

В. Г. Верхоцев

### ПРИМЕНЕНИЕ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКАХ ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА МАЛЫХ ГЛУБИНАХ (НА ПРИМЕРЕ ЛОКАЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

На підставі неотектонічних досліджень в масштабі 1:200 000, виконаних з допомогою структурно-геоморфологічних і дистанційних методів, визначено неоструктурне положення Локачинського родовища газу та запропоновані нові перспективні ділянки в межах прилеглої території.

Using the results of neotectonic studies in scales 1:200 000 based on structural geomorphological and remote sensing methods, the neotectonic structural position of the Lokatchinskoye gas field is determined, and new prospective areas within the surrounding territory are proposed.

Исследования в пределах Локачинского эталонного участка проведены с целью выяснения особенностей проявления дешифровочных признаков активных на новейшем этапе развития геоструктур в районах со слаборасчлененным "спокойным" современным рельефом и глубоким залеганием пород кристаллического фундамента, а также установления возможностей использования результатов неотектонических исследований при поисках углеводородов на малых глубинах (на примере Локачинского месторождения газа).

Участок охватывает часть области сочленения древней Восточно-Европейской (ВЕП) и молодой Западно-Европейской (ЗЕП) платформ. Первая представлена Полесским и Дубновским блоками, вторая — Львовским, границами между которыми являются Луцкий, Владимир-Волынский, Радеховский и Тереховлянский разломы.

Нововолыниды Полесского блока имеют северо-восточное направление. Южнее Луцка в его тело "врезан" блок меньшего размера (Дубновский) с иным простиранием пород. В нем на поверхность фундамента выходят образования азововолынид. Этот блок выделяется также пониженными значениями аномального магнитного поля ( $\Delta T$ ) и изменением конфигурации аномалий силы тяжести как локальных, так и региональных, вызванных глубинными источниками [2, 3]. В магнитном поле Львовского блока отражается структурная двойственность: аномалии трансформированного поля указывают на участие в его строении нововолынидских структур северо-восточного простирания, а аномалии магнитного поля ( $\Delta T$ ) и его региональной компоненты — структур северо-западного простирания [2]. Анализ показывает, что Львовскому блоку (западной части Львовского палеозойского прогиба) присущи все черты молодой платформы: глубокое погружение кристаллических комплексов, раздробленных серией разломов северо-западного простирания, что обусловило соответствующий структурный план чехла; более интенсивное прогибание, приведшее к образованию многокилометровых осадочных толщ; большая скорость современных восходящих движений; наличие линейных структур, как следствие постгоссиэклинального складкообразования, и двухъярусное строение чехла, вызванное затуханием со временем складкообразовательных движений [2]. Это и ряд других особенностей строения стали основой гипотезы о том, что платформенный чехол региона заложен на миегосинклинальной зоне байкалид [2]. Однако конкретное положение границы древней платформы остается предметом дискуссии.

Кора Львовского блока как мощностью (увеличенной на 8–10 км), так и строением (наличие двух поверхностей М) больше схожа с корой структур обрамления, чем с таковой древней платформы. Кроме того, этот район характеризуется не только увеличенной мощностью коры, но и уменьшенной мощностью литосферы в целом, а также повышенным тепловым потоком, т. е. по энергетическому состоянию недр данный участок относится скорее к молодой платформе, чем древней [2, 3].

© В. Г. Верхоцев, 2007

На севере исследуемого района расположена южная часть Ковельского поднятия, сложенная породами рифея, венда, комбрия, ордовика и силура. С юга поднятие ограничено широтным Владимир-Волынский разломом (с амплитудой по дорифейским образованиям 2600 м).

При сравнении инфра- и морфоструктуры древнего фундамента отмечается различная ориентировка основных структурных элементов — соответственно диагональная и ортогональная. Новообразованная ортогональная система стала ведущей в развитии данного района в течение неогена. Вместе с тем существовала и определенная унаследованность в формировании тех или иных структур в зависимости от особенностей строения фундамента (в пределах Ковельского поднятия).

В районе установлена сложная связь между разломной тектоникой фундамента и морфоструктурой его поверхности с дислокациями осадочного чехла.

Для районов с дорифейским кристаллическим основанием характерны прямые соотношения линейных дислокаций. Прежде всего это касается субмеридиональной Радеховской флексуно-сбросовой зоны, где эшолопированная разрывная тектоника фундамента отражена в виде соответствующих пликативных осложнений того же знака практически по всему раннепалеозойскому и позднепротерозойскому чехлу. Отмечаются четкие следы активации разломов в альпийскую эпоху вплоть до современной [2, 3].

Дислокации поперечной северо-восточной ориентировки подсечены профилями КМПВ, а также косвенно картируются по материалам грави- и магнитометрии в северной части Львовского прогиба и южной части Ковельского выступа фундамента.

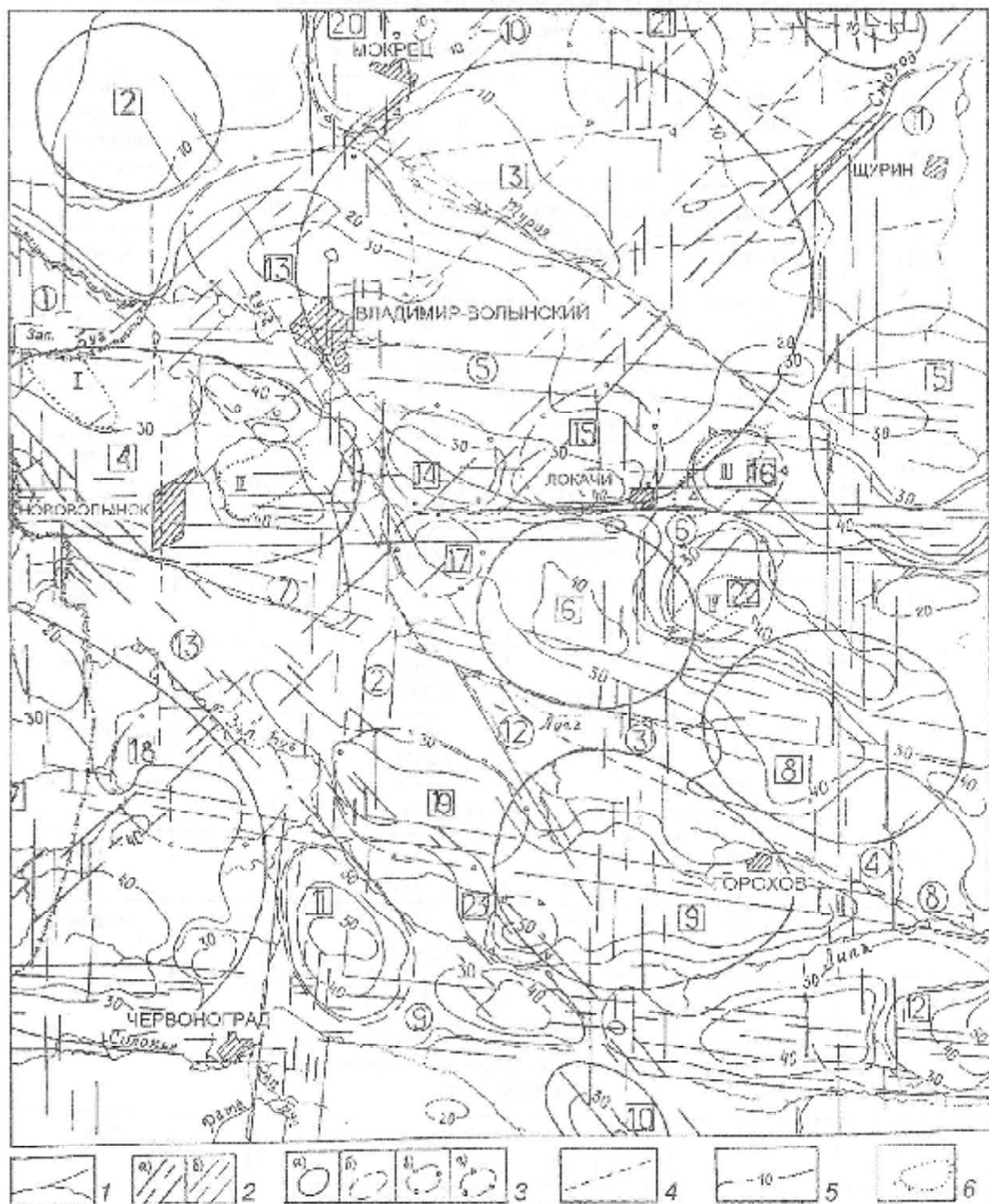
К разломам фундамента северо-восточной ориентировки в Львовском прогибе приурочены крупная Лычачинская валообразная структура, занимающая центральное место в строении участка, с замкнутым в пределах ее осевой части Марковичским поднятием, а также Туминское валообразное поднятие.

Анализ соотношения структур чехла и фундамента указывает на их обращенный характер, поскольку реликтам синклиналий отвечают, как правило, относительные поднятия в осадочных образованиях. Геодинамические процессы, проходившие в смежных областях обрамления, резонансно проявлялись на древней платформе.

Исследования в пределах Лычачинского эталонного участка выполнены в масштабе 1:200 000.

Выявленные линейные зоны образуют две доминирующие (ортогональные  $0 \pm 80^\circ$ ,  $\pm 5^\circ$  и диагональные  $45-50^\circ$ ,  $1315-320^\circ$ ) системы и два угнетенных диагональных направления ( $280-285^\circ$  и  $330-335^\circ$ ).

Линейные зоны системы  $0 \pm 80^\circ$  ( $\pm 5^\circ$ ) представлены четырьмя субмеридиональными и четырьмя субширотными (в каждом из направлений — по две I и II порядков) (см. рисунок). Расстояние между субмеридиональными зонами относительно постоянно и составляет 12–18 км. Наоборот, субширотные образуют две группы оближенных между собой зон. Первая включает зоны 5–7 (последняя относится к угнетенному направлению  $280-285^\circ$ ), а вторая — зоны 8, 9. Расстояние между этими группами равно 8–22 км, а между оближенными между собой зонами — 6–10 км. Отмечается значительное совпадение субширотных и субдолготных линейных зон по таким показателям, как длина и ширина. Протяженность первых составляет 68–82 км, а вторых — 76–82 км; при этом семь из них хотя бы в одном направлении выходят за пределы исследуемого района, а ширина — соответственно 2–6,4 против 3,6–6,4 км. И все же из приведенных цифр видно, что по анализируемым параметрам субмеридиональные зоны хотя и не намного, но превосходят субширотные. Линейные зоны системы достаточно четко выдержаны по направлению: шесть из них полностью вписываются в ее ограничительные рамки (с учетом "допуска" в  $5^\circ$ ) и только две субширотные зоны (8, 9, см. рисунок) выходят за эти рамки на  $3^\circ$  и  $1^\circ$  соответственно в большую сторону. Для линейных зон субмеридионального направления характерно преобладание эрозивных ландшафтных индикаторов (в 1,35–2,45 раза), а для субширотных — водораздельных (в 1,4–1,6 раза), последствие чего все первые интерпретированы как сбросы, а вторые — выбросы (табл. 1).



Карта новейшей тектоники Локачинского эталонного (детализационного) участка

1 — гидросети; 2 — линейно-зональные зоны: а) и б) порядков; 3 — кольцевые структуры: а — унаследованные, б — неупорядоченные, в — промежуточные, г — безкорневые; 4 — одиночные линейные элементы; 5 — суммарные амплитуды подпределающей четверти или вертикальных движений земной коры (м); 6 — валлообразные пологие складки

Таблица 1. Основные сведения о линейчатых зонах Локачинского эталонного участка

№ на рисунке, рабг	Основные параметры				
	Азимут, град	Длина Широта	К D <sub>1</sub> - D <sub>2</sub> км	$\frac{K_{ср}}{K_{вод}}$	Предполагаемый морфологический тип
<i>Линейчатые зоны доминирующей системы в 190°</i>					
1 (II)	358-360	$\frac{76^{*1}}{3,8-4,6}$	$\frac{33}{1,4-13}$	$\frac{27}{11}$	Сброс
2 (I)	0-5	$\frac{82^{*2}}{4-6}$	$\frac{45}{1,6-23}$	$\frac{31}{22}$	Сброс
3 (II)	359-2	$\frac{78^{*1}}{3,6-5,2}$	$\frac{43}{1,6-13}$	$\frac{29}{18}$	Сброс
4 (I)	0-1	$\frac{82^{*2}}{3,6-6,4}$	$\frac{46}{1,2-18,0}$	$\frac{27}{20}$	Сброс
5 (II)	94-95	$\frac{70^{*1}}{2-2,4}$	$\frac{15}{1,8-33}$	$\frac{7}{10}$	Взброс
6 (I)	89-91	$\frac{71^{*2}}{3,6-5,4}$	$\frac{32}{1,8-34}$	$\frac{13}{21}$	Взброс
8 (II)	96-98	$\frac{68}{1,4-3}$	$\frac{19}{2-34,6}$	$\frac{8}{12}$	Взброс
9 (I)	92-96	$\frac{71^{*2}}{4,5-6,4}$	$\frac{42}{1,4-26}$	$\frac{18}{27}$	Взброс
<i>Линейчатые зоны доминирующей системы 45-50° 1315-320°</i>					
10 (II)	47-48	$\frac{52^{*1}}{2-4,4}$	$\frac{18}{1,5-20,4}$	$\frac{12}{10}$	Сдвиг
11 (I)	43-50	$\frac{70^{*1}}{2,4-4,2}$	$\frac{33}{1,2-13}$	$\frac{18}{17}$	Сдвиг
13 (I)	317-318	$\frac{74^{*2}}{5-7}$	$\frac{33}{1,4-12,6}$	$\frac{19}{17}$	Сдвиг
<i>Линейчатые зоны учетенных направлений СЗ 280-285°</i>					
7 (II)	280-287	$\frac{67^{*1}}{2,4-4,2}$	$\frac{17}{2,6-32}$	$\frac{9}{11}$	Сдвиг
<i>СЗ 330-335°</i>					
12 (II)	330-331	$\frac{68}{1,4-3,6}$	$\frac{20}{2-16,7}$	$\frac{12}{10}$	Сдвиг

Примечание. К — количество элементарных линейчатых зон в составе зон; D<sub>1</sub> — минимальная; D<sub>2</sub> — максимальная длина этих линейчатых зон; K<sub>ср</sub> — количество эрозивных; K<sub>вод</sub> — то же водораздельных ландшафтных индикаторов, на основании которых выделены линейчатые зоны; \*<sup>1</sup> — линейчатая зона выходит за пределы исследуемого района в одном направлении; \*<sup>2</sup> — то же в обоих направлениях.

**Линеементные зоны системы  $45-55^\circ \pm 315-325^\circ$**  представлены двумя северо-восточными (одна — 1 порядка) и одной северо-западной зонами. Однако, кроме того, к этой системе относятся еще пять протяженных одиночных линеаментов, что и дало возможность отнести систему (с определенной мерой условности) к доминирующим (вместо включает восемь структур). Линейные структуры северо-восточного направления (две линеаментные зоны и два одиночных линеамента) имеют близкое одна к другой размещение (4–8 км) и, скорее всего, образуют вместе более крупную линейную структуру (см. рисунок). Расстояние между северо-западными линейными структурами (одна зона и три одиночных линеамента) довольно постоянное и равно 12–24 км. Достаточно четко фиксируется преобладание северо-восточных линейных структур над северо-западными по длине (36–98 против 30–74 км) и обратное соотношение по ширине (2–4,4 против 5–7 км). Система характеризуется четкой выдержанностью линеаментов по направлению — все они вкладываются в ее ограничительные рамки. Предполагается, что линеаменты системы относятся к сдвигам и сдвиго-сбросам, поскольку дешифрованы по приблизительно равному количеству эрозионных и водораздельных индикаторов.

Кроме описанных доминирующих систем, нами выявлены, как уже отмечалось, два угнетенных направления, каждое из которых представлено всего одной линеаментной зоной. Ориентированная по азимуту СЗ  $260-287^\circ$  линеаментная зона 7 имеет протяженность 67 км (на юго-востоке выходит за пределы участка) при ширине 2,4–4,2 км, состоит из 17 элементарных линеаментов длиной от 2,6 до 32 км, которые отображены в ландшафте 9 эрозионными и 11 водораздельными индикаторами. То есть отмечается приблизительно их равенство, что позволяет предполагать, что описанная зона является сдвигом. Линеаментная зона 12 ( $330-331^\circ$ ) отнесена нами к угнетенному направлению СЗ  $330-335^\circ$ , ее протяженность 68 км, ширина 1,4–3,6 км. Состоит из 20 элементарных линеаментов длиной от 2 до 16,7 км, выраженных 12 эрозионными и 10 водораздельными индикаторами, т. е. и эта зона отнесена к сдвигам.

Дополнительно упомянутые и некоторые другие сведения о линеаментах приведены в табл. 1.

В неогене и четвертичном периоде четко обозначились активизировавшиеся разломные зоны, разграничивающие ряд блоковых структур разного ранга. Однако роль этих нарушений в различные моменты нестектонического этапа развития неоднозначна. На начальных этапах (доновейших), в раннем и среднем миоцене, наиболее активными были диагональные нарушения: Теребовлянская (Толтровая) — зона 13, Локачинская — зона 11, Луцкая зоны разломов, контролировавшие осадконакопление в миоценовых эпиконтинентальных бассейнах. На более поздних этапах, в посласреднесарматское время, особенно в плиоцене и четвертичное время, наряду с диагональными существенно активизируются субширотные (Владимир-Вольская — зона 5, Червоноградская — зона 9), а также некоторые субмеридиональные (Мокрецкая — зона 2, Радеховская — зона 4 и др.) зоны линеаментов, предопределившие главные особенности современного морфоструктурного плана и характерные черты строения рельефа. В то же время все линеаментные зоны в той или иной мере претерпели активизацию в позднеплиоцен-четвертичное время, окончательно сформировав современный облик геоструктур и рельефа.

В пределах участка выделены 23 кольцевые геоструктуры (КС). Почти все они (кроме Турийской и Нововольнской региональных) относятся к локальным и по своим латеральным размерам попадают в группу микроструктур — 17 структур (из них подгруппа 10–15 км — восемь, менее 10 км — девять), реже мезоструктур (четыре) и только две — мезоструктур (в определенной мере условно отнесенные нами к региональным). В целом их размеры изменяются от 5,2x5 до 36,4x32,4 км. Соответственно расчетная глубина заложения (проникновения) этих геоструктур колеблется от 2,5 до 18,2 км с учетом величины длинной оси (а только короткой — до 15 км). В зависимости от особенностей развития на новейшем этапе и выраженности КС в морфометрических показателях они разделяются на несколько морфогенетических типов: углубленные (10 структур размером от 9x6 до 36,4x32,4 км в поперечнике); неунаследованные (две структуры от 13x5,5 до 15x11 км); погребенные



(данный тип морфоструктур в пределах исследуемого района не установлен, что является одной из его специфических черт); промежуточные (семь структур от 6,4x6 до 16x8,6 км); структуры "без корней" (четыре структуры от 5,2x5 до 12x11 км). Заключенные в названиях типов КС понятия "унаследованности", "неунаследованности" и т. п. распространяются только на тот временной интервал, который нами изучен (т. е. на соотношение позднемiocенового и современного структурных планов), и ни в коей мере не охватывают весь период их развития (хотя такой вариант и не исключается — он просто не рассматривается).

**Унаследованные КС.** Эти геоструктуры (с фиксированным в плане положением центральной части в течение, по крайней мере, позднемiocен-четвертичного времени) отображаются, как правило, на всех морфометрических картах (не менее, чем на четырех из пяти построенных), характеризуются совмещением (расхождение не превышает 1/3 размеров структур) контуров, выделенных по базисным и вершинным поверхностям II и IV порядков, часто прослеживаются по морфографическим и аэрокосмическим данным (в нашем случае это справедливо по отношению ко всем выявленным структурам данного типа) и, как правило, в суммарных амплитудах новейших вертикальных движений земной коры (в исследуемом районе отобразились все выделенные геоструктуры). По латеральным размерам они распределяются следующим образом: мезоструктуры — две, микроструктуры — четыре (подгруппа 20–30 км), микроструктуры — четыре (две — подгруппа 10–15 км, две — подгруппа с диаметром менее 10 км). Размеры их изменяются от 9x6 до 36,4x32,4 км, а глубина заложения (проникновения) — от 3 до 18,2 км, и большинство случаев составляя 7–9 км. Пространственное размещение обобщенных контуров КС, особенности их взаимоотношений с линейными структурами и выраженность в суммарных амплитудах показаны нами на рисунке. Кроме того, детальная характеристика КС всех типов приведена в табл. 2 (включая номер структуры на рисунке, размеры, выраженность по всем проанализированным показателям, глубину заложения и характер взаимоотношений с линейными структурами). Особенное значение имеет последний параметр, поскольку он позволяет в первом приближении провести неструктурно-геологическую интерпретацию кольцевых образований. Предполагается, что те из них, которые со всех сторон околесены линейными структурами и имеют достаточно большую глубину проникновения (заложения), представляют собой изомеричные блоки фундамента (при этом в осадочном чехле им, как правило, отвечает одна, а чаще несколько глицитивных структур), а расположенные в узлах пересечения линейных элементов — это, как правило, разнообразные структуры очагового типа (нередко также сопровождающиеся складками в осадочном чехле).

**Неунаследованные КС** (с мигрирующей в плане центральной частью) также отображаются не менее чем на четырех морфометрических картах (обязательно на базисных и вершинных поверхностях всех порядков), но при этом величина смещения относительно друг друга контуров, выделенных по различным данным, превышает 1/3 размера структуры. Это свидетельствует об изменчивости направленности развития структуры по времени (быстрый подъем, медленный рост, опускание и т. п.) или же пространственной миграции, как минимум, сводовой ее части. Всего выделено таких структур две. Помимо морфометрических построений, они выразились в морфографических показателях, по аэрокосмическим данным и в суммарных амплитудах. По латеральным размерам — это микроструктуры подгруппы с диаметром 10–15 км. Размеры их 13x8,6 и 15x11 км, а глубина проникновения (заложения) — от 4,3 до 7,5 км. Детально структуры данного морфотипа охарактеризованы в табл. 2, а географически отражены на рисунке.

**КС промежуточного типа** фиксируются по морфометрическим поверхностям младших порядков (обязательно!) и одной из поверхностей старших порядков (в исследуемом районе во всех случаях — это вершинная поверхность IV порядка), отображаются в морфографических показателях, по аэрокосмическим данным и в суммарных амплитудах. Всего выявлено семь таких структур. По латеральным размерам все они являются локальными и относятся к микроструктурам (три — подгруппа 10–15 км, четыре — с диаметром менее 10 км). Размеры их изменяются от 6,4x6 до 16x12,6 км, а глубина проникновения (заложения) — от 3 до 8 км, составили в среднем 3–5 км. Промежуточные КС, по всей видимости, занимают

Таблица 2. Основные сведения о КС Локачинского участка

№ по рисунку	Размеры (диаметр) в м	Образование из картич					Суммарные амплитуды	Взаимоотношения с линзами	Расстояние от глубины заложения (горизонтально), м	Предельная структурно-геологическая интерпретация
		Близкая П-полюса	Зеркальная П-полюса	Безразличная П-полюса	Вертикальная П-полюса	Меридиональная П-полюса				
<i>Уследованные КС</i>										
1	9x6	+	++	+	++	+	++10А	0-4, 11	3-4, 5	ПБ
2	12,8x12,4	++	++	+	+	++	++10А	0-1, 12, одл.	6,2-6,4	ПБ
3	36,4x24,4	+	+	++	++	++	++10-30Р-А	0-4, 6, 10, 12, одл. + У-2, 3, 5, 11	16,2-18,2	ОБ+СОТ
4	26x15	+	+	++	++	+	++30-0А	0-1, 2, 3, 7, 12, 13 + У-1, 6, 10, одл.	7,5-13	ПБ (?)
5	20x16	++	+	++	++	+	++20-40А	0-4, 6, одл.+У-4, 5	8-10	ОБ (?)
6	15,4x14	++	++	+	+	+	++30-0А	0-3, 6, 7, 11, 12	7-7,7	ПБ (?)
7	37x26	++	++	++	++	++	++50-0А	0-2, 9, 13+У-1, 8, 9, 11	13-17,5	ПБ+СОТ
8	19,5x13	+	++	+	+	+	++30-0А	У-4, 7	7,5-9,75	ПБ+СОТ
9	21,4x17	++	++	++	++	++	++70-0А	0-4, 5, 13, одл.+У-3, 8, 12	8,5-10,7	ПБ+СОТ-СОЧ
10	10x7	+	++	+	++	+	++30-0А	У-9, 13	3,5-5	СОТ
<i>Неуследованные КС</i>										
11	13x8,6	+	++	+	+	++	++30-0А	0-2, 7, 9, 13	4,3-6,5	ПБ
12	15x11	++	++	+	+	++	++30-0А	0-4, 8, 9	5,5-7,5	ПБ-СОЧ
<i>Примешупные КС</i>										
13	16x12,6	+	++	-	+	++	++70-0А	0-2, 5, одл.+У-10, 12, одл.	6,5-8	ПБ (?)
14	8x7,8	++	++	-	+	++	++30А	0-2, 5, 6, 11	1,9-4	ПБ+СОЧ
15	10x9	+	++	-	+	++	++30-0А	0-3, 6, 11	1,5-5	ПБ+СОЧ
16	4,3x3,4	++	++	-	+	++	++30-0А	0-3, 4, 5, 6	1,7-2,1	ПБ+СОЧ
17	6,6x6	++	++	-	+	++	++30Р	У-6, 11, 12	3-3,3	ПБ
18	12,4x10	+	++	-	+	++	++30-0Р	0-1, 8, 13+У-8, 11, одл.	5-5,2	ПБ
19	14,6x9	+	+	-	+	+	++30-0А	0-2, 7, 8, 12	1,5-7,3	ОБ (?)
<i>Безкартные КС</i>										
20	10x7	++	++	-	-	+	++10Р	0-2, 10	3,5-5	ПБ
21	12x11	+	++	-	-	+	++10Р	У-3, одл.	5,5-6	ОБ
22	8,8x7,8	++	++	-	-	++	++20-0А	0-3, 4, 6, 7	3,5-4,4	ПБ
23	5,2x5	+	+	-	-	++	++40-0А	В-13	2,5-2,6	СОЧ

Примечание. ++ — полное отображение КС в проанализированных показателях; + — то же фрагментарное; — КС не отображается в соответствующих показателях; А — совпадение КС с замкнутой аномалией суммарных амплитуд или сгущением изобаз наиболее высоких значений, подтверждающим своим пространственным размещением контур КС; Р — КС выражается в рисовке разреженных изобаз (как правило, одна-две изосилинии); Т — совпадение контура КС с областью повышенных значений изобаз; ⚡ — сложное сочетание в пределах КС относительно пониженных и повышенных значений изобаз; — цифры возле стрелок (20-40 и т.п.) — значения изобаз (в м), в пространственном размещении которых выражается КС; 0 — КС оконтурена линзаментными зонами (цифры после буквы — номера зон, которыми она оконтурена); У — КС расположена в узле пересечения линейментных зон (цифры возле буквы — номера зон, в узле пересечения которых находится КС); В — КС расположена в области влияния линейментной зоны; одл. — одиночный линеймент; ПБ — относительно приподнятый изометричный блок фундамента; ОБ — относительно опущенный изометричный блок фундамента; СОТ — структура очагового типа; СОЧ — структура осадочного чехла.

промежуточное положение между геоструктурами "без корней" и унаследованными (что, собственно, и отражено в их названии). Они характеризуются унаследованным развитием в прослеженном временном интервале, но имеют менее глубокое, чем унаследованные структуры, проникновение (заложение).

КС "без корней" прослеживаются по морфометрическим картам младших порядков и не отображаются на старших (всего выявлено четыре таких геоструктуры). Они отразились по морфографическим, аэрокосмическим данным и в суммарных амплитудах новейших вертикальных движений (правда, с различной степенью достоверности). По латеральным размерам все они относятся к микроструктурам: одна — подгруппы 10–15 км, остальные — с диаметром менее 10 км. Размеры их изменяются от 5,2×5 до 12×11 км, а расчетная глубина проникновения (заложения) — от 2,5 до 6 км, в большинстве случаев — 3–5 км.

Четко прослеживаются следующие три вида пространственного размещения КС: 1 — групповой, 2 — линейный и 3 — хаотичный (одиночный).

При групповом концентрировании описываемых геоструктур выделяются два варианта: а) часто встречающиеся расположения относительно мелких форм вокруг крупных (нередко вместе они как бы образуют еще более крупное сложнопостроенное кольцевое образование); б) сближенное между собой размещение сравнительно мелких КС (встречается значительно реже).

Линейная форма распределения КС обуславливается "привязкой" их к линейamentным зонам. При этом, как и при групповом концентрировании, различают два случая: а) "навязывание" кольцевых форм на линейную структуру; б) "тяготение" кольцевых образований к линейamentным зонам (как правило, вдоль одного и того же линейамента отмечаются сразу оба случая).

Изложенное находит многократное подтверждение на рисунке.

В то же время следует отметить, что выделение трех описанных видов пространственного размещения КС в определенной мере условное, поскольку между ними не существует четких границ. В результате этого нередко одни и те же кольцевые формы входят одновременно в несколько видов группирования (достаточно ярко иллюстрирует последнее упоминавшийся нами рисунок).

В процессе формирования неструктурного плана участка, как и Вольно-Подольи в целом, особая роль принадлежит поднятиям, которые произошли здесь после инверсии движений в баден и сармат. Поэтому В. П. Палиенко при оценке послепериодических движений учитывалось гипсометрическое положение соответствующих морских отложений относительно современного уровня моря с введением поправки за среднее значение глубины эпиэпиконтинентального бассейна. По его данным [4], суммарные амплитуды движений за весь неотектонический период имеют здесь довольно значительную дифференцированность и характеризуются значениями изобаз от +250 до 290 м. Сопоставление масштабов денудационных и аккумулятивных процессов в этой части Вольно-Подольи позволяет сделать вывод о преобладающем просязлении здесь за все палеоген-четвертичное время преимущественно умеренных и реже слабых положительных движений земной коры, унаследованных с послесреднеплиоценового времени (с возможными незначительными опусканиями в среднем сармате) [4].

**Выявление суммарных амплитуд позднелигоцен-четвертичных вертикальных движений земной коры.** Для решения этой задачи была использована карта разности между вершинной и базисной поверхностями IV порядка масштаба 1:200 000. Анализ составленной на ее основе карты суммарных амплитуд позднелигоцен-четвертичных вертикальных движений земной коры (см. рисунок) показывает, что последние в пределах территории имеют дифференцированный по площади характер проявления и усредненную интенсивность — значения изобаз изменяются от +10 до +50 м. При этом наиболее общие закономерности в площадном распространении суммарных амплитуд увязываются с контурами известных в регионе сравнительно крупных структурных единиц, в детали подчеркивают разномерно-мелкоблоковое строение земной коры и контролируют размещение локальных КС. Подтверждением сказанному может служить следующее: 1) довольно часто



фиксируется увязка повышенных значений изобаз и замкнутых контуров (аномалий) с линейными зонами. Отмеченная зависимость фиксируется вдоль линейных зон практически всех направлений (см. рисунок); 2) уверенно также устанавливается связь между суммарными амплитудами и КС. Причем практически всегда характер их взаимоотношений однозначный — контуру структуры отвечает контур повышенных значений суммарных амплитуд позднеплиоцен-четвертичных вертикальных движений земной коры. При совпадении КС с аномалиями повышенными значениями изобаз отчетливо различаются два варианта: а) контуру КС соответствует замкнутая аномалия повышенных значений изобаз (реже часть этой аномалии) или же последние имеют характерный рисунок ступенчатых между собой изолиний (при высоких значениях), подчеркивающий форму кольцевого образования (такой вид взаимосвязи установлен для 19 КС); б) контур КС подчеркивается характерной разреженной (как правило, одна-две изолинии со сравнительно низкими значениями) рисовкой изобаз в виде так называемых "структурных носов" (этот вид взаимоотношений выявлен для четырех КС).

Детальное характер этой взаимосвязи иллюстрирует рисунок и табл. 2.

Важной характеристикой регионов является общая пространственная картина плоского распределения суммарных амплитуд новейших вертикальных движений земной коры (в данном случае позднеплиоцен-четвертичных). Минимальные значения суммарных амплитуд (менее +10 м) сосредоточены в северной части территории в районе населенных пунктов Мокрец, Щурин и др. Несколько южнее проходит изобаза +20 м (приблизительно по линии населенных пунктов Владимир-Вольнский — Локачи). Далее отмечается мозаичная картина, которая состоит из множества локальных аномалий со значениями суммарных амплитуд от +30 до +50 м. Максимальные значения суммарных амплитуд (более +50 м) сосредоточены в виде четырех небольших по площади аномалий на крайнем юге исследованного района (северо-восточнее г. Червоны ряд и юго-восточнее г. Горюхе).

Дифференцированное проявление неотектонических движений и комплекса экстенсивных рельефообразующих процессов привели к формированию здесь морфоструктуры двух типов:

— денудационная равнина, сформировавшаяся в позднеплиоцен-четвертичное время в условиях умеренных и слабых поднятий на юге территории (южнее Владимир-Вольнской линейной зоны — Львовский и Дубновский блоки);

— денудационно-аккумулятивная равнина (унаследованно-возрожденная платформенная морфоструктура, рельеф которой отражает структуры фундамента и является обращенным по отношению к более молодым структурным этажам), сформировавшаяся в четвертичном периоде в условиях слабых поднятий и, возможно, спусканий (северная часть участка — Полесский блок).

Волыно-Подольская нефтегазовая область, в состав которой входят территория Волыно-Подольской скраины ВЕП и часть ЗЕП, перспективна для поисков нефти и газа. До настоящего времени продуктивными считались отложения среднего девона и днестровской серии нижнего девона, где и были сконцентрированы геологоразведочные работы. Как потенциально нефтегазопосные рассматриваются силурийские и кембрийские породы, а как перспективные — верхнепротерозойские. Здесь известны Локачинское и Великомоствовское газовые месторождения, открытые в 1960–1970-х годах, и нефтяное скопление на Павловской площади. Все залежи связаны с образованиями девона, хотя проявления углеводородов известны также и в породах кембрия, силура и карбона. Газ в основном состоит из метана (96%), в незначительном количестве содержится азот (1–3%) и углекислота (до 0,45%), а также гелий, водород и сероводород. Кроме того, в Локачинском месторождении присутствует в небольшом количестве конденсат (легкий, плотностью 0,736–0,751 г/см<sup>3</sup>). Нефть, полученная в скважине 5 Г-Локачинской с интервала 852–931 м, характеризуется плотностью 0,826 г/см<sup>3</sup>, содержанием парафинов — 5,6%, смол — 4,8, асфальтенов — 0,87, серы — 0,25%. Она легкая, парафинистая, смолистая, малосернистая [3].

Локачинское месторождение приурочено к брахиантиклинальной складке северо-восточного простирания размером 11х4 км и высотой 100 м по изогипсу –700 м. Коллектора-

ми являются песчаники и алевролиты с пористостью до 9,4–16%, а покрывкой служат доломито-ангидритовая часть великостововской свиты и прослойки глилы и аргиллитов. Пластовые давления несколько ниже гидростатических.

В 1993 г. в скважине 1-Павловской, расположенной на западной периклинали Локачинской структуры, с глубины 993–960 м получен приток нефти дебитом 0,2 м<sup>3</sup>/сут при уровне 800 м. Плотность нефти — 88 кг/м<sup>3</sup>. Она содержит 10,5% парафина, 14,0% смол, 0,3% асфальтенов, 0,4% серы и относится к средним, смолистым, маслянистым нефтям. Следует отметить, что приток нефти получен только после трехразовой обработки пластов-коллекторов соляной кислотой [3].

Предполагается, что перспективные в поисковом отношении районы здесь должны характеризоваться достаточно контрастной тектоникой, способной формировать ловушки углеводородов, а наиболее благоприятные участки для поиска структур сосредоточены между Ковельским выступом и Локачинским валом. По мнению большинства исследователей [1–4 и др.], в формировании ловушек и насыщении их углеводородами решающую роль играл новейший этап развития разломов и образовавшихся при их содействии локальных структур.

Поиски углеводородов на малых глубинах на основе неструктурных исследований базируются на картировании и выявлении особенностей взаимоотношений трех следующих основных параметров: 1) наличие линейamentных зон (активных на новейшем этапе развития разломов) от регионального до локального уровней и одиночных линейamentов, образующих узлы пересечения; 2) наличие локальных, преимущественно положительных КС (при этом наиболее благоприятные геоструктуры унаследованного, неунаследованного и промежуточного типов); 3) совпадения с КС локальных аномалий повышенных (реже относительно пониженных) значений суммарных амплитуд вертикальных новейших движений земной коры (в нашем случае позднемиоцен-четвертичных). Как правило, известные месторождения углеводородов размещены в узлах пересечения линейamentных зон (или в пределах области их непосредственного влияния) — прежде всего субширотного и северо-восточного направлений, которые "накрываются" или "тяготеют" к КС, совпадающим с аномальными значениями суммарных амплитуд новейших движений земной коры. При этом четко различаются между собой по особенностям выраженности в анализируемых критериях участки, перспективные по сравнению нефти или газа: если первые размещены линейamentным образом в центральных частях интенсивно раздробленных и активно поднимающихся КС, то другие — по периферии таких структур или в пределах более "спокойных" участков (характеризуются относительно пониженными значениями суммарных амплитуд).

Важно, что отмеченные закономерности сохраняются при исследовании как на региональном, так и локальном уровнях, что полностью справедливо по отношению к изучаемой территории. В частности, Локачинское газовое месторождение попадает в периферийные части КС №3 и 5 унаследованного типа и безкорневую №16 (в том числе все эксплуатационные скважины). Эти КС со всех сторон ограничены линейamentными зонами 3–6 (см. рисунок). Внутренние их части интенсивно раздроблены (здесь отмечаются многочисленные узлы пересечения линейamentных зон и одиночных линейamentов). В суммарных амплитудах движений им соответствует область относительно пониженных значений (20–40 м), причем максимальные значения отмечаются по их перифериям. Таким образом, все отмеченные неотектонические критерии "сработали" в пределах Локачинского месторождения газа на региональном (в масштабе проведенных исследований) уровне. Это явление отмечается и на локальном уровне. Всем указанным параметрам отвечают и места повышенной концентрации газа в районе эксплуатационных скважин и участков, выделенных как наиболее перспективные по другим данным. На наш взгляд, наиболее перспективные площади, расположенные юго-западнее и западнее известных залежей. Детальная характеристика структур, на основе анализа которых сделан настоящий прогноз, приведена в табл. 1 и 2, а пространственное их размещение и особенности взаимоотношений показаны на рисунке.

На основании изучения новейшей тектоники Локачинского участка с помощью структурно-геоморфологических и аэрокосмогеологических методов исследования (с привлече-

чением известных геолого-геофизических материалов) можно сделать следующие выводы:

1. Выделены структурные объекты двух типов — линейные и КС. Первые отражают линейные деформации различного ранга — от единичных трещин до региональных разломных зон, а вторые — объемно-площадные неоднородности тектоносферы. Вместе они образуют несруктурный план территории, который в значительной степени унаследует более древние. Однако есть и различия — как в общем количестве выделенных объектов, так и в их геометрических параметрах (линейные зоны, как правило, длиннее и шире соответствующих известных разломов, а КС имеют больший диаметр, чем отвечающие им глубинные объемно-площадные структуры).

2. Выделенные 13 линейных зон образуют две доминирующие системы ( $0190^\circ, \pm 5^\circ$  — восемь линейных зон;  $45-50^\circ$  и  $315-320^\circ$  — три зоны) и два угнетенных диагональных (северо-западных) направления ( $280-285^\circ$  и  $330-335^\circ$ ), каждое из которых представлено всего одной зоной. Большинство их относится к разряду локальных, а часть (при обобщенном размещении) — к региональным. Однозначное решение этого вопроса возможно при постановке исследований на больших территориях. По степени насыщенности линейными участками незначительно отличается от других регионов. Это подтверждает, что разломно-мелкоблоковое строение земной коры относится к глобальным явлениям, а не есть что-то аномальное. Линейные, входящие в одну систему ("решетку"), по-видимому, приблизительно одновозрастные и характеризуются совместным развитием (парагенезисом). Сами же системы имеют как различное время заложения, так и не совпадающие по временим отношения периоды активизаций (во время последней из них укладывается в неотектонический этап). На основании комплексного анализа полученных результатов и известных по литературным материалам сведений о возрасте заложения и активизации разломов [1, 2 и др.] предполагается, что линейные зоны системы  $0190^\circ, \pm 5^\circ$  на неотектоническом этапе претерпели активизацию в позднекimmerийское время и на рубеже плиоцен-плейстоцен, а системы  $45-50^\circ$  и  $315-320^\circ$  — в плейстоцене. Выявленная в пределах района линейная сеть обладает рядом специфических черт, отличающих ее от других регионов: а) аномально уже само выделение здесь только доминирующих систем линейных зон и отсутствие угнетенных и промежуточных; б) наличие угнетенных направлений. Выделенные линейные зоны в морфологическом отношении на основании косвенных признаков разделены на обрывы (преимущественно субмеридиальные), изломы (главным образом субширотные) и сдвиги (как правило, зоны диагональных систем).

3. Выделены 23 КС. Почти все они (кроме Турийской и Нововольнской) относятся к разряду локальных и по своим латеральным размерам попадают в группу микроструктур — 17 структур (из них подгруппа 10–15 км — восемь, менее 10 км — девять), реже мезоструктур (четыре) и только две — мезоструктур (в определенной мере условно относимые нами к региональным). В целом их размеры изменяются от 5,2х5 до 36,4х32,4 км. Соответственно расчетная глубина заложения (проникновения) этих структур колеблется от 2,5 до 18,2 км с учетом величины длинной оси (а только короткой — до 15 км). Выявленные КС разделены на морфогенетические группы: унаследованные (10 структур размером от 9х6 до 36,4х32,4 км в поперечнике); неунаследованные (два структуры от 13х8,6 до 15х11 км); промежуточные (семь структур от 6,4х6 до 16х8,6 км); структуры "без корней" (четыре структуры от 5,2х5 до 12х11 км).

Установлено три вида пространственного размещения КС: групповой, линейный, одиночный.

Для КС, как и для линейных зон, характерен ряд специфических черт, отличающих их от выявленных нами в других регионах: а) отсутствие КС погребенного типа; б) сравнительно большое количество структур унаследованного и промежуточного типов; в) и наоборот, относительно мало обнаружено неунаследованных КС, а также структур "без корней".

Большинство КС претерпело хотя бы однократную активизацию на неотектоническом этапе, иначе бы они не отобразились в морфометрических и морфографических показателях.

4. Выявленные суммарные амплитуды вертикальных движений земной коры в поздне-плиоцен-четвертичное время имеют дифференцированный по площади характер проявления и умеренную интенсивность: значения изобаз изменяются от +10 до +50 м. При этом наиболее общие закономерности в их площадном распределении увязываются с конфигурами сравнительно крупных структурных единиц, а детали подчеркивают разломно-молко-блоковое строение земной коры, контролируя в значительной мере размещение локальных объемно-площадных геоструктур.

5. Установлено, что Локачинское газовое месторождение отчетливо проявляется по приведенным неотектоническим критериям. Кроме того, на основании тех же неотектонических параметров выделены наиболее перспективные участки на прилегающих территориях.

Таким образом, на наш взгляд, не вызывает сомнения высокая эффективность неотектонических исследований, основанных на структурно-геоморфологических и аэрокосмических методах, при поисках газа на малых глубинах.

1. *Бондарчук В. Г., Чебаненко И. И., Довгаль Ю. М. и др.* Закономерности развития региональной тектоники Украины. — Киев: Наук. думка, 1983. — 184 с.
2. *Геотектоника Волино-Подолії / Чебаненко И. И., Вишняков И. Б., Власов Б. И. и др.* — Киев: Наук. думка, 1990. — 214 с.
3. *Крупський Ю. З.* Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. — К.: УкрДІР, 2001. — 144 с.
4. *Павляк В. П.* Новейшая геодинамика и ее отражение в рельефе Украины. — Киев: Наук. думка, 1992. — 116 с.

Ин-т геол. наук НАН Украины,  
Киев

Статья поступила 20.03.06