и антропогенни фактори и предпоставки за замърсяване на обкръжаващата среда в района Варна–Девня. – В: А. Стоянов (ред.) Сб. доклади от III Науч. Конф. „Екология, икономика и жизнена среда на Черноморския регион“, 03–04.06.1993, Варна. с. 194–203. /Donchev. D., Y. Yordanov, M. Nikolova. 1993. Natural and Anthropogenic Factors and Preconditions for Environmental in the area of Varna – Devnya. – In: Proceeding papers III Scientific

Conference “Ecology, Economy and Environment of the Black Sea Region”, 03-04.06.1993, Varna. pp.194-203. (Bg)

- Йонева, Ж., П. Еленов.** 2000. Геохимични аспекти на замърсяването с тежки метали на почвите в Девненската индустриална зона. – Проблеми на географията, кн. 1–4, Изд. БАН „Проф. М. Дринов“, София, с. 300–315. / Yoneva, J., P. Elenov. Geochemical Aspects of Heavy Metal Pollution in the Devnya Industrial Zone. – *Problems of geography*, 1-4, Izd. BAN “Prof. M. Drinov”, pp. 300-315. (Bg)
- Кочев, Хр.** 1976. Растителна покривка на района между реките Батова и Двойница, Варненско. Изд. на БАН, Институт по ботаника. София, 122 с. / Kochev, Kh. 1976. The Vegetational Cover in the Area Between the Batova and Dvoynitsa Rivers in the Environs of Varna. Izd. BAS, Institute of Botany. Sofia. 122 pp. (Bg)
- Куйкин, С. И. Атанасов, Ю. Христова, Д. Христов.** 2001. Фонови съдържания на тежки метали и арсен в почвообразуващите скали в България. – Почвоведение, агрохимия и екология. Год. XXXVI, №1, с. 3–13. / Kujkin, S., I. Atanasov, Yu. Khristov, D. Khristov. 2001. Background Concentrations of Heavy Metals and Arsenic in the Parent Soil-forming Rocks of Bulgaria. - *Bulgarian Journal of Soil Science, Agro-chemistry and Ecology*, XXXVI, №1, pp. 3-13. (Bg)
- Миланова, В., Г. Чешитев.** 1992. Обяснителна записка към геоложка карта на България М 1:100 000, Картен лист Провадия. Комитет по геология, Предприятие за геофизични проучвания и геолошко картиране, 54 с. / Milanova, V. G. Cheshitev. Explanatory Note to the Geological Map of Bulgaria 1:100 000 Sheet Provadiya. – Enterprise for Geophysical Prospecting and Geological Mapping, Sofia, 54 pp. (Bg)
- Мирчев, С.** 1971. Химичен състав на почвите в България. Изд. на БАН, София. 307 с./ Mirchev, S. 1971. Chemical Composition of the Soils in Bulgaria. Izd. BAS, Sofia. 307 pp.(Bg)
- Пенин, Р.** 1989. Ландшафтно-геохимическа оценка заповедных территории Юго-Западной Болгарии. Москва, Канд. дис. Московски университет „М. В. Ломоносов“. / Penin, R. 1989. Geochemical Assessment of the Landscapes in the Protected Areas in South West Bulgaria. Moscow, Dissertation, Moscow University “M. V. Lomonosov”. (Ru)
- Пенин, Р.** 1992. Биогеохимична специализация на ландшафтите в резервата „Острица“. – Год. СУ, Геол.-геогр. фак., 84, 2, с. 133–145. / Penin, R. 1992. Biogeochemical Specialization of the Landscapes of “Ostritza” Reserve. *Annual of Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Geology and Geography*, Book 2 – Geography, Volume 84, pp. 133-145. (Bg)
- 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., Несебър. Ун. Изд. „Св.Св. Кирил и Методий“, В. Търново, с. 155-174. / Penin, R. 1994. The River Drainage Basin as an Object of Landscape Researches. – In: Proceeding papers Scientific Conference “Theoretical Problems of Geography” 10-11.09. 1993. Nesebar. Izd. “St. Kiril and Methodius”, pp. 155-174. (Bg)
- Пенин, Р.** 1997. Ръководство по геохимия на ландшафтите. Ун. изд. „Св. Кл. Охридски“, София, 130 с./ Penin, R. 1997 Geochemistry of Landscape Guide, Univ. izd. “Sv. Kl. Ohridski”, Sofia, 130 pp. (Bg)
- Пенин, Р., П. Тановска.** 2003. Ландшафтно-геохимични изследвания в района на гр. Видин и Дунав мост II. – Проблеми на географията, кн. 1–2, Изд. БАН „Проф. М. Дринов“, София, с. 57–69./ Penin, R., P. Tanovska. 2003. Landscape-Geochemical Research in the Area of Vidin and Danube Bridge II. – *Problems of geography*, 1-2, Izd. BAN “Prof. M. Drinov”, pp. 57-69. (Bg)
- Перельман, А. И.** 1975. Геохимия ландшафта. Москва, Высшая школа. 333 с. / Perelman, A. I. 1975. Geochemistry of Landscape. Moscow, Vysshaya shkola. 333 pp. (Ru)

- Райков, Л., Х. Чулджиян и др.** 1984. Проблеми на замърсяването на почвата. Изд. „Земиздат“, София, 164 с. / Raykov, L., Kh. Chuldzhiyan et al. 1984. Problems of Soil Pollution. Izd. “Zemizdat”, Sofia, 164 pp. (Bg)
- Фортескью, Д.** 1985. Геохимия окружающей среды, Москва, Прогресс./ Fortescue, D. 1985. Environmental Geochemistry. Moscow, Progres. (Ru).
- Чолакова, З.** 2013. Карстови ландшафти и съдържание на тежки метали в техните почви. – В: Юбилеен сборник „40 г. катедра ЛОПС“. Изд. „Булвест 2000“. София, с. 105–110./ Cholakova, Z. 2013. Karst Landscapes and Heavy Metal Content in Their Soils. – In: 40 years of LOPS Department. Izd. “Bulvest 2000”, Sofia, pp. 105-110. (Bg).
- xxx** Министерство на околната среда и водите (<http://www5.moew.government.bg/>) / Website of Bulgarian Ministry of Environment and Water.
- xxx** Червена книга на Република България. Електронно издание (<http://e-ecodb.bas.bg/rdb/bg/>) / Website of Red Data Book of the Republic of Bulgaria. Digital edition.
- Kabata – Pendias, A.** 2011. Trace elements in Soils and Plants. Fourth ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, 405 pp.
- Salminen, R. et al.** Geochemical Atlas of Europe. 2005. Electronic version. Available at: <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/index.php>