

**ՀՀ ԳԱԱ ԲՈՒՍԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**

**ԳԵՎՈՐԳ ՀՈՎՀԱՆՆԵՍԻ ՏԵՓԱՆՈՍՅԱՆ**

**ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՅԻ ԵՎ ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ  
ՏԵԽՆԱԾԻՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՀՈՍՔԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Գ.00.11- «Էկոլոգիա» մասնագիտությամբ կենսաբանական գիտությունների  
թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

**ՄԵՂՄԱԳԻՐ**

**ԵՐԵՎԱՆ - 2015**

---

**ИНСТИТУТ БОТАНИКИ НАН РА**

**ТЕПАНОСЯН ГЕВОРГ ОГАННЕСОВИЧ**

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ И ТЕХНОГЕННОГО ГЕОХИМИЧЕСКОГО  
ПОТОКА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЕРЕВАНА**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**Диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
по специальности 03.00.11 - “Экология ”**

**ЕРЕВАН - 2015**

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնում

**Գիտական ղեկավար՝**

Երկրաբ.-հանքաբ. գիտությունների դոկտոր՝

**Ա.Գ. Սաղաթեյյան**

**Պաշտոնական ընդհանրություններ՝**

գյուղատնտեսական գիտությունների դոկտոր  
կենսաբանական գիտությունների թեկնածու

**Բ.Խ. Մեծունց**

**Գ.Ա. Ղազարյան**

**Առաջատար կազմակերպություն՝**

**Հայաստանի ազգային**

**ագրարային համալսարան**

Պաշտպանությունը կայանալու է 2015թ. ապրիլի «17», ժամը 14<sup>00</sup>-ին, ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտում գործող ՀՀ ԲՈՆ-ի Բուսաբանության 035 մասնագիտական խորրդի նիստում:

Հասցեն՝ 0040, Երևան, Աճառյան 1, ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտ

էլ.-փոստ՝ [botanyinst@sci.am](mailto:botanyinst@sci.am)

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի գրադարանում և [www.botany.sci.am](http://www.botany.sci.am) կայքում:

Սեղմագիրն առաքված է 2015թ. մարտի «17»-ին

**035 մասնագիտական խորհրդի գիտքարտուղար,  
կենսաբանական գիտությունների թեկնածու՝**



**Ա.Գ. Ղուկասյան**

---

**Тема диссертации утверждена в Центре эколого-ноосферных исследований НАН РА**

**Научный руководитель:**

доктор геол.-минер. наук

**А.К. Сагателян**

**Официальные оппоненты:**

доктор сельскохозяйственных наук

**Б.Х. Межунц**

кандидат биологических наук

**К.А. Казарян**

**Ведущая организация:**

**Национальный аграрный университет Армении**

Защита диссертации состоится «17» апреля 2015 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Специализированного совета 035 по ботанике ВАК РА, действующего при Институте ботаники НАН РА

Адрес: 0040, г. Ереван, ул. Ачаряна 1, Институт ботаники НАН РА.

E-mail: [botanyinst@sci.am](mailto:botanyinst@sci.am)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института ботаники НАН РА и на сайте [www.botany.sci.am](http://www.botany.sci.am)

Автореферат диссертации разослан «17» марта 2015 г.

**Ученый секретарь специализированного совета 035**

кандидат биологический наук



**А. Г. Гукасян**

## ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

**Աշխատանքի արդիականությունը:** Քաղաքները, հանդիսանալով գիտատեխնիկական զարգացման և մարդկանց կյանքի որակի բարձրացման կենտրոններ, շրջակա միջավայրի (այսուհետ՝ ՇՄ) վրա թողնում են ահռելի տեխնածին ազդեցություն: Արդյունքում քաղաքային տարածքներում ձևավորվում է բնական էկոհամակարգերից տարբերվող «քաղաքային էկոհամակարգ», որի առանցքային բաղկացուցիչ հանդիսացող հողերն իրենց վրա են կրում անթրոպոգեն ողջ ծանրաբեռնվածությունը՝ ներառյալ աղտոտումը: Հողերի աղտոտիչների շարքում, կապված երկարաժամկետ բացասական ազդեցության հետ, առանձնակի տեղ են գրավում ծանր մետաղները (այսուհետ՝ ՄՄ), որոնք տարբեր միգրացիոն ուղիներով ներթափանցելով և կուտակվելով հողային շերտում վատթարացնում են նրա որակական հատկանիշները: Ծառայելով որպես կուտակիչ միջավայր, միննույն ժամանակ հողերը հանդիսանում են ՇՄ-ի աղտոտվածության համընդհանուր վիճակի հետազոտության կարևոր օբյեկտ: Հողերի երկրաքիմիական հետազոտությունները թույլ են տալիս շրջագծել դիսկոմֆորտ գոտիները, ի հայտ բերել աղտոտման աղբյուրները, ինչպես նաև կատարել էկոլոգիական և մարդու առողջությանն ուղղված պոտենցիալ ռիսկի գնահատում և քարտեզագրում, ինչով և պայմանավորված է կատարված աշխատանքի կարևորությունը և արդիականությունը:

**Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները:** Հետազոտության նպատակն է Երևան ք.-ի հողերի ՄՄ-ով աղտոտման էվոլյուցիայի ուսումնասիրությունը և աղտոտման պոտենցիալ էկոլոգիական ու մարդու առողջության ռիսկի գնահատումը:

Նպատակին հասնելու համար առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- Երևան ք.-ի տարածքի հողերի 1989, 2002 և 2012թթ. երկրաքիմիական հանույթների տվյալների բազաների գիտամեթոդապես հիմնավորած համադրության սպասհովում,
- Երևան ք.-ի տարածքում ՄՄ-ի տեխնածին երկրաքիմիական հոսքի առանձնահատկությունների ուսումնասիրում,
- Երևան ք.-ի տարածքի հողերի 2012թ. երկրաքիմիական հանույթի արդյունքում որոշված ՄՄ-ի պարունակությունների երկրաքիմիական և սանիտարահիգիենիկ քարտեզագրում և տարածական բաշխվածության առանձնահատկությունների ուսումնասիրում,
- ՄՄ-ով աղտոտված հողերի պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի գնահատում և քարտեզագրում,
- ՄՄ-ով հողերի աղտոտման արդյունքում մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի գնահատում և քարտեզագրում,
- Երևան ք.-ի կանաչապատման մեջ օգտագործվող ծառաբույսերի որոշ տեսակների վիճակի գնահատում՝ որպես հողերի ՄՄ-ով աղտոտման պոտենցիալ ինդիկատորներ:

**Պաշտպանվող հիմնական դրույթները:**

1. Ապահովվել է երկրաքիմիական հետազոտությունների գիտամեթոդապես հիմնավորված շարունակականությունը՝ կիրառելով միջազգային նորմավորման մեթոդի տեղայնացման, վիճակագրական վերլուծության և քարտեզագրման մեթոդների համադրության հիման վրա մշակված երկրաքիմիական

տվյալների փոխակերպման փուլային ալգորիթմը:

2. Երևան ք.-ի տարածքի հողերում պարունակվող ՕՄ-ը առավելապես ներկայա-նում են 2 պայմանական տիպի տեխնածին կարգաշեղումներով. ա) քաղաքի խիտ բնակեցված տարածքներում գրանցված կետային բնույթի և մեկ տարրի (հիմնականում Pb-ի) համեմատաբար մեծ ինտենսիվությամբ կարգաշեղում-ներ, բ) խոշոր արդյունաբերական ձեռնարկություններին տարածականորեն կցված բազմատարր ինտենսիվ կարգաշեղումներ:
3. Երևան ք.-ի տարածքի հողերում գրանցված ՕՄ-ի պարունակությունների երկ-րաքիմիական, սանիտարահիգիենիկ գնահատումը և քարտեզագրումը, ինչ-պես նաև էկոլոգիական և մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի գնահատու-մը ցույց տվեցին, որ 2012թ.-ին հողերի առաջնային և խնդրահարույց աղտոտիչ տարրերն են.
  - երկրաքիմիական տեսանկյունից՝ Pb, Zn, Cu, Mo, Hg-ը,
  - սանիտարահիգիենիկ տեսանկյունից՝ Pb, Zn, Cu, Cr-ը,
  - էկոլոգիական ռիսկի տեսանկյունից՝ Hg, Pb-ը,
  - մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի տեսանկյունից՝ Pb, Cr, As:
4. Երևան ք.-ի տարածքում ՕՄ-ի անընդհատ և ինտենսիվ տեխնածին երկրաքի-միական հոսքը բերել է դրանց կուտակմանը և յուրահատուկ երկրաքիմիա-կան՝ բնականից տարբեր, իրավիճակի ստեղծմանը, որի արդյունքում Երևանի տարածքը վերածվել է ՕՄ-ով հարստացված տեխնածին կենսաերկրաքիմիա-կան մարզի:
5. Հողերի ՕՄ-ով աղտոտման հետ կապված մարդու առողջության ռիսկի միջազ-գային մեթոդներին համաձայն գնահատումը ցույց տվեց, որ Երևան ք.-ի տա-րածքի հողերում գրանցված ՕՄ-ի պարունակությունները ՇՄ-ի աղտոտման խնդրից վերաճել են մարդու առողջության ռիսկի: Մասնավորապես առկա է հողերի ինցիդենտալ կլաման բաղցկեղածին և ոչ քաղցկեղածին ռիսկ: Վեր-ջինս առավել ռիսկային է երեխաների առողջության համար:

### ***Աշխատանքի գիտական նորույթը:***

1. Առաջին անգամ միջազգային մեթոդների տեղայնացմամբ իրականացվել է երկրաքիմիական հետազոտությունների տվյալների նախկին բազաների ստանդարտավորում՝ ապահովելով երկրաքիմիական հետազոտությունների գիտամեթոդապես հիմնավորված շարունակականությունը:
2. Առաջին անգամ միջազգային մեթոդների տեղայնացմամբ իրականացվել է Երևան ք.-ի տարածքի հողերի ՕՄ-ով աղտոտման պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի գնահատում:
3. Առաջին անգամ միջազգային մեթոդների տեղայնացմամբ իրականացվել է Երևան ք.-ի տարածքի հողերի ՕՄ-ով աղտոտման առողջությանն ուղղված ռիսկի գնահատում, որը ներառում է երեխաների, մեծահասակների և աղիտիվ ոչ քաղցկեղածին ու կյանքի տևողության քաղցկեղածին ռիսկը:

***Աշխատանքի գործնական նշանակությունը և կիրառությունը:*** Աշխատանքի արդ-յունքները կարող են օգտագործվել.

1. որպես բժշկահամաճարակաբանական հետազոտությունների հիմք՝ ուղղված ՕՄ-ի ազդեցության ներքո գտնվող բնակչության ընդհանուր հիվանդացության

կամ սպեցիֆիկ հիվանդության գնահատմանը,

2. ՇՄ-ում ԾՄ-ի պարունակությունների նվազեցման և միջավայրի որակական ցուցանիշների բարելավման համար,
3. Էկոլոգիական և մարդու առողջության ռիսկի կառավարման և ռիսկային տեղամասերի վերահսկման համար,
4. քաղաքաշինական նախագծերի մշակման ժամանակ ռեկրեացիոն գոտիների զարգացման տեղամասերի ընտրության համար,
5. քաղաքի տարածքային պլանավորման և նախագծման ժամանակ,
6. ռիելտորական գործունեության մեջ:

**Աշխատանքի փաստացի նյութը:** Աշխատանքն իրականացվել է ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգա-նոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնում: Ատենախոսության մեջ ներառված է Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի կողմից Երևան ք.-ում իրականացված Էկոլոգատերկրաքիմիական հետազոտությունների, մասնավորապես 1989, 2002 և 2012թթ. պեդոտերկրաքիմիական հանույթների տվյալները, ինչպես նաև օդի և մակերևութային ջրերի մոնիթորինգի արդյունքները: Հեղինակն ամփոփական ներդրում է ունեցել 2011-2012թ. ձյան (24 նմուշ) և հողի (1356 նմուշ) նմուշառման պլանավորման, դաշտային, նմուշների նախնական մշակման և տարրալուծման նախապատրաստման, երկրաքիմիական տվյալների հենքի ստեղծման, տվյալների վերլուծության և ընդհանրացման, ինչպես նաև ArcGIS ծրագրային միջավայրում մասնագիտացված քարտեզների կազմման աշխատանքներում: Ընդհանուր առմամբ կատարվել է 21768 տարրորոշում:

**Փորձահավանությունը:** Հետազոտության արդյունքները զեկուցվել են 5 միջազգային գիտաժողովներում. 1) The 37<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Analytical Chemistry (Belgium, Antwerp 2012), 2) Международная молодежная научная конференция “Проблемы окружающей среды и выделение групп риска среди населения” (Армения, Ереван 2013), 3) VI Всероссийская научно-практическая конференция по прикладной геохимии “Интерпретация и оценка разноранговых рудогенных геохимических аномалий в сложных ландшафтно-геологических условиях” (РФ, Москва 2013), 4) I научно-практическая конференция с международным участием, Технологическая платформа “Твердые полезные ископаемые”: технологические и экологические проблемы отработки приподных и техногенных месторождений (РФ, Екатеринбург 2013), 5) Summer University “Bridging ICTs and Environment Spatial Planning and Environmental Assessment for Decision Making in Europe” (Hungary, Budapest 2014):

**Հրատարակված աշխատանքները:** Հեղինակի 13 հրատարակումներից 9-ը ներառում են ատենախոսության նյութերը:

**Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը:** Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, 5 գլուխներից, եզրակացություններից, գրականության ցանկից (217 անուն գրականություն) և հավելվածից: Ատենախոսության հիմնական մասը շարադրված է 148 էջի սահմաններում, ընդգրկում է 18 աղյուսակ, 50 նկար, որոնցից 39-ը հանդիսանում են մասնագիտական քարտեզներ: Հավելվածը կազմում է 13 էջ, ներառում է 13 աղյուսակ և 4 նկար:

## ԳԼՈՒԽ 1. ԾԱՆԸ ՄԵՏԱԳՆԵՐԸ ՔԱՂԱՔԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ

Աշխատանքի տվյալ գլխում քննարկվում է մարդկային գործունեության արդյունքում բնական էկոհամակարգերից տարբերվող «քաղաք էկոհամակարգը»:

Տրվում է «քաղաք էկոհամակարգի» ԾՄ-ով աղտոտման հետազոտությունների կարճ պատմական և գրական ակնարկ ու վերլուծվում է «քաղաք էկոհամակարգի» առանցքային բաղկացուցիչ հանդիսացող հողային միջավայրի դերը՝ որպես ԾՄ-ի կուտակիչ միջավայր, դրանց տարածական բաշխվածության բնութագրիչ, աղտոտման ինտեգրալային, ինչպես նաև էկոլոգիական և մարդու առողջությանն ուղղված պոտենցիալ ռիսկի ցուցիչ: Ամփոփվում է Հայաստանի քաղաքների ԾՄ-ով աղտոտման հետազոտությունները և Երևան ք.-ի «քաղաք էկոհամակարգի» ԾՄ-ով աղտոտման առանձնահատկությունները:

## **ԳԼՈՒԽ 2. ՀԵՏԱԳՈՏՈՒԹՅԱՆ ՕԲՅԵԿՏԸ, ԼՅՈՒԹԵՐԸ ԵՎ ՄԵԹՈՂՆԵՐԸ**

Հետազոտության օբյեկտ է հանդիսցել ՀՀ մայրաքաղաք Երևանը: Վերջինս հանդիսանում է երկրի վարչական, տնտեսական և մշակութային խոշորագույն կենտրոնը: Քաղաքի տարածքը 223 քառ.կմ է, որը կազմում է հանրապետության տարածքի 0.75%, իսկ բնակչությունը կազմում է 1066.3 հազ. մարդ, հանրապետության բնակչության (3026.9 հազ.մարդ) մոտ 35.2%:

Հետազոտական աշխատանքները կատարվել են հետևյալ 3 փուլերով.

*Առաջին՝ նախնական կամերալ փուլ.* Իրականացվել է մասնագիտական գրականության, մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի գնահատման միջազգային մեթոդների ուսումնասիրություն, ինչպես նաև հետազոտության օբյեկտի վերաբերյալ էկոլոգիական և երկրաքիմիական տեղեկատվության հավաքագրում: Քաղաքի մակերևութային ջրերի, մթնոլորտային օդի ու հողածածկի աղտոտման վերաբերյալ տվյալների համակարգման և վերլուծության արդյունքում որպես հետազոտության հիմնական առարկա ընտրվել է բազմամյա անթրոպոգեն ծանրաբեռնվածության ցուցիչ և կուտակիչ միջավայր հանդիսացող հողային շերտը: Նմուշառման աշխատանքների կազմակերպման նպատակով կատարվել է առկա քարտեզների՝ տոպոհիմքի, տիեզերական նկարների, անհրաժեշտ քարտեզագրական թվայնացված շերտերի հավաքագրում, իրականացվել է նմուշառման պլանի մշակում, նմուշառման մասշտաբի որոշում և համապատասխան ցանցի կազմում: Հողերում երկրաքիմիական իրավիճակի դինամիկայի փոփոխության ուսումնասիրման նպատակով դիտարկվել են Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Mo, Co, Mn-ը: Աշխատանքում դիտարկվել են նաև քաղաքի մակերևութային ջրերի և օդային ավազանի վերաբերյալ առկա տվյալները:

*Երկրորդ՝ դաշտային և լաբորատոր փուլ.* 2012 թ. հեղինակի անմիջական մասնակցությամբ իրականացվել է Երևան ք.-ի հողերի թվով 3-րդ երկրաքիմիական հանույթը: Հողերի նմուշառումը, դաշտային աշխատանքների որակի ապահովումը և որակի վերահսկումն իրականացվել է ըստ համապատասխան Ստանդարտ Օպերացիոն Ընթացակարգի (UOL), որի մշակման համար հիմք է հանդիսացել մեթոդական ցուցումներ (*Ревич Б.А. и др., 1982; Сагт Ю.Е. и др., 1990*) և միջազգային ISO (*Фомин Г.С., Фомин А.Г., 2001; ISO 10381-5, 2005; ISO/TC 190/SC 2 Sampling*) և US EPA (*US EPA Field sampling guidance document #1205*) ստանդարտներ: Նմուշառումը ընդգրկել է քաղաքի ողջ տարածքը: Հիմք ծառայել է քաղաքի 1:10000 մասշտաբի պլան-սխեման: Նմուշառումն իրականացվել է հավասարաչափ ցանցով՝ 1:25000 մասշտաբով (16 նմուշ, 1 կմ<sup>2</sup>-ուց): Այս մասշտաբը առավելագույնս պահպանվել է քաղաքի կառուցապատված և խիտ բնակեցված տեղամասերում: Նմու-

շառման ընթացքում կախված տեղանքի առանձնահատկություններից (ծածկապատված տեղանք, սողանքային գոտի) կատարվել է նմուշառման ցանցի նստացում՝ համաձայն Մ 1:50000 (4 նմուշ 1 կմ<sup>2</sup>-ուց): Նմուշները վերցվել են ձեռքի բահի օգնությամբ՝ հողերի A<sub>0</sub> հորիզոնից, 0-5 սմ: 1 նմուշի ստացման համար նմուշառման ցանցի վանդակի սահմաններում վերցվել է առնվազն 3 և առավելագույնը 5 ենթանմուշ: Հողային նմուշների ընդհանուր թիվը նմուշների մշակման և տարրալուծման աշխատանքներից հետո կազմել է 1356:

Երևան ք.-ի տարածքի հողերի նմուշարկման աշխատանքներին զուգահեռ մեր կողմից բոլոր հետազոտված տեղամասերում իրականացվել է այս կամ այն տեսակի ծառերի կանաչ տնկարկների առկայության վերաբերյալ նշումներ: Այնուհետև, այդ տվյալների մշակման արդյունքում ընտրվել է 4 տեսակ (Fraxinus excelsior, Robinia pseudoacacia, Populus alba, Platanus acerifolia) և կատարվել են վերջիններիս վիճակի հատուկ դիտարկումներ: Մասնավորապես այդ տեղամասերում հետազոտվել են ծառատեսակների տեսանելի վնասվածքները, գնահատվել է բույսերի ընդհանուր վիճակը: Ծառերի վիճակի գնահատումը կատարվել է 5 բավանոց սանդղակով՝ I կարգ՝ լավ, II կարգ՝ թուլացած, III կարգ՝ խիստ թուլացած, IV կարգ՝ չորացող, V կարգ՝ չորացած կանգուն, հաշվի առնելով ծառերի ճնշվածության տեսանելի հետևյալ ախտորոշիչ ցուցանիշները՝ ասիմիլյացիոն ապարատի վնասվածքներ, չորացած ճյուղերի քանակություն, սաղարթի և բնի դեֆորմացիա և այլն: Ընդունված է ծառատեսակի վիճակը գնահատել լավ, եթե III և IV կարգի ծառերի քանակությունը տեղամասում չի գերազանցում 15%-ը, մինչև 30%-ը՝ բավարար, 31-50%-ը՝ անբավարար, 50%-ից բարձր՝ ծայրահեղ անբավարար (Алексеев В.А., 1989, 1990):

Հողային նմուշների նախնական մշակման և տարրալուծման աշխատանքներն իրականացվել է ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի «Շրջակա միջավայրի երկրաքիմիայի» բաժնում՝ ռենտգենֆլյուորեսցենտային (XRF, Innov X-5000) անալիզատորով: Հողային նմուշների նախապատրաստումն իրականացվել է համաձայն ISO-11464 (Фомин Г.С., Фомин А.Г., 2001): Բուն տարրալուծումը և աշխատանքների որակի վերահսկողությունը, սարքի ստուգաճշտումն իրականացվել է համաձայն EPA 6200 մեթոդի (US EPA Method 6200, 2007): Տարրալուծման աշխատանքների որակի ներլաբորատոր վերահսկումն իրականացվել է նմուշների ընդհանուր բազմությունից պատահական ընտրված նմուշների կրկնակի տարրալուծման հիման վրա, ըստ ISO 5725-1 (Фомин Г.С., Фомин А.Г., 2001): Տարրալուծման աշխատանքների որակի արտալաբորատոր վերահսկումն իրականացվել է ըստ EPA 6200 մեթոդի (US EPA Method 6200, 2007) և ISO 5725-1 (Фомин Г.С., Фомин А.Г., 2001)՝ ամբողջ ընտրանքից առանձնացված նմուշների (1 %) տարրալուծման միջոցով (PerkinElmer Aanalyst 800): Տարրալուծման արդյունքում հայտնաբերման շեմից ներքև ոչ նշանակալի թվով (օր. <20 % (Johnson C.C. et al., 2011)) արժեքների առկայության դեպքում որպես կոնկրետ տարրի տարրալուծման արդյունք ընդունվել է սարքավորման տվյալ տարրի հայտնաբերման շեմի ½ մասը: Նշանակալի թվով արժեքների դեպքում այդ նմուշները բացառվել են ընտրանքից (Johnson C.C. et al., 2011; Reimann C., Filzmoser P., 1999; Reimann C. et al., 2008): Որոշվել է Hg, Pb, Cu, Zn, As, Ni, Co, Cr, Mo, Mn, Ba,

Ti, V, Fe տարրերիի պարունակությունները (մգ/կգ):

*Երրորդ՝ կամերալ փուլ*. Հետազոտության արդյունքում կազմվել է դիտարկված ՕՍ-ի երկրաքիմիական տվյալների հենք: Տվյալների վիճակագրական վերլուծությունը կատարվել է SPSS 20 ծրագրային փաթեթի կիրառությամբ:

Քաղաքի տարածքի հողերի էկոլոգատերկրաքիմիական գնահատումը, ինչպես նաև հետազոտվող միջավայրերում դիտարկվող տարրերի կուտակման մակարդակների որոշումը կատարվել է ՕՍ-ի փաստացի պարունակությունները ֆոնի հետ համեմատման մեթոդով (*Ревич Б.А. и др., 1982*): Արդյունքում հաշվարկվել են տարրերի անոմալության չափորոշիչ հանդիսացող կարգաշեղման կամ կոնցենտրացիայի գործակիցները ( $K_c$ ).  $K_{ci} = C_i/C_{i\phi_n}$ , որտեղ՝  $C_i$ -ն  $i$ -րդ տարրի պարունակությունն է միջավայրում (մգ/կգ), իսկ  $C_{i\phi_n}$ -ը՝  $i$ -րդ տարրի ֆոնային պարունակությունը (մգ/կգ): Որպես աղտոտման երկրաքիմիական քանակական ցուցանիշ օգտագործվել է Աղտոտման Գումարային Գործակիցը (այսուհետ՝ ԱԳԳ,  $Z_c$ ): Վերջինս հաշվարկվում է ըստ  $Z_c = \sum K_{ci} - n + 1$  բանաձևի, որտեղ՝  $K_{ci}$ -ն  $i$ -րդ տարրի կոնցենտրացիայի գործակիցն է, իսկ  $n$ -ը այն տարրերի թիվն է, որոնց  $K_c > 1$  (*Ревич Б.А. и др., 1982; Перельман А.И., Касимов Н.С., 1999*):

Քաղաքի տարածքի հողերի սանիտարահիգիենիկ գնահատման նպատակով ՕՍ-ի փաստացի պարունակությունները համեմատվել են տարրերի ՀՀ ՍԹԿ-ի հետ (*ՀՀ Կառավարության N 1277-Ն և N-92-Ն որոշումներ*): Արդյունքում հաշվարկվել են ՍԹԿ-ի նկատմամբ գերազանցումները՝ ( $H_{ij}$ ).  $H_{ij} = C_i/C_{i\text{ՍԹԿ}}$ , որտեղ՝  $C_{i\text{ՍԹԿ}}$ -ն  $i$ -րդ տարրի ՍԹԿ-ի արժեքը (մգ/կգ): Բազմատարր աղտոտման սանիտարահիգիենիկ ցուցանիշ հանդիսանում է Կոնցենտրացիայի Հանրագումարային Ցուցանիշը (այսուհետ՝ ԿՀՑ,  $\sum H_{ij}$ ), որը որոշվում է համաձայն  $\text{ԿՀՑ} = \sum H_{ij}$  բանաձևի, որտեղ՝  $\sum H_{ij}$ -ն տարրի ըստ ՍԹԿ-ի նկատմամբ գերազանցման մեծությունների գումարն է (*ՀՀ Կառավարության N 1277-Ն և N-92-Ն որոշումներ*):

Քաղաքի տարածքի հողերում ՕՍ-ի պարունակություններով պայմանավորված էկոլոգիական ռիսկը որոշվել է ըստ Պոտենցիալ էկոլոգիական Ռիսկի Ինդեքսի (ՊԷՌԻ) (*Hakanson L., 1980*)՝  $Hg, As, Cu, Pb, Ni, Cr$  և  $Zn$ -ի համար, քանի որ միայն վերջիններիս համար են առկա տոքսիկություն-պատասխան գործակիցներ: ՊԷՌԻ-ը որոշվում է հետևյալ բանաձևերով.  $E_i^j = T_i^j \times C_i^j$ ,  $RI = \sum E_i^j$ , որտեղ՝  $RI$ -ն պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի ինդեքսն է,  $E_i^j$ -ն  $i$ -րդ տարրի պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի անհատական գործակիցն է,  $T_i^j$ -ն  $i$ -րդ տարրի տոքսիկություն-պատասխան գործակիցն է,  $C_i^j$ -ն  $i$ -րդ աղտոտման գործակիցն է, որը համարժեք է համապատասխան տարրի կոնցենտրացիայի գործակիցին՝  $C_i^j = K_c^j$ :

Մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի (ոչ քաղցկեղածին, քաղցկեղածին) գնահատման նպատակով դիտարկվել է Երևան ք.-ի տարածքի հողերից վերցված յուրաքանչյուր նմուշում որոշված տարրերի շարքը: Որպես ազդեցության ուղի ընտրվել է հողերի բերանով ինցիդենտալ կլանումը: Ոչ քաղցկեղածին ռիսկի գնահատման իրականացվել է  $Hg, Pb, As, Ni, Cu, Zn, Mo, Cr, Co, Mn, Ba, V$ -ի համար, քանի որ միայն այս տարրերի համար է առկա համապատասխան քանակական տեղեկատվություն վերջիններիս առողջությանն ուղղված վնասակար ազդեցության և տոքսիկության մակարդակների վերաբերյալ: Որոշվել է երեխաների, մեծահասակների և աղիտիվ ոչ քաղցկեղածին ռիսկը: Ոչ քաղցկեղածին ռիսկի գնահատ-



տումն իրականացվել է համաձայն  $CDI_{\text{children/adults}} = (C \times EF \times ED \times IRS \times CF)/(AT \times BW)$ ,  $CDI_{\text{ad}} = (C \times IFS \times CF)/(AT \times ED)$ ,  $HQ^i = CDI^i/RfD^i$ ,  $HI = \sum HQ^i$  բանաձևերի, որտեղ՝  $CDI$  - կլանված հողի քանակություն,  $C$  - հողում տարրի պարունակություն,  $EF$  - ազդեցության հաճախություն,  $ED$  - ազդեցության տևողություն,  $IRS$  – կլանման հաճախություն,  $CF$  - փոխակերպման գործակից,  $AT$  - ազդեցության միջին ժամանակ,  $BW$  - մարմնի զանգված,  $IFS$  - կլանման հաճախություն (ադիտիվ դիսկի),  $HQ^i$  - միատարր ոչ քաղցկեղածին ռիսկի ինդեքս,  $HI$  - բազմատարր ոչ քաղցկեղածին ռիսկի ինդեքս: Քաղցկեղածին ռիսկը գնահատվել է  $As$  և  $Cr$  տարրերի համար, քանի որ վերջիններին համար առկա է մարդուն ուղղված քաղցկեղածին ազդեցության վերաբերյալ բավարար տեղեկատվություն: Քաղցկեղածին ռիսկը որոշվել է որպես «կյանքի տևողության» անհատական քաղցկեղածին ռիսկ և հաշվարկվել է  $CDI_{\text{ad}} = (C \times IFS \times CF)/(AT \times LT)$ ,  $CR^i = CDI^i/SF^i$  բանաձևերով, որտեղ՝  $CR^i$  - քաղցկեղածին ռիսկի ինդեքս,  $LT$  – կյանքի տևողություն (*RAIS (The Risk Assessment Information System) Risk Exposure Models for Chemicals User's Guide*):

Քարտեզագրում. Կազմվել են քաղաքի ԾՄ-ով աղտոտման էկոլոգատերկրաքիմիական և սանիտարափոխանակիչ, ինչպես նաև էկոլոգիական և մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի տվյալների հենքներ, որոնք արտացոլվել են համապատասխան քարտեզներում: Քարտեզագրումն իրականացվել է  $IDW$  մեթոդով՝  $ARCIS$  ծրագրային միջավայրում: Երկրաքիմիական քարտեզներում պարունակությունների դաշտերի աստիճանավորումը կատարվել է պարունակությունների եռաստիճան անտրոպոլ (I մակարդակ՝  $<C_{\Phi}$ , II՝  $C_{\Phi}-3^*C_{\Phi}$ , III՝  $3^*C_{\Phi}-9^*C_{\Phi}$ , IV՝  $9^*C_{\Phi}-27^*C_{\Phi}$ , V՝  $>27^*C_{\Phi}$ ), իսկ  $U_{\Phi\Phi}$ -ի արժեքների դեպքում՝ ըստ Ա.Ի. Պերելման և ուրիշների (*Перельман А.И., Касимов Н.С., 1999*): Սանիտարափոխանակիչ քարտեզների պարագայում ինչպես առանձին տարրերի  $U_{\Phi\Phi}$  գերազանցման մակարդակների, այնպես էլ  $\Psi_{23}$ -ի արժեքների դասակարգումը կատարվել է համաձայն  $22$  Կառավարության  $N 92$ -Ն որոշման (*22 Կառավարության N 92-Ն որոշում*): Էկոլոգիական ռիսկի դեպքում պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի անհատական գործակցի ( $Er$ ) և պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի ինդեքսի ( $RI$ ) արժեքների դասակարգումը կատարվել է համաձայն Լ. Հակասանի (*Hakanson L., 1980*): Մարդու առողջությանն ուղղված ոչ քաղցկեղածին ռիսկի արժեքների տարածական բաշխվածության դաշտերի դասակարգումն իրականացվել է հաշվի առնելով  $US EPA (US EPA Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS), Volume I: Human Health Evaluation Manual (HHEM). Part A., 1989)$  մեթոդիկան. I մակարդակ՝  $<1$ , II՝  $1-3$ , III՝  $3-6$  և IV՝  $>6$ : Քաղցկեղածին ռիսկի արժեքների դեպքում դասակարգման հիմք է ծառայել  $US EPA$  մեթոդիկական (*US EPA A risk assessment–multiway exposure spreadsheet calculation tool, 1999*):

### **ԳԼՈՒԽ 3. ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՏԵՆԱՍԻՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՎԵՐԱՓՈՒՄՍԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ**

Մինչ օրս կատարված հետազոտությունները փաստում են, որ Երևան ք.-ի երկրաքիմիական լանդշաֆտի բնական պատկերը նշանակալիորեն բարդացված է տեխնոգենեզի անընդհատ և ինտենսիվորեն ընթացող գործընթացով, որի արդյունքն է հանդիսանում քաղաքի երկրաքիմիական լանդշաֆտին բնորոշ տարրերի պարունակությունների աճը և տվյալ լանդշաֆտին օտար ԾՄ-ի ինտենսիվ ներհոսքը (*Сагатеян А.К., Налбандян М.А., 2002; Saghatelyan A.K. et al., 2003; Cara-*

телян А.К., 2004; Саакян Л.В., 2008): Արդյունքում քաղաքի տարածքում ձևավորվել է տեխնածին կենսատերկրաքիմիական մարզ (Сагателян А.К., 2004): Վերջին տասնամյակում Երևան ք.-ի տարածքում ավելացել է արդյունաբերական արտադրանքի և աղտոտման անշարժ աղբյուրներից մթնոլորտ արտանետված վնասակար նյութերի ծավալները (Հայաստանի Հանրապետության մայրաքաղաք Երևանը թվերով: ՀՀ ՄԿԾ), ինչն անխուսափելիորեն հանգեցնում է քաղաքի տարածքի աղտոտման մակարդակի աճին:

Հասկանալու համար, թե ինչ ուղղությամբ է ընթանում Երևան ք.-ի տարածքի տեխնածին երկրաքիմիական վերափոխման գործընթացը, և թե քաղաքի զարգացումն ինչպես է անդրադարձել քաղաքային տարածքի էկոլոգատերկրաքիմիական վիճակի վրա, տվյալ գլխում քննարկվում է ՕՍ-ի տեխնածին երկրաքիմիական հոսքի փոփոխման դինամիկան: Քանի որ ՇՄ-ի երկրաքիմիական առանձնահատկությունների ձևավորման գործընթացում կարևոր ներդրում ունեն աղտոտիչ նյութեր տեղափոխող միջավայրերը՝ մթնոլորտ, ջուր, ապա քաղաքի տարածքի հողերից բացի դիտարկվել են նաև վերջիններիս երկրաքիմիական առանձնահատկությունները: Ընդհանուր առմամբ գնահատվել է ՇՄ-ի բաղադրիչներում (մթնոլորտ, ջրային օբյեկտներ, հող) ՕՍ-ի կարևորագույն երկրաքիմիական ցուցանիշների և պարամետրերի (ՕՍ-ի միջին, առավելագույն և նվազագույն պարունակություններ, երկրաքիմիական շարքեր) փոփոխման դինամիկան՝ 1989-2012թթ.-ների ժամանակահատվածում: Հարկ է նշել, որ 1989, 2002, 2012թթ. հողային հանույթների նմուշների տարրալուծման մեթոդների տարբերությամբ պայմանավորված քաղաքի տարածքի երկրաքիմիական իրավիճակի փոփոխման դինամիկայի ուսումնասիրության նպատակով 1989, 2002, 2012թթ. հանույթների տվյալների բազաների գիտամեթոդապես հիմնավորված համադրման և համատեման ապահովումն [3, 7, 8, 9] իրականացվել է «Միջազգային մեթոդների տեղայնացումը երկրաքիմիական հետազոտություններում» նախագծի շրջանակներում, որը հանդիսանում է ատենախոսության մի մասը իրականացվել է ՀՀ ԿԳՆ ԳՊԿ-ի «Ասպիրանտների հետազոտությունների աջակցության ծրագիր-2012» մրցույթի շրջանակներում:

Ընդհանրացնելով Երևան ք.-ի մթնոլորտում [1, 2, 5, 6], ջրերում և հողերում [4] ՕՍ-ի հոսքի և կուտակման որակական և քանակական փոփոխությունները, կարելի է փաստել, որ չնայած ՕՍ-ը խորթ են Երևան ք.-ի տարածքի բնական լանդշաֆտին, սակայն տարիներ շարունակ ՕՍ-ի անթրոպոգեն ներհոսքը փոխել է քաղաքի երկրաքիմիական բնական իրավիճակը՝ վերածելով այն ՕՍ-ով հարուստ տեխնածին կենսատերկրաքիմիական մարզի: Դիտարկվող ժամանակամիջոցում աղտոտման աղբյուրների քանակական և որակական փոփոխություններն յուրովի են անդրադարձել ՕՍ-ի պարունակությունների ցուցանիշների վրա, փոփոխվել են նաև առաջնայությունները: Այս առումով հարկ է նկատել, որ Pb-ով աղտոտման հիմնական աղբյուրի՝ էթիլացված բենզինի օգտագործման վրա սահմանված արգելից հետո, օդային և ջրային միջավայրերի երկրաքիմիական շարքերում Pb-ը կորցնում է իր առաջնայությունը: Այնուամենայնիվ, Pb-ը մինչ օրս հանդիսանում է հողերի հիմնական աղտոտիչներից մեկը և 2012թ.-ին Pb-ի միջին պարունակությունը ՄԾԿ-ի մեծությունը գերազանցում է 1.7 անգամ, իսկ առավելագույն պարունակությունը մոտ 85 անգամ: Հարկ է նշել նաև օդային ավազանի (2005 և

2012թթ.) և գ. Հրազդանի ջրերում (2013թ.) երկրաքիմիական հոսքի որակական շարքում Mo-ի դրսևորած առաջնայնությունը, ինչպես նաև հողերում հայտնաբերված լոկալ բնույթի նշանակալի պարունակությունները: 2012թ.-ին Mo-ի առավելագույն պարունակությունը ՍԹԿ-ն գերազանցել է 3.2 անգամ: Բնչ վերաբերում է Cu, Zn և Ni-ին, ապա վերջիններս լինելով կենսածին տարրեր, մինևսյն ժամանակ հանդիսանում են ՇՄ-ի աղտոտիչներ, իսկ վերջիններին առավելագույն պարունակությունները նշանակալիորեն գերազանցում են ՍԹԿ-ի մեծությունը:

**ԳԼՈՒԽ 4. ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՀՈՂԵՐԻ  
ԷԿՈԼՈԳԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵՎ ՄԱՆԻՏԱՐԱՀԻԳԻԵՆԻԿ ՎԻՃԱԿԻ  
ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ, ՈՐՈՇ ԾԱՌԱԲՈՒՅՄԵՐԻ ԻՆԻԿՎԱՏՈՐԱՅԻՆ  
ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԴԻՏԱՐԿՈՒՄ**

Երևան ք.-ի հողերում Hg, As, Mo, Co, Ni, Cu, Pb, Cr, Zn, Mn, Ba, V, Ti, Fe ՕՄ-ի անթրոպոգեն երկրաքիմիական կարգաշեղումների բացահայտման նպատակով վերջիններին փաստացի պարունակությունները համեմատվել են երկրաքիմիական ֆոնի հետ՝ հաշվարկվել են տարրերի կոնցենտրացիայի գործակիցները (Kc):

*Աղյուսակ 1*-ում բերված են դիտարկվող ՕՄ-ի միջին, առավելագույն և նվազագույն երկրաքիմիական շարքերը: ՕՄ-ի միջին պարունակությունների երկրաքիմիական շարքն աչքի է ընկնում բազմատարրությամբ: Առաջնային աղտոտիչ է հանդիսանում I դասի վտանգավորության տարր Pb-ը, որը ֆոնը գերազանցում է 22.9 անգամ և կազմում է գումարային ինտենսիվության (ՏԿԿ) մոտ 60%: Շարքի 2-րդ և 3-րդ տեղերը նույնպես պատկանում են I դասի վտանգավորության տարրեր Hg-ին և Zn-ին, որոնք ֆոնը գերազանցում են համապատասխանաբար 6.8 և 3.3 անգամ և կազմում են գումարային ինտենսիվության 15% և 7%:

**Աղյուսակ 1**

**Հողերում ՕՄ-ի պարունակությունների միջին, առավելագույն և նվազագույն երկրաքիմիական շարքերը և գումարային ինտենսիվության (ՏԿԿ) ցուցանիշը**

Պարունակություն	Երկրաքիմիական շարք*	ՏԿԿ
Միջին	Pb <sub>(22.9)</sub> >Hg <sub>(6.8)</sub> -Zn <sub>(3.3)</sub> -Cu <sub>(2.6)</sub> -Ni <sub>(2)</sub> -Cr <sub>(1.7)</sub> -Mo <sub>(1.5)</sub> -As <sub>(1.1)</sub>	45
Առավելագույն	Pb <sub>(1150.9)</sub> >Zn <sub>(341)</sub> -Mo <sub>(240.5)</sub> >Cu <sub>(90.9)</sub> -Ni <sub>(53.9)</sub> -Cr <sub>(21.4)</sub> -Hg <sub>(15.9)</sub> >As <sub>(7.1)</sub> -V <sub>(3.7)</sub> -Ba <sub>(2.6)</sub> -Mn <sub>(2.6)</sub> -Fe <sub>(1.9)</sub> -Co <sub>(1.5)</sub> , Ti <sub>(1.5)</sub>	1935.4
Նվազագույն	V <sub>(1.1)</sub>	1.1

*Օտնուցում.\** - փակագծերում բերված են ֆոնի նկատմամբ գերազանցումները

Առավելագույն պարունակությունների երկրաքիմիական շարքն աչքի է ընկնում ինչպես բազմատարրությամբ, այնպես էլ նշանակալի գումարային ինտենսիվության ցուցանիշով (1935.4): Տարրերի առաջնայնության տեսանկյունից այս շարքը որակապես գրեթե կրկնում է միջին երկրաքիմիական շարքին, սակայն գրանցվում են որոշ որակական և քանակական փոփոխություններ: Շարքը գլխավորում է Pb-ը, որի առավելագույն պարունակությունը ֆոնը գերազանցում է 1150.9 անգամ (ՏԿԿ-ի մոտ 60%): Շարքում երկրորդը Zn-ն է՝ գերազանցելով ֆոնը 341 անգամ (ՏԿԿ-ի 17.6%), իսկ երրորդ տեղն է զբաղեցնում Mo-ը՝ ֆոնը գերազանցելով 240.5 անգամ (ՏԿԿ-ի 12.4%): Նվազագույն պարունակությունների երկրաքիմիական շարքում տեղ է գտել միայն V, որը ֆոնը գերազանցում է 1.1 անգամ:

Երևան ք.-ի տարածքի հողերում ՕՄ-ի տարածական բաշխման ուսումնասիրության նպատակով կազմվել են երկրաքիմիական քարտեզներ բոլոր դիտարկ-

վող ՕՄ-ի համար: Տվյալ ենթազվխում քննարկվում են Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Mo, Hg, As, V և Mn-ի բաշխման առանձնահատկությունները: Ինչ վերաբերում է Co, Ti, Fe և Ba-ին, ապա վերջիններս հիմնականում ներկայանում են պարունակությունների I և II մակարդակի ոչ ինտենսիվ դաշտով, ուստի չեն ընդգրկվել հետագա վերլուծություն մեջ:

Արդյունքում հաստատվել է, որ ըստ պարունակությունների մակարդակների դիտարկվող ՕՄ-ը կարելի է բաժանել հետևյալ խմբերի.

**I խումբը** կազմում են As և V-ը: Վերջիններին դեպքում քաղաքի տարածքը հիմնականում ներկայանում է II մակարդակի դաշտով, ինչպես նաև գրանցվել են III մակարդակին պատկանող կետային կարգաշեղումներ, որտեղ պարունակությունները ֆոնը գերազանցում են As-ի դեպքում 4.8 - 7.1, իսկ V-ի դեպքում՝ 3 - 3.7 անգամ:

**II խմբում** ընդգրկվում են Cu, Zn, Ni, Cr-ը, որոնց պարունակությունները քաղաքի տարածքում ներկայանում են գրեթե բոլոր մակարդակներով: Հիմնականում գերակայում է II մակարդակի դաշտը, Cu և Zn-ի դեպքում նշանակալիորեն դրսևորվում է նաև III մակարդակի դաշտը, իսկ IV և V մակարդակի դաշտերն առավելապես կրում են կետային բնույթ:

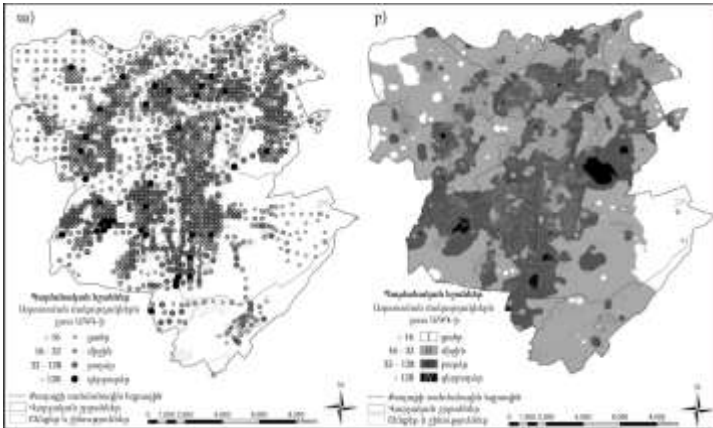
**III խումբը** բաղկացած է ընդամենը երկու տարրից՝ Pb և Hg -ից, որոնց բաշխվածությունը ունի խճանկարային պատկեր, իսկ պարունակությունները առավելապես հանդես են գալիս III, IV, իսկ Pb-ի դեպքում՝ նաև V մակարդակի դաշտերով:

Վերոնշյալ խմբերում ներառված չեն Mn և Mo-ը, քանի որ Mo-ը հիմնականում ներկայացված է պարունակությունների I մակարդակի դաշտով, սակայն առանձնանում է II, III, IV, V մակարդակի (*մակարդակների դասակարգումը բերված է Գլուխ 2-ում*) տարածականորեն համակցված համեմատաբար նշանակալի դաշտերով, իսկ Mn-ի պարագայում քաղաքի տարածքում դրսևորվում են պարունակությունների I և II մակարդակի դաշտը: Առանձին տարրերի առավելագույն գերազանցումներով աչքի են ընկել Շենգավիթ (As, Mo, V, Cr, Cu), Արաբկիր (Mn), Ավան (Hg), Էրեբունի (Zn, Ni), Նոր Նորք (Pb) վարչական շրջանները:

Շողերի ՕՄ-ով գումարային աղտոտման գնահատման նպատակով հաշվարկվել է ԱԳԳ-ի (Zc): Կազմվել են ԱԳԳ-ի կետային արժեքների և աղտոտման դաշտերի տարածական բաշխվածության քարտեզները (*նկ. 1*):

Ըստ ԱԳԳ-ի կետային արժեքների քարտեզի (նկ. 1, **ա**) նմուշների մոտ 13%-ը ընկած են աղտոտման ցածր, մոտ 48.5%՝ միջին, 35.5%՝ բարձր և մոտ 3%՝ գերբարձր մակարդակներում, իսկ ըստ աղտոտման մակարդակների քարտեզի (նկ. 1, **բ**) աղտոտման I-IV մակարդակների դաշտերը համապատասխանաբար կազմում են քաղաքի տարածքի մոտ 10%, 54%, 34.5% և 1.5%: Ընդ որում աղտոտման բարձր մակարդակի դաշտը տարածականորեն համընկնում է քաղաքի առավել խիտ բնակեցված տեղամասերին:

Սանիտարահիգիենիկ գնահատման ժամանակ դիտարկվել են այն բոլոր տարրերը (V, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Hg, As, Mo, Pb), որոնց համար առկա են սահմանված ՍԹԿ-ի արժեքներ (*ՀՀ Կառավարության N 92-Ն որոշում*): ՍԹԿ-ի նկատմամբ գերազանցումներ դրսևորած ՕՄ-ի համար կազմվել են սանիտարահիգիենիկ շարքեր և ՍԹԿ-ի գերազանցման մակարդակների տարածական բաշխվածության քարտեզներ:



Նկար 1. ԱԹԿ-ի ա) կետային արժեքների և բ) աղտոտման մակարդակների դաշտերի տարածական բաշխվածությանը Երևան ք.-ի հողերում

## Աղյուսակ 2

### Հողերում ԾՄ-ի պարունակությունների միջին և առավելագույն սանիտարահիգիենիկ շարքերը

Պարունակություն	Սանիտարահիգիենիկ շարք*	ԿՀՑ**
Միջին	Pb <sub>(1.7)</sub> -Cr <sub>(1.4)</sub> -Zn <sub>(1.2)</sub>	7.1
Առավելագույն	Zn <sub>(121.5)</sub> >Pb <sub>(85)</sub> -Cu <sub>(27.5)</sub> -Ni <sub>(20.5)</sub> -Cr <sub>(16.9)</sub> >Mo <sub>(3.2)</sub> -Mn <sub>(1.4)</sub> -V <sub>(1.1)</sub>	277.7

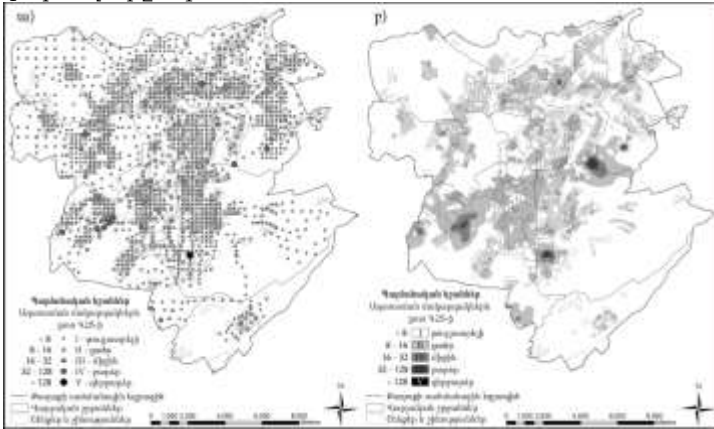
**Օսնուցում.** \* - փակագծերում բերված են ՍԹԿ-ի նկատմամբ գերազանցումները, \*\* - ԿՀՑ՝ Կոնցենտրացիայի Հանրագումարային Ցուցանիշ

Աղյուսակ 2-ում բերված են ԾՄ-ի միջին և առավելագույն սանիտարահիգիենիկ շարքերը: Միջին սանիտարահիգիենիկ շարքը կազմում են երեք տարրեր: Առաջին տեղում է գտնվում Pb-ը, որը ՍԹԿ-ն գերազանցում է 1.7 անգամ: Երկրորդը Cu-ն է, որը ՍԹԿ-ն գերազանցում է 1.4 անգամ: Շարքը եզրափակում է Zn-ը, որը ՍԹԿ-ն գերազանցում է 1.2 անգամ: Առավելագույն պարունակությունների սանիտարահիգիենիկ շարքը գլխավորում է Zn-ը, որը ՍԹԿ-ի մեծությունը գերազանցում է 121.5 անգամ (ԿՀՑ-ի 44%), II տեղում է Pb-ը, որը ՍԹԿ-ն գերազանցում է 85 անգամ (ԿՀՑ-ի 31%): Cu, Ni, Cr-ը շարքում նույնպես աչքի են ընկնում որոշակի գերազանցումներով: Շարքը եզրափակում են Mo, Mn և V: Վերջին երկուսի առավելագույն պարունակությունները քիչ են տարբերվում ՍԹԿ-ից: Նվազագույն պարունակությունների դեպքում ՍԹԿ նկատմամբ գերազանցում չի գրանցվել:

Երևան ք.-ի տարածքի հողերում դիտարկված ԾՄ-ի ՍԹԿ-ի նկատմամբ գերազանցման սանիտարահիգիենիկ քարտեզների վերլուծությունը ցույց է տվել, որ դիտարկված տարրերից Pb, Zn, Cu, Cr-ի ՍԹԿ-ի գերազանցման սանիտարահիգիենիկ քարտեզներն ունեն խճանկարային պատկեր: Այս տարրերի դեպքում դրսևորվում են ՍԹԿ-ի գերազանցման բոլոր մակարդակները: Ի տարբերություն վերջիններիս Mo և Ni-ի դեպքում քաղաքի տարածքը առավելապես ներկայանում է ՍԹԿ-ն չգերազանցող պարունակությունների դաշտով: ՍԹԿ-ի գերազանցման II-IV, Ni-ի պարագայում նաև V մակարդակները հանդես են գալիս կետային կարգաշեղումներով: V և Mn-ը գրեթե ամբողջությամբ ներկայանում են ՍԹԿ-ն չգերա-

գանցող պարունակությունների դաշտով՝ բացառությամբ II մակարդակի 1-ական կետային կարգաշեղումների: ՄԹԿ-ի նկատմամբ առավելագույն գերազանցումներով աչքի են ընկել Շեգավիթ (Mo, V, Cr, Cu), Էրեբունի (Zn, Ni), Նոր Նորք (Pb) և Արաբկիր (Mn) համայնքները:

Բազմատարր սանիտարահիգիենիկ գնահատականը տրված է ըստ Կոնցենտրացիաների Հանրագումարային Ցուցանիշի (ԿՀՑ) արժեքի: Կազմվել են ԿՀՑ-ի կետային արժեքների և ԿՀՑ-ի մակարդակների դաշտերի տարածական բաշխվածության քարտեզները (նկ. 2):



Նկար 2. ԿՀՑ-ի ա) կետային արժեքների և բ) աղտոտման մակարդակների դաշտերի տարածական բաշխվածությունը Երևան ք.-ի հողերում

Ըստ ԿՀՑ-ի կետային արժեքների քարտեզի (նկ. 2, ա) նմուշների մոտ 75.6% գտնվում է թույլատրելի մակարդակում, մոտ 21.8%՝ ցածր, 1.8%՝ միջին և մոտ 0.7%՝ բարձր մակարդակներում: Գերբարձր մակարդակը ներկայանում է ընդամենը 1 նմուշով, իսկ ըստ ԿՀՑ-ի (նկ. 2, բ) քաղաքի տարածքի 83.4% ներկայանում է թույլատրելի մակարդակի դաշտով, իսկ ցածր մակարդակը զբաղեցնում է քաղաքի ընդամենը 15%: ԿՀՑ-ի III, IV և V մակարդակները դրսևորում են միևնույն նմուշով կամ հարակից նմուշներով հանդես եկող, տարածականորեն համակցված կետային կարգաշեղումներով: ԿՀՑ-ի III, IV և V մակարդակներն միասին կազմում են քաղաքի տարածքի 1.6%: Հատկանշական է, որ ԿՀՑ-ի IV և V մակարդակներում գտնվող նմուշներում ՄԹԿ-ի նկատմամբ գերազանցում դրսևորել են Pb, Cu, Zn, Cr և Ni տարրերը: Ընդ որում 4 նմուշում որպես առաջնային աղտոտիչ հանդես է գալիս Pb-ը, երկուական նմուշներում՝ Cu և Zn, մեկ նմուշում՝ Cr-ը:

ԿՀՑ-ի քարտեզներից (նկ. 2) կարելի է նկատել, որ առավել խնդրահարույց տարածքները տեղակայված են հարավային հատվածում՝ Շեգավիթ, Էրեբունի վարչական շրջանների արդյունաբերական ձեռնարկությունների տարածքներում, ինչպես նաև քաղաքի արևելյան մասում՝ Նոր Նորք-Նորք Մարաշ-Էրեբունի վարչական շրջանների սահմանագծային հատվածում:

Երևան ք.-ի հողերի ԾՄ-ով աղտոտման գնահատելիս միառժամանակ մեր կողմից փորձ է արվել հողերի ԾՄ-ով աղտոտման մակարդակները կապել քաղա-

քի կանաչապատման մեջ օգտագործվող որոշ ծառերի ընտրված ինդիկատոր տեսակների վիճակի հետ: Արդյունքում հաստատվել է, որ ԱԳԳ-ի մակարդակների և դիտարկված ծառատեսակների միջև առկա է որոշակի կախվածություն:

### **ԳԼՈՒԽ 5. ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՀՈՂԵՐԻ ԾԱՆՐ ՄԵՏԱՂՆԵՐՈՎ ԱՂՏՈՏՄԱՆ ՊՈՏԵՆՑԻԱԼ ԷՎՈԼՈՒԿԻԱԿԱՆ ՈՒ ՄԱՐԴՈՒ ԱՌՈՂՋՈՒԹՅԱՆ ՌԻՂՎԱԾ ՌԻՍԿԻ ԳՆԱՀՏԱՏՈՒՄԸ**

Տվյալ գլխում դիտարկվում է Երևան ք.-ի հողերի ԾՄ-ով աղտոտման պոտենցիալ ռիսկի գնահատումը: Մասնավորապես, իրականացվել է պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի և մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի գնահատում:

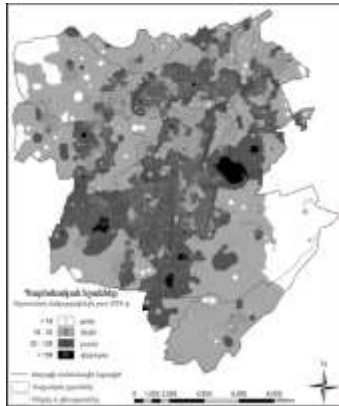
Երևան ք.-ի տարածքի հողերի աղտոտման պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի գնահատման արդյունքները ցույց են տալիս, որ Hg, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As ԾՄ-ն ըստ անհատական պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի ինդեքսի (**E**) միջին արժեքի հանդես են գալիս հետևյալ նվազող շարքով՝ Hg>>Pb>>Cu>As>Ni>Cr>Zn: Hg, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As ԾՄ-ի անհատական և գումարային պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակների տարածական բաշխվածության քարտեզների վերլուծության արդյունքում հաստատվել է, որ առանձին տարրերի պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի բարձր և նշանակալի բարձր մակարդակների դաշտերով աչքի են ընկնում Hg և Pb-ը, իսկ Cu, Zn, Ni, As և Cr-ի դեպքում քաղաքի տարածքը հիմնականում ներկայացված է ցածր պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակով: Cu, Zn, Ni, As և Cr-ի չափավոր, բարձր, իսկ Cu-ի դեպքում նաև գերբարձր պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակները հանդես են գալիս կետային բնույթի դրսևորումներով:

Երևան ք.-ի տարածքի հողերում Hg, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As ԾՄ-ի գումարային պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի ինդեքսի (**RI**) միջին արժեքը կազմում է 425.3 (նշանակալի պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակ), իսկ առավելագույն և նվազագույն արժեքները համապատասխանաբար կազմել են 5793.2 (գերբարձր պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակ) և 53 (ցածր պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակ):

Կազմվել է գումարային պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի քարտեզը (նկ. 3), որի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ըստ գումարային էկոլոգիական ռիսկի ինդեքսի քաղաքի տարածքը հիմնականում հանդես է գալիս նշանակալի պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակի դաշտով, որը կազմում է քաղաքի տարածքի 90.8%: Գերբարձր պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակի դաշտը կազմում է 4.6%, իսկ ցածր և չափավոր պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակի դաշտերը՝ համապատասխանաբար 0.1% և 4.5%:

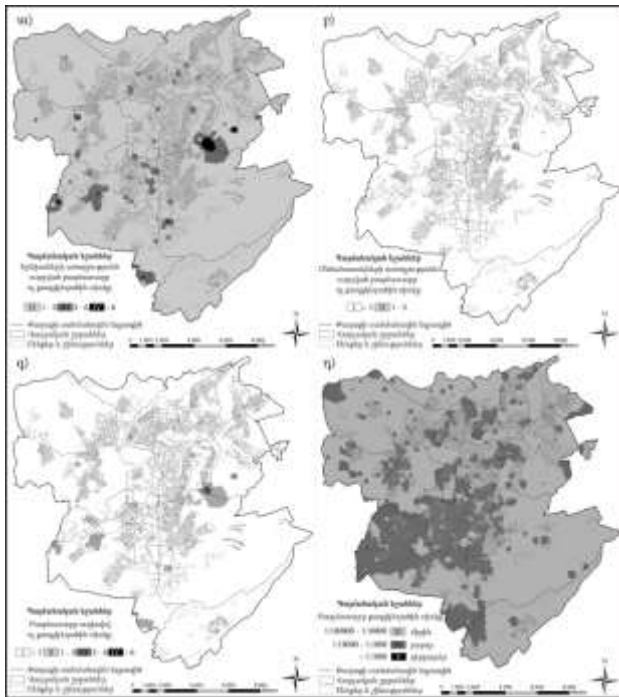
Արդյունքում, քաղաքի տարածքի 95.4%-ը ներկայանում է բարձր և գերբարձր գումարային պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակների դաշտերով, ինչը հիմնականում պայմանավորված է Hg և Pb-ի պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի անհատական ինդեքսների մեծություններով:

Իրականացվել է Երևան ք.-ի տարածքի հողերի ԾՄ-ով (Hg, Pb, As, Ni, Cu, Zn, Mo, Cr, Co, Mn, Ba, V) աղտոտմամբ պայմանավորված բնակչության առողջությանն ուղղված ռիսկի գնահատում (*RAIS (The Risk Assessment Information System) Risk Exposure Models for Chemicals User's Guide, 2014*):



Նկար 3. Երևան ք.-ի հողերում գումարային պոտենցիալ էկոլոգիական ռիսկի մակարդակների տարածական բաշխվածության քարտեզը

Երևան ք.-ի հողերում դիտարկվող ԾՄ-ի պարունակությունների հիման վրա հաշվարկված երեխաների, մեծահասակների և աղիտիվ ոչ քաղցկեղածին, ինչպես նաև քաղցկեղածին ռիսկի քարտեզները բերված են նկար 4-ում:



Նկար 4. ա) երեխաների, բ) մեծահասակների, գ) աղիտիվ բազմատարր ոչ քաղցկեղածին և դ) բազմատարր քաղցկեղածին ռիսկի մակարդակների տարածական բաշխվածությունը



Արդյունքում հաստատվել է, որ Երևան ք.-ի ողջ տարածքում դրսևորվում է երեխաների առողջությանն ուղղված բազմատարր ոչ քաղցկեղածին ռիսկ (նկ. 4, ա): Ընդ որում քաղաքի տարածքի 95.8%-ը ներկայանում է II՝ 1-3, իսկ 4.1%-ը III՝ 3-6 մակարդակի դաշտով: IV՝  $HI_{ch}>6$  մակարդակն կրում է կետային բնույթ: Մեծահասակների դեպքում (նկ. 4, բ), բացառությամբ II մակարդակի՝ 1-3, մի քանի կետային բնույթի դրսևորումների, քաղաքի տարածքում բազմատարր ոչ քաղցկեղածին ռիսկ գրեթե չի դրսևորվում: Բազմատարր աղիտիվ ոչ քաղցկեղածին ռիսկ (նկ. 4, գ) չի գրանցվել ( $HI_{add}<1$ ) Երևան ք.-ի տարածքի 97.7%: Մնացած 2.3% գրանցվել է բազմատարր աղիտիվ ոչ քաղցկեղածին ռիսկ՝  $HI_{add}>1$ : Վերջինիս 2.2% կազմում է II՝ 1-3, մակարդակը, իսկ III՝ 3-6, և IV՝  $HO_{add}>6$  մակարդակներն ունեն կետային դրսևորում: Բազմատարր քաղցկեղածին ռիսկի (նկ. 4, դ) դեպքում քաղաքի տարածքը հիմնականում ներկայանում է ռիսկի միջին (III) և բարձր (IV) մակարդակների դաշտերով, որոնք կազմում են քաղաքի տարածքի համապատասխանաբար 72.6% և 27.4%: Գերբարձր մակարդակի դաշտը կրում է կետային բնույթ և տեղակայված է Շենգավիթ վարչական շրջանի արևմտյան հատվածում:

Հարկ է նշել, որ բազմատարր ոչ քաղցկեղածին ռիսկի նշանակալի մասը պայմանավորված է Pb և Cr-ի, իսկ բազմատարր քաղցկեղածին ռիսկի դեպքում Cr-ի պարունակություններով:

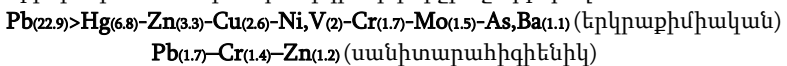
### ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. 1989-2012թթ. Երևան ք.-ի օդային ավազանում և մակերևութային ջրերում գրանցվել է ՕՄ անընդհատ և ինտենսիվ տեխնածին հոսք՝ քանակական և որակական նշանակալի տատանումներով: Ընդ որում ՕՄ հոսքի գումարային ինտենսիվությունը մակերևութային ջրերում դիտարկվող ողջ ժամանակահատվածում ունի նվազման միտում: Օդային ավազանում մինչ 2000թ. դիտվում է նվազման միտում, իսկ 2001-2012թթ. տեղի է ունենում ինտենսիվության նշանակալի աճ:

2. Տարրալուծման տարբեր եղանակներով ստացված տվյալների համեմատելիության և համադրելիության ապահովման համար US EPA 6200 նորմավորման մեթոդի տեղայնացման, վիճակագրական վերլուծության և քարտեզագրման մեթոդների համադրության հիման վրա ստացված տվյալների փոխակերպման փուլային ալգորիթմը կիրառելի է երկրաքիմիական հետազոտությունների գիտամեթոդապես հիմնավորված շարունակականության ապահովման համար:

3. 1989-2012թթ.-ին աղտոտման անշարժ և շարժական աղբյուրների քանակական և որակական փոփոխությունների հետ միասին փոխվել են քաղաքի տարածքում դիտարկված բոլոր միջավայրերի ՕՄ-ի առաջնայնությունները: Մասնավորապես, վերջին տարիներին տրանզիտ միջավայրերում Pb-ն իր առաջնայնությունը զիջում է Mo-ին, սակայն մինչ օրս Pb-ն առաջնային աղտոտիչ է հողերում, իսկ Mo-ը հողերում դառնա հանդես է գալիս աղտոտման աղբյուրների կից կետային բնույթի կարգաշեղումներով:

4. 2012թ.-ին Երևան ք.-ի տարածքի հողերում ՕՄ-ը հանդես են գալիս հետևյալ երկրաքիմիական և սանիտարաքիմիական միջին շարքերով.



5. Ըստ ԱԳԳ-ի մակարդակների առանձնանում են երկու պայմանական տիպի տեխնածին կարգաշեղումներ. ա) քաղաքի խիտ բնակեցված տարածքներում գրանցված կետային բնույթի և մեկ տարրի (հիմնականում Pb-ի) համեմատաբար մեծ ինտենսիվությամբ կարգաշեղումներ, բ) խոշոր արդյունաբերական ձեռնարկություններին կցված բազմատարր ինտենսիվ կարգաշեղումներ: ԱԳԳ-ի I-IV մակարդակների դաշտերը համապատասխանաբար կազմում են քաղաքի տարածքի 10 %, 54 %, 34.5 % և 1.5 %-ը:

6. ԱԳԳ-ի տարբեր մակարդակների սահմաններում ծառաբույսերի դիտարկված ինդիկատոր տեսակների համադրությամբ բացահայտվել է որոշակի կախվածություն ինդիկատոր ծառատեսակների վիճակի և ԱԳԳ-ի մակարդակների միջև:

7. Ըստ Կ28-ի քաղաքի տարածքի 83.4 % ներկայանում է թույլատրելի մակարդակի դաշտով, իսկ ՍԹԿ-ի գերազանցման ցածր մակարդակը զբաղեցնում է քաղաքի ընդամենը 15 %: ՍԹԿ-ի գերազանցման III, IV և V մակարդակներն ընդհանուր առմամբ կազմում են քաղաքի տարածքի 1.6 %, որոնք հիմնականում կենտրոնացված են Շենգավիթ և Էրեբունի վարչական շրջաններում:

8. Երևան ք.-ի տարածքի հողերում նշանակալի պարունակություններով հանդես են գալիս Cu, Zn, Ni, Cr, Pb, Hg, Mo-ը, որոնցից միջին երկրաքիմիական և սանիտարահիգիենիկ շարքերում որպես առաջնային աղտոտիչ հանդես է գալիս Pb-ը: Վերջինս Hg-ի հետ միասին հանդիսանում է գումարային էկոլոգիական պոտենցիալ ռիսկ ձևավորող հիմնական բաղադրիչ: Pb-ի մասնաբաժինը Cr-ի հետ միասին նշանակալի է երեխաների առողջությանն ուղղված բազմատարր ոչ քաղցկեղածին ռիսկի մեծության մեջ: Բազմատարր քաղցկեղածին ռիսկի մեծության մեջ As և Cr տարրերից առավել մեծ մասնաբաժնով ներկայանում է Cr-ը: Ինչ վերաբերում է մյուս ՕՄ-ին, ապա դրանք չնայած որ հանդես են գալիս ՍԹԿ-ի նկատմամբ որոշակի գերազանցումներով, այնուամենայնիվ էկոլոգիական և մարդու առողջությանն ուղղված ռիսկի արժեքներում ունեն համեմատաբար փոքր մասնաբաժին:

### **Ատենախոսության թեմայով հրատարակված աշխատանքների ցանկ.**

1. *Belyaeva O., Sahakyan L., Tepanosyan G.* Heavy Metals in Atmospheric Dust of the City of Yerevan // The 37<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Analytical Chemistry. 22-25 May, 2012, Antwerp, Belgium. Book of abstract. p. 97.
2. *Saghatelyan A.K., Sahakyan L.V., Belyaeva O.A., Tepanosyan G.H., Maghakyan N.R., Kafyan M.H.* Dust and stream of heavy metals in the atmosphere of the city of Yerevan // National Academy of Sciences of RA, *Electronic Journal of Natural sciences, Ecology*, 2013, vol. 1(20), p. 38-44.
3. *Беляева О.А., Тепаносян Г.О., Саакян Л.В.* Обеспечение преемственности геохимических исследований городских территории (на примере г. Еревана) // Международная молодежная научная конференция “Проблемы окружающей среды и выделение групп риска среди населения”, Сборник статей, Ереван 2013, с. 46-55.
4. *Магакян Н.Р., Кафян М.О., Тепаносян Г.О., Беляева О.А.* Эколого-геохимическая и санитарно-гигиеническая оценка почв территорий дошкольных учебных учреждений г. Еревана // Международная молодежная научная конференция “Проблемы окружающей среды и выделение групп риска среди населения”, Сборник статей, Ереван 2013,

с. 118-126.

5. Саакян Л.В., Беляева О.А., Магакян Н.Р., Тепаносян Г.О., Кафян М.О. Оценка уровня загрязнения недифференцированной пылью воздушного бассейна города Еревана и выявление групп риска среди населения // Международная молодежная научная конференция “Проблемы окружающей среды и выделение групп риска среди населения”, Сборник статей, Ереван 2013, с. 152-161.
6. Саакян Л.В., Беляева О.А., Тепаносян Г.О., Магакян, Н.Р., Кафян М.О. Оценка уровня загрязнения недифференцированной пылью воздушного бассейна города Ереван // Вестник ГИУА, Ереван, 2013, том 16, N2, с. 58-67.
7. Сагателян А.К., Саакян Л.В., Беляева О.А., Тепаносян Г.О. Подходы к обеспечению преемственности результатов геохимических исследований // VI Всероссийская научно-практическая конференция по прикладной геохимии “Интерпретация и оценка разноранговых рудогенных геохимических аномалий в сложных ландшафтно-геологических условиях”, Материалы конференции, Москва 2013, с. 45-46.
8. Сагателян А.К., Саакян Л.В., Беляева О.А., Тепаносян Г.О. Проблемы преемственности результатов эколого-геохимических исследований // I научно-практическая конференция с международным участием, Технологическая платформа “Твердые полезные ископаемые”: технологические и экологические проблемы отработки приподных и техногенных месторождений, Сборник докладов, Екатеринбург 2013, с. 131-133.
9. Тепаносян Г.О. Педогеохимические съемки города Еревана и обеспечение их преемственности (на примере Cu) // Вестник ГИУА, 2014, том 17, N2, с. 82-91.

## **ТЕПАНОСЯН ГЕВОРГ ОГАННЕСОВИЧ**

### **ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ И ТЕХНОГЕННОГО ГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОТОКА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЕРЕВАНА**

#### **РЕЗЮМЕ**

Городские почвы выделяются высокой интенсивностью и многокомпонентностью загрязнения тяжелыми металлами. Являясь основой «экосистемы города», почвы несут на себе отпечаток исторического развития города и всю нагрузку человеческой деятельности. Попадая в почву различными миграционными путями, тяжелые металлы ухудшают качественные характеристики почв, становятся фактором потенциального риска для здоровья человека и пищевой безопасности в окружающей среде.

Долгие годы тяжелые металлы являлись приоритетными загрязнителями территории г. Еревана. Целью данной работы является исследование эволюции загрязнения тяжелыми металлами почв г. Еревана и оценка потенциального экологического риска загрязнения и риска для здоровья человека. Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи: обеспечение научно-методически

обоснованного сопоставления баз данных геохимических съемок почв г. Еревана 1989, 2002 и 2012 гг.; изучение особенностей техногенного геохимического потока тяжелых металлов; геохимическое и санитарно-гигиеническое картирование и изучение особенностей пространственного распределения концентраций тяжелых металлов, определенных в результате геохимической съемки почв 2012 гг.; оценка и картирование потенциального экологического риска и риска для здоровья человека в связи с загрязнением почв тяжелыми металлами.

Исследования показали, что в период 1989-2012 гг. в воздушном бассейне, поверхностных водах и почвах зафиксирован интенсивный и непрерывный техногенный поток со значительным колебанием количественных и качественных характеристик. В результате произошло накопление ТМ в почвах и возникновение особенного, отличающегося от природного, геохимического статуса, вследствие чего территория г. Еревана преобразовалась в обогащенную тяжелыми металлами техногенную биогеохимическую провинцию.

В результате работ с применением поэтапного алгоритма преобразования геохимических данных, разработанного на основе сочетания адаптированных международных методов нормализации, статистического анализа, геохимического картирования, обеспечена научно-методически обоснованная преемственность геохимических исследований.

Исследования показали, что, содержащиеся в почвах территории г. Ереван тяжелые металлы по Суммарному Коэффициенту Загрязнения представлены двумя группами условных техногенных аномалий: а) относительно интенсивные аномалии одного элемента (в основном Pb) локального характера, зафиксированные в густонаселенных частях города; б) полиэлементные интенсивные аномалии, пространственно сопряженные с крупным промышленным предприятиями. Определенная зависимость установлена между наблюдаемым в пределах уровней Суммарного Коэффициента Загрязнения состоянием древесных видов и уровнями Суммарного Коэффициента Загрязнения. Более того, геохимическая, санитарно-гигиеническая оценка и картирование содержаний тяжелых металлов, а также оценка экологического риска и риска для здоровья человека показали, что в 2012 г.

приоритетными и наиболее проблематичными загрязнителями являются: с геохимической точки зрения: Pb, Zn, Cu, Mo, Hg, с санитарно-гигиенической точки зрения: Pb, Zn, Cu, Cr, с точки зрения экологического риска: Hg, Pb, с точки зрения риска для здоровья человека: Pb, Cr, As.

Осуществленная в соответствие с международными методами оценка риска для здоровья человека, в связи с загрязнением почв тяжелыми металлами, показала, что зафиксированные содержания тяжелых металлов в почвах г. Еревана из проблемы загрязнения окружающей среды преобразовались в проблему риска для здоровья человека. В частности, имеет место канцерогенный и не канцерогенный риск, в случае инцидентного поглощения почв. Последнее наиболее опасно для здоровья детей.

**GEVORG H. TEPANOSYAN**

**PECULIARITIES OF GEOCHEMISTRY AND MANMADE GEOCHEMICAL STREAM  
OF HEAVY METALS IN THE AREA OF CITY OF YEREVAN**

**RESUME**

Urban soils are characterized by high intensity and multi-component nature of pollution with heavy metals. As a basis of urban ecosystem soils mirror historical development of a city and the overall human pressure. When entering the soil via different migration pathways, heavy metals deteriorate qualitative characteristics of soils and become a potential risk factor for human health and food safety.

For many years heavy metals have been dominant pollutants of the area of city of Yerevan. The goal of this research was studying evolution of Yerevan soil pollution with heavy metals and assessing potential ecological risk and human health risk. The goal was attained through formulation and implementation of the following tasks: carrying out scientifically and methodologically grounded collation of databases containing Yerevan soil geochemical survey data for 1989, 2002 and 2012; studying peculiarities of a manmade geochemical stream of heavy metals; geochemical and sanitary-and-hygienic mapping and studying peculiarities of spatial distribution of concentrations of heavy metals identified in the result of soil geochemical survey in 2012; assessing and mapping

a potential ecological risk and human health risk induced by heavy metals pollution of soils.

The studies have revealed a presence of intense continuous manmade stream in air basin, surface waters and soils in 1989-2012 with a considerable variation of quantitative and qualitative characteristics. This brought to heavy metal accumulation in soils and origination of a specific geochemical status different from that natural, and as a result Yerevan area has transformed into a manmade biogeochemical province enriched in heavy metals.

Works done with application of a geochemical data transformation step algorithm developed through combination of adapted international methods of normalization, statistical analysis and geochemical mapping ensure a scientifically and methodologically grounded continuity of geochemical investigations.

The studies have indicated that based on the Summary Pollution Coefficient heavy metals found in Yerevan soils are represented by two conditional manmade anomalies: a) relatively intense anomalies of a single element (mostly of Pb) of a local character detected in densely populated districts of the city, and b) intense poly-elemental anomalies associated with big industrial enterprises. A certain relationship has been established between condition of tree species observable within levels of Summary Pollution Coefficient and levels of Summary Pollution Coefficient. Besides, a geochemical sanitary-and-hygienic assessment and mapping of heavy metals contents as well as assessment of ecological and human health risks have indicated that dominant and most problematic pollutants for 2012 were: from geochemical positions: Pb, Zn, Cu, Mo, Hg; sanitary-and-hygienic: Pb, Zn, Cu, Cr; ecological risk: Hg, Pb; human health risk: Pb, Cr, As.

In respect of heavy metal pollution of soils, health risk assessment implemented in compliance with international methods indicates that the detected contents of heavy metals in Yerevan soils as an issue of environmental pollution has transformed into that of human health risk. In particular this includes occurrence of carcinogenic and noncarcinogenic risk in the case of incidental ingestion of soils. Noncarcinogenic risk is most risky for children health.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, located in the bottom right corner of the page.