

УДК [550.3+551.24]:004(477.87)

## ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОЛОГІЧНОГО І ГЕОФІЗИЧНОГО СЕРЕДОВИЩ

**Д.В. Малицький, В.В. Фурман, В.І. Сеньківський**

*Карпатське відділення інституту геофізики ім. С. І. Суботіна*

*79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-б*

*E-mail: dmytro@cb-igph.lviv.ua*

Розглянуто взаємозв'язок тектонічної активності з тепловим потоком, стратиграфією і літологією Берегівського району Закарпаття. Опрацьовано матеріали Берегівської геологічної партії і режимної геофізичної станції м. Берегове. Створено тривимірні моделі: теплового поля, стратиграфічну і літологічну.

*Ключові слова:* тепловий потік, тектонічна активність, моделювання, середовище.

Проведення геодинамічних досліджень у Карпатському регіоні України – надзвичайно важливе завдання, тому що на її території простежена підвищена сейсмічна активність. Відомо [3], що геоструктури цього регіону достатньо складні, різні за будовою та інтенсивністю тектонічних процесів. У створенні сучасної геологічної структури Закарпаття важливе значення мають тектонічні розломи. Багато завдань розломної тектоніки Карпат, зокрема, такі, як сучасна активність розломів (рис. 1), їхнє відображення у рельєфі, ще не достатньо вивчені. Комплексні геологічні та геофізичні дослідження можуть дати відповідь на ці питання.

Динаміка земної кори та її тепловий стан перебувають у тісному взаємозв'язку, зумовленому природою глибинних тектонічних процесів. Для розуміння взаємозв'язку різних природних полів Землі багато науковців моделює геологічні та геофізичні середовища з використанням сучасного комп'ютерного забезпечення [2].

Накопичення тектонічної енергії в надрах Землі спричиняє низку порушень ізо статичної рівноваги земної кори, вертикальне й горизонтальне переміщення літосферних плит і блоків [1]. Отже, процеси тектонічної і теплової активізації між собою пов'язані і їх можна зіставляти з динамікою і будовою земної кори на регіональному та локальному рівнях.

Геологічна історія Карпатського регіону ще не до кінця з'ясована, що не може не позначитися, наприклад, на характері теплового поля. Ми приділимо увагу проблемі взаємозв'язку тектонічної активності і теплового режиму конкретного блока на території Закарпаття. Мета цих досліджень, з одного боку, – відпрацювання методики, а з іншого, – вивчення взаємозв'язків температурного поля і тектонічних процесів, що відбуваються в земній корі. Крім того, на підставі

даних зі свердловин ми спробуємо побудувати 3D стратиграфічну і літологічну моделі досліджуваного блока.

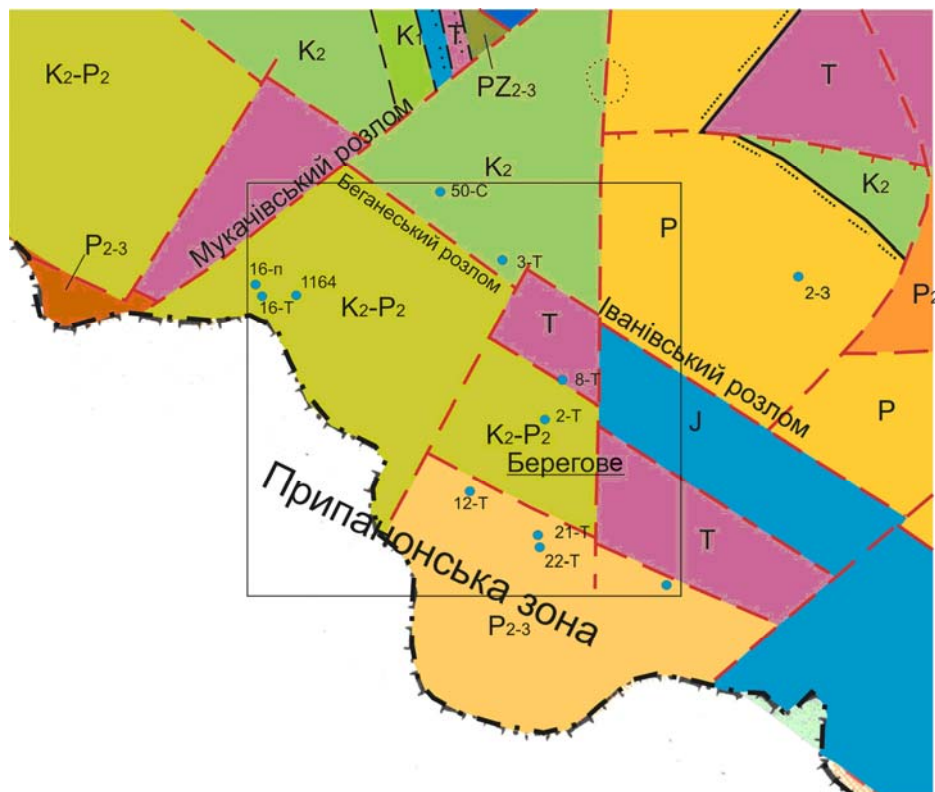


Рис. 1. Геологічна карта досліджуваного району.

**Тривимірні геологічні й геофізичні моделі.** Наше завдання – побудова 3D моделей геологічних і фізичних середовищ для дослідження взаємозв'язку тектонічної активності з тепловим потоком, стратиграфією і літологією конкретного регіону.

Досліджувані моделі охоплюють територію м. Берегове і прилеглих територій розміром 18×18 км (рис. 2).

Використовуватимемо дані, зібрані з 13 свердловин глибинами 900–1600 м, а саме:

- 1) характеристики літосферного складу порід;
- 2) вікові дані порід;
- 3) дані температур на різних глибинах.

На рис. 2 показано досліджувану територію і розміщені на ній свердловини та розломи. Виконано прив'язку цих матеріалів до географічної карти і на підставі цього створено базу даних геологічних і геофізичних характеристик на всіх свердловинах (рис. 3, і табл. 1).

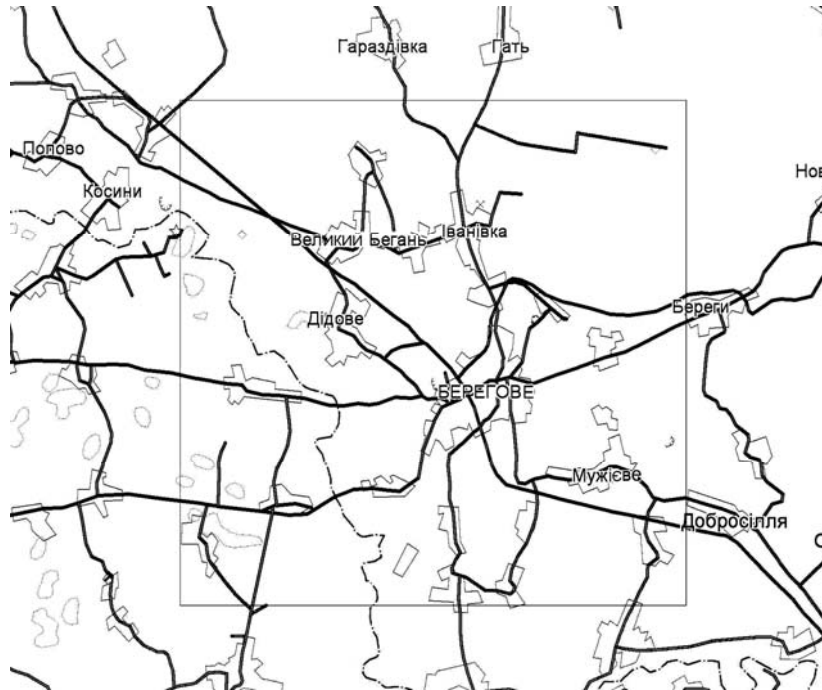


Рис. 2. Топографічна карта досліджуваної території.

Borehole Data Manager (13 boreholes)

Name	Location	Orientation	Lithology	Stratigraphy	Intervals (I-Data)	Points (P-Data)	Fractures	Water Levels	Symbols	P
1164										
12-т										
15-т										
16-п										
16-т										
19-т										
21-т										
22-т										
2-т										
3-т										
4-т										
50-с										
8-т										

Depth to Top	Depth to Base	Keyword	Comment
0,0	57,2	Clay	Глини
57,2	67,8	Sand	Гуфо пісковик
67,8	140,0	Tuf	Туфи ліпаритові
140,0	148,5	Ignimbrytu	
148,5	199,3	Tuf	
199,3	212,8	Ignimbrytu	
212,8	260,7	Tuf	Літологічна характеристика свердловини
260,7	272,2	Ignimbrytu	
272,2	329,1	Tuf	
329,1	334,6	Ignimbrytu	
334,6	384,6	Tuf	
384,6	394,6	Ignimbrytu	
394,6	443,0	Tuf	
443,0	450,0	Ignimbrytu	
450,0	500,0	Tuf	
500,0	508,8	Ignimbrytu	
508,8	552,3	Tuf	
552,3	560,3	Ignimbrytu	
560,3	600,4	Tuf	
600,4	715,0	Ignimbrytu	
715,0	775,0	Tuf	
775,0	797,0	Ignimbrytu	
797,0	847,0	Tuf	

Назва свердловини

Рис. 3. Вигляд програмного забезпечення під час створення баз даних.

Таблиця 1  
Таблиця розподілу температур Т (°С) з глибиною Н (м) для досліджуваних свердловин (від 3-Т до 16-Т)

Н	3-Т	2-Т	12-Т	1164	19-Т	50-С	15-Т	4-Т	21-Т	16-П	8-Т	16-Т
50	21,2		8	12,6	25	15,8			10	15	20,5	15,6
100	23,2	23	12	14,8	27,4	17,7	16,5		12	19	22,5	18,7
150	25,2	25,5	15,4	17,8	28	19,8	16,5	23,3	15,4	21,3	25	21,3
200	27,1	27,7	18,2	20,9	30,8	23,2	18,5	24,3	18,1	23,9	27	24,3
250	28,4	29,2	21,5	23,9	32	25	21	26	21	26,7	30	27
300	30,3	32,1	24,1	27,2	33,3	27,6	24	27,9	23,5	29,1	38,5	29,5
350	32,2	34,6	26,8	30,7	33,4	29,8	26,5	29,6	26,3	31,7	35	32,2
400	33,7	35,4	29,3	33,4	35,2	32,6	29	33,2	29,4	34,4	37,5	34,8
450	36,3	37,9	31,9	36,2	37,1	35	31,5	33,2	32,5	36,7	40	37,3
500	38,4	40,3	33,6	38,9	39,6	42	33	35,5	34,4	39	42	39,6
550	40,8	42,1	35,5	41,3	41,1	44,3	36	36,6	36,4	41,3	44	42
600	41,5	43,5	36,8	43,5	43	46,8	39,5	37,4	39,2	45,5	46,5	48,8
650	45,8	46	39,6	46,2	45,2	49,5	41,5	39,2	42,5	47,6	49	48
700	49	47	42,5		47,3	50,6	44	40,6	46,3	49,6	50,5	49
750	50,5	49,7	45,5		49,3	52,8	46	41,8	49,2	51,8	52,5	49,2
800	53,1	52,5	48,1		51,3	55,2	48	42,1	52	53	54,5	49,7
850	55,5	54,5	51,8		53,9	58,2	50	44,3	54,8	54,5	56,5	51
900	58	56,9	54,1		55,9	60,9	53	46,4	57,9	55,2	59	55,3
950	60,5		57,6		58	66	56	49,2	59,7		61	58,1
1000	62		60,1		59,8	68,7	59	52,6	62		62,5	
1050	64,8		63		61,6	71,2		55,3	64			
1100	67,4				63				65,6			
1150	70,2				63,7				68,8			
1220	73											

**3D-модель теплового поля.** За результатами аналізу побудовано тривимірні моделі теплового поля досліджуваного блока за показами температур 13 свердловин, зображені на рис.: 4, а, б, 5.

На рис. 5 показано моделі теплового поля за розрізами: N-S, E-W, NE-SW, NW-SE. Із одержаних моделей можна зробити висновок, що тепловий потік зростає в напрямі південь–північ, а це збігається з Мукачівським і Беганським розломами (див. рис. 2). Температурний режим досліджуваного блока пов'язаний з його структурою. Детальніші дослідження заплановано провести в майбутньому з використанням даних температурного режиму досліджуваної території на режимній геофізичній станції (РГС) “Берегове”. Сьогодні на цій РГС ведуть постійний моніторинг за змінами температурного поля на різних глибинах, а також деформаційні спостереження за допомогою лазерного реєстратора.

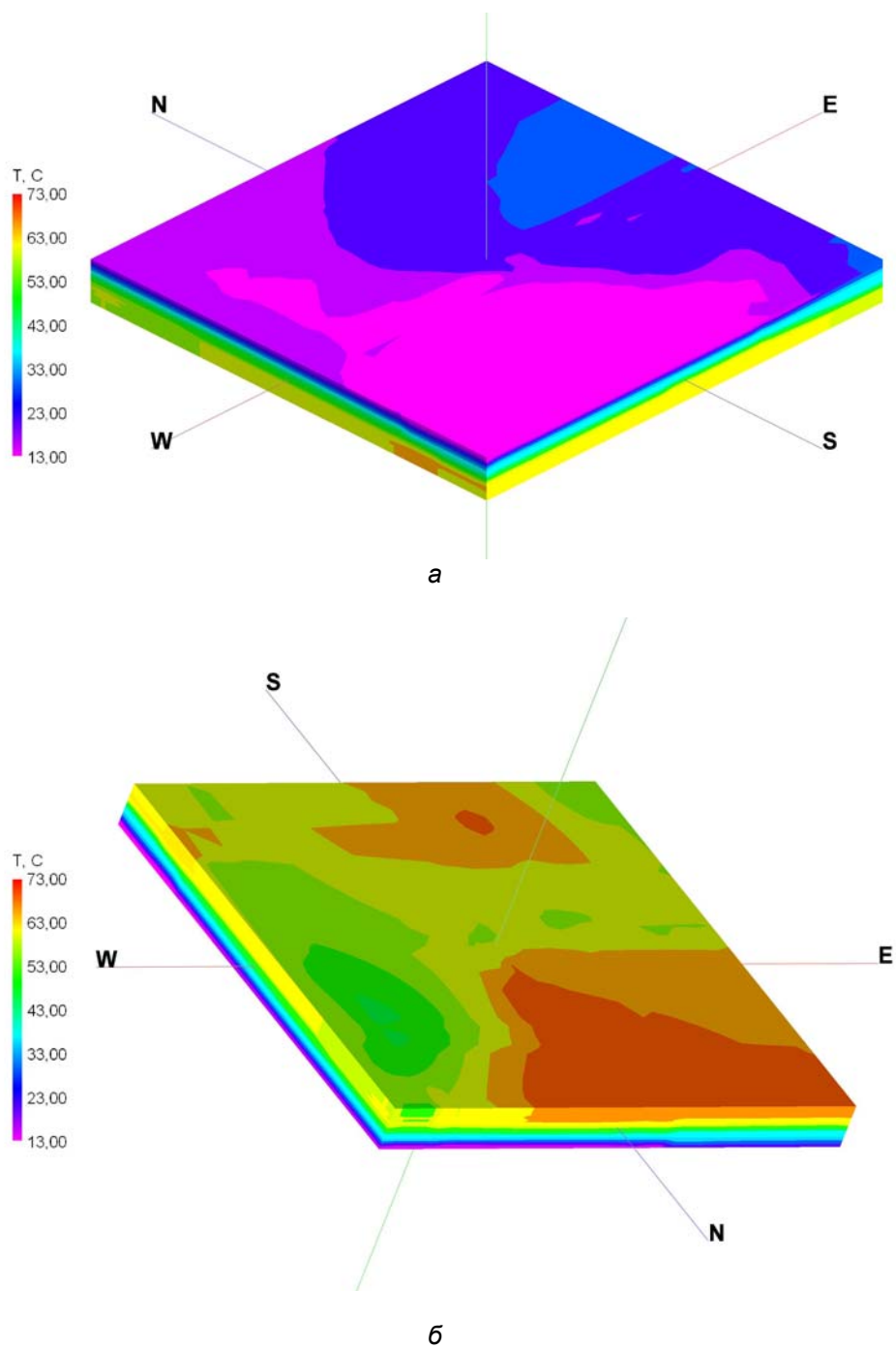


Рис. 4. 3D-модель теплового поля: *a* – вигляд зверху; *б* – вигляд знизу.

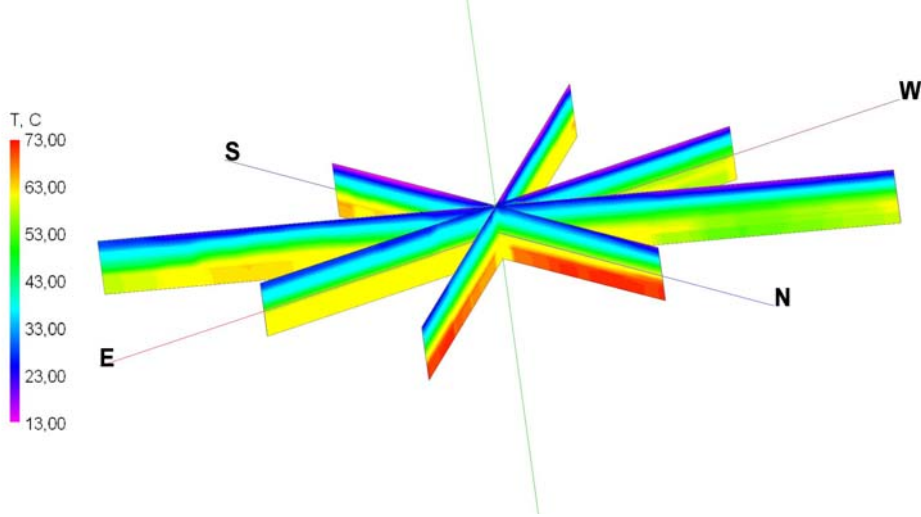
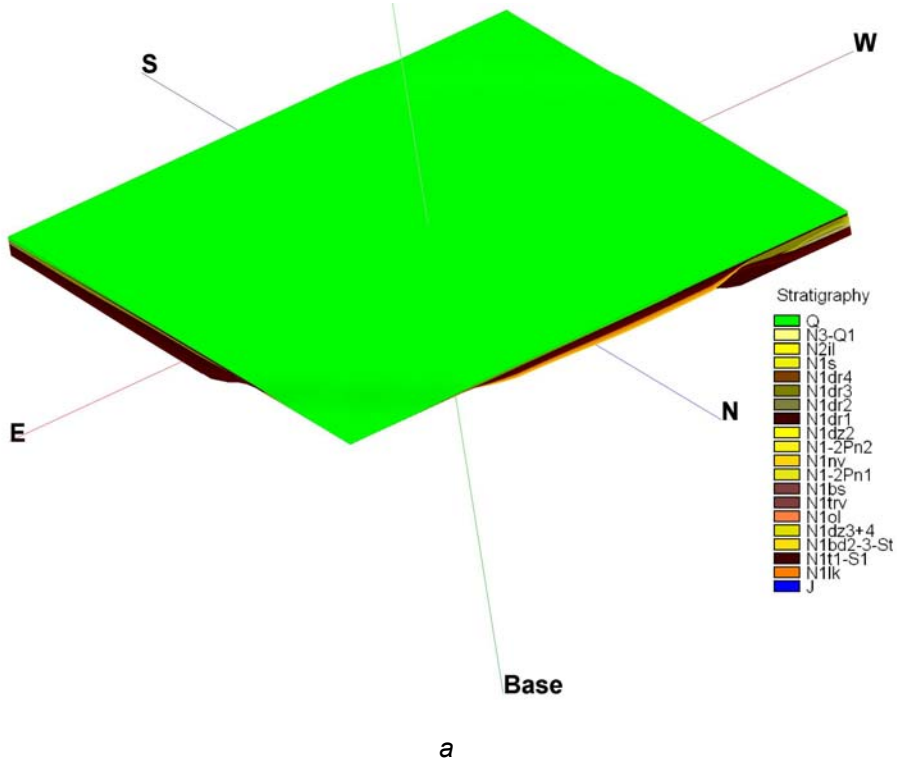


Рис. 5. 3D-модель теплового поля (вигляд у розрізі).



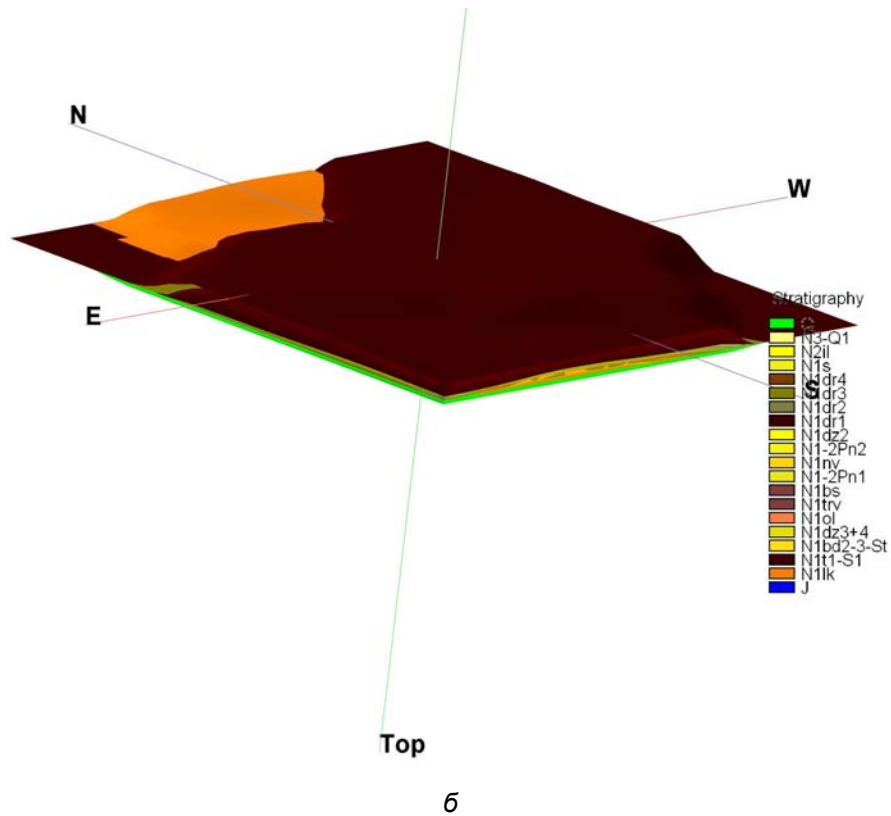


Рис. 6. 3D-стратиграфічна модель: а – вигляд зверху; б – вигляд знизу.

**3D стратиграфічна модель.** Ця територія під час неогенового періоду зазнавала нерівномірного опускання до неогенових блоків, яке позначилося на утворенні неогенових порід. На рис. 6 показано 3D-стратиграфічні моделі.

У центральній частині досліджуваної території виявлено горизонтальне залягання порід (Берегівський тектонічний блок) та ділянки з незгідним заляганням, вклинюванням (див. рис. 1) [1].

**3D літологічна модель.** На рис. 7 зображено 3D літологічну модель досліджуваного регіону. За літологічним складом порід блока ми розділили його на три пачки:

- 0–100 м – осадові породи різного літологічного складу (піски, пісковики, алевроліти, аргіліти, глини);
- 100–950 м – перешарування осадових і вулканогенних порід (туфи, туфоаргіліти, ігнімбрита, ліпарити, ліпаритові туфи);
- з 950 м – осадові породи різного літологічного складу (піски, пісковики, алевроліти, аргіліти).

Цей блок складений головню з вулканічних матеріалів, принесених з Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма.





**3D-MODELING OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MEDIUMS INTO  
MODERN COMPUTERS SOFT**

**D.V. Malytsky, V.V. Fourman, V.I. Senkivsky**  
*Carpathian branch of Subbotin institute of geophysics*  
*3-б Naukova st., 79060, Lviv, Ukraine*  
*E-mail: dmytro@cb-igph.lviv.ua*

Interrelation of tectonic activity with a thermal stream, stratygraphy and lithology of Beregovo district of Transcarpathian is examined. Materials of Geology party of Beregovo and regime geophysical station (RGS) of Beregovo are executed. Three-dimensional models of thermal field, stratigraphic and lithologic ones ware created.

*Key words:* thermal stream, tectonic activity, design, environment.

Стаття надійшла до редколегії 05.06.2008

Прийнята до друку 03.12.2008