



УДК 550.36

В. В. Гордиенко, И. В. Гордиенко, О. В. Завгородняя

## Современная активизация и тепловое поле Южно-Украинской моноклинали и Скифской плиты

(Представлено академиком НАН Украины В. И. Старостенко)

*Приведены результаты 56 новых определений теплового потока Земли, территории Крыма и шельфа Черного моря на запад от него. Сеть имеющихся измерений существенно дополнена в месте контакта Скифской плиты с Южно-Украинской моноклиной. Согласно полученным результатам исследований, процессы современной активизации распространены в обеих тектонических единицах. Проведенное исследование позволило более достоверно диагностировать положительные аномалии теплового потока, характерные для обеих частей региона, рассмотреть природу этих возмущений и связать их с нефтегазоносностью.*

**Ключевые слова:** тепловой поток, Скифская плита, нефтегазоносность.

В составе изучаемой территории объединены две различные по геологической истории тектонические единицы — платформенная Южно-Украинская моноклинали (занимающая кроме части суши на юге Украины и часть Черноморо-Азовского шельфа), Придобруджский прогиб и фрагменты герцинско-киммерийской геосинклинали Скифской плиты на суше (часть Северной Добруджи и Крымского полуострова).

В настоящем сообщении приведены результаты новых определений теплового потока (ТП) Земли, в основном в Крыму и на западном шельфе Черного моря, где они существенно дополняют сеть в сложно построенном фрагменте плиты и ее контакта с моноклиной, которые позволяют более обоснованно утверждать, что процессы современной активизации распространены по обе стороны границы указанных тектонических единиц.

**Результаты изучения теплового потока.** ТП рассчитывался с использованием геотермического градиента, установленного в отличие от прежних исследований [1] не по забойным температурам, а по полученным при испытаниях скважин. Обоснованность этой методики уже неоднократно рассматривалась для других регионов Украины [2, 3 и др.], здесь для такого анализа недостаточно материала, можно лишь утверждать, что новые

данные не противоречат полученным ранее. При расчете геотермического градиента в глубинные температуры вносились поправки, учитывающие влияние палеоклимата. Теплопроводность пород в интервалах глубин расчета ТП вычислена по многочисленным данным, полученным при участии авторов. Имеющаяся информация позволила представить изменение величины теплопроводности ( $\text{Вт}/\text{м}\cdot^\circ\text{C}$ ) с глубиной для таких типичных случаев, как: до 1,5 км — 1,6, до 3 км — 2,05, до 4,5 — 2,5, глубже — 2,65.

Результаты установлены в 56 скважинах на 33 месторождениях газа (табл. 1). В колонке ТП<sub>ст</sub> показаны результаты прежних определений ТП с использованием традиционной методики. Измерения были проведены в тех же или соседних скважинах. Их отличие от новых составляет в среднем 9%, что кажется вполне приемлемой величиной, свидетельствующей об индивидуальной погрешности каждого из сравниваемых ТП около 6%. Поскольку на карту-схему распределения ТП в регионе выносятся значительное количество осредненных значений, их ошибки должны быть еще ниже. При средней величине ТП на большей части территории около  $60 \text{ мВт}/\text{м}^2$  абсолютное значение погрешности — около  $3 \text{ мВт}/\text{м}^2$ . Это позволяет проводить на схеме достоверные изолинии через  $10 \text{ мВт}/\text{м}^2$ .

В сухопутной части Южно-Украинской моноклинали установлено только два новых значения ТП, поэтому в известном ранее распределении ТП не произошло изменений и эта часть региона на карте-схеме не показана. По прежним данным здесь фиксируется интенсивная (до  $70 \text{ мВт}/\text{м}^2$ ) Ренийская аномалия ТП (отчасти расположенная на окраине Скифской плиты) и менее значительное возмущение севернее западного Крыма (до  $60 \text{ мВт}/\text{м}^2$ ), которые уверенно связываются с процессом современной активизации [1].

Новые определения теплового потока на шельфовой части моноклинали (рис. 1) вместе с данными по прилегающей акватории Скифской плиты позволяют документировать пересечение аномалиями границы. Средняя величина теплового потока на площади, представленной на рисунке, составляет около  $60 \text{ мВт}/\text{м}^2$ , что существенно больше (примерно на  $20 \text{ мВт}/\text{м}^2$ ) значений, характерных для платформенных регионов Украины.

Карта-схема глубинного теплового потока Крыма (см. рис. 1), дополненная новыми значениями ТП, обнаруживает несколько положительных аномалий (которыми считались районы развития значений ТП более  $70 \text{ мВт}/\text{м}^2$ ). Это Тарханкутская на западе полуострова ( $(82 \pm 6) \text{ мВт}/\text{м}^2$ ), Новоселовско-Евпаторийская ( $(78 \pm 7) \text{ мВт}/\text{м}^2$ ) — в центре, Керченская ( $(74 \pm 5) \text{ мВт}/\text{м}^2$ ) — на востоке. Севернее центральной группы можно выделить еще относительно небольшое по площади возмущение ТП — Сивашскую аномалию ( $(74 \pm 5) \text{ мВт}/\text{м}^2$ ).

**Обсуждение результатов.** Сравнение положительных аномалий и относительных понижений ТП с сеткой основных разломов полуострова позволяет предположить, что здесь (как и в Днепровско-Донецкой впадине и Донбассе) возмущения теплового поля тяготеют к нарушениям. Хотя перенос тепла вместе с флюидами вверх и вниз едва ли можно признать единственной причиной возмущений. Часть положительных аномалий Тарханкутской и Новоселовско-Евпаторийской групп располагается на заметном удалении от Тарханкутского, Донузлавского, Евпаторийского и Центрально-Крымского разломов. По-видимому, в этих случаях заметную роль играет и кондуктивный перенос тепла. Приуроченность аномалий Сивашской и Керченской групп к Центрально-Крымскому, Донузлавскому, Предгорному, Правдинскому и Горностаевскому разломам кажется более очевидной.

Изучаемый регион неплохо обеспечен профилями ГСЗ (см. рис. 1), вдоль которых можно провести расчет радиогенной теплогенерации пород коры по скоростным разрезам: средняя величина оказывается на уровне  $(47 \pm 2) \text{ мВт}/\text{м}^2$ . На большей части территории эти значения больше на  $1\text{--}2 \text{ мВт}/\text{м}^2$ , в Горном Крыму — ниже примерно на  $5 \text{ мВт}/\text{м}^2$ , в северо-восточ-

Таблица 1. Новые определения теплового потока

Скважина	С. ш.	В. д.	$t$ , °С	$H$ , м	$\Gamma$ , °С/100м	$\Lambda$ , Вт·м/°С	ТП, мВт/м <sup>2</sup>	ТП <sub>ст</sub> , мВт/м <sup>2</sup>
Желтоярская 1	45°58'	30°06'	78	3150	2,15	2,40	52	52
Голицынская 3	45°45'	31°45'	27	510	3,70	1,45	54	—
Голицынская 5	45°45'	31°44'	30	570	3,85	1,45	56	—
Голицынская 7	45°44'	31°46'	33	590	4,25	1,50	64	—
Голицынская 9	45°43'	31°47'	112	2170	4,80	1,65	79	68
Юж. Голицынская 2	45°43'	31°57'	39	590	5,25	1,45	76	—
Шмидтовская 3	45°31'	32°14'	40	660	5,00	1,45	72	—
Шмидтовская 5	45°31'	32°15'	43	700	5,15	1,45	75	—
Шмидтовская 7	45°32'	32°16'	43	710	5,05	1,45	73	—
Крымская 2	45°17'	32°00'	39	870	3,70	1,50	55	—
Оленевская	45°27'	32°40'	32	500	4,40	1,45	64	—
Черноморская 2	45°30'	32°44'	108	2120	4,65	1,70	79	73
Краснополянская 5	45°28'	32°52'	65	1110	5,05	1,50	76	71
Краснополянская 9	45°30'	32°50'	58	1070	4,55	1,50	68	—
Зап. Октябрьская 29	45°27'	32°56'	110	3000	3,35	1,78	60	—
Октябрьская 2*	45°26'	33°05'	95	2530	3,35	1,60	54	56
Кировская 5	45°31'	33°02'	67	1040	5,55	1,50	83	—
Глебовская 10	45°29'	32°59'	68	995	5,90	1,50	88	—
Карлавская 10	45°31'	32°54'	70	1180	5,20	1,55	81	—
Ярылгачская 3	45°25'	32°55'	19	220	3,65	1,45	53	—
Задорненская 2	45°35'	33°12'	30	580	3,45	1,45	50	—
Серебрянская 16	45°40'	33°30'	70	1800	3,40	1,80	61	—
Татьяновская 13	45°45'	33°42'	130	3840	3,10	2,00	62	—
Татьяновская 11	45°44'	33°43'	150	4470	3,10	2,00	62	—
Джанкойская 3	45°45'	34°15'	26	335	4,80	1,45	70	—
Джанкойская 4	45°43'	34°14'	33	540	4,25	1,45	62	—
Джанкойская 5	45°44'	34°15'	38	570	4,90	1,45	71	—
Джанкойская 6	45°46'	34°15'	48	690	5,65	1,50	84	—
Приазовская	46°40'	35°45'	20	780	1,70	2,30	39	—
Стрелковая 5	45°50'	35°00'	31	430	4,90	1,45	71	—
Стрелковая 7	45°49'	35°01'	32	490	4,50	1,45	62	—
Стрелковая 8	45°48'	35°02'	34	530	4,50	1,45	62	—
Морская 2	46°16'	36°10'	27	630	3,20	1,45	46	—
Сев. Керченская 3	45°36'	36°35'	41	1120	3,05	1,50	46	—
Юж. Сивашская 1	45°15'	35°30'	87	2250	3,40	1,65	56	55
Юж. Сивашская 2	45°14'	35°29'	89	2330	3,40	1,65	56	47
Юж. Сивашская 3	45°15'	35°30'	87	2220	3,45	1,65	57	70
Юж. Сивашская 4	45°16'	35°32'	92	2370	3,45	1,65	57	56
Семеновская 2	45°23'	35°50'	22	220	5,00	1,45	72	—
Куйбышевская 18	45°10'	35°47'	80	1660	4,25	1,65	70	63
Куйбышевская 16	45°12'	35°47'	95	1770	4,85	1,65	80	—
Алексеевская 6	45°15'	36°10'	142	3110	4,25	1,75	74	—
Поворотная 2	45°20'	36°08'	151	3910	3,60	1,90	68	61
Фонтановская 6	45°13'	36°08'	131	2650	4,55	1,70	77	62
Фонтановская 7	45°13'	36°09'	133	2740	4,50	1,700	76	—
Фонтановская 830	45°13'	36°09'	35	730	3,55	1,50	53	—
Фонтановская 10	45°13'	36°10'	135	2980	4,20	1,70	71	71
Фонтановская 12	45°14'	36°09'	143	3140	4,25	1,75	74	—
Фонтановская 8	45°14'	36°09'	132	3180	3,85	1,75	67	63
Фонтановская 11	45°14'	36°10'	140	3350	3,90	1,80	70	—
Придорожная 2	45°15'	36°18'	187	4820	3,65	2,00	67	—
Приозерная 3	45°08'	36°18'	30	450	4,45	1,45	65	—
Приозерная 4	45°08'	36°17'	33	510	4,50	1,45	65	—
Горностаевская 7	45°13'	36°09'	141	3410	3,85	1,80	69	—
Слюсаревская 1	45°15'	35°55'	153	3820	3,70	1,85	68	60
Кореньковская 1	45°05'	37°27'	161	4880	3,05	2,10	64	—

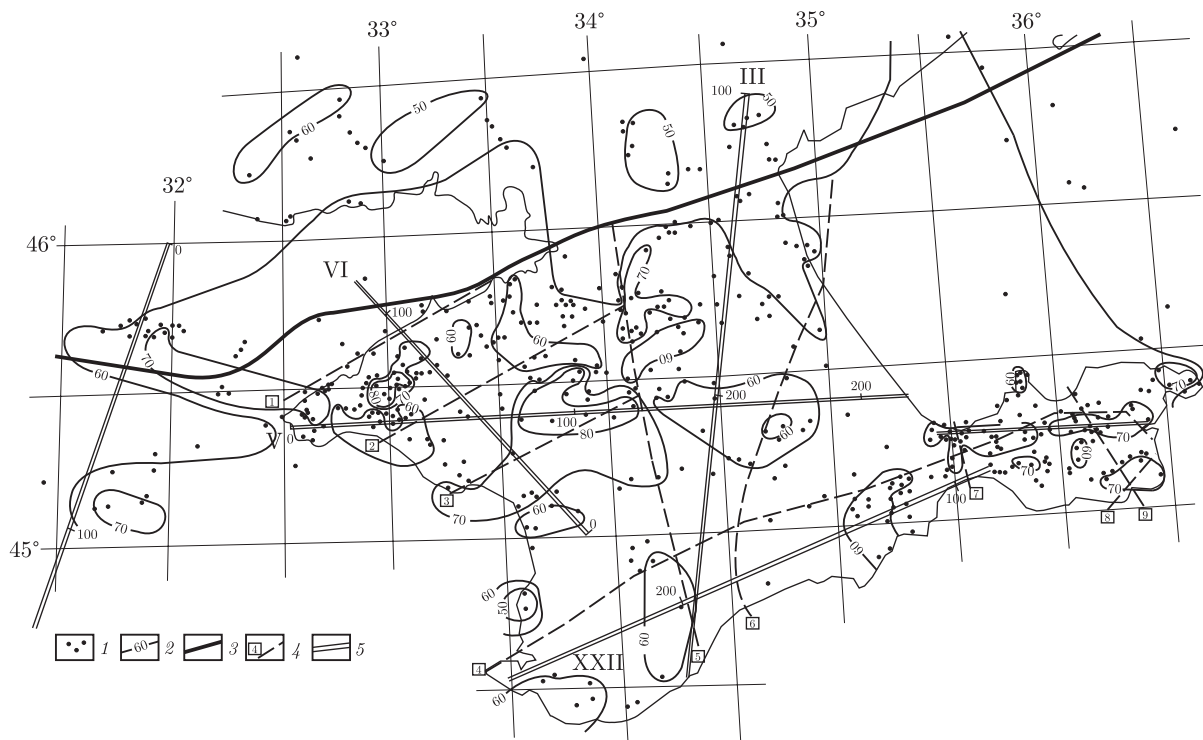


Рис. 1. Карта глубинного теплового потока Крыма и Черноморо-Азовского шельфа.

Условные обозначения: 1 — пункты определения ТП; 2 — изолинии ТП, мВт/м<sup>2</sup>; 3 — основные разломы (цифры в квадратах — названия разломов: 1 — Тарханкутский, 2 — Донузлавский, 3 — Евпаторийский, 4 — Предгорный, 5 — Центрально-Крымский, 6 — Западно-Приазовский, 7 — Феодосийский, 8 — Правдинский, 9 — Горностаевский), активизированные в последние ~ 3 млн лет; 4 — северная граница Скифской плиты; 5 — геотраверсы

ной части — выше на 4–4 мВт/м<sup>2</sup>. Выявленные вариации незначительны, нельзя ожидать, что влиянием переменной радиогенной теплогенерации можно объяснить аномалии.

Геосинклинальный процесс на плите завершился складчатостью около 150 млн лет назад. Для этого возраста современная аномалия ТП в среднем по региону должна составлять примерно 5–6 мВт/м<sup>2</sup> [4]. В центре плиты (где и сосредоточены основные положительные аномалии) он может быть выше — до 7–8 мВт/м<sup>2</sup>. Этого (~ 55 мВт/м<sup>2</sup>) достаточно для объяснения величин ТП вне основных возмущений. Интенсивность дополнительных аномалий, предположительно связанных с современной активизацией, составит около 20 мВт/м<sup>2</sup>. Это довольно типичная величина.

Модель теплопереноса для обычных параметров процесса современной активизации позволяет построить современное распределение температуры в недрах Скифской плиты [4]. Таким образом, достигается объяснение аномалий теплового потока — примерно в средней части интервала глубин 50–100 км расчетные температуры превышают 1300 °С. Такой уровень нагрева отвечает небольшой степени частичного плавления. Возможно, именно им объясняется заметное понижение скорости распространения продольных сейсмических волн в верхних горизонтах мантии под плитой (и простирающимися от нее к северо-западу другими зонами современной активизации [1]).

Очевидно, что геологически недавно произошло вторжение мантийных выделок в кору. Следствием этого оказались аномалии поднятий поверхности в последние 3 млн лет (на

фоне обширних опусканій периферії впадини Чорного моря), електропровідності (пока ще мало изученные), аномалії ізотопії гелія в підземних водах (включаючи води газових месторождений) і самі по собі месторождения углеводородов.

Таким образом, проведенное новое исследование теплового поля Южно-Украинской моноклинали и Скифской плиты позволило более достоверно диагностировать положительные аномалии ТП, характерные для обеих частей региона, рассмотреть природу этих возмущений и связать их с нефтегазоносностью. Последнее обстоятельство заслуживает специального дополнительного изучения с привлечением комплекса геолого-геофизических данных, как это сделано при участии авторов в Днепровско-Донецкой впадине [3].

### Цитированная литература

1. Гордиенко В. В., Гордиенко И. В., Завгородняя О. В., Усенко О. В. Тепловое поле территории Украины. – Киев: Знание Украины, 2002. – 170 с.
2. Гордиенко В. В., Гордиенко И. В., Завгородняя О. В., Ковачикова С., Логвинов И. М., Тарасов В. Н., Усенко О. В. Украинские Карпаты (геофизика, глубинные процессы). – Киев: Логос, 2011. – 128 с.
3. Гордиенко В. В., Гордиенко И. В., Завгородняя О. В., Ковачикова С., Логвинов И. М., Тарасов В. Н., Усенко О. В. Днепровско-Донецкая впадина (геофизика, глубинные процессы). – Киев: Корвін пресс, 2006. – 142 с.
4. Гордиенко В. В. Процессы в тектоносфере Земли (Адвекционно-полиморфная гипотеза). – Германия, Saarbrücken: LAP, 2012. – 256 с.

### References

1. Gordienko V. V., Gordienko I. V., Zavgorodnyaya O. V., Usenko O. V. Thermal field in Ukraine, Kiev: Knowledge of Ukraine, 2002 (in Russian).
2. Gordienko V. V., Gordienko I. V., Zavgorodnyaya O. V., Kovachikova S., Logvinov I. M., Tarasov V. N., Usenko O. V. Ukrainian Carpathians (geophysics, deep processes), Kiev: Logos, 2011 (in Russian).
3. Gordienko V. V., Gordienko I. V., Zavgorodnyaya O. V., Kovachikova S., Logvinov I. M., Tarasov V. N., Usenko O. V. Dnieper-Donets depression (geophysics, deep processes), Kiev: Korvin press, 2006 (in Russian).
4. Gordienko V. V. Processes in the Earth tectonosphere (Advection-polymorphous hypothesis), Saarbrücken: LAP, 2012 (in Russian).

*Институт геофизики им. С. И. Субботина  
НАН Украины, Киев*

*Поступило в редакцию 25.02.2015*

**В. В. Гордієнко, І. В. Гордієнко, О. В. Завгородня**

### **Сучасна активізація та теплове поле Південно-Української моноклінали та Скіфської плити**

*Институт геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины, Київ*

*Наведено результати 56 нових визначень теплового потоку Землі, території Криму і шельфу Чорного моря на захід від нього. Мережа наявних вимірів істотно доповнена в місці контакту Скіфської плити з Південно-Українською монокліналою. Згідно з отриманими результатами досліджень, процеси сучасної активізації поширені в обох тектонічних одиницях. Проведене дослідження дозволило більш вірогідно діагностувати позитивні аномалії теплового потоку, що характерні для обох частин регіону, розглянути природу цих збуджень і пов'язати їх з нафтогазоносністю.*

**Ключові слова:** тепловий потік, Скіфська плита, нафтогазоносність.

V. V. Gordienko, I. V. Gordienko, O. V. Zavgorodnjaja

**Recent activization and heat field of the South-Ukrainian monocline and the Scythian plate**

S. I. Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, Kiev

*The results of 56 new determinations of the heat flow of the Earth on the territory of Crimea and the Black Sea shelf to the west of it are presented. The network of available measurements substantially amended in the contact zone between the Scythian plate and the South-Ukrainian monocline. New results suggest that the process of modern activization exists in both tectonic units. The study allows one to more reliably diagnose the heat flow positive anomalies that are inherent to the both parts of the region, to consider the nature of these disturbances, and link them with oil-gas deposits.*

**Keywords:** heat flow, Scythian plate, oil and gas deposits.