

конечных элементов позволяет найти способы наиболее полного учёта геолого-геофизических данных. В процессе исследования возможен доступ к любому элементу среды.

Таким образом, проведение количественного анализа влияния какого-либо элемента среды на структуру теплового поля в любой точке исследуемой области не вызывает вычислительных трудностей. Поэтому смело можно ставить перед собой задачу о выделении именно «чистых аномалий» теплового поля для любого участка земной поверхности.

Создание полностью отлаженных универсальных, оптимальных и свободных от дискуссионных положений, алгоритмов и программ – дело довольно трудное, а иногда и совершенно невозможное. Как бы исследователи ни совершенствовались в вычислительной технике и вычислительной математике, они никогда не создадут общеприменимых и универсальных программ. Для создания таких программ необходимо бесконечное число алгоритмов. На практике гораздо эффективнее работают экономичные алгоритмы и гибкие вычислительные программы для решения задач геотермии по их целевой и практической направленности. Всегда следует помнить о рациональной области используемых численных методов.

### Библиографические ссылки

1. Атлас геологического строения и нефтегазоносности Днепроовско-Донецкой впадины / Ю. А. Арсирый, А. А. Билык, М. И. Бланк и др. Киев : Мингео УССР, 1984.
2. Гавриш В. К., Забелло Г. Д., Рябчун Л. И. Геология и нефтегазоносность Днепроовско-Донецкой впадины. Глубинное строение и тектоническое развитие. Киев : Наук. думка, 1989.
3. Гордиенко В. В., Гордиенко И. В., Завгородняя О. В., Усенко О. В. Тепловое поле территории Украины. Киев : Знание, 2002.
4. Кутас Р. И., Гордиенко В. В. Тепловое поле Украины. Киев : Наук. думка. 1971.
5. Бахова Н. И. Вычислительный эксперимент в современной геофизике // Вестн. НАУ, 2009. Т. 40, № 3. С. 262–270.

УДК 550.36(045)

## ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ДНЕСТРОВСКО-ПРУТСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

**Н. И. Бахова**

Институт геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины,  
пр. Палладина 32, 03680 Киев, Украина; bakhova.nataly@gmail.com

Рассматриваются вопросы теплового состояния Днестровско-Прутского междуречья. Приведены данные о температурах, градиентах температуры и тепловых потоков ряда структур междуречья. Анализируются закономерности распределения теплофизических параметров с учётом геологического строения региона и особенностей его тектоники.

**Ключевые слова:** температура; тепловой поток; Днестровское-Прутское междуречье.

The thermal state issues of the Dniester-Prut interfluve are considered. Data on temperatures, temperature gradients and heat flows of a number of interfluve structures are presented. The regularities of the thermophysical parameters distribution are analyzed taking into account the region geological structure and the features of its tectonics.

**Keywords:** temperature; heat flow; the Dniester-Prut interfluve.

**Вступление.** Территория Днестровско-Прутского междуречья длительное время оставалась «белым пятном» на картах распределения температур и тепловых потоков (ТП). Тепловое состояние сложного и интересного по своему строению региона и сейчас изучено очень слабо. Геотермические наблюдения дают лишь общую характеристику теплового режима междуречья.

Тепловое состояние, распределение температуры, её источники, а также тепловая история Днестровско-Прутского междуречья – вопросы, на которые достоверных ответов ещё не получено. Первые исследовательские шаги были сделаны во второй половине XX столетия. Однако XXI век с новаторскими информационными технологиями пока обходит территорию, ограниченную реками Днестр–Прут–Дунай.

*Анализ предыдущих исследований, задачи исследования, актуальность их решения.* Территория Днестровско-Прутского междуречья обладает довольно сложным глубинным строением, представляя собой промежуточную зону между Восточно-Европейской платформой и более молодыми эпипалеозойскими и эпипальпейскими сооружениями Добруджи и Карпат.

«Радиус» тектонического влияния этих крупных элементов намного превышает размеры территории междуречья, которое фактически «зажато» тремя региональными разновозрастными сооружениями [1]: Украинским кристаллическим щитом на северо-востоке; герцинской Добруджей на юге; альпийскими Карпатами на западе.

Представляет интерес рассмотреть тектоническое «добрососедство» Днестровско-Прутского междуречья под углом зрения теории информации и провести энтропийный анализ данных различной природы. Однако таковые исследования принадлежат будущему.

Итак, структура междуречья сформировалась как в результате тектонических подвижек Украинского щита, так и орогенических движений Добруджи и Карпат.

По возрасту складчатости территория, ограниченная реками Днестр–Прут–Дунай, разделена на области с докембрийским и герцинским складчатым основанием. Восточно-Европейская платформа относится к первой области, эпигерцинская Скифская плита – ко второй.

По степени мобильности в истории геологического развития на Восточно-Европейской платформе выделены две тектонические единицы [1]: Молдавская плита (охватывает северную и центральную часть территории междуречья и является южным продолжением Вольно-Подольской плиты); Преддобруджская впадина (примыкает к Скифской плите и характеризуется интенсивными, преимущественно нисходящими, движениями в палеозое и мезозое).

Следует отметить, что в литературе укрепилось название «Преддобруджский прогиб», однако правильнее называть эту часть платформы «Преддобруджская впадина» [1].

Граница между разновозрастными тектоническими структурами (Восточно-Европейская платформа и Скифская плита) скрывается под осадочной толщей Преддобруджской впадины. Её точное местоположение до сих пор остается дискуссионным. Одни авторы [2, 3] считают, что она проходит вдоль Баймаклийского краевого шва, а другие [1, 4] – по линии Кагул–Болград–Измаил.

Строение зоны «сшивания» представляется в виде структурного глубинного тектонического шва, по которому герцинский фундамент Скифской плиты контактирует с докембрийским фундаментом Восточно-Европейской платформы.

Существенную роль в строении земной коры междуречья играет система разрывных нарушений регионального и локального характера [2, 3]: субмеридиональные разломы докембрийского заложения (первая группа разломов); более молодые диагональные дизъюнктивы домезозойского и неоген-четвертичного возрастов (вторая группа разломов).

Разломы докембрийского заложения, зародившиеся ещё в геосинклинальной стадии развития кристаллического Украинского щита, периодически проявляют себя в течение всей геологической эволюции рассматриваемого региона. В соответствии с классификацией А. В. Пейве они отнесены к категории глубинных [5].

Глубинное сейсмическое зондирование и геологические данные свидетельствуют о наличии в пределах центральной части Днестровско-Прутского междуречья мантийного нарушения. Это разлом Вранча-Канев, ориентированный в северо-восточном направлении [6].

Разлом отчётливо обнаруживает себя на поверхности слоя с пониженными скоростями сейсмических волн. Глубина залегания слоя пониженных скоростей в контурах разлома на-

ходится на отметках 60–130 км. Считается, что разлом Вранча-Канев развит всецело в мантии и время наложения этого мантийного нарушения – средний протерозой.

*Полученные результаты, их обсуждение.* Геотермические измерения в данном регионе – это очень редкая сеть наблюдений, которая не позволяет сформировать даже самого общего представления о распределении теплового поля в довольно сложном по своему геологическому строению Днестровско-Прутском междуречье.

Новые измерения ТП были проведены автором настоящей работы совместно с лабораторией геотермии Геологического института (Москва). Руководитель совместной экспедиции – М. Д. Хуторской, ныне заслуженный деятель науки РФ, академик РАН.

Исследования были проведены по всей территории междуречья. Изначально планировалось провести измерения в 50 скважинах. Однако пробурены они были давно, и много скважин оказались либо непригодными, либо «пройти» в них можно было с аппаратурой не более 10 м. Такие данные не учитывались.

Получены достаточно надёжные значения средней теплопроводности литолого-стратиграфических толщ (табл. 1): сарматских глин, песчаников и известняков; вендских аргиллитов и песчаников.

Практические исследования показали, что литолого-стратиграфические комплексы не изменяют своих теплопроводных свойств и за пределами территории междуречья. В качестве примера можно привести неогеновые песчано-глинистые породы. Значения теплопроводности указанных горных пород остаются одинаковыми не только в Преддобруджской впадине, но и в Причерноморье и Предкарпатском прогибе [7, 8].

Таблица 1 – Средняя теплопроводность горных пород

Горная порода	Средняя теплопроводность, Вт/(м · К)
Верхнесарматские глины	1,40–1,50
Средне- и нижнесарматские глины	1,45–1,60
Нижнесарматские известняки	1,55–1,65
Известняки мела	2,00–2,20
Песчаники венда	2,20–2,40
Аргиллиты венда	1,60–2,10
Гнейсы	1,70–2,30
Граниты	2,20–2,70
Мигматиты	2,10–2,60

Определение ТП были выполнены двумя способами: поинтервально; по среднему геотермическому градиенту, рассчитанному для интервала глубин «нейтральный слой» – максимальная глубина скважины. Второй способ вычисления ТП более надёжен, поскольку полученные значения стабильны и приближены к результатам, полученным на более глубоких горизонтах.

Территория Днестровско-Прутского междуречья по плотности ТП обладает «выдержанной» неоднородностью (табл. 2).

Скифская плита отличается повышенными ТП – 50–60 мВт/м<sup>2</sup>. Такие значения характерны для структур герцинского возраста.

Значения ТП на склоне древней платформы варьируют в пределах 40–45 мВт/м<sup>2</sup>. Повышенное значение (более 50 мВт/м<sup>2</sup>) зафиксировано только в одной точке (Росошаны), которая расположена в самой северной части междуречья. Полученная величина ТП хорошо согласуется с контуром аномалии на краю древней платформы в районе Черновцы-Красноильск [7, 8].

Таблица 2 – Результаты определения ТП

Пункты измерения	Координаты, с. ш.	Координаты, в. д.	Интервал исследования, м	Градиент температуры, °С/км	ТП, мВт/м <sup>2</sup>
Россошаны – 1	48°19'	27°01'	120–490	27,6	58
Слободзея-Воронково – 16	48°04'	27°27'	50–140	22,0	42
Слободзея-Воронково – 401	48°04'	27°27'	50–200	17,0	48
Слободзея-Воронково – 13	48°04'	27°27'	150–400	18,7	48
Михайляны – 4	48°02'	27°43'	150–480	24,2	46
Каменка – 4	48°02'	28°39'	80–140	20,0	44
Каменка – 7	48°02'	28°39'	70–130	21,0	46
Бурсук – 6	47°07'	28°20'	150–300	48,0	57
Комрат – 6	46°18'	28°35'	100–230	36,0	51
Комрат – 33	46°18'	28°35'	100–370	36,0	53
Баймаклия	46°11'	28°24'	180–340	29,0	46
Готешты – 25	46°01'	28°05'	50–250	34,0	52
Старые Трояны	45°42'	29°11'	50–550	29,0	48
Джурджулешты – 1с	45°30'	28°13'	50–150	30,0	57
Джурджулешты – 17с	45°30'	28°13'	50–160	30,0	55
Джурджулешты	45°30'	28°13'	50–200	30,0	55

Между северными и южными областями междуречья выделяются две аномалии: пониженных ТП (42–48 мВт/м<sup>2</sup>) в центральной части Преддобруджской впадины; повышенных ТП (50–60 мВт/м<sup>2</sup>) в пределах Молдавской плиты и частично северного склона Преддобруджской впадины.

*Выводы.* Несмотря на проведённые в середине XX в. многочисленные геолого-геофизические исследования Днестровско-Прутского междуречья, многие важные вопросы относительно его геологического строения остаются нерешёнными. Перспективы поисков нефти и газа, рудных месторождений в архейском кристаллическом фундаменте и древнем чехле осадочных образований остаются в элитных трудах лучших геологов и геофизиков планеты.

Геотермические модели (и вычислительные в т. ч.) отсутствуют. Остается невыясненной природа тепловой аномалии в центре междуречья.

Научные практические и фундаментальные исследования приобрели дискретные грани. Однако у научного процесса не бывает дискретной жизни, оконтуренной жёсткими границами. Энтропийный анализ геолого-геофизических данных, возможно, и есть то самое связующее звено в общей прогрессивной направленности научных разработок.

### Библиографические ссылки

1. Геология СССР. Т. XLV. Молдавская ССР. Геологическое описание и полезные ископаемые. Москва : Недра, 1969.
2. Билинкис Г. М. Неотектоника Молдавии и смежных районов Украины (Основные черты). Кишинёв : Штиинца, 1971.
3. Билинкис Г. М. Геодинамика крайнего юго-запада Восточно-Европейской платформы в эпоху морфогенеза. Кишинёв : Штиинца, 1992.
4. Сафаров Э. И. Тектоника южной части МССР по данным геолого-геофизических исследований и перспективы нефтегазоносности // Палеонтология, геология и полез. ископаемые Молдавии. Кишинев : 1967. Вып. 1. С. 28–37.
5. Пейве А. В. Глубинные разломы и их роль в строении и развитии земной коры: Избр. тр. Москва : Наука, 1990.
6. Соллогуб В. Б. Земная кора Украины // Геофиз. журн. 1982. Т. 4, № 4. С. 3–25.
7. Кутас Р. И., Гордиенко В. В. Тепловое поле Украины. Киев : Наук. думка, 1971.
8. Кутас Р. И., Бевзюк М. И. Новые результаты определения тепловых потоков на территории юго-запада СССР. // Геофиз. сб. АН УССР. 1979. Вып. 56. С. 35–40.