

Магнитная неоднородность, разломная тектоника консолидированной земной коры и нефтегазоносность Днепровско-Донецкого авлакогена

© *И. К. Пашкевич, М. И. Орлюк, Т. В. Лебедь, 2014*

Институт геофизики НАН Украины, Киев, Украина

Поступила 3 июня 2013 г.

Представлено членом редколлегии О. М. Русаковым

Основні перспективи виявлення нафтогазових родовищ у кристалічному фундаменті та низах осадового чохла пов'язані з глибинними розривними порушеннями різних рангів, вузлами їх перетину та наявністю в них зон розущільнення й тріщинуватості. Проаналізовано аномальне магнітне поле $(\Delta T)_a$, його регіональну та локальну компоненти, розроблену 3D магнітну модель у сукупності з магматизмом і схемою розломної тектоніки Дніпровсько-Донецького авлакогену (ДДА). На підставі комплексного аналізу та інтерпретації отриманих даних встановлено глибинну будову земної кори і розглянуто можливі шляхи міграції на місця нагромадження глибинних вуглеводнів. Така інтерпретація дала змогу уточнити знайдені та позначити нові перспективні місця надходження вуглеводнів у земній корі ДДА та сформулювати регіональні геомагнітні ознаки нафтогазоносності фундаменту і можливості поповнення родовищ осадового чохла глибинними вуглеводнями. Визначено, що потенційно газонасними можуть бути зони розущільнення і тріщинуватості фундаменту осадових басейнів над глибинними магнітними блоками консолидованої кори ДДА, а потенційно нафтоносною є зона слабomagнітної земної кори між сильномагнітними блоками Чернігівського і Лохвицького сегментів.

Ключові слова: шляхи міграції вуглеводнів, розломно-блокова тектоніка, магнітні неоднорідності, нафтогазоносні провінції, сегменти.

Magnetic data, fault tectonics of consolidated earth crust and oil-and-gas content of the Dnieper-Donets avlakogen

© *I. K. Pashkevich, M. I. Orlyuk, T. V. Lebed, 2014*

Main perspectives to find oil-and gas deposits into crystal foundation and lower parts of sedimentary cover are related to the deep ruptures of different categories, to its crossings as well as to the presence of decompression and fracturing zones in it. In the article anomalous magnetic field $(\Delta T)_a$, its regional and local components as well as developed 3D magnetic model together with magmatism and fault tectonics scheme of Dnieper-Donets Aulacogene have been analyzed. On the basis of complex analysis and interpretation of obtained data the Earth's crust deep structure have been defined and eventual migration ways to the places of deep hydrocarbons agglomeration have been considered. That interpretation allowed to specify found hydrocarbons inflow locations in the Earth's crust of DDA as well as to indicate the new prospective ones. It also permitted to formulate regional geomagnetic signs oil-and-gas content in foundation and to identify probability to replenish the deposits of sedimentary cover by deep hydrocarbons. It has been defined that decompression and fracturing zones of sedimentary basins foundation located over deep magnetic blocks of DDA consolidated crust may be potentially gas-bearing while weakly magnetic zone of the Earth's crust among strongly magnetic blocks of Chernigiv and Lohvitsa segments is potentially oil-bearing.

Key words: migration paths of hydrocarbons, fault-block tectonics, magnetic heterogeneities, oil and gas provinces, segments.

Введение. Для нефтегазоносных провинций Украины проблема наращивания запасов углеводородов (УВ) является актуальной и постоянно требует совершенствования региональных прогнозных оценок и обоснования локальных поисковых критериев месторождений. К настоящему времени появляется все больше доказательств идей отечественных геологов-нефтяников [Кудрявцев, 1963; Порфирьев, 1987; Тимурзиев, 2012 и др.] о том, что большинство месторождений УВ контролируется глубинными разломами [Кравченко и др., 2003; Лукин, 2009; Расковалов, 2009; Карпов, 2011, 2012; Орлюк, Пашкевич, 2011; Русаков и др., 2011; Лукін та ін., 2012; Багдасарова, 2013 и др.]. Поэтому поиск "глубинных" корней УВ, а также "мест их реализации" в виде месторождений в приповерхностных условиях является, несомненно, одной из первоочередных задач. Один из методов прогнозирования путей миграции и мест накопления углеводородов — совместный анализ магнитной неоднородности и разломно-блоковой тектоники земной коры. Применение геомагнитного метода обосновано теоретическим и экспериментальным физико-геологическим доказательством взаимосвязи нефтегазоносности земной коры с ее намагниченностью [Vucha, 1984; Орлюк, 1994; Орлюк, Друкаренко, 2010]. В данной статье в такой постановке дана интерпретация магнитной неоднородности и разломной тектоники консолидированной земной коры Днепровско-Донецкого авлакогена (ДДА). Особое значение эти исследования приобретают в связи с большим мировым опытом обнаружения и эксплуатации месторождений глубинных УВ в коллекторах фундамента различного состава и возраста. Так, в 50 нефтегазоносных бассейнах различных стран мира открыто до 450 месторождений УВ, среди которых 40 гигантских, как, например, месторождение Белый Тигр на вьетнамском шельфе [Лебідь, Трегубенко, 2006; 1-е Кудрявцевские чтения ..., 2012]. На примере этого месторождения по минералого-геохимическим и сейсмотомографическим критериям обоснован механизм транспортировки УВ из глубинных горизонтов в кристаллические породы при участии тепломассопотоков от поверхности ядра к кровле литосферы [Старостенко и др., 2011]. Эти высокоэнергетические флюиды и их дериваты играют нефтидогенерирующую роль и в кристаллических, и в осадочных породах. Общей характеристикой резервуаров, связанных с фундаментом, является наличие структур поднятий, разломов, трещиноватости и пористости пород (следовательно, их разуплотне-

ния), признаков выветривания и эрозии, структурного несогласия покрывки и фундамента, сбросов, ограничивающих резервуары и др.

Размеры коллектора напрямую связаны с породами фундамента, обладающими изначально незначительной пористостью, а поэтому приобретающими "вторичную" пористость тектонического происхождения (разломы, их узлы, трещины), обусловленную гидротермальной циркуляцией [Sirkar, 2004; Сейфуль-Мулюков, 2012]. Таким образом, в формировании коллекторов УВ в фундаменте главную роль играют разрывные нарушения разных рангов, узлы их пересечения и наличие в них зон разуплотнения.

В пределах ДДА также обнаружены УВ глубинного происхождения с промышленной нефтегазоносностью архей-протерозойского фундамента северного борта ДДА [Чебаненко и др., 2002; Гейко и др., 2013]. Поэтому совместный анализ магнитной неоднородности земной коры ДДА с разломами разных рангов позволит уточнить найденные и обозначить новые перспективные места поступления УВ в ее верхнюю часть.

Краткая геолого-тектоническая характеристика. ДДА является частью трансконтинентальной тектонической структуры, простирающейся от западной границы Сарматского сегмента Восточно-Европейской платформы до отрогов Тянь-Шаня. На территории Украины он представлен Днепровской впадиной и Донбассом, входящими в состав одной из крупных нефтегазоносных провинций.

Структура ДДА и его бортов характеризуется асимметрией вкрест простираения и существенной неоднородностью в пределах крупных сегментов по некоторым параметрам. Так, наблюдается асимметрия рельефа поверхности консолидированной коры вкрест простираения структуры ДДА. В западной части авлакогена вдоль его простираения максимальные глубины до этой поверхности тяготеют к центру грабена, а восточнее Верховцевско-Львовского разлома они смещены к северному борту. Отметим, что для южного борта наблюдается меньшая его ширина и глубина до фундамента и большая крутизна рельефа последнего по сравнению с северным. Глубина залегания докембрийского фундамента меняется по простираению авлакогена от 1—5 км на северо-западе до 20—22 км на юго-востоке, в районе Донбасса (рис. 1). Внутри авлакогена четко выделяется центральный грабен, ширина которого изменяется в том же направлении от 70

до 140 км. Подошва земной коры в пределах Днепровской части авлакогена, согласно В. Б. Соллогубу [Соллогуб, 1986] и А. В. Чекунову с соавторами [Chekunov et al., 1992], характеризуется ярко выраженной антиклинальной формой рельефа с глубинами от 35 до 40 км. Рельеф раздела М северного и южного бортов Днепровско-Донецкой впадины резко отличается, а формы рельефа этого раздела имеют различные структурные соотношения с формами рельефа раздела М в пределах ДДА. Мощность коры на бортах Днепровско-Донецкой впадины при этом колеблется от 40 до 48 км. В пределах Лохвицкого и Изюмского сегментов, восточнее Верховцевско-Львовского разлома до трансрегионального тектонического шва Донецк — Брянск, глубина до раздела М составляет менее 40 км. На северном борту ДДА рельеф раздела М характеризуется серией прогибов, глубина которых достигает 48 км. К северу и югу от Лохвицкого сегмента прогибы согласны с подъемом подошвы коры в грабене, далее к востоку интенсивные прогибы на северном и южном бортах достигают 52 км и имеют торцовое сочленение со структурами рельефа М авлакогена.

Юго-восточнее Полтавы отмечается своеобразный узел сочленения форм рельефа М. Здесь тонкая кора авлакогена охватывает северо-восточный "угол" Украинского щита (УЩ). В Донбассе глубина залегания подошвы коры достигает 50 км, причем прогиб раздела М структурно не согласован с авлакогеном. Все сказанное может подтверждать активные процессы преобразования коры северного борта и, так сказать, "запечатанного" южного, где УЩ был упором при растяжении коры в процессе формирования рифта.

Такое глубинное строение свидетельствует о перестройке нижней части коры авлакогена и существенном преобразовании верхней ее части в процессе формирования, что подтверждается магнитными и гравитационными источниками консолидированной коры, структурно не согласованными со строением окружающих докембрийских провинций.

Характеристика магнитного поля (ΔT)_а. Для Западного, Восточного и Южного нефтегазоносных регионов Украины на основании магнитных карт [Нечаева та ін., 2002] разработаны модифицированные цифровые версии карты аномального магнитного поля м-ба 1:500 000 [Орлюк, 2005]. Карта аномального магнитного поля (ΔT)_а исследуемого региона приведена на рис. 2. ДДА и его краевые части харак-

теризуются относительно слабоаномальным магнитным полем (ΔT)_а по сравнению с полем УЩ и Воронежского массива (ВМ). Максимальная интенсивность (до + 800 нТл) характерна для Черниговского магнитного максимума. Большинство магнитных аномалий в пределах авлакогена ориентировано в северо-западном и близком к нему направлениях. Исключение составляют цепочки меридионально ориентированных аномалий в районе трансрегионального тектонического шва Херсон — Смоленск. В области Центральной депрессии интенсивность аномалий достигает 20—400 нТл, а далее на востоко-юго-восток — первые десятки (максимум 250) нанотесла.

Для бортовых частей характерен чрезвычайно сложный характер поля и чередование участков линейного магнитного поля с мозаичным и практически безаномальным.

Аномальное магнитное поле имеет в своем составе как минимум две компоненты: длинноволновую и коротковолновую с поперечными размерами аномалий 70—80 и 5—20 км соответственно. Карты региональной (ΔT)_{а, рег} и локальной (ΔT)_{а, лок} компонент аномального магнитного поля представлены на рис. 3 и 4. Существование двух классов аномалий может свидетельствовать о различных глубинах залегания их источников.

В пределах авлакогена выделяются Черниговская (интенсивностью 300—350 нТл) и Лохвицкая (250—300 нТл) положительные региональные магнитные аномалии. В пределах Украинского щита расположены Киевская (300 нТл), Западно-Ингулецкая (550 нТл) и Синельниковская (300 нТл), в пределах ВМ — Сумская (400 нТл) и Купянская (2500—3000 нТл) региональные магнитные аномалии (РМА).

Заметим, что западнее Полтавы положительные аномалии региональной компоненты магнитного поля принадлежат к центральной части авлакогена, на западе — к южной, а на востоке — к его северной половине и северному борту. Центральная часть авлакогена здесь характеризуется зоной повышенных градиентов поля, соответствующей Центральному и Центральнодонецкому разломам, к югу от которой минимум имеет интенсивность – 25 нТл восточнее Полтавы и – 200 нТл в районе Центрального складчатого Донбасса (см. рис. 3). В целом морфология Черниговской и Лохвицкой РМА, а также поведение региональной компоненты поля восточнее Полтавы хорошо согласуются с простираем авлакогена, что позволяет связывать источники аномалий с его фор-

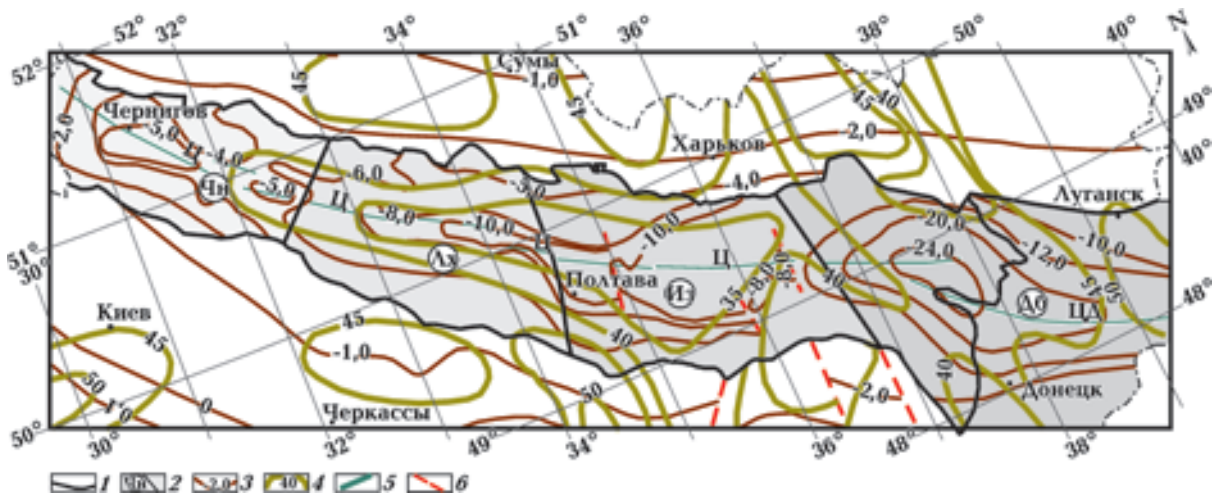


Рис. 1. Схема рельефа раздела М в соотношении с изогипсами поверхности фундамента: 1 — граница Днепровско-Донецкого авлакогена; 2 — границы сегментов (Чн — Черниговский, Лх — Лохвицкий, Из — Изюмский, Дб — Донбасский); 3 — изогипсы поверхности фундамента; 4 — поверхность Мохо; 5 — Центральный разлом; 6 — разрывные нарушения.

мированием. Этот вывод также подтверждается несогласием простирания РМА УЩ, ВМ и ДДА.

Интересным является распределение локальных магнитных аномалий по отношению к структуре авлакогена (см. рис. 4). Можно выделить три области с их разным характером, а именно, северо-западную, центральную и юго-восточную. В северо-западной части авлакогена, по обе стороны шва Херсон — Смоленск, наблюдается "сквозная" зона субмеридионального простирания полос изометричных локальных аномалий, трассирующихся с Украинского щита через авлакоген на ВМ с сохранением интенсивности аномалий. В центральной части авлакогена (Центральная депрессия, по [Чирвинская, Соллогуб, 1980]) локальные аномалии образуют вытянутую по простиранию ДДА овалоподобную структуру, достаточно четко согласующуюся с простиранием авлакогена, ограниченную на востоке Верховцевско-Льговским разломом. Между последним и трансрегиональным тектоническим швом Донецк — Брянск наблюдаются локальные полосы аномалий слабой интенсивности (до 50 нТл) субширотного и северо-восточного (в пределах шва) простираний. Восточнее шва локальные аномалии принадлежат северному борту авлакогена простиранием, согласным с простиранием авлакогена, а с приближением к шву — с направлением простирания последнего (см. рис. 4).

3D магнитная модель. В разработанной магнитной модели района исследований отражена магнитная неоднородность кристаллической

коры, нижняя и средняя части которой связаны с региональной компонентой магнитного поля, а верхняя — с крупными особенностями локальной компоненты. Магнитная модель разрабатывалась в трехмерном варианте. Минимальное различие между рассчитанным и интерпретированным полем (ΔT)_a достигалось путем расчета поля от заданного начального приближения параметров модели, геометрии источников и величины намагниченности. Для выбора начального приближения использовались априорные геолого-геофизические данные, прежде всего, глубина залегания кристаллического фундамента, поверхностей K_2 и М, а также глубины до изотермы Кюри магнетита ($\sim 580^\circ\text{C}$), т. е. предполагалось, что магнитные образования расположены в пределах консолидированной коры. За нижнее ограничение магнитоактивного слоя принимался раздел М или изотермическая поверхность Кюри магнетита, если она располагалась выше него. Латеральные размеры блоков коры с различной намагниченностью определялись по повышенным градиентам магнитного поля.

На рис. 5 приведена схема намагниченности консолидированной земной коры, построенная по результатам объемного моделирования [Пашкевич и др., 1990; Орлюк, Пашкевич, 1996; Кутас, Пашкевич, 2000].

Консолидированная кора авлакогена характеризуется различными величинами намагниченности в западной, центральной и восточной частях. Магнитные образования в соответствии

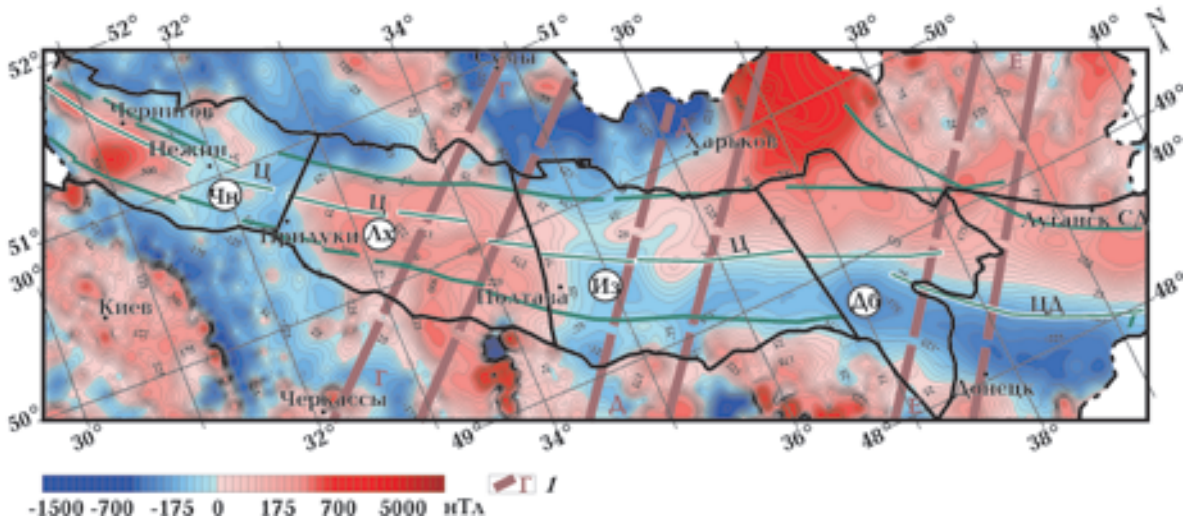


Рис. 2. Карта аномального магнитного поля $(\Delta T)_a$ Днепровско-Донецкого авлакогена: 1 — литосферные линеаменты, по [Соллогуб, 1986].

с особенностями аномального магнитного поля к западу от меридиана Полтавы охватывают весь авлакоген, в то время как далее к востоку они размещены в его северной бортовой части. Существенную роль в морфологии прибортовых магнитных источников играет трансрегиональный тектонический шов Донецк — Брянск. Восточнее шва простираение источников согласно с простираением авлакогена, северо-западнее изменяется на широтное. При этом кора южной части авлакогена практически немагнитна.

На западе в районе Черниговской РМА намагниченность нижней части коры, верхней границей которой принят горизонт K_2 (глубина 18—20), а нижней — раздел М (глубина 35—37 км), равна 1—2 А/м на фоне 0,5—1,0 А/м. Намагниченность коры на глубине от 3—5 до 18—20 км составляет 3—4 А/м, что свидетельствует о существенной ее базификации, связанной с установленными интрузиями основного состава. Далее на юго-восток, в районе от Нежина до Прилук, выделяется область слабомагнитной коры с намагниченностью 0,5 А/м. Эта область находится севернее Ингульского мегаблока УЩ, который также характеризуется незначительной намагниченностью, однако в пределах авлакогена блок слабомагнитной коры согласован с его структурой. Повышенной намагниченностью (1,0—1,5 А/м) нижней и средней частей коры (19—37 км) характеризуется область между Прилуками и Полтавой. В верхней части этой области на глубине от 5—10 до 19—20 км магнитные источники намаг-

ниченностью 1,0—2,2 А/м формируют овалоподобное вышеупомянутое тело (см. рис. 5). Восточнее Полтавы, в связи с глубоким залеганием фундамента (от 8—10 км на западе до 14—22 км на востоке), источники магнитных аномалий создают суммарный эффект и отнесены к разрезу всей кристаллической коры (от 8—14 до 40—45 км). От Верховцевско-Львовского разлома до трансрегионального шва Донецк — Брянск полоса с повышенной (до 1,0 А/м) намагниченностью имеет субширотное простираение, а к востоку от шва тела с намагниченностью 1,5 А/м тяготеют к зоне северного краевого глубинного разлома ДДА. Южнее этой полосы наблюдается практически немагнитная кора.

Магнитные образования авлакогена занимают секущее положение по отношению к УЩ и ВМ, что позволяет сделать заключение о "наложенном" характере их образования и принять гипотезу о рифтовой природе формирования авлакогена на неоднородном докембрийском фундаменте. Для прогнозной оценки региона на поиски УВ возможность проникновения углеводородов глубинного происхождения и накопления их в осадочном чехле и верхней части кристаллического фундамента решающее значение имеет строение и состав земной коры, нарушенность ее глубинными разломами, характер магматизма, прежде всего, девонского этапа развития.

Поскольку изотермическая поверхность Кюри магнетита располагается здесь ниже раздела М [Chekunov et al., 1992], а вариации на-

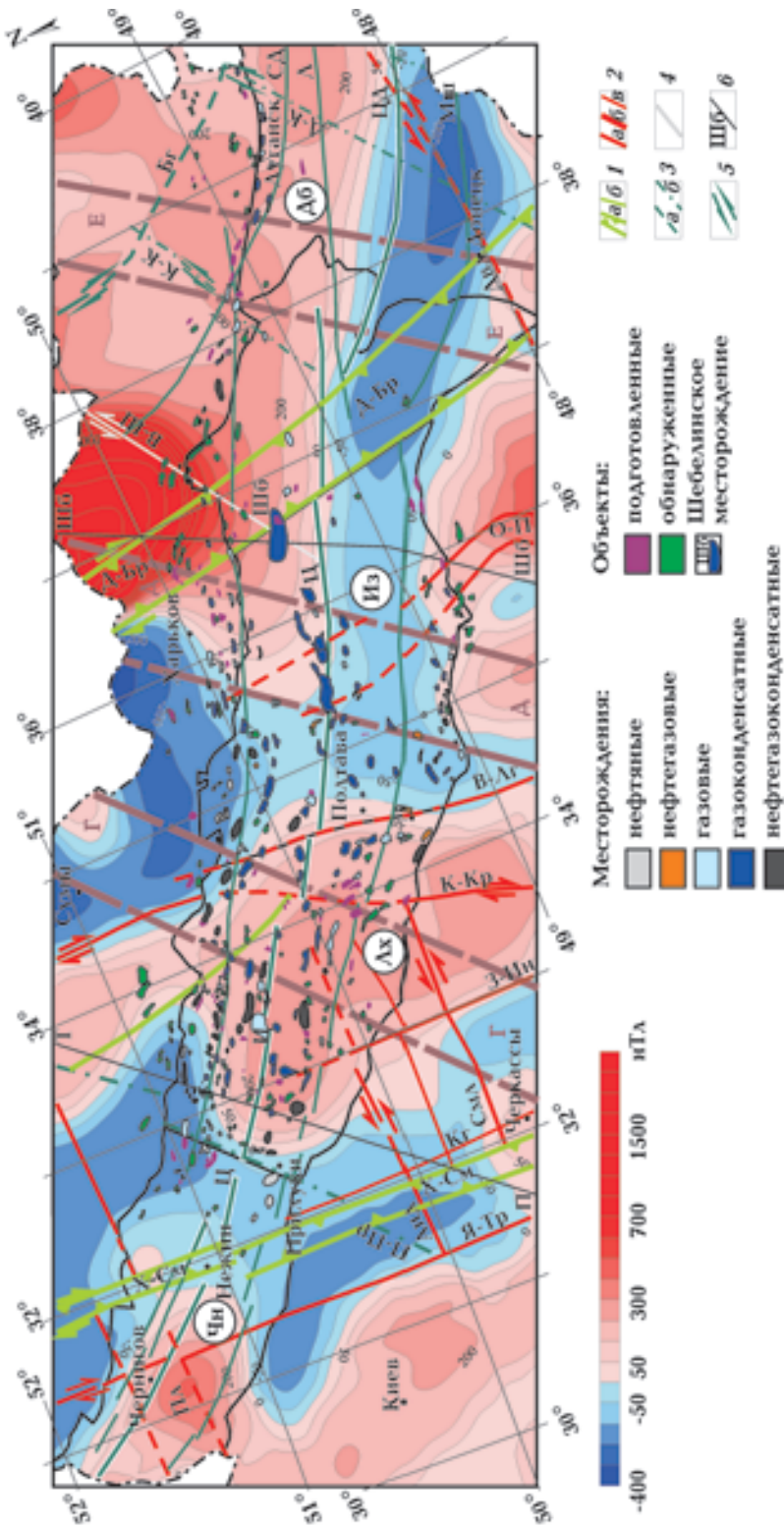


Рис. 3. Региональная составляющая аномального магнитного поля: 1 — трансрегиональные тектонические швы (Х—См — Херсон — Смоленск, Д—Бр — Донецк — Брянск (а) и разломы, которые их сопровождают (б); 2 — разломы ортогональной системы, в том числе трансориентированные с УЦ и ВМ (а — первого ранга, б — предполагаемое положение в пределах АДВ, в — разломы более высоких рангов); 3 — система продольных разломов впадины и Донбасса (а — разломы этой системы на склонах УЦ и ВМ, б — разломы, ортогональные к продольным); 4 — Арутые разломы; 5 — направление смещений вдоль разломов; 6 — профили (П—Т — Пирятин — Талаалавка, ШБ — Шебелинка). **Разломы:** Ц — Центральный, Я-Тр — Ядровско-Трахтемировский, П-Пр — Переяслав-Хмельницко-Прилукский, Пл — Полесский, СМА — Смеланский, З-Ин — Западно-Ингулецкий, К-Кр — Криворожско-Крупецкий, В-Аг — Верховцевско-Альговский, О-П — Орехово-Павлоградский, Двл — Деваловский, ЦД — Центрально-Донецкий, Мш — Мушкетовский, Л — Лутугинский, С-Д — Северо-Донецкий, В-Ш — Белгородский, В-Ш — Восточно-Шебелинский, Д-К — Донецко-Каменевский. Другие условные обозначения см. на рис. 1, 2.

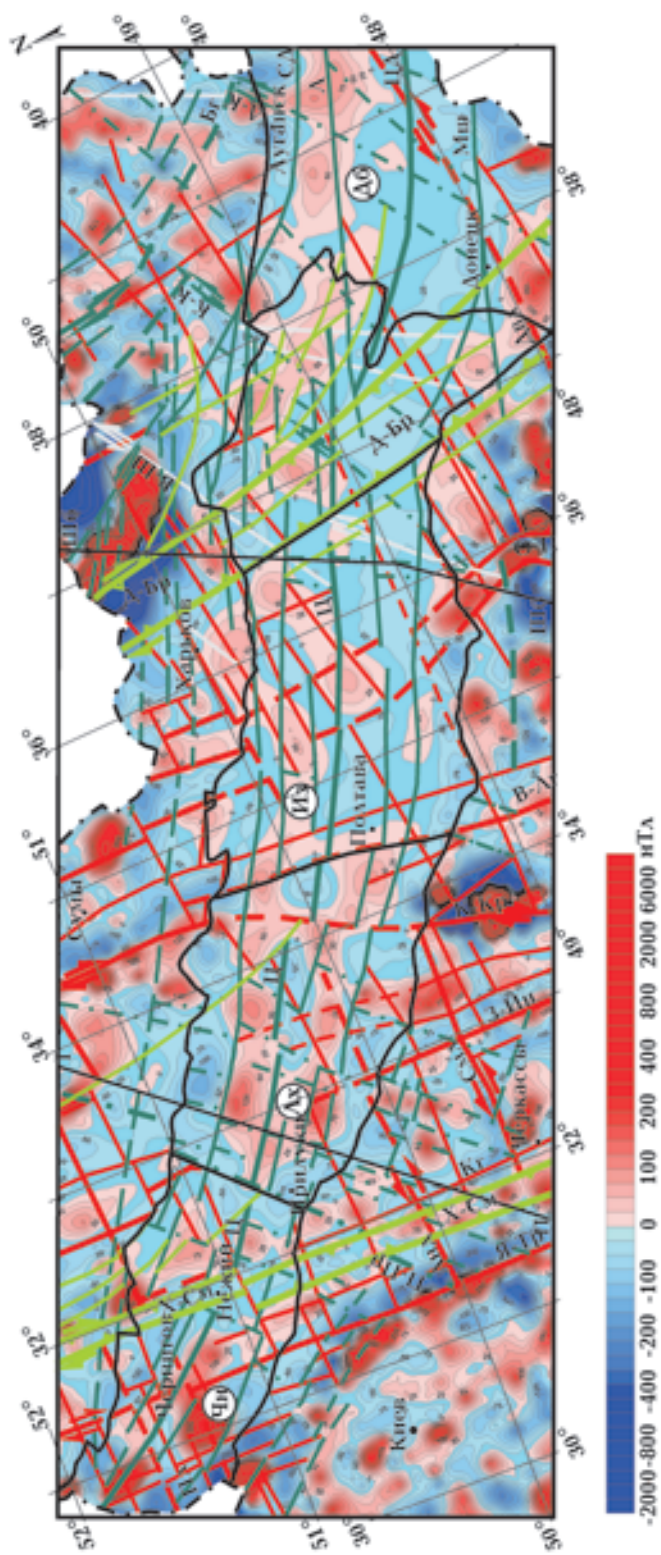


Рис. 4. Локальная составляющая аномального магнитного поля и схема разломной тектоники консолидированной коры ДДВ.
Условные обозначения см. на рис. 1—3.

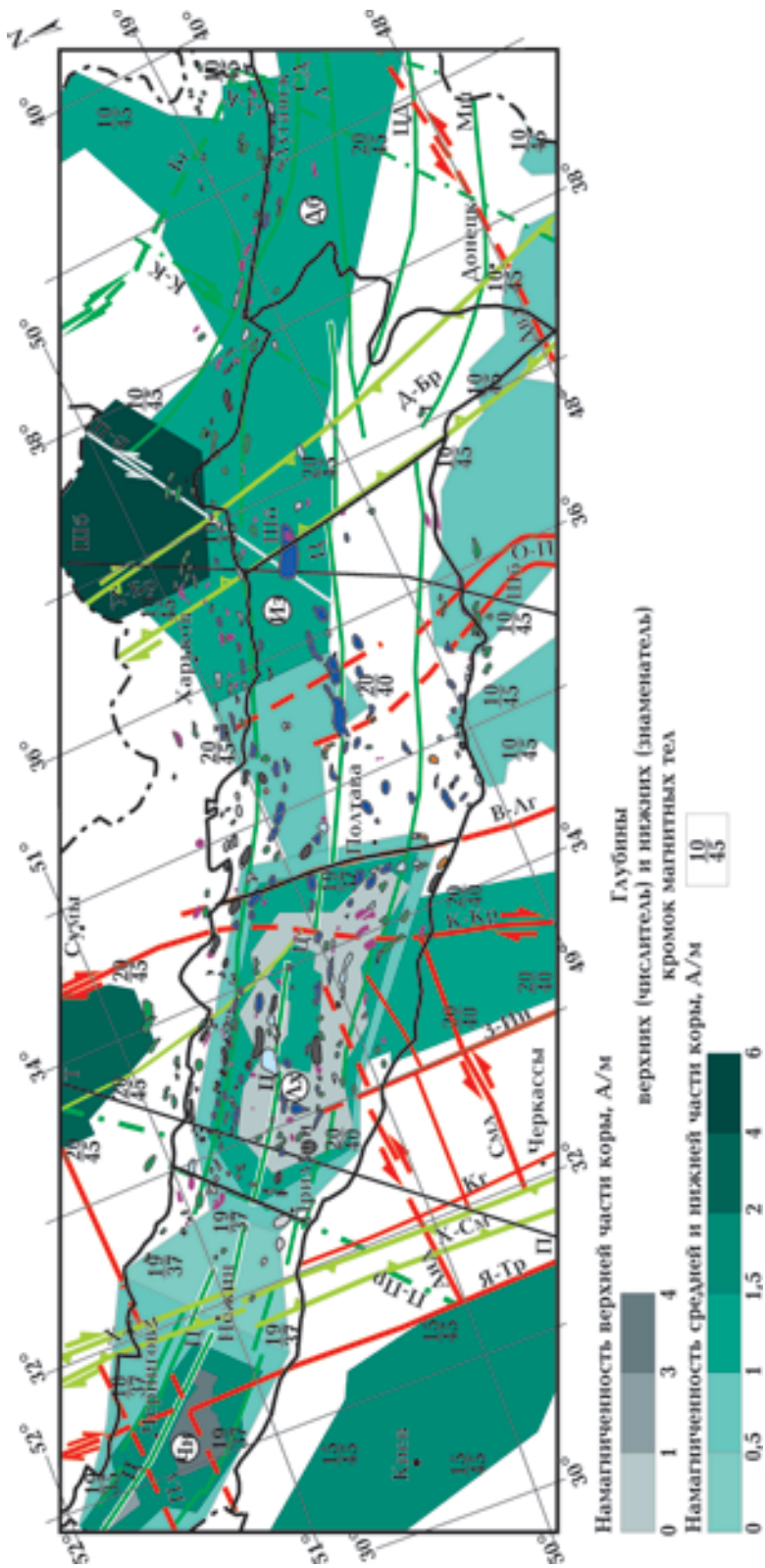


Рис. 5. Магнитная модель консолидированной коры Днепровско-Донецкой впадины. Условные обозначения см. на рис.1, 3.

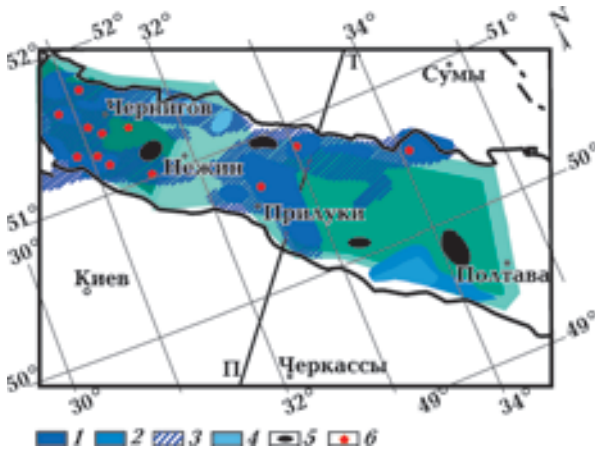


Рис. 6. Магнитная модель средней и нижней частей коры и девонские магматические формации: 1 — мафические лавы и перопластика, 2 — щелочно-ультрамафическая перопластика с переслаиванием осадков, 3 — мафические лавы и перопластика с переслаиванием осадков, 4 — щелочно-ультрамафические лавы и перопластика, 5 — штоки, 6 — вулканические центры. Другие условные обозначения см. на рис. 5.

магнитности консолидированной коры не отражают рельеф кристаллического фундамента и раздела М, они могут быть связаны с дифференцированностью ее вещественного состава. Этот вывод подтверждается также разнообразием состава и мощности девонских магматических и эффузивно-пирокластических образований (рис. 6). Причем магматические проявления в центральной и восточной частях авлакогена приурочены к краевым частям глубинных магнитных блоков, а в районе Черниговского магнитного максимума — к глубинному телу основного состава, природа которого установлена бурением.

К западу от Полтавы высокомагнитные тела, расположенные на разных глубинных уровнях и в верхней части коры, связаны штоками магматических образований и эффузивами. В пределах Центрального складчатого Донбасса кора характеризуется слабой намагнитенностью средней и верхней ее частей и высокой

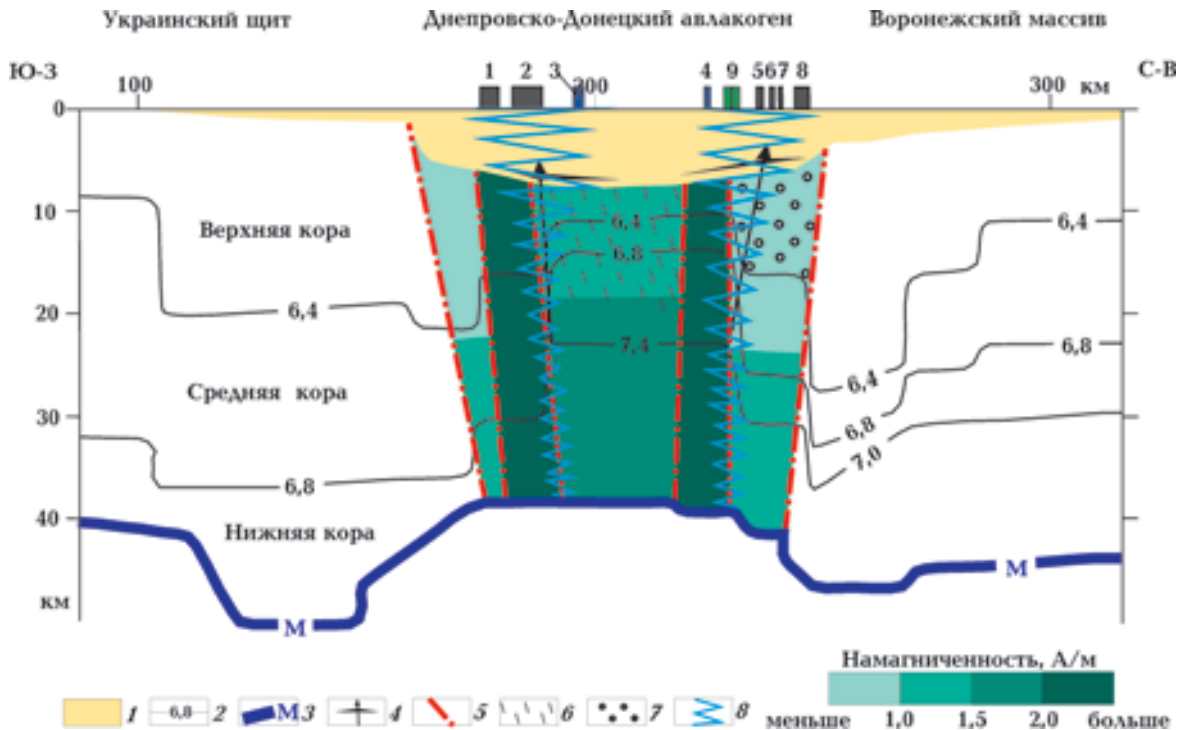


Рис. 7. Сейсмическая, по [Ильченко, Степаненко, 1998], и магнитная модели по профилю Пирятин — Талалаевка (см. расположение на рис. 3): 1 — осадочный чехол, 2 — изолинии скоростей продольных волн V_p , 3 — кровля мантии, 4 — магматические и эффузивно-пирокластические образования девона, 5 — разломы, 6 — уплотнение верхней части коры, 7 — разуплотнение верхней части коры, 8 — прогнозируемые пути миграции УВ. Месторождения: 1 — Богдановское, 2 — Глидинцовское, 3 — Озернянское, 4 — Зимнинское, 5 — Талалаевское, 6 — Ниновское, 7 — Романовское; 8 — Великобубнинское, 9 — Чернецкая выявленная структура.

плотностью [Куприенко и др., 2010]. В этой части ДДА изотермическая поверхность Кюри магнетита фиксируется в пределах нижней коры, а глубинные магнитные тела располагаются в пределах Северного и Западного Донбасса.

Что касается бортов впадины, то в их пределах можно отметить существенную разницу в характере распределения глубинных магнитных образований. Нижняя кора северного борта с запада до широты Харькова практически немагнитна, далее на восток магнитные блоки с намагниченностью 2,0—4,0 А/м охватывают северную часть авлакогена и выходят за его пределы без существенных структурных перестроек. В пределах южного борта нижняя кора немагнитна к югу от Черниговского сегмента, где область ее развития соответствует простиранию авлакогена и прослеживается до Западно-Ингулецкого разлома. Далее к востоку от этого разлома отдельные магнитные блоки с некоторыми перерывами прослеживаются с УЩ и имеют торцовое сочленение с авлакогеном.

Как было показано ранее [Схема ..., 1992], кора в пределах южного борта по составу более дифференцированная и в целом более основанная, чем северного. На южном борту западнее трансрегионального шва Херсон — Смоленск кора отнесена к гранит-диоритовому типу. От шва до Криворожско-Крупецкого разлома она диоритового, между этим разломом и Верховцевско-Льговским — лейкобазальтового, далее на восток, до Орехово-Павлоградского разлома — диоритового типа и, наконец, южный борт Донбасса и Приазовский блок характеризуется гранит-диоритовым составом коры. На севере борта состав коры преимущественно гранит-диоритовый, частично гранитный. Перечисленные типы коры сочленяются с различными по прогнозируемому составу блоками авлакогена. Состав коры последнего базальтоидный с увеличением основности до безгранитной и до коры магнезиальных базальтов в Донбассе. В работе [Куприенко и др., 2010] по данным гравитационного моделирования в авлакогене также прогнозируется более дифференцированная базальтоидная кора.

Как видим, в бортовых частях ДДА различные блоки характеризуются не только различными типами сочленения форм рельефа раздела М, но и сочленением коры различного состава, что обусловлено, вероятно, различным исходным составом докембрийской коры, на которой была заложена эта структура, и различным геодинамическим режимом формирования отдельных сегментов авлакогена.

Схема разломной тектоники консолидированной коры. Долголетние исследования структуры ДДА и Донбасса позволили составить большое количество тектонических схем [Chekunov et al., 1992; Чебаненко, 1996; Майданович, Радзивилл, 1984 и др.] и схем глубинного строения земной коры [Схема ..., 1992]. Наиболее подробная тектоническая карта ДДА была составлена по аэрокосмическим, геолого-геофизическим и палеоструктурно-геологическим данным [Чебаненко, 1996]. В этой работе приведен подробный анализ изученности разломной тектоники в свете истории формирования впадины на базе рифтовой структуры. Разломы классифицировались на дорифтовые архей-протерозойского заложения, рифтовые синсводовые позднедевонские и послерифтовые сбросы каменноугольно-мелового возраста. Рассмотрена степень влияния разломов консолидированной коры на разрывы осадочного чехла и особенности формирования отдельных частей впадины. Дорифтовые разломы описаны как глубинные, приведено их отражение во всем разрезе коры, включая структуры осадочного чехла. Наибольшее внимание при этом было уделено строению осадочного чехла как главного резервуара месторождений УВ.

С использованием аномального магнитного поля и привлечением гравитационного поля, редуцированного за влияние осадочного чехла [Куприенко и др., 2010], нами построена схема разломов консолидированной коры, приведенная на фоне локальной компоненты магнитного поля (см. рис. 4). Выделенные разломы могут быть проанализированы с точки зрения возможных подводных каналов глубинных УВ. Разломы классифицированы на ранги и выделены их системы. К "надранговым" принадлежат два трансрегиональных тектонических шва: Херсон — Смоленск и Донецк — Брянск, которые были установлены при составлении схемы глубинного строения литосферы юго-западной части Восточно-Европейской платформы [Схема ..., 1992], а их положение уточнено по комплексу геофизических данных. Оба шва относятся к сквозным структурам, секущим УЩ, ДДА и ВМ, что указывает на их многократную активизацию. Они разделяют Сарматский сегмент Восточно-Европейской платформы на три мегаблока, которые различаются по общей основности консолидированной коры и ее мощности. Глубинный шов Херсон — Смоленск четко прослеживается в гравитационном и магнитном полях. В пределах впадины он соответствует Новомиргород-Щорсовскому и Смела-

Холмскому (дори́фтовому) разломам [Геология ..., 1989], а на УЩ ему соответствует широкая зона, составной частью которой является известный Кировоградский разлом с его металлогенической специализацией.

Шов Донецк — Брянск как глубинное проявление зоны сочленения Донбасса и Днепровского сегмента авлакогена отнесен к дори́фтовому, неоднократно активизированному крупному правому сдвигу, что нашло отражение в характере складчатости осадочного чехла переходной зоны самого Донбасса [Майданович, Радзивилл, 1984]. Конфигурация разломов консолидированной коры к востоку от него, включая такие известные разломы, как Михайловский, Белгородский, Северо-Донецкий, Центральнодонецкий и Мушкетовский, типична для правых сдвигов. Правосторонние сдвиги разных масштабов широко известны в пределах Донбасса и в осадочной части разреза земной коры [Булат и др., 2008 и др.].

Кроме упомянутых выше трансрегиональных тектонических швов АДА секут три литосферных линеамента северо-восточного направления (Г, Д, Е) (см. рис. 2, 3). Они прослеживаются по данным ГСЗ [Соллогуб, 1986] как зоны шириной до 50 км и разделяют литосферу Сарматии на мегаблоки различной мощности. Линеаменты Г и Д секут впадину в Лохвицком и Изюмском сегментах, а в Донбассе линеамент Д служит западным ограничением его приповерхностных структур. В пределах УЩ разломы, входящие в зону линеамента Г, известны как серия правых сдвигов. Такие же сдвиги можно наблюдать и в пределах впадины по разломам северо-восточного простирания (см., например, разлом Переяслав-Хмельницко-Прилуский, рис. 4), что свидетельствует о неоднократной активизации литосферных линеаментов и разломов, согласных с ними.

В результате анализа аномального магнитного поля, трехмерной магнитной модели земной коры и распределения плотности на разных этажах рельефа фундамента [Куприенко и др., 2010] и подошвы земной коры можно заключить, что консолидированная кора ДДА состоит из четырех сегментов (см. рис. 1—5): Донбасса, западной границей которого является шов Донецк — Брянск, Изюмского сегмента, Лохвицкого, граничащего с Изюмским по Верховцевско-Льговскому разлому, и Черниговского, отделенного от Лохвицкого Переяслав-Хмельницко-Прилукским разломом. Следует отметить, что разломы между сегментами принадлежат к разным системам, а сами сег-

менты различаются по намагниченности консолидированной коры и структурной приуроченности магнитных тел к разным частям авлакогена. Характерно, что границы сегментов в днепровской части авлакогена не соответствуют межблоковым меридиональным разломам УЩ. Из так называемых дори́фтовых меридиональных разломов только Верховцевско-Льговский разграничивает сегменты ДДА (см. рис. 1, 4).

Разломы консолидированной коры можно разделить на:

- систему ортогональных (дори́фтовых) разломов;
- систему продольных (рифтовых) разломов первого и второго порядков с ортогональными к ним или близкими к ортогональным разломами;
- другие разломы, которые не принадлежат к конкретным системам. Указанные разломы также часто сопровождают трансрегиональные тектонические швы.

Система ортогональных (дори́фтовых) разломов, как и трансрегиональные швы и литосферные линеаменты, претерпевая изменение простирания в пределах авлакогена, прерывисто прослеживается с УЩ и, как правило, картируется на склонах ВМ. Криворожско-Крупецкий и Орехово-Павлоградский разломы, близкие к меридиональному направлению в пределах впадины, не являются межблоковыми, как на щите. Из субмеридиональных разломов только Верховцевско-Льговский разделяет Лохвицкий и Изюмский сегменты. Тот факт, что субмеридиональные тектонические швы и глубинные разломы, которые на щите практически все активизированы как правые сдвиги и прослеживаются в авлакогене также как правые сдвиги, может свидетельствовать о том, что раскрытие рифта происходило на отдельных блоках вследствие крупных правых сдвигов по этим разломам.

Широтные разломы многократно активизированы, имеют специфическую минерализацию, обычно сквозные (иногда прослежены в пределах Сарматии на протяжении сотен километров [Bogdanova et al., 2008]) и часто фиксируются фрагментарно. Они образуют, как правило, достаточно широкие зоны (Смоленская, Полесская, Андрушевская и др.), состоящие из серии сближенных разломов.

Наиболее развиты в авлакогене продольные разломы, включая зоны краевых разломов. Эти разломы можно отнести к "рифтовым", как это сделано в работе [Геология ..., 1989]. Среди них четко фиксируется Центральный, или Осе-

вой, который прослежен в днепровской части впадины и частично зафиксирован на западе Донбасса, а также в самом Донбассе в виде Центральнодонбасского дугообразного разлома, субпараллельного Северо-Донбасскому и Мушкетовскому. Центральный и Центральнодонбасский разломы четко контролируют ось прогиба фундамента, а в Черниговском, Лохвицком и частично в Изюмском — подъем подошвы коры (см. рис. 4). Разломы продольной системы, параллельные Центральному, зафиксированы также на бортах авлакогена и склонах УЩ и ВМ. На склоне ВМ они наиболее распространены между северным продолжением Орехово-Павлоградского разлома и линейamentом Е. Такие разломы на склонах и в пределах УЩ есть только в отдельных блоках, а именно: южнее Лохвицкого сегмента, западнее Западно-Ингулецкого разлома, южнее Черниговского сегмента и южнее Изюмского сегмента между Верховцевско-Льговским и Орехово-Павлоградским разломами. Здесь следует отметить, что с точки зрения оценки перспектив нефтегазоносной провинции краевые разломы и упомянутые разломы на склонах УЩ и ВМ заслуживают более детального рассмотрения с использованием комплекса геолого-геофизических исследований, как, например, это сделано в работе [Цьоха, Гейко, 2012].

Разломы, ортогональные по отношению к продольным, наиболее распространены в Лохвицком сегменте.

Разломам консолидированной коры, установленным в условиях осадочных бассейнов по геофизическим данным, как правило, соответствует разветвленная сеть разломов в осадочном чехле. Описанные разломы, без сомнения, имеют тесную связь с разрывными нарушениями в осадочном чехле и могут быть подводящими каналами глубинных флюидов. На примере Шебелинского месторождения показано, что такая связь существует и приводит к пополнению запасов УВ [Лепігов та ін., 2011; Орлюк, Пашкевич, 2011].

Магнитная неоднородность коры в связи с нефтегазоносностью. Нефтегазовые месторождения и перспективные структуры в пределах нефтегазоносных областей и провинций Украины контролируются, наряду с разломно-блоковой тектоникой консолидированной коры, региональными и локальными источниками магнитного поля (ΔT)_а [Орлюк, 1994; Орлюк, Пашкевич, 1996, 2011] (см. рис. 3, 5). Потенциально газоносными могут быть зоны разуплотнения и трещиноватости фундамента осадочных

бассейнов над глубинными магнитными блоками консолидированной коры (рис. 7): в пределах Днепровско-Донецкой области — Центральная депрессия; полоса повышенной намагниченности, приуроченная к северному борту ДДА, включая Северный Донбасс, на юго-востоке — Западный Донбасс. Потенциально нефтеносной является зона слабомагнитной земной коры между сильномагнитными блоками Черниговского и Лохвицкого сегментов, а также северный борт впадины от меридиана Чернигова до меридиана Харькова (см. рис. 5).

В качестве детализации связи нефтегазоносности с магнитными образованиями рассмотрим магнитную модель земной коры по профилю ГСЗ Пирятин — Талалаевка, пересекающему источник Лохвицкой РМА. Как видно из рис. 7, при общей высокой намагниченности консолидированной коры Центрального грабена к его краевым частям приурочиваются два штокообразных блока с намагниченностью около 2,0 А/м. Будучи составной частью овалоподобного магнитного тела верхней части земной коры, они имеют слабый наклон к центру авлакогена (см. рис. 5). Эти области рассматриваются нами как вновь образованные на девонском этапе развития авлакогена и имеющие отношение к одному из механизмов взаимосвязи с региональной нефтегазоносностью территории.

Наиболее вероятно их магматическая природа, что подтверждается исследованием характера магматической деятельности девонского этапа развития и катагенетических изменений осадочных пород, обнаруженных в осадочных отложениях и в их основании. Магматические образования представлены штоками, мафическими и щелочно-ультрамафитовыми лавами и пирокластикой, переслаивающимися с осадками (см. рис. 6). Выявлены также вулканические центры. Как видно, основная масса магматитов относится к краевым частям магнитного блока. Таким образом, источник Лохвицкой региональной аномалии можно представить как сложное конусообразное магматическое тело, формирование которого происходило в несколько этапов, последним из которых было внедрение штокообразных тел.

В дальнейшем эти участки земной коры, а также глубинные разломы, ограничивающие сам авлакоген, были, вероятно, областями повышенной геодинамической активности и путями миграции УВ. Их активность проявляется в вариациях аномального магнитного поля и в настоящее время [Орлюк и др., 1998]. Возможная миграция углеводородов по разломам подтверж-

дается распределением восьми месторождений и выявленной перспективной структурой, приуроченным одновременно к разломам, связанными с ними штокам, а также к части консолидированной верхней коры пониженной плотности [Гейко и др., 2013], примыкающей к северному борту.

Другим примером контроля месторождений УВ разломной тектоникой и магнитными образованиями консолидированной коры регионального и локального класса разной глубинности может служить Шебелинская группа газовых месторождений. Собственно Шебелинское месторождение находится в краевой части глубинного магнитного тела (см. рис. 5) и в узле пересечения трансрегионального тектонического шва Донецк — Брянск с разломами широтного и северо-восточного простираний [Орлюк, Пашкевич, 2011]. К разлому, оперяющему Криворожско-Павловский глубинный разлом, приурочена Алексеевская структура, а северный краевой разлом на границе блоков с разной намагниченностью контролирует группу месторождений северного борта авлакогена. Во всех трех случаях эти разломы сопровождаются локальными магнитными аномалиями (см. рис. 4).

Месторождения северного борта ДДА расположены полосой, параллельной краевому разлому над "прибортовыми" глубинными магнитными блоками и в пределах слабоинтенсивных локальных аномалий. Месторождения Шебелинской группы в пределах авлакогена относятся к положительной локальной магнитной аномалии субширотного — северо-восточного простирания и к краевой части глубинного магнитного блока (см. рис. 3—5). Все эти месторождения находятся в узле пересечения серии широтных разломов с литосферным линеamentом Д [Соллогуб, 1986], выделенным как граница блоков с разной мощностью литосферы. Морфология газоносных структур согласуется с широтными разломами, четко трассирующимися в магнитном поле, что подтверждает их возможную классификацию как газоподводящих каналов.

Обсуждение результатов и выводы. Рассмотренные выше участки, перспективные на глубинные УВ по характеру магнитного поля, намагниченности земной коры и разломной тектонике, были сопоставлены с областями второй, третьей и четвертой категорий перспективности на УВ [Карта ..., 2009]. Такой области перспективности наиболее соответствует Лохвицкий сегмент. Этот сегмент характеризуется прежде всего высокой намагниченнос-

тью всего разреза коры в пределах авлакогена (см. рис. 7), а магнитные источники верхней коры совпадают с областями девонского магматизма.

Основной чертой разломной тектоники этого сегмента является наличие ярко выраженной системы продольных разломов и разломов, ортогональных к ним (см. рис. 4). Учитывая сочетание такой системы разломов с овалоподобной конфигурацией области распространения тел девонских магматитов, которые четко фиксируются в поле локальных магнитных аномалий (см. рис. 4), Лохвицкий сегмент можно рассматривать как фрагмент типичного рифта.

При переходе к Изюмскому сегменту область перспективности 2—4 категорий раздваивается и приурочивается главным образом к прибортовой части впадины, за исключением площади, расположенной в центре впадины юго-западнее Шебелинского месторождения.

В этом сегменте существенно меняется характер распределения магнитных блоков верхней и нижней частей коры: они тяготеют к северо-восточной половине впадины, тогда как кора южной части практически немагнитна (см. рис. 5). Большая часть северной прибортовой перспективной площади этого сегмента охватывает магнитные блоки нижней коры различной интенсивности намагниченности. На юге перспективная площадь граничит с краевой частью глубинного магнитного блока, южнее имеет торцовое сочленение с магнитным Западно-Ингулецким блоком, а далее, на юго-восток, прослеживается до границы магнитного Синельниковского блока УЩ.

Полученные результаты комплексного изучения неоднородности и разломной тектоники консолидированной коры могут быть важными показателями, с одной стороны, нефтегазоносности, непосредственно связанной с кристаллическим фундаментом и УВ глубинного происхождения, с другой, возможности пополнения месторождений осадочного чехла вследствие притока глубинных мантийных УВ, зафиксированных в Шебелинском, Юльевском, Гнедынецком, Леяковском, Пролетарском, Чернухинском и Рудовско-Червонозаводском месторождениях [Созанский и др., 2008; Лепігов та ін., 2011]. В обоих случаях решающую роль в этом процессе играют активизированные глубинные разломы или узлы их пересечения (см. рис. 3, 4, 7).

Прямой признак поступления глубинных флюидов вдоль разломных зон — присутствие гелия корового или мантийного происхожде-

ния, установленного в Юльевском и Шебелинском месторождениях [Чабаненко и др., 2002; Лепігов та ін., 2011]. Надежным признаком активизации разломов служат аномалии теплового потока и наличие разуплотненных пород кристаллического фундамента, а также локальные магнитные аномалии, которые могут быть обусловлены повышением намагниченности пород в процессе прохождения глубинных УВ.

Основываясь на связи особенностей магнитной неоднородности консолидированной коры с месторождениями УВ в осадочном чехле и принимая во внимание возможную вертикальную

миграцию УВ в составе глубинных флюидов по разломам мантийного заложения, можно сформулировать региональные геомагнитные признаки нефтегазоносности фундамента и возможности пополнения месторождений осадочного чехла глубинными УВ:

- повышенная намагниченность горных пород во всем разрезе консолидированной коры;
- активизированные разломы консолидированной коры глубинного происхождения, их зоны и узлы пересечения;
- долгоживущие литосферные линейменты и трансрегиональные тектонические швы.

Список литературы

- 1-е Кудрявцевские чтения, Всерос. конф. по глубинному генезису нефти. Современное состояние теории происхождения, методов прогнозирования и технологий поисков глубинной нефти: Тез. докл., Москва, 22—25 октября 2012 г. (Отв ред. А.И. Тимурзиев). Научное электронное издание. Москва, ОАО "ЦГЭ", 495 с. [Abstracts of the 1st Kudriavtsev Readings, All-Russian Conference on deep oil genesis. Moscow, 22—25 October 2012 (Ed. A. I. Timurziev). Scientific electronic publication. Moscow, 495 p. (in Russian)].
- Багдасарова М.В. Современная геодинамика и новые критерии поисков нефтегазовых месторождений. *Недропользование XXI век*. 2013. № 4. С. 56—61. [Bagdasarova M. V., 2013. Up-to-date geodynamics and new criteria of oil and gas deposits prospecting. *Nedropol'zovanie XXI vek* (4), 56—61 (in Russian)].
- Булат А.Ф., Звягильский Е.Л., Лукинов В.В., Перепелица В.Г., Пимоненко Л.И., Шевелев Г.А. Углепородный массив Донбасса как гетерогенная среда. Киев: Наук. думка, 2008. 411 с. [Bulat A. F., Zviagilsky E. L., Lukinov V. V., Perepelica V. G., Pimonenko L. I., Shevelev G. A., 2008. Coal-rock Donets Basin massif as heterogeneous medium. Kiev: Naukova Dumka, 411 p. (in Russian)].
- Гейко Т.С., Лукин А.Е., Омельченко В.В., Цюха О.Г. Тектоно-геодинамические критерии нефтегазоносности кристаллического фундамента северного борта Днепровско-Донецкого авлакогена: *Материалы 4-й Междунар. научн.-практ. конф. "Современные методы сейсморазведки при поисках месторождений нефти и газа в условиях сложнопостроенных структур (Сейсмо-2013)"*, АР КРЫМ, 15—21 сент. 2013 г. [Geiko T. S., Lukin A. E., Omeltshenko V. V., Tsiouha O. G., 2013. Tectonogeodynamic criteria of oil and gas content of crystal foundation of Dnieper-Donets Aulacogene northern side: *Proceeding of the Int. Sci. and Pract. Conf. "Up-to-date methods of oil and gas deposits seismological prospecting under conditions of Seismo-2013"*, AR of Crimea, 15—21 September, 2013, (in Russian)].
- Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие (Отв. ред. В. К. Гавриш). Киев: Наук. думка, 1989. 203 с. [Geology and oil-and-gas content of Dnieper-Donets Depression. Deep structure and geotectonic development. 1989. (Ed. V. K. Gavrish). Kiev, Naukova Dumka, 203 p. (in Russian)].
- Ильченко Т.В., Степаненко В.М. Скоростная модель земной коры и верхов мантии Донбасса и его геологическая интерпретация. *Геофиз. журн.* 1998. Т. 20. № 2. С. 95—10. [Ilchenko T. V., Stepanenko V. M., 1998. Velocity model of the Earth' crust and upper mantle parts of Donets Basin and its geological interpretation. *Geofizicheskiy zhurnal* 20(2), 95—10 (in Russian)].
- Карпов В.А. Разлом — как объект изучения при нефтегазопроисловых работах. Ч. 1. *Недропользование XXI век*. 2011. № 6. С. 68—70. [Karpov V. A., 2011. Fault as an object of research under oil and gas prospecting works. *Nedropol'zovanie XXI vek* (6), 68—70 (in Russian)].
- Карпов В.А. Разлом — как объект изучения при нефтегазопроисловых работах. Ч. 2. *Недропользование XXI век*. 2012. № 1. С. 74—78. [Karpov V. A., 2012. Fault as an object of research under oil and gas prospecting works. *Nedropol'zovanie XXI vek* (1), 74—78 (in Russian)].

- Карта структур східного нафтогазоносного регіону України станом на 1.01.2009. Львів: УкрДГРІ, 2009. [Map of eastern oil-and-gas bearing region structures of the Ukraine as of 1.01.2009. Lviv: Ukr. State Institute of Geological Prospecting Publ. (in Ukrainian)].
- Кравченко С.Н., Орлюк М.И., Русаков О.М. Новый подход к интерпретации региональной Западно-Черноморской магнитной аномалии. *Геофиз. журн.* 2003. Т. 25. № 2. С. 135—145. [Kravtshenko S.N., Orlyuk M.I., Rusakov O.M., 2003. New approach to the interpretation of regional Western-Black-Sea magnetic anomaly. *Geofizicheskij zhurnal* 25(2), 135—145 (in Russian)].
- Кудрявцев Н.А. Глубинные разломы и нефтяные месторождения. Ленинград: Недра, 1963, 220 с. [Kudriavtsev N.A., 1963. Deep Faults and oil deposits. Leningrad: Nedra, 220 p. (in Russian)].
- Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Старостенко В.И., Легостаева О.В., Савченко А.С. Трехмерная плотностная модель земной коры и верхней мантии Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса. *Геофиз. журн.* 2010. Т. 32. № 6. С. 175—214. [Kuprienko P.Ya., Makarenko I.B., Starostenko V.I., Legostaeva O.V., Savchenko A.S., 2010. Three-dimensional gravity model of the Earth's crust and upper mantle of the Dnieper-Donets depression and the Donbass. *Geofizicheskij zhurnal* 32(6), 175—214 (in Russian)].
- Кутас Р.И., Пашкевич И.К. Геотермическая и магнитная модели земной коры Донбасса (тектонический анализ совместно с данными ГСЗ). *Геофиз. журн.* 2000. Т. 22. № 4. С. 21—36. [Kutas R.I., Pashkevich I.K., 2000. Geothermal and magnetic crustal model of Donbass (tectonic analysis in conjunction with DSS data). *Geofizicheskij zhurnal* 22(4), 21—36 (in Russian)].
- Лебідь В., Трегубенко В. Про вуглеводні в кристалічних породах. *Геолог України.* 2006. № 3. С. 52—64. [Lebid' V., Tregubenko V., 2006. About hydrocarbons in crystal rocks. *Geolog Ukrainy* (3), 52—64 (in Ukrainian)].
- Лепігов Г., Гулій В., Лизанець А., Цюха О. Будова і газонасність Шебелинського родовища (у світлі абіогенного генезису вуглеводнів). *Геолог України.* 2011. № 3—4. С. 50—54. [Lepigov G., Guliy V., Lizanets' A., Tsiuha O., 2011. Structure and gas content of Shebelinka deposit (in the light of abiogenic hydrocarbon genesis). *Geolog Ukrainy* (3-4), 50—54 (in Ukrainian)].
- Лукин А.Е. Самородно-металлические микро- и нановключения в формациях нефтегазоносных бассейнов — трассеры суперглубинных флюидов. *Геофиз. журн.* 2009. Т. 31. № 2. С. 61—92. [Lukin A.E., 2009. Native-metallic micro- and nano-inclusions in the formations of oil and gas content basins — tracers of super deep fluids. *Geofizicheskij zhurnal* 31 (2), 61—92 (in Russian)].
- Лукин А.Е., Гладун В.В., Азимов О.Т. Прогноз пасток углеводнів комбінованного типу з використанням дистанційних і геолого-геофізичних даних для вирішення нафтогазопошукових завдань аерокосмічними методами. *Азово-Черноморський полігон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Сб. тез. X Междунар. конф. "Крым-2012"*. Симферополь, 2012. С. 50—53. [Lukin A.E., Gladun V.V., Azimov O.T., 2012. Forecast of combined type hydrocarbon traps with use of distant and geological and geophysical data to solve problems of exploration for oil and gas by aerospace methods. *Azov-Black-Sea polygon to study geodynamics and fluid-dynamics of oil and gas deposits formation: Abstracts of the of X Int. Conf. "Crimea-2012"*. Simferopol, 50—53 (in Ukrainian)].
- Майданович И.А., Радзивилл А.Я. Особенности тектоники угольных бассейнов Украины. Киев: Наук. думка, 1984. 120 с. [Maidanovich I.A., Radzivil A.Ya., 1984. Tectonic singularities of coal basins of the Ukraine. Kiev: Naukova Dumka, 120 p. (in Russian)].
- Нечасва Т.С., Шумків Л.М., Горкавко В.М. Карта аномального магнітного поля (ΔT)_a України м-ба 1 : 1000000. Київ, 2002. 1 л. [Nechasva T.S., Shymkiv L.M., Gorkavko V.M., 2002. Map of anomaly magnetic field (ΔT)_a of the Ukraine, scale 1 : 1000000. Kyiv, 1 sh. (in Ukrainian)].
- Орлюк М.И. Магнитная неоднородность земной коры в нефтегазоносных бассейнах в свете неорганического и органического происхождения углеводородов. *Геодинамика, сейсмичность и нефтегазоносность Черноморско-Каспийского региона: Тез. докл. VI Междунар. конф. "Крым-2005"*. Симферополь, 2005. Т. 1. С. 124—126. [Orlyuk M.I., 2005. Magnetic crustal heterogeneity in oil and gas basins in the light of inorganic and organic hydrocarbons. *Geodynamics, seismicity and Petroleum Black Sea-Caspian region: Abstracts of the VI Int. Conf. "Crimea-2005"*. Simferopol. V. 1, 124—126 (in Russian)].
- Орлюк М.И. Нафтогазоносність земної кори України у зв'язку з її намагніченістю. *Нафтова і газова промисловість.* 1994. № 3. С. 16—19. [Orlyuk M.I., 1994. Oil-and-gas content of the Earth's crust of the Ukraine in connection with its magnetization. *Naftova i gazova promyslovist'* (3), 16—19 (in Ukrainian)].
- Орлюк М.И., Максимчук В.Е., Вакарчук В.И., Чепиль П.М. Магнитометрические исследования

- ния при региональном и локальном прогнозе нефтегазоносности земной коры Днепровско-Донецкой впадины. *Геофиз. журн.* 1998. Т. 20. № 3. С. 92—102. [Orlyuk M.I., Maksimchuk V.E., Vakarchuk V.I., Shepil' P.M., 1998. Magnetometric studies at regional and local forecast petro-gas crustal of Dnieper-Donets Basin. *Geofizicheskij zhurnal* 20 (3), 92—102 (in Russian)].
- Орлюк М.И., Друкаренко В.В. Магнитная восприимчивость пород северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины. *Геофиз. журн.* 2010. Т. 32. № 1. С. 78—92. [Orlyuk M.I., Drukarenko V.V., 2010. Magnetic susceptibility of the rocks from north-western part of Dnieper-Donets Depression. *Geofizicheskij zhurnal* 32 (1), 78—92 (in Russian)].
- Орлюк М.И., Пашкевич И.К. Магнитная характеристика и разломная тектоника земной коры Шебелинской группы газовых месторождений как составная часть комплексных поисковых критериев углеводородов. *Геофиз. журн.* 2011. Т. 33. № 6. С. 136—151. [Orlyuk M.I., Pashkevich I.K., 2011. Magnetic characteristics and fault tectonics of the Earth's crust of Shebelinka's group gas deposits as a part of complex search criteria of hydrocarbons. *Geofizicheskij zhurnal* 33 (6), 136—151 (in Russian)].
- Орлюк М.И., Пашкевич И.К. Некоторые аспекты взаимосвязи нефтегазоносности с намагниченностью земной коры Украины. *Геофиз. журн.* 1996. Т. 18. № 1. С. 46—52. [Orlyuk M.I., Pashkevich I.K., 1996. Certain aspects of oil and gas content interrelation with the Earth's crust magnetization of the Ukraine. *Geofizicheskij zhurnal* 18 (1), 46—52 (in Russian)].
- Пашкевич И.К., Марковский В.С., Орлюк М.И., Елизеева С.В., Мозговая А.П., Таращан С.А. Магнитная модель литосферы Европы. Киев: Наук. думка, 1990. 168 с. [Pashkevich I.K., Markovsky V.S., Orlyuk M.I., Eliseeva S.V., Mozgovaya A.P., Tarashtshan S.A., 1990. Magnetic model of lithosphere of the Europe. Kiev: Naukova Dumka, 168 p. (in Russian)].
- Порфирьев В.Б. Природа нефти, газа и ископаемых углей. Избр. тр.: В 2 т. Киев: Наук. думка, 1987. 216 с. [Porfiriev V.B., 1987. Nature of oil, gas and fossil coals. Selected Transactions: In 2 vol. Kiev: Naukova Dumka, 216 p. (in Russian)].
- Расковалов Д.Ю. О закономерностях и причинах отражения месторождений углеводородов в региональном магнитном поле Западной Сибири. *Вестник Томск. Гос. ун-та.* 2009. № 3. С. 212—216. [Raskovalov D.Yu., 2009. About regularities and causes of hydrocarbons deposits reflecting in regional magnetic field of Western Siberia. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo universiteta* (3), 212—216 (in Russian)].
- Русаков О.М., Пашкевич И.К., Лебедь Т.В., Макаренко И.Б. Строение поднятия Палласа по комплексной геолого-геофизической интерпретации и перспективы его нефтегазоносности в Украинском секторе Черного моря. Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Сб. тез. IX Междунар. конф. "Крым-2011". Симферополь, 2011. С. 27—29. [Rusakov O.M., Pashkevich I.K., Lebed' T.V., Makarenko I.B., 2011. Pallas lifting structure by complex geological and geophysical interpretation and prospects of its oil-and-gas content in Ukrainian sector of Black Sea. *Azov-Black-Sea polygon to study geodynamics and fluid-dynamics of oil and gas deposits formation: Abstracts of the of IX Int. Conf. "Crimea-2011"*. Simferopol, 27—29 (in Russian)].
- Сейфуль-Мулюков Р. Нефть и газ: глубинная природа и ее прикладное значение. — Москва: ТОРУС ПРЕСС, 2012. 216 с. [Seiful'-Muliukov R., 2012. Oil and gas: deep nature and its applied significance. Moscow: TORUS PRES, 216 p. (in Russian)].
- Созанский В.И., Чепиль П.М., Кенни Дж.Ф. К вопросу о неистощимости мировых ресурсов нефти и газа. *Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы: Материалы Всерос. конф.* Москва, 22—25 апреля 2008 г. С. 464—466. [Sozansky V.I., Shepil' P.M., Kenni G.F., 2008. On the issue of inexhaustibility of world oil and gas resources. *Degassing of the Earth: geodynamics, geofluids, oil, gas and its parageneses: Proceeding of the All conf.* Moscow, April 22—25, 2008, 44—46 (in Russian)].
- Соллогуб В.Б. Литосфера Украины. Киев: Наук. думка, 1986. 86 с. [Sollogub V.B., 1986. Lithosphere of the Ukraine. Kiev: Naukova Dumka, 86 p. (in Russian)].
- Старостенко В.И., Лукин А.Е., Цветкова Т.А., Заец Л.Н., Донцов В.В., Савиных Ю.В. Об участии суперглубинных флюидов в нафтидогенезе (по данным изучения уникального нефтяного месторождения Белый Тигр). *Геофиз. журн.* 2011. Т. 33. № 4. С. 3—32. [Starostenko V.I., Lukin A.E., Tsvetkova T.A., Zaets L.N., Dontsov V.V., Savinyh Yu.V., 2011. On involvement of super-deep fluids into naftido-genesis (according to the data of studies of the unique oil deposit Belyi Tiger). *Geofizicheskij zhurnal* 33 (4), 3—32 (in Russian)].
- Схема глубинного строения литосферы юго-западной части Восточно-Европейской платформы. М 1 : 1000000 (Гл. ред. А.В. Чекунов). Киев: Госкомгеология, 1992. 6 л. [Scheme of lithospheric deep structure of southwestern part of the East-European Platform. Sc. 1000000 (Ed.

- A. V. Chekunov). Kiev: Goscomgeology, 1992, 6 sh. (in Russian)].
- Тимурзиев А.И. Современное состояние теории и практики поисков нефти: тезисы к созданию научной теории прогнозирования и поисков глубинной нефти: *Материалы Всероссий. конф. по глубинному генезису нефти "1-е Кудрявцевские чтения: Современное состояние теории происхождения, методов прогнозирования и технологий поисков глубинной нефти"*, Москва, 22—5 октября 2012 г. Москва: ОАО "ЦГЭ", 2012. С. 52—60. [Timurziev A.I., 2012. Up-to-date state of oil search theory and practice: theses to create scientific theory of deep oil forecasting and search: *Proceeding of All-Russian Conf. on deep oil genesis "1st Kudriavtsev Readings. Up-to-date state of deep oil genesis theory, its forecasting methods and its search technologies"*, Moscow, October 22—25, 2012. Moscow: ОАО "CGE", 52—60 (in Russian)].
- Цюха О.Г., Гейко Т.С. Структурно-тектонічні особливості північного борту ДДА, деякі аспекти його геодинамічної еволюції та закономірностей нафтогазоносності (у світлі узагальнюючих тематичних досліджень). *Азово-Чорноморський полігон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Сб. тез. X Междунар. конф. "Крым-2012"*. Симферополь, 2012. С. 47—48. [Tsioha O.G., Geiko T.S., 2012. Structural and tectonic features of DDA southern side, certain aspects of its geodynamic evolution and oil-and-gas content regularities (in the light of generalized subject investigations). *Azov-Black-Sea polygon to study geodynamics and fluid-dynamics of oil and gas deposits formation: Abstracts of the of X Int. Conf. "Crimea-2012"*. Simferopol, 47—48 (in Ukrainian)].
- Чебаненко І.І. Глибинні розломи і проблема родовищ нафти і газу України. В кн.: *Розломна тектоніка України*. Київ: Наук. думка, 1996. С. 145—165. [Chebanenko I.I., 1996. Deep Faults and problem of oil and gas deposits of the Ukraine. In: *Fault tectonics of the Ukraine*. Kiev: Naukova Dumka, 145—165 (in Ukrainian)].
- Чебаненко І.І., Краюшкин В.А., Клочко В.П., Гожик П.Ф., Евдошук Н.И., Глагун В.В., Маевский Б.И., Толкунов А.П., Цеха О.Г., Довжок Т.Е., Егурнова М.Г., Максимчук П.Я. Нефтегазоперспективные объекты Украины. Нефтегазоносность фундамента осадочных бассейнов. Київ: Наук. думка, 2002. 293 с. [Chebanenko I.I., Kraiushkin V.A., Klochko V.P., Gozhik P.F., Evdoshuk N.I., Gladun V.V., Maevskij B.I., Tolkunov A.P., Ceha O.G., Dovzhok T.E., Egunnova M.G., Maksimchuk P.Ja., 2002. Oil and gas prospective objects of the Ukraine. Oil-and-gas content of sedimentary basins foundation. Kiev: Naukova Dumka, 293 p. (in Russian)].
- Чирвинская М.В., Соллогуб В.Б. Глубинная структура Днепровско-Донецкого авлакогена по геофизическим данным. Киев: Наук. думка, 1980. 180 с. [Tshirvinskaya M.V., Sollogub V.B., 2002. Deep structure of Dnieper-Donets Aulacogene by geophysical data. Kiev: Naukova Dumka, 180 p. (in Russian)].
- Bogdanova S.V., Starostenko V.I., Gintov O.B., Pashkevich I.K., Kuprienko P.Ya., Kutas R.I., Makarenko I.B., Tsvetkova T.A., 2008. Long-lived E-W fault zones in the lithosphere of Western Sarmatia. *Geophys. Res. Abstr.*, April 13—18, 2008. Vienna, Austria, 10. CD-ROM.
- Bucha V., 1984. Geomagnetism of the external flysch Czechoslovakian Carpathians and the possible causes of anomalies Geophysical Manifestation. *Stud. Geophys. et Geod.* 24, 227—251.
- Chekunov A.V., Gavrish V.K., Kutas R.I., Ryabchun L.I., 1992. Dniepr-Donets paleorift. *Tectonophysics* 208, 257—272.
- Sirkar A., 2004. Hydrocarbon production from fractured basement formation. *Current. Sci.* (2), 147—151.