

DOI: <https://doi.org/10.54338/18294200-2023.1-11>

ԳԵՈՂԵԶԻԱ

ԳԵՈՂԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՊՈԼԻԳՈՆՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾԱԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ  
ԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿՍՎԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Անուշ Աշոտի Մարգարյան<sup>1</sup>, Լարիսա Վլադիմիրի Մանուկյան<sup>2</sup>, Սուրեն Վլադիմիրի Թովմասյան<sup>2</sup>,  
Վահագն Սոսի Մուրադյան<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

<sup>2</sup>Կադաստրի կոմիտե, ք. Երևան, ՀՀ

\*anush.margaryan.89@mail.ru

Հոդվածում ներկայացված են ՀՀ սեյսմակտիվ գոտիներում գեոդինամիկական պոլիգոններում գեոդեզիական մշտադիտարկումների արդյունքների հիմնան վրա Աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերի (USZ/GIS) կիրառմամբ իրականացված տարածաժամանակային մոդելավորման արդյունքները: Օգտագործվել է տարբեր ժամանակահատվածների և տարբեր մեթոդներով հավաքագրված տվյալների համընդհանուր վերլուծություն, հիմնավորվել են արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ չափումների արդյունավետության և չափումներից ստացված տվյալների վերլուծության վերջնաարդյունքների հավաստիության առավելությունները չափումների և ստացված տվյալների մշակումների ավանդական եղանակների նկատմամբ: Աշխարհում լայն կիրառություն է ստացել GNSS տեխնոլոգիաների կիրառմամբ սեյսմակտիվ գոտիների ուսումնասիրությունը: GNSS կայանների միջոցով որոշված տեղաշարժերի վերաբերյալ տեղեկատվության վերլուծությունը թույլ է տալիս կազմել երկրակեղևի ժամանակակից շարժերի մանրամասն քարտեզը հորիզոնական և ուղղաձիգ պարամետրերով: Բարձր տեխնոլոգիաների կիրառմամբ աշխատանքների իրականացման արդյունքում հնարավորություն է ընձեռվում բարձրացնելու դիտարկումների և չափագրումների ճշտությունը՝ ապահովելով ֆինանսական միջոցների և ժամանակի զգալի խնայողություն: USZ մոդելավորման և քարտեզագրման արդյունքում ստացված տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ի տարբերություն գեոդեզիական ավանդական վերլուծությունների, որտեղ տեղեկատվությունը կետային է, այս դեպքում ստացվում է գեոդինամիկական պոլիգոններում տեղի ունեցած տեղաշարժերի տարածական պատկերը:

**Բանալի բառեր.** GNSS տեխնոլոգիաներ, սեյսմակտիվ գոտիներ, գեոդեզիական մշտադիտարկում, գեոդինամիկական պոլիգոն, աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգեր USZ (GIS)

### Ներածություն

Արդիական են դարձել երկրակեղևում տեղի ունեցող գեոդինամիկական գործընթացների հետազոտությունները, որոնք բնական և տեխնածին բնույթի են: Ժամանակակից տեղաշարժերի և դեֆորմացիաների հետազոտման նկատմամբ հետաքրքրությունն առավել պայմանավորված է Երկրի մակերևույթին մարդու անվտանգ տնտեսական գործունեությամբ՝ հատկապես լեռնային սեյսմակտիվ տարածքներում, ինչը հնարավոր է միայն Երկրի ընդերքում և նրա մակերևույթի վրա տեղի ունեցող գործընթացների ամբողջական նկարագիրն ունենալու դեպքում: Վերջին ժամանակներում մեծ տարածում է ստացել տեխնածին գործոնը, որը հանգեցնում է գեոդինամիկական և էկոլոգիական պայմանների բացասական փոփոխությանը [1]:

Արբանյակային դիտարկումների մեթոդներով գեոդինամիկական հետազոտություններ կատարելու համար հատուկ ուշադրություն է դարձվում գլոբալ նավիգացիոն արբանյակային համակարգերից կազմված ցանցի կայանների նախագծմանը: GNSS կայանների միջոցով որոշված տեղաշարժերի վերաբերյալ տեղեկատվության վերլուծությունը թույլ է տալիս կազմել երկրակեղևի ժամանակակից շարժերի մանրամասն քարտեզը, ինչպես հորիզոնական, այնպես էլ ուղղահիգ պարամետրերով [2]:

Գեոդինամիկական գործընթացների ուսումնասիրման մեթոդների զարգացումները և վերլուծություններն արդի արբանյակային տեխնոլոգիաներով վկայում են, որ տարբեր փուլերում այդպիսի խնդիրների լուծման համար անհրաժեշտություն է առաջանում կիրառել ոչ ստանդարտ ուսեցումներ, որոնք էապես տարբերվում են վերգետնյա գեոդեզիական ավանդական նմանօրինակ խնդիրներից: Վերոնշյալ հասկությունն ամենից առաջ շոշափում է դինամիկ գործընթացների ուսումնասիրման ոլորտները, որոնք համեմատաբար փոքր տարածքներում բնորոշում են երկրակեղևի վիճակը: Արբանյակային մեթոդների կիրառման միջոցով ձեռք բերված կոորդինատների որոշման ճշտության բարձր մակարդակը, որը գուրոդվում է վերջնական արդյունքների ստացման արագությամբ, հնարավորություն է տալիս ավելի մանրամասն ուսումնասիրել Երկրի ընդերքում տեղի ունեցող դինամիկ գործընթացները: Երկրաշարժերի օջախը հայտնաբերելու նպատակով իրականացվող գեոդեզիական մշտադիտարկման արդյունավետությունը կախված է սովյալ տարածքի սեյսմատեկտոնիկ ուսումնասիրության աստիճանից: Գեոդեզիական դիտարկումները հնարավորություն են տալիս կատարելու պատրաստվող երկրաշարժի օջախի տեղի առանձնացում, ճիշտ չափերի, ուժգնության, ինչպես նաև ժամանակի որոշակի նախադրյալների կանխատեսման և գործիք-սարքավորումների տեղադրման օպտիմալ տեղերի որոշում [3]:

ՀՀ սեյսմակտիվ տարածաշրջաններում՝ մասնավորապես Սպիտակի և Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոններում իրականացված փուլային գեոդեզիական դիտարկումների արդյունքները կարելի է մոդելավորել և վերլուծել նաև ժամանակակից այլ մասնագիտական ծրագրային փաթեթներով, որոնք լայն հնարավորություն են ընձեռում վերլուծական տվյալներն ավելի ակնառու դարձնել՝ գրաֆիկական պատկերների արտացոլմամբ: Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնում չափումները կատարվել են այն նույն մեթոդաբանությամբ, ինչը որ Սպիտակի գեոդինամիկական պոլիգոնում էր: Հնդվածում մեր կողմից առաջարկվող մեթոդաբանությամբ տվյալների վերլուծումը և մոդելավորումը, որը ներկայացված է Սպիտակի գեոդինամիկական պոլիգոնի օրինակով, Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնի համար ևս կատարվել է նույն մեթոդաբանությամբ, ուստի նպատակահարմար ենք համարել կատարված աշխատանքների տեքստային հատվածում ներկայացնել միայն Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնի վերլուծությունների նկարները (նկ. 1):

Սյդպիսի ծրագրային հնարավորություններից են աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերը (USZ/GIS): Վերջիններիս միջոցով հնարավոր է նաև մեկ միասնական համակարգում միաժամանակ ունենալ տվյալների բազաները, կետերի դիրքերը և տարածաժամանակային փոփոխությունները, ինչպես նաև վերլուծական տվյալները [4-6]:

**Նյութեր և մեթոդներ**

Գեոդինամիկական պոլիգոնների տարածաժամանակային տեղաբաշխման առանձնահատկությունների ուսումնասիրության նպատակով Աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերի (USZ/GIS) միջոցով իրականացվել են մոդելավորման աշխատանքներ՝ բարձր դասի նիվելիրացման և արբանյակային ընդունիչ կայանների միջոցով ստացված հենանիշների բարձրությունների և հիմնակետերի կոորդինատների հիման վրա (աղ. 1) [7, 8]:

*Աղյուսակ 1*

*Սպիտակի գեոդինամիկական պոլիգոնի 2014-2016 թթ. փուլային դիտարկումների արդյունքում ստացված հիմնակետերի և հենանիշերի կոորդինատները, բարձրությունները և դրանց տարբերությունները*

№	Անվանում	Կոորդինատները		H <sub>I-փուլ</sub> , մ	H <sub>II-փուլ</sub> , մ	H <sub>III-փուլ</sub> , մ	ΔH <sub>I-II</sub> , մ	ΔH <sub>I-III</sub> , մ	ΔH <sub>II-III</sub> , մ
		X	Y						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Արագած	4504583	8440234	2069,323	2069,299	2069,360	0,024	-0,037	-0,061
2	Նորաշեն	4503155	8422459	2048,108	2048,060	2048,120	0,048	-0,012	-0,06
3	Ախուրյան 8	4515830	8407609	1561,607	1561,591	1561,574	0,016	0,33	0,017
4	Քեթի	4527361	8402348	1762,922	1762,908	1762,914	0,014	0,008	-0,006
5	Փոքրաշեն	4529387	8405106	1917,144	1917,154	1917,148	-0,01	-0,004	0,006
6	Լեոնազյուղ	4536029	8410752	2099,340	2099,317	2099,334	0,023	0,006	-0,017
7	Վարդաղբյուր	4538346	8407480	2068,792	2068,754	2068,764	0,038	0,028	-0,01
8	Փոքր Սարիար	4533070	8415579	1981,580	1981,570	1981,568	0,01	0,012	0,002
9	Կրաշեն	4526399	8413243	1829,887	1829,892	1829,891	-0,005	-0,004	0,001
10	Սպիտակ	4521612	8436599	1634,891	1634,851	-	0,040	0	0
11	Գեղարոտ	4508559	8433414	2092,606	2092,615	2092,622	-0,009	-0,016	-0,007
12	0033	4519755	8434437	1628,406	1628,436	1628,414	-0,030	-0,008	0,022
13	Լցակայան	4522815	8441061	1545,890	1545,905	1545,905	-0,015	-0,015	0
14	Արջուտ	4524246	8448380	1497,573	1497,595	1497,555	-0,022	0,018	0,040
15	Ստեփանավան	4541203	8450238	1418,455	1418,513	1418,487	-0,058	-0,032	0,026
16	Կուրթան	4535772	8462497	1294,902	1294,931	1294,907	-0,029	-0,005	0,024
17	Վահագնիձոր	4528005	8465372	1042,086	1042,120	1042,142	-0,038	-0,056	-0,018
18	Փամբակ	4522060	8461683	1374,343	1374,362	1374,371	-0,019	-0,028	-0,009
19	Լեւոնտովո	4513332	8470233	1856,577	1856,575	1856,595	0,002	-0,018	-0,020
20	Չորակ	4496748	8467218	1812,344	1812,354	1812,348	-0,010	-0,004	0,006
21	Արտավազ	4498333	8462661	1930,979	1931,016	1931,018	-0,037	-0,039	-0,002
22	Հանքավան	4499875	8456346	2046,186	2046,194	2046,201	-0,008	-0,015	-0,007
23	Գյումրի	4513562	8401353	1542,975	1542,969	1542,958	0,006	0,017	0,011
24	113	4527234	8412304	1831,991	1832,015	1831,980	-0,024	0,011	0,035
25	0896	4525247	8434198	1603,238	1603,251	1603,249	-0,013	-0,011	0,002

Աղյուսակ 1-ի շարունակություն

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	1045	4524492	8429237	1667,753	1667,750	1667,762	0,003	-0,009	-0,012
27	1709	4545432	8419377	2304,842	2304,807	2304,893	0,035	-0,051	-0,086
28	2002	4525790	8421982	1774,395	1774,423	1774,409	-0,028	-0,014	0,014
29	2134	4550957	8430089	1652,456	1652,447	1652,596	0,009	-0,140	-0,149
30	2776	4535833	8411589	2090,788	2090,748	2090,758	0,040	0,030	-0,010
31	3655	4538411	8408946	2068,894	2068,890	2068,886	0,004	0,008	0,004
32	4595	4540838	8410295	2063,857	2063,908	2063,887	-0,051	-0,030	0,021
33	5157	4521236	8435902	1609,770	1609,776	1609,748	-0,006	0,022	0,028
34	6877	4547819	8443847	1502,170	1502,168	1502,180	0,002	-0,010	-0,012
35	9559	4515683	8464501	1646,245	1646,328	1646,262	-0,083	-0,017	0,066
36	013	4506805	8437620	2090,222	2090,216	2090,198	0,006	0,024	0,018
37	8749	4519899	8434370	1632,852	1632,826	1632,845	0,026	0,007	-0,019
38	1994	4519139	8433274	1664,601	1664,589	1664,604	0,012	-0,003	-0,015
39	3143	4513167	8432757	1916,451	1916,428	1916,432	0,023	0,019	-0,004
40	0272	4528155	8422757	1947,221	1947,239	1947,265	-0,018	-0,044	-0,026
41	7932	4525480	8422838	1745,054	1745,050	1745,075	0,004	-0,021	-0,025
42	7505	4524829	8405642	1716,891	1716,908	1716,907	-0,017	-0,016	0,001
43	417	4523418	8404343	1638,824	1638,814	1638,810	0,010	0,014	0,004
44	0778	4498767	8416287	1979,050	1979,057	1979,083	-0,007	-0,033	-0,026
45	0329	4502376	8427927	2103,668	2103,673	2103,705	-0,005	-0,037	-0,032
46	3115	4501006	8441196	2086,490	2086,457	2086,463	0,033	0,027	-0,006
47	8634	4494001	8447861	1936,017	1936,046	1936,034	-0,029	-0,017	0,012
48	8041	4494808	8455368	2174,287	2174,281	2174,289	0,006	-0,002	-0,008

Սույն հոդվածում վերլուծություններն իրականացվել են պլանային և բարձունքային կոորդինատների տարբերություններով այն կետերի նկատմամբ, որոնք ընդգրկվել են վերլուծությունում: Աղ. 1-ում կետերի բարձրությունները տրված են երկրակենտրոն էլիպսոիդալ համակարգում՝ դիտարկված GNSS արբանյակային ընդունիչներով, և բերված *Հելիպսոիդալ* բարձրությունները WGS-84 էլիպսոիդի վրա են: Նորմալ բարձրությունների բերելու համար անհրաժեշտ է հաշվարկել այդ կոորդինատները՝ հաշվի առնելով ծանրության ուժի արագացումը, ինչը նախկինում հրատարակված նյութերում հաշվի է առնվել տրված կետերի բարձրությունների համար: Յուրաքանչյուր կետում այդ բարձրությունների տարբերությունը Սպիտակի գեոպոլիգոնում կազմում է մոտ 24 մետր:

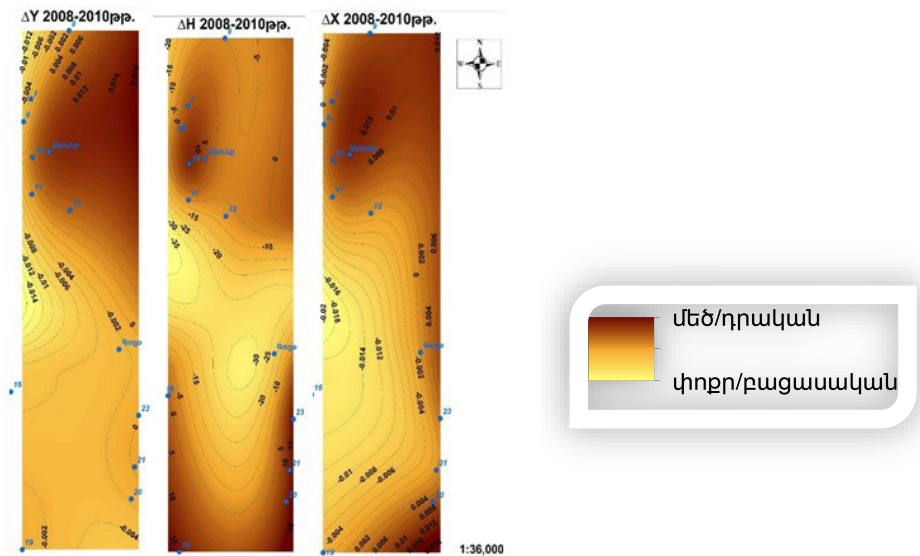
Տվյալ պարագայում հորիզոնական և ուղղահայաց տեղաշարժերի արժեքների մեծությունների տարբերությունները չեն փոփոխվի, քանի որ վերլուծություններն իրականացվել են կոորդինատների և բարձրությունների վերազանցումներով: Ուստի արդյունքները նույնական են և հավաստի:

Աշխատանքներն իրականացվել են հետևյալ մեթոդաբանությամբ. ըստ փուլերի՝ ArcGIS ծրագրային միջավայր մուտքագրվել են Սպիտակի և Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնների փուլային դիտարկումների արդյունքներում ստացված հենանիշների և հիմնակետերի տվյալները, այնուհետև հիմք ընդունելով հիմնակետերի կոորդինատները, ստեղծվել են վեկտորային ESRI shapefile ձևաչափի կետային տարածական թվային մոդելներ, որոնց կցվել է համապատասխան տվյալների բազան:

**Արդյունքներ և քննարկում**

Արդյունքում կազմվել է տարբեր տարիների համար հենանիշների և հիմնակետերի USZ/GIS տվյալների բազա, որի հիման վրա ArcGIS ծրագրային միջավայրում համապատասխան կոորդինատների և դրանց տարբերությունների հիման վրա ստեղծվել են ռաստր ձևաչափի քարտեզներ: Վերջիններս ստեղծվել են ArcGIS ծրագրային միջավայրում ArcToolbox գործիքախմբի Spatial Analyst Tools խմբի Interpolation ենթախմբի Spline միջարկման եղանակով, որտեղ բջիջների արժեքները գնահատվում են մաթեմատիկական ֆունկցիայի միջոցով, որը նվազագույնի է հասցնում մակերևույթի ընդհանուր կորությունը: Ռաստրային ֆայլերից ստացվել են տարբեր խտության վեկտորային ձևաչափի իզոգծեր, քարտեզները ձևավորվել և վերջնական տեսքի են բերվել ArcGIS ծրագրային փաթեթի Layout view միջավայրում: Նկ. 1, 2, 3-ում նշված մեթոդաբանությամբ բերված են, համապատասխանաբար, Մերձերևանյան և Սպիտակի գեոդինամիկական պոլիգոնների I, II և III փուլերում չափված հորիզոնական տեղաշարժերի և ուղղաձիգ տեղաշարժերի արդյունքների գրաֆիկական վերլուծությունները [4-6]:

Վերլուծելով USZ/GIS միջավայրում ստեղծված Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնի 2008-2010թթ. Տարածաժամանակային փոփոխությունների քարտեզ-սխեմաները (նկ. 1-3) նկատվում է, որ պոլիգոնի հյուսիսային հատվածի հորիզոնական բաղադրիչում Ակունք հիմնակետի մոտակայքում, ըստ X կոորդինատի, տեղաշարժը հյուսիսային է (մոտավորապես 10 մմ/տարի), կենտրոնական հատվածներում նկատվում է հակառակ գործընթացը՝ տեղաշարժ հարավային ուղղությամբ մինչև 2 մմ/տարի (12 հենակետ), իսկ պոլիգոնի արևելյան եզրային (Գողթ հիմնակետ) և հարավային հատվածներում նշված տեղաշարժը հիմնականում հյուսիսային ուղղությամբ է և կազմում է մոտավորապես 2 մմ/տարի:



**Նկ. 1. Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնի 2008-2010 թթ. գեոդեզիական փուլային դիտարկումների վերլուծությունը**

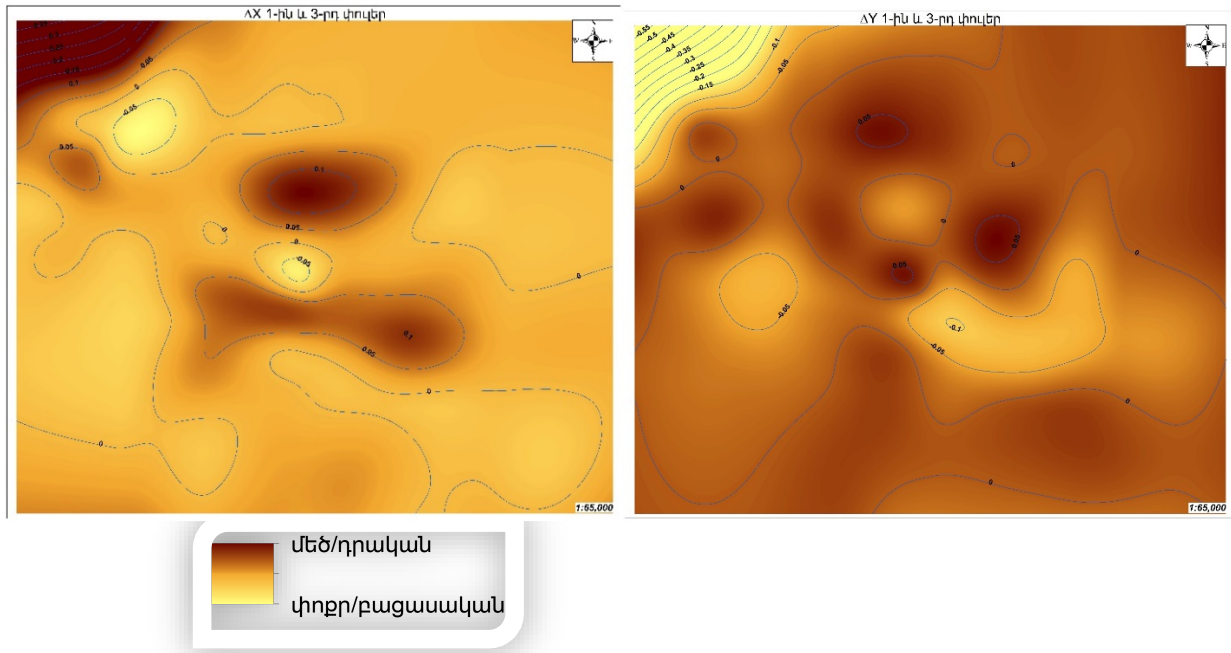
Հորիզոնական տեղաշարժն ըստ  $Y$  կոորդինատի պոլիգոնի հյուսիսարևելյան հատվածում Ակունք հիմնակետից նկատվում է դեպի արևելյան ուղղությամբ տեղաշարժ մինչև 2 մմ/տարի, հյուսիսարևմտյան հատվածներում տեղաշարժը դեպի արևմտյան ուղղությամբ է՝ շուրջ 2 մմ/տարի (12 հիմնակետ), կենտրոնական հատվածներում տեղաշարժը ամբողջությամբ արևմտյան ուղղությամբ է՝ շուրջ 1,5 մմ/տարի: Պոլիգոնի ողջ հարավային հատվածում տեղաշարժեր գրեթե չեն նկատվել:

Ամփոփելով վերը նշվածը, պետք է նշել, որ Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնում 2008-2010 թթ. նկատվել է հյուսիսային հատվածների հորիզոնական տեղաշարժ դեպի հյուսիսարևելք, կենտրոնական հատվածներում՝ հարավ-արևմուտք, իսկ հարավային հատվածներում հիմնական տեղաշարժի վեկտորը հյուսիսային ուղղությամբ է [9, 10]:

Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնի տարածաժամանակային վերլուծությունն ուղղաձիգ բաղադրիչում (նկ. 1) ցույց է տալիս, որ 2008-2010 թթ. ընթացքում պոլիգոնի հյուսիսային հատվածում նկատվում են հիմնական բարձրացումներ մինչև 10 մմ/տարի, տեղ-տեղ իջեցումներ մինչև 15...20 մմ/տարի, ամբողջ կենտրոնական հատվածում նկատվում է մինչև 30 մմ/տարի իջեցում, իսկ հարավարևմտյան և հարավարևելյան հատվածներում հակառակ գործընթացն է՝ բարձրացում մինչև 15...20 մմ/տարի, ուստի կարելի է եզրակացնել, որ ամբողջ պոլիգոնի հյուսիսային և հարավային հատվածներում տեղի են ունենում հորստային գործընթացներ (բարձր դիրք է գրավում հարևան տեղամասերի նկատմամբ), իսկ կենտրոնական մասում՝ գրաբենային (ցածր դիրք է գրավում հարևան տեղամասերի նկատմամբ):

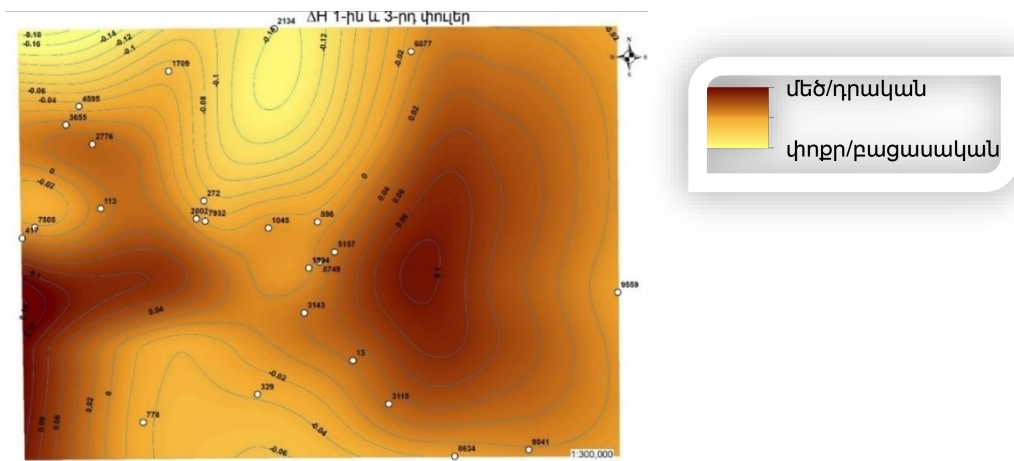
Վերլուծելով նկ. 2-ում ներկայացված Սպիտակի գեոդինամիկական պոլիգոնի հորիզոնական տեղաշարժերն ըստ  $X$  կոորդինատների, ակնհայտ է, որ հյուսիսարևմտյան հատվածում, Լեռնագյուղ հիմնակետի մոտակայքում, տեղաշարժը հյուսիսային ուղղությամբ է՝ մինչև 35 մմ/տարի, կենտրոնական հատվածում՝ Արջուտ հիմնակետի մոտակայքում նկատվում են ինչպես հարավային, այնպես էլ հյուսիսային տեղաշարժեր՝ մինչև 10 մմ/տարի, մնացած հատվածներում  $X$  բաղադրիչով գրեթե տեղաշարժեր չեն նկատվում: Պոլիգոնում հորիզոնական տեղաշարժերը հյուսիսարևմտյան հատվածում  $y$  ուղղությամբ Լեռնագյուղ հիմնակետի մոտակայքում ամբողջությամբ դեպի արևմուտք է՝ մինչև 50 մմ/տարի, կենտրոնական հատվածում Արջուտ հիմնակետի մոտակայքում նույնպես տեղ-տեղ նկատվում է արևելյան և արևմտյան տեղաշարժեր՝ մինչև 5 մմ/տարի:

Այսպիսով ակնհայտ է, որ Սպիտակի գեոդինամիկական պոլիգոնի հյուսիսարևմտյան հատվածն ամբողջությամբ տեղաշարժվում է նույն ուղղությամբ՝ մինչև 50 մմ/տարի: Պոլիգոնի կենտրոնական, հարավային և արևմտյան հատվածներում հորիզոնական տեղաշարժերը փոքր են կամ բացակայում են (նկ. 2):



**Նկ. 2. Մայիտակի գետոլինամիկական պոլիգոնի 2014-2016 թթ. Գետոլեզիական փուլային դիտարկումների վերլուծությունը հորիզոնական տեղաշարժերի վերաբերյալ**

Մայիտակի գետոլինամիկական պոլիգոնի ուղղաձիգ տեղաշարժի բաշխվածության քարտեզը ցույց է տալիս (նկ. 3), որ պոլիգոնի հյուսիսային և հյուսիսարևմտյան տեղամասերում 1709 հենանիշի մոտակայքում արձանագրվել են մինչև 15 մմ/տարի իջեցումներ, ի տարբերություն վերը նշված տեղամասերի՝ 1045 հենանիշից դեպի հարավարևմտյան և արևելյան հատվածներում առկա են համեմատաբար փոքր ինտենսիվությամբ բարձրացումներ, ինչպես ցույց են տալիս Մայիտակի գետոլինամիկական պոլիգոնի 3 բաղադրիչներով տեղաշարժերը՝ առավել ակտիվ տեղամաս է համարվում հյուսիսարևմտյան հատվածը:



**Նկ. 3. Մայիտակի գետոլինամիկական պոլիգոնի 2014-2016 թթ. ուղղաձիգ տեղաշարժերը**

Այսպիսով, համեմատելով երկու գետոլինամիկական պոլիգոնների հորիզոնական բաղադրիչներով տարածաժամանակային տեղաշարժերի վերլուծությունները, կարելի է փաստել, որ

երկու պոլիգոններում էլ նկատվում են տեղաշարժեր հյուսիսային և հյուսիսարևմտյան ուղղությամբ: Նշված երկու տեղամասերում ուղղաձիգ բաղադրիչներով նկատվում են և իջեցումներ, և բարձրացումներ 30...50 մմ/տարի սահմաններում [11]:

ԱՏՀ/GIS մոդելավորման և քարտեզագրման արդյունքում ստացված տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ի տարբերություն գեոդեզիական ավանդական վերլուծությունների, որտեղ տեղեկատվությունը կետային է, այս դեպքում ստացվում է գեոդինամիկական պոլիգոններում տեղի ունեցած տեղաշարժերի տարածական պատկերը:

### Եզրակացություն

Այսպիսով, Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնում 2008-2010 թթ. նկատվել է հյուսիսային հատվածների հորիզոնական տեղաշարժ դեպի հյուսիս-արևելք, կենտրոնական հատվածներում՝ հարավ-արևմուտք, իսկ հարավային հատվածներում հիմնական տեղաշարժի վեկտորը հյուսիսային ուղղությամբ է: Ամբողջ պոլիգոնի հյուսիսային և հարավային հատվածներում տեղի են ունենում հորստային գործընթացներ (բարձր դիրք է գրավում հարևան տեղամասերի նկատմամբ), իսկ կենտրոնական մասում՝ գրաբենային (ցածր դիրք է գրավում հարևան տեղամասերի նկատմամբ):

Ինչպես ցույց են տալիս Սպիտակի գեոդինամիկական պոլիգոնի 3 բաղադրիչներով տեղաշարժերը՝ առավել ակտիվ տեղամաս է համարվում հյուսիսարևմտյան հատվածը՝ մինչև 50 մմ/տարի: Այսպիսով, Համեմատելով երկու պոլիգոններում էլ նկատվում են տեղաշարժեր հյուսիսային և հյուսիսարևմտյան ուղղությամբ, իսկ ուղղաձիգ բաղադրիչներով նկատվում են և իջեցումներ, և բարձրացումներ 30...50 մմ/տարի սահմաններում:

Կարելի է փաստել, ԱՏՀ/GIS կիրառմամբ առաջարկվող վերլուծական աշխատանքների մեթոդաբանությունը կարող է հանդիսանալ արդյունավետ գործիք՝ տարբեր գեոդինամիկական պոլիգոնների տարածաժամանակային համեմատությունների, գունաբաժանման տարբերությունների, կապերի և գործընթացների խորքային ուսումնասիրությունների ժամանակ: Մեկ միասնական մմ/տարի (ԱՏՀ) միջավայրում կարելի է ունենալ կետերի տեղադիրքը, վերջիններիս փոփոխությունները հորիզոնական և ուղղաձիգ ուղղություններով, ինչպես նաև ստեղծել տվյալների բազաներ, կատարել վերլուծությունները, ստանալ ուսումնասիրվող տեղանքի ոչ միայն կետային, այլ նաև տարածաժամանակային տեղաշարժերը:

### Գրականության ցանկ

- [1] **Լ.Վ. Մանուկյան**, Նոր թվային տեխնոլոգիաների կիրառումը երկրակեղևի ժամանակակից ուղղահայաց շարժերը հետազոտելու նպատակով, ԵՃՇՊՀ գիտ. աշխ. III (25) (Երևան, 2005) 151-154:
- [2] **Ա.Ա. Մարգարյան**, Ժամանակակից արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառմամբ գեոդինամիկական պոլիգոնում դեֆորմացիոն գործընթացների հետազոտությունները, ՃՇՀԱՀ գիտ. աշխ. I (76) (Երևան, 2020) 70-79:
- [3] **А.К. Певнев**, О невостробованных возможностях геодезического метода в проблеме прогноза землетрясений, Геодезия и картография 7 (2000) 24-37.
- [4] **A.P. Averin, V.N. Zakharov, U.A. Filippov**, Development of geographic information systems for monitoring technological geo- and dynamic processes during the development of subsurface resources, Open Education 5 (2010) 4-11.

- [5] **Zh. Zhantayev, A. Bibossinov, A.Fremd et al.**, Automated lineament analysis to assess the geodynamic activity areas, *Procedia Computer Science* 121 (2017) 699–706.
- [6] **Asli Dogru, Haluk Ozener, Taner Selcuk, et al.**, *Multidisciplinary GIS for Geodynamic Research*, Rome, Italy, May, 2012, pp. 6-10.
- [7] Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոն օբյեկտում կատարված աշխատանքների 2008-2010 թթ. կատարված գեոդեզիական աշխատանքների տեխնիկական հաշվետվություն. «Գեոդեզիա և քարտեզագրություն» ՊՈԱԿ, Երևան, 2012, 71 էջ:
- [8] Սպիտակի տարածաշրջանի գեոդինամիկական պոլիգոնի ստեղծման 2013-16 թթ. կատարված գեոդեզիական աշխատանքների տեխնիկական հաշվետվություն. «Գեոդեզիա և քարտեզագրություն» ՊՈԱԿ, Երևան, 2016, 71 էջ:
- [9] **Լ.Վ. Մանուկյան, Վ.Ա. Մարգարյան**, Մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնում երկրակեղևի դինամիկայի ուսումնասիրման գեոդեզիական մոնիթորինգը, ԵՃՇՊՀ տեղեկագիր 3 (Երևան, 2009) 68-74:
- [10] **L.V. Manukyan, A.A. Margaryan, S.V. Tovmasyan, et al.**, Crustal displacement based on three stages geodetic studies results in Spitak geodynamic polygon, *Eurasian Union of Scientists* 6(75) (2020) 37-41, DOI: 10.31618/esu. 2411-6467.8.53.1
- [11] **Л.В. Манукян**, Геодезический мониторинг движений земной коры на Спитакском геодинамическом полигоне, *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки : научно-теоретический журнал* 8 (2014) 106-109.

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛИГОНОВ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Ануш Ашотовна Маргарян<sup>1\*</sup>, Лариса Владимировна Манукян<sup>2</sup>, Сурен Владимирович Товмасян<sup>2</sup>, Ваагн Сосович Мурадян<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

<sup>2</sup>Комитет кадастра, г. Ереван, РА

\*anush.margaryan.89@mail.ru

*В статье представлены результаты пространственно-временного моделирования с использованием географических информационных систем (ГИС) по результатам данных геодезического мониторинга на геодинамических полигонах в сейсмических зонах РА. Использован совместный анализ данных, собранных в разные периоды и разными методами, обоснованы эффективность измерений и преимущества достоверности конечных результатов анализа данных, полученных в результате измерений с использованием спутниковых технологий, перед традиционными методами измерений и обработки данных. Изучение сейсмических зон с использованием технологий ГНСС получило широкое применение во многих странах. Анализ информации о смещениях, определяемых с применением данных станций ГНСС, позволяет составить подробную карту современных движений земной коры по горизонтальным и вертикальным параметрам. Высокотехнологичные работы позволяют повысить точность наблюдений, измерений и сэкономить значительное количество средств и времени. Анализ данных, полученных при моделировании и картографировании ГИС, показывает, что в отличие от традиционного геодезического анализа, где информация точечная, в данном случае мы имеем пространственное изображение сдвигов на геодинамических полигонах.*

**Ключевые слова:** ГНСС технологии, сейсмоактивные зоны, геодезический мониторинг, геодинамический полигон, географические информационные системы (ГИС)

## SPATIAL-TEMPORAL MODELING OF GEODYNAMIC POLYGONS THROUGH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

**Anush Margaryan<sup>1\*</sup>, Larisa Manukyan<sup>2</sup>, Suren Tovmasyan<sup>2</sup>, Vahagn Muradyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

<sup>2</sup>Cadastr Committee, Yerevan, RA

\*anush.margaryan.89@mail.ru

The article presents the results of the modeling of spatial-temporal surveys based on the results of geodetic monitoring in geodynamic polygons in the Republic of Armenia seismically active zones using Geographic Information Systems (GIS). A joint analysis of data collected in different periods and by different methods is used, the efficiency of measurements and the advantages of the reliability of the final results of data analysis obtained as a result of measurements using satellite technologies over traditional methods of measurement and data processing are substantiated. The study of seismic zones using GNSS technologies has been widely used in many countries. Analysis of information about displacements determined by GNSS stations makes it possible to compile a detailed map of modern movements of the earth's crust in terms of horizontal and vertical parameters. High technology work provides you a possibility to increase the accuracy of your observations, measurements and saves a considerable amount of time and money. The analysis of the data obtained as a result of GIS modeling and mapping shows that in difference to traditional geodetic analyzes, where the information is in point, in this case we have a spatial image of the displacements in the geodynamic polygons.

**Keywords:** GNSS technology, seismically active zones, geodetic monitoring, geodynamic polygon, geographic information systems (GIS)

**Մարգարյան Անուշ Աշոտի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Ինժեներական գեոդեզիայի ամբիոն, ասիստենտ, (+374)95200349, anush.margaryan.89@mail.ru, **Մանուկյան Լարիսա Վլադիմիրի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - Կադաստրի կոմիտե, (+374)91471971, laradacent@gmail.com, **Թովմասյան Սուրեն Վլադիմիրի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - Կադաստրի կոմիտե, (+374)77100349, suren.tovmasyan@gmail.com, **Մուրադյան Վահագն Սուսի, աշխ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - Կադաստրի կոմիտե, (+374)94319346, muradyanvahagn85@gmail.com

**Маргарян Ануш Ашотовна, к.т.н.** (РА, г. Ереван) - НУАА, Кафедра Инженерной геодезии, ассистент, (+374)95200349, anush.margaryan.89@mail.ru, **Манукян Лариса Владимировна, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) – Комитет кадастра, (+374)91471971, laradacent@gmail.com, **Товмасын Сурен Владимирович, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - Комитет кадастра, (+374)77100349, suren.tovmasyan@gmail.com, **Мурадян Ваагн Сосович, к.г.н., доцент** (РА, г. Ереван) - Комитет кадастра, (+374)94319346, muradyanvahagn85@gmail.com

**Margaryan Anush, doctor of philosophy (Ph.D) in engineering** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Engineering Geodesy, assistant (+374)95200349, anush.margaryan.89@mail.ru, **Manukyan Larisa, doctor of philosophy (Ph.D) in engineering, Associate professor** (RA, Yerevan) - Cadastr Committee, (+374)91471971, laradacent@gmail.com, **Tovmasyan Suren, doctor of philosophy (Ph.D) in geography, Associate professor** (RA, Yerevan) - Cadastr Committee, (+374)77100349, suren.tovmasyan@gmail.com, **Muradyan Vahagn, doctor of philosophy (Ph.D) in geography, Associate professor** (RA, Yerevan) - Cadastr Committee, (+374)94319346, muradyanvahagn85@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 15.12.2022թ.

Գրախոսվել է՝ 11.01.2023թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 20.04.2023թ.