

Երկրաբանություն

УДК 552.50.834

**ՀՐԱԲԵԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆՆԵՐՈՒՄ ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ
ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԱՀՈՍՔԵՐԻ ՀԵՏԱՄՏԱՆ ՆՊԱՏԱԿՈՎ
(Արագածի լեռնազանգվածի Արտենի-Դաշտադեմ տեղամասի օրինակով)**

Մ. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ *

ԵՊՀ երկրաֆիզիկայի ամբիոն, Հայաստան

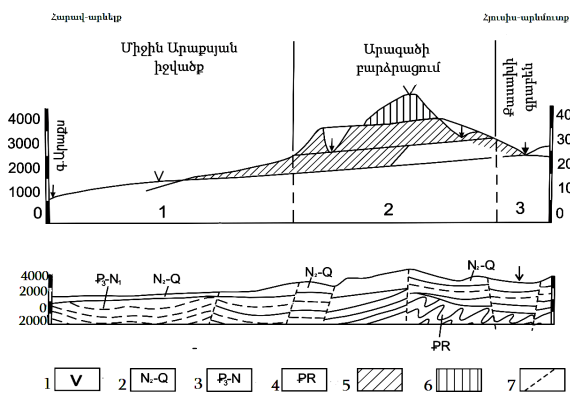
ՀՀ հրաբխային տարածքների ստորերկրյա ջրերի հայտնաբերման և ջրառ-հորատանցքերի տեղադիրքերի ճշգրիտ որոշման նպատակով Արագածի լեռնազանգվածի տարածքի օրինակով կատարված է կորելյացիոն կապի հայտնաբերում, որի համար հիմք են հանդիսացել երկրաֆիզիկական դաշտային և հորատանցքային տվյալները: Օգտագործված մաթեմատիկա-վիճակագրական մեթոդը հնարավորություն է տալիս կատարել հաշվարկներ դաշտային տվյալների անհավասարաչափ ցանցի համար: Ստացվել են ստորերկրյա հնահունների ճշգրտված տարածական տեղադիրքերը, ինչը հասկապես կարևոր է նոր ջրառ-հորատանցքերի տեղադրման համար:

Keywords: paleorelief, volcanic regions, well data, groundwater flow, statistical method, electrosounding, watershed.

Խնդրի դրվածքը: Հրաբխականության արդյունքում շատ տարածքներում նկատվում է լարվածության ճեղքերի առաջացում, որոնցով տեղաշարժվում են ստորերկրյա ջրահոսքեր: Առանձին ռեգիոններում մինչ հրաբուխների ժայթքումը նկատվում է լոկալ տեղամասերի բարձրացում և տարբեր կարգի ճեղքավորվածության առաջացում, իսկ ժայթքման ավարտից հետո՝ այդ տարածքների իջեցում [1, 2]: Օրինակ՝ Արագածի տարածաշրջանում (նկ. 1) որպես հանգամ հրաբխի գոտի մի դեպքում նկատվում է ընդհանուր բարձրացում (հյուսիսարևմտյան մաս) և հրաբխային ռելիեֆի կոտրատվածություն, մյուս դեպքում՝ առանձին հատվածներում (հարավարևելյան մաս) տեղանքի խորասուզում: Նկ. 1-ում բերված է գ. Արաքս-Արագած-գ. Քասախ երթուղու կտրվածքի երկրաբանական կառուցվածքը, որում առանձնացվում են հետևյալ բնորոշ տեղամասերը՝ Միջին Արաքսյան իջվածք, որը ներկայացված է նեոգեն-չորրորդական առաջացումներով: Հաջորդը՝ Արագածի լեռնազանգվածն է, որը տեղադրված է համեմատաբար բարձրացած հիմքի վրա, իսկ կտրվածքը սահմանափակվում է Քասախի գրաբեկով, որը ներկայացված է ուշ պլիոցեն-չորրորդական հրաբխածին ապարներով: Հետևաբար, յուրաքանչյուր հրաբխային ձևաբանական կառուցվածքի պատմությունը պետք է դիտարկել որոշակի ռեգիոնալ պայմաններում և ժամանակաշրջանում [3]:

* E-mail: tomgeomar@ysu.am

ՀՀ տարածքի հրաբխային լեռնազանգվածների ռելիեֆը շատ տեղամասերում հիմնականում բնորոշվում է որպես կառուցվածքային, որն իր ձևով կրկնում է երկրաբանական կառույցների սկզբնական տեսքը: Հրաբխային մարզերի ստորերկրյա ջրերի հայտնաբերման ուսումնասիրություններում, այդ թվում նաև ժամանակակից և հնառելիեֆների միջև փոխադարձ կապի բացահայտման խնդրում շատ կարևոր է հրաբխային կառուցվածքի ժառանգականության պարզաբանումը [4, 5]:



Նկ. 1: Միենատիկ երկրաբանական պրոֆիլ Գ. Արաքս-Արագած-Գ.Քաախ ուղղությամբ, ըստ Հ.Հ. Սարգսյանի:

1. միջին, ուշ չորրորդական հարկ;
2. ուշ պլիոցենյան-չորրորդական հարկ;
3. վերին օլիգոցեն-ստորին միոցենյան հարկ;
4. բայկալա-կալեդոնյան մետամորֆալիզի համալիր;
5. միոպլիոցենյան հրաբխային ապարներ;
6. չորրորդական հրաբխային ապարներ;
7. ռելիեֆում արտահայտված ակտիվ խզվածքներ, ստացված ձևաբանական տվյալներով (բևօրինակի մասշտաբը՝ հորիզ. 1:50 000, ուղղահ. 1:20 000):

Ժառանգականության սկզբունքը կարևոր երկրաձևաբանական հիմնահարց է, որը պայմանավորված է ժամանակակից ռելիեֆի արտաքին ձևի և ներքին կառուցվածքի հարաբերակցությամբ: Նման կառույցներ կան Արագածի, Գեղամա և Վարդենիսի լեռնաշղթաներում: Տվյալ դեպքում ժառանգականության սկզբունքը հիմնական է ինչպես ձևաբանական հրաբխականության, այնպես էլ պալեոհրաբխականության համար: Բազմաթիվ մասնագետների կողմից հաստատված է, որ հրաբխային կառուցվածքի երկրաձևաբանական մակերեսը ծածկող ռելիեֆը ժառանգականության դրսևորում է: Հետևաբար, ժառանգականությունը երկրի խորքային կառուցվածքներում զարգացող պրոցեսի արտահայտումն է և թույլ է տալիս անել համապատասխան եզրակացություն խորքային կառուցվածքների արտաքին ռելիեֆի հիման վրա: Մինչդեռ, ինչպես ցույց են տալիս առանձին ուսումնասիրությունների արդյունքները, այդ թվում կատարված նաև մեր կողմից [4, 6, 7], բնության մեջ առկա են նաև մակերեսային և հնառելիեֆների միջև ինվերսիայի դեպքեր, որոնց բացահայտումը կարևոր է ջրաերկրաբանական հարցերի լուծման համար: Նմանատիպ խնդիրների լուծման համար արդյունավետ է մաթեմատիկավիճակագրական մեթոդների կիրառումը: Մասնավորապես, դրանք օգտագործվում են հրաբխային տարածքների հնառելիեֆի և փնտրվող հնահունների հայտնաբերման նպատակով: Վերջինս կարևոր է նախագծվող ջրառ-հորատանցքերի տարածական ճիշտ տեղադրման համար:

Գործնականում այդ խնդիրների լուծման համար կիրառել ենք տրենդ վերլուծության, լոկալ կառուցվածքների ռելիեֆի փուլային զարգացման վերստեղծման, ամենավտորք քառակուսային մեթոդով ռելիեֆի վերականգնման և այլ մոտեցումներ [8]: Ժամանակակից և թաղված ռելիեֆների միջև կորելյացիոն կապի բացահայտումը թույլ է տալիս կանխատեսել պալեոռելիեֆների բնույթը և զնահատել չուսումնասիրված տարածքների լավաների հզորությունները:

Հայտնի է, որ ժամանակակից և հնառելիեֆների միջև մաթեմատիկական վերլուծությամբ կարելի է հաստատել կորելյացիոն կապեր [9, 10],

որոնք ստացվում են հրաբխային ռելիեֆների բարձրությունների բաշխման ֆունկցիայի վերլուծության հիման վրա: Ուսումնասիրված տարածքի համար ստացված կապերը, որոշ վերապահումներով, կարելի է տարածել նաև դժվարանցանելի և չուսումնասիրված (բարձրլեռնային, խիստ կտրատված ռելիեֆային և այլն) տեղամասերի վրա:

Որպես օրինակ դիտարկենք Արագածի լեռնազանգվածի արևելյան լանջի (հիմնականում Քասախ գետի ջրհավաք ավազանի) ժամանակակից և հնառելիեֆների միջև կապը, որը մեր կողմից բավականին մանրակրկիտ ուսումնասիրվել է երկրաֆիզիկական, պալեոտերկրաձևաբանական և հորատման աշխատանքների տվյալներով: Ռելիեֆների միջև կորելյացիոն կապի մեծությունը գնահատվել է K գործակցով, ընդ որում, եթե $K=+1$ նկատվում է երկու ռելիեֆների համընկնում (ժառանգականություն), եթե K -ն մոտ է զրոյին, ապա կորելյացիոն կապ ռելիեֆների միջև գոյություն չունի, իսկ եթե $K=-1$, ապա ժամանակակից և հնառելիեֆների միջև առկա է ինվերսիա՝ տեղաշարժ (հակադարձ կապ): Նկատի ունենալով դրված խնդրի կարևորությունը և դրա լուծման գործնական նշանակությունը, դիտարկված է Արագածի լեռնազանգվածի Արտենի-Դաշտադեն տարածքում իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքները, որտեղ առկա է դիտարկման կետերի անհավասարաչափ բաշխվածություն:

Եթե X_1 և X_2 կոորդինատներով կետում դաշտային ուսումնասիրման արդյունքը նշանակենք $U(X_1, X_2)$, ապա քննարկվող մոդելը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$U(x, y) = U_{\text{տր.}} + U_{\text{պատ.}} = U_{\text{հաշվ.}} + U_{\text{բն.}},$$

որտեղ $U_{\text{հաշվ.}} = f(X_1, X_2)$ -ը համակարգի բաղադրիչ է՝ տրենդը; $U_{\text{բն.}}$ ՝ դաշտային ուսումնասիրությունների պատահական բաղադրիչ է: Տվյալ դեպքում $f(X_1, X_2)$ ֆունկցիան ընտրվում է այնպես, որ “ճնշի” $U_{\text{պատ.}}$ -ին: Օգտագործելով $f(X_1, X_2)$ ֆունկցիայի համար ստացված արտահայտությունը, հաշվարկվել են ուսումնասիրվող կետում տրենդի արժեքները: Ստացված տվյալները թույլ են տալիս կառուցել քարտեզներ, որոնք բնութագրում են տրենդ մակերևույթների և փոփոխականի մնացորդային արժեքների (“շեղումների” կամ “մնացորդային բաղադրիչի”) անվանումները:

Քանի որ երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների տվյալները տարածության մեջ հաճախ անհամաչափ են բաշխված (բարդ ռելիեֆային պայմանների դեպքում), ապա օգտագործված է սխեմա, ըստ որի կոորդինատային համակարգի զրո կետը տեղադրված է ընտրված տեղամասի ձախ անկյունում. X_1 կոորդինատի արժեքները մեծանում են դեպի հարավ, իսկ X_2 կոորդինատինը՝ դեպի արևելք: Կետի (X_1, X_2) դիրքը քարտեզի վրա արտահայտված է հեռավորության որևէ միավորով: Տվյալ օրինակում առկա են անհավասարաչափ բաշխված փոփոխականներ և տրենդ մակերևույթների կառուցման համար կատարված են մատրիցային հաշվարկներ: Հարկ է նշել, որ հավասարաչափ ցանցի համար կիրառվում է օրթոգոնալ պոլինոմների եղանակը: Առաջին աստիճանի գծային տրենդի հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը.

$$H_b = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2, \quad (1)$$

որտեղ (X_1, X_2) -ն ուսումնասիրման կետի աշխարհագրական կոորդինատներն են, H_b -ն ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի տեղադրման խորությունն է, իսկ b_0 , b_1 , b_2 -ը հավասարման պոլինոմային գործակիցներն են:

Առաջադրված խնդիրը լուծված է համակարգչային ծրագրով: Հավասարումների համակարգն ունի հետևյալ տեսքը.

$$\begin{aligned} \sum H_b &= b_0 n + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2, \\ \sum H_b X_1 &= b_0 \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2, \\ \sum H_b X_2 &= b_0 \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2: \end{aligned} \quad (2)$$

Հաշվարկը կատարվում է $i = 1, \dots, n$ արժեքների համար: Հավասարում (2)-ը կարելի է ներկայացնել հետևյալ մատրիցական տեսքով.

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum H_b \\ \sum H_b X_1 \\ \sum H_b X_2 \end{bmatrix}: \quad (3)$$

Արագածի լեռնազանգվածի Սելավմաստարա գետի տարածքում էլեկտրագոնոլոգիայի և հորատման $n=121$ դաշտային կետերի համար (3) առնչությամբ ստացված հաշվարկային մեծություններն են.

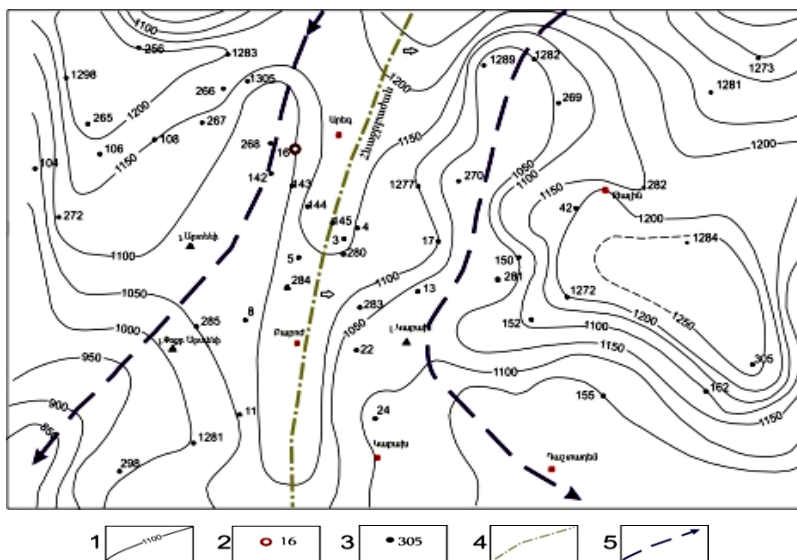
$$\begin{aligned} \sum X_1 &= 3,0, & \sum X_2 &= 3,0, & \sum X_1 X_2 &= 0,076, \\ \sum X_1^2 &= 0,11, & \sum X_2^2 &= 0,10, & \sum H_b &= 146125: \\ \sum H_b X_1 &= 3936,9, & \sum H_b X_2 &= 3786,1, \end{aligned} \quad (4)$$

Բանաձև (4)-ի արժեքները տեղադրելով մատրիցական (3) հավասարման մեջ և լուծելով այն, ստացվել են. $b_0 = 864,6$; $b_1 = 4360,8$; $b_2 = 9354,8$:

Այսպիսով, տրենդի գծային մակերևույթի բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.

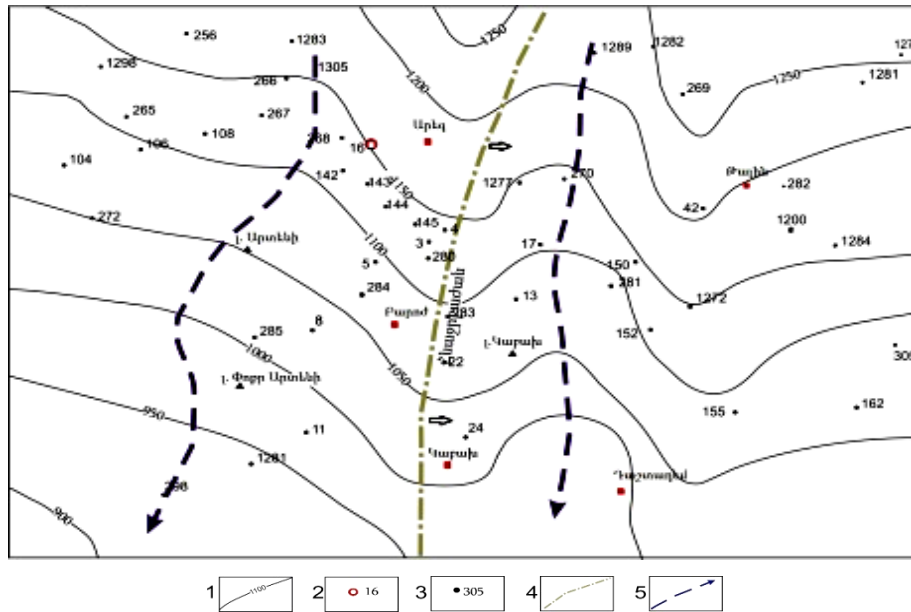
$$H_p = 864,6 + 4360,8 X_1 - 9354,8 X_2: \quad (5)$$

Եզրակացություն: Կատարված աշխատանքների արդյունքում, դաշտային տվյալների հիման վրա կազմված են ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի ռելիեֆի (H_b) (նկ. 2) և գծային տրենդի մակերևույթի (առաջին աստիճանի տրենդի) (H_p) (նկ. 3) քարտեզները:



Նկ. 2: Ջրամերժ շերտի ռելիեֆի քարտեզ, Արտենի-Դաշտաղեմ տեղամաս, ըստ դաշտային տվյալների, 2002 թ. (բնօրինակի մասշտաբը 1:50000): 1. հնառելիեֆի իզոգետեր (իզոհիպսեր); 2. հորատանցքեր; 3. ՈւԷՁ-ի կետեր; 4. հնաջրբաժան; 5. ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն:

Ստացված քարտեզների համեմատական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ տրենդ վերլուծության մեթոդով ստացված քարտեզն ավելի ճշգրիտ է նկարագրում հնահունի տարածական ուղղվածությունը:



Նկ. 3: Ռեզիոնալ ջրամերժ շերտի առաջին աստիճանի տրենդի տարբերությունների քարտեզ, Արտունի–Գաշտաղեմ տեղամաս, 2015թ. (բնօրինակի մասշտաբը 1:50000): 1. հնամեխեֆի իզոգծեր (իզոհիպսեր); 2. հորատանցքեր; 3. ՈւԷՁ-ի կետեր; 4. հնաջրբաժան; 5. ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն:

Այսպիսով, հաշվարկային-մաթեմատիկական մեթոդի (մասնավորապես տրենդ վերլուծության) կիրառմամբ կարելի է ստանալ ստորերկրյա հնահունների ճշգրտված տարածական տեղադիրքերը, ինչը հատկապես կարևոր է նոր ջրառ-հորատանցքերի տեղադրման համար: Հիմնականում էլեկտրագոնդավորման դաշտային և հորատանցքերի տվյալների հիման վրա կատարված է առաջին աստիճանի տրենդ վերլուծություն, սակայն նման խնդիրների լուծման համար, անհրաժեշտության դեպքում, հնարավոր է նաև կատարել երկրորդ կամ ավելի բարձր աստիճանի տրենդ վերլուծություններ:

Ստացվել է՝ 10.11.2018
Գրախոսվել է՝ 17.02.2019
Հաստատվել է՝ 05.03.2019

Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Հայկական ՍՍՀ գեոմորֆոլոգիան: Հայկ. եր., ՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, 1986, 239 էջ:
2. **Чернышев С.Н.** Трещины горных пород. М.: Наука, 1983, 240 с.
3. **Рейнгард А.Л.** Морфогенез массива Алагеза в свете новых геологических данных. // Изд-во гос. географ. общества, 1939, т. 71, вып. 3, с. 72–84.
4. **Минасян Р.С., Варданян В.П.** Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении. Ер.: Асогик, 2003, 151 с.
5. **Сардаров Э.И.** Подземные воды Центрального вулканического нагорья Армянской ССР. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1975, с. 138–146.
6. **Սլրաշյան Մ.Ս.** Ժամանակակից և հնամեխեֆների կապի ճշգրտումը և ջրահաշվեկշռի վերահաշվարկի անհրաժեշտությունը (Արփա գետի ջրհավաք ավազանի օրինակով):

“Երկրաբանական և աշխարհագրական ժամանակակից հիմնահարցերը” պրոֆ. Վ.Ա. Ավետիսյանի ծննդյան 70-ամյակին նվիրված գիտաժողովի գիտական աշխատանքների ժողովածու: Եր., 2009, էջ 305–308:

7. **Минасян Р.С., Мкртчян М.С.** Установление связи между современным и древним (погребенным) рельефами для установления элементов водного баланса речных бассейнов. Основные проблемы географии Южного Кавказа и прилегающих регионов. Материалы конф., посв. 70-летию географического факультета ЕГУ. Ер., 2005, с. 27–30.
8. **Коран Г., Коран Т.** Справочник по математике. М.: Недра, 1978, 410 с.
9. **Варданян В.П.** Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении. Дисс. на соискание уч. степ. док. тех. наук. Ер., 2004, 209 с.
10. **Дэвис Дж.С.** Статистический анализ данных в геологии. М.: Недра, 1990, с. 133–170.

М. С. МКРТЧЯН

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ
ОБЛАСТЯХ В ЦЕЛЯХ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОДОТОКОВ
(на примере участка Арteni–Даштадем Арагацкого массива)

Резюме

В вулканических областях РА на примере Арагацкого массива по геофизическим полевым и скважинным данным выявлены корреляционные связи для определения направлений подземных водотоков и точного расположения скважин на воду. Математические статистические методы использованы для расчета неравномерно распределенных полевых данных точек электроразведки. Полученные результаты способствуют решению задач пространственного расположения скважин на воду.

M. S. MKRTCHYAN

APPLICATION OF STATISTICAL METHODS IN VOLCANIC AREAS
WITH THE PURPOSE OF IDENTIFYING THE GROUNDWATER FLOWS
(on the pattern of Arteni–Dashtadem terrain of Aragats Massif)

Summary

To identify the directions of groundwater flows and the exact location of groundwater wells in the volcanic regions of the Republic of Armenia, on the example of territory of Aragats Massif, correlation links were found from geophysical field and well data. For this purpose, mathematical-statistical methods with non-uniform location (distribution) of field data of electrical probe points were used. The results contribute to the fixing the location of groundwater wells.