

УДК 551.24+550.83

ПРИВАЛОВ В.А. (ДонНТУ)

БЛОКОВАЯ ДЕЛИМОСТЬ НА ЮГЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА

В настоящей публикации рассматриваются блоковая делимость, взаимоотношения отдельных тектонических единиц и их границ в пределах территории 40° с.ш. — 52° с.ш., 36° з.д. — 54° в.д. Именно здесь, Украинский и Воронежский кристаллические массивы, как реликты докембрийского Сарматского щита, разделенные Припятьско-Днепровско-Донецким-Карпинского (ПДДК) палеорифтом девонского заложения, переходят в примыкающую с юга эпигерцинскую Скифскую плиту и сложно построенные гетерогенные альпийские структуры Кавказского участка пояса Тетиса.

Блочная структура заметно меняет свойства геологической среды и оказывает существенное влияние на протекание ряда процессов (геодинамических, сейсмических, фильтрационных, рудообразующих и др.), изучение которых актуально в регионе исследований. В современной литературе неоднократно обсуждались различные модели геометризации зон разноранговых разломов в пределах района исследований и его отдельных участков в связи с решением разнообразных практических задач: от оценки региональных перспектив рудоносности и металлогении [1,2], до реконструкции динамики новейших тектонических деформаций [3] и пространственно-временного прогноза геодинамической безопасности промышленных и гражданских объектов [4].

Многоуровневые тектонические процессы приводят к существенным изменениям инфраструктуры отдельных тектонических единиц и характерной концентрации плотностных неоднородностей, видимой формой которых на приповерхностном уровне являются аномалии геоморфологических ландшафтов. Информация о скрытых глубинных плотностных неоднородностях в структуре осадочного чехла, фундамента или даже более глубоких горизонтов содержится в базах данных наблюдаемого гравитационного поля. Локальные аномалии гравитационного поля и, прежде всего, их группировка в квазилинейные на региональном уровне зоны, указывают на деструктивные поля глубинных разрывов, которые пространственно коррелируют с границами тектонических блоков.

Исходные данные для выполнения исследований представляли цифровую модель поля силы тяжести в редукции Буге (с плотностью промежуточного слоя $2,67 \text{ г/см}^3$), заданные в виде матрицы значений по равномерной квадратно-гнездовой сети с шагом 10 км в масштабе 1:2500000. Визуализация первичных данных в виде карты $\Delta g(x,y)$, построенной в конической равнопромежуточной проекции (рис. 1, а), показывает, что локальные аномалии гравитационного поля характеризуются, с одной стороны, тенденцией быть приуроченными к областям активного проявления неотектонических движений в Кавказско-Черноморском регионе. Здесь они возникают вследствие новейших вертикальных перемещений пород различной плотности и внедрения интрузивных масс. С другой стороны, слабые, но достаточно контрастные аномалии проявляются в пределах участков дорифейской Восточно-Европейской платформы и эпигерцинской Скифской плиты, где они фиксируют, главным образом, скрытые под осадочными толщами разноглубинные, но в целом неотектонически малоактивные разломные зоны, в пределах которых остались лишь «следы» плотностных контрастов, созданных древними тектоническими движениями.

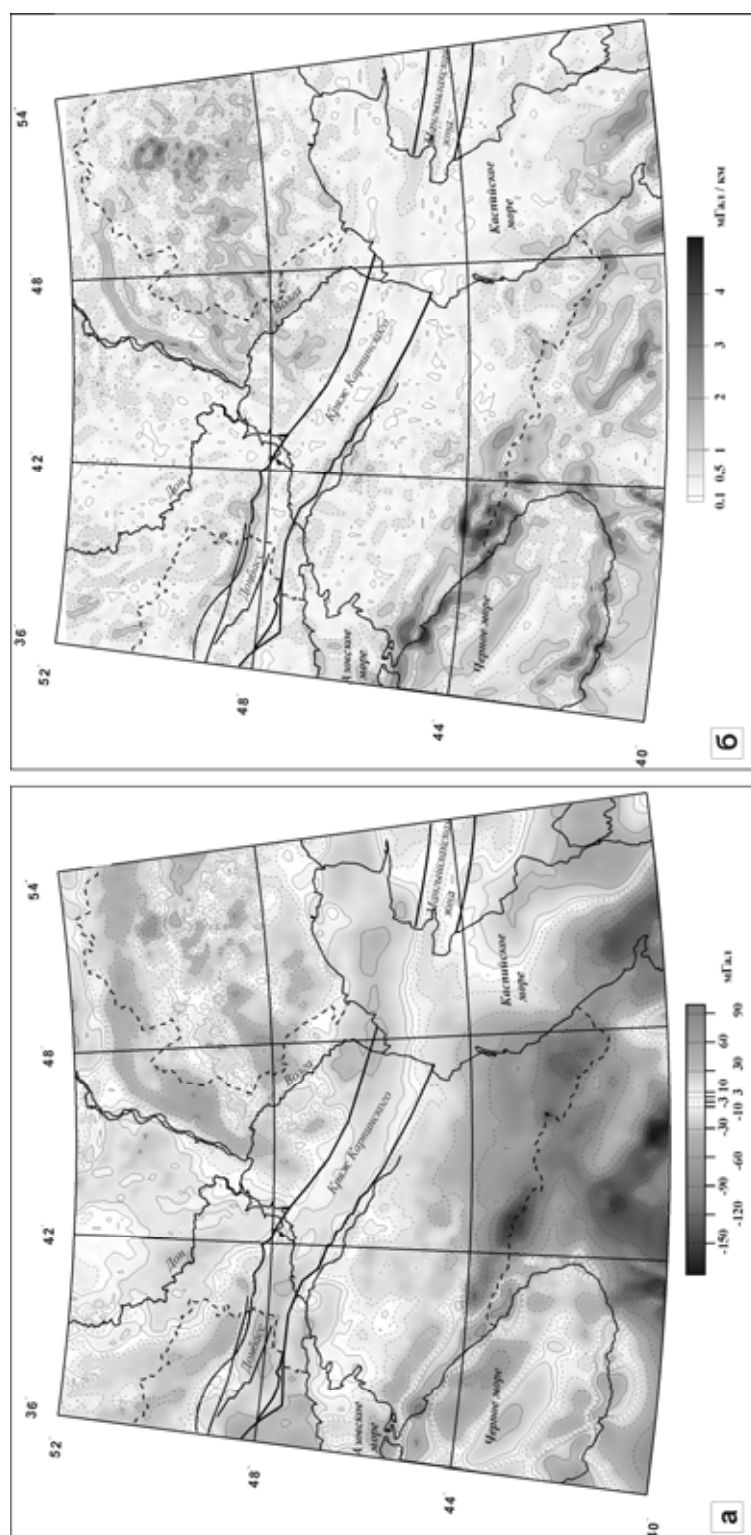


Рис. 1. Модели гравитационного поля в пределах территории исследований: **а** — визуализация исходных данных в виде карты скалярного поля силы тяжести в редукции Буге $\Delta g(x,y)$; **б** — визуализация вторичных трансформированных данных в виде карты модуля градиента силы тяжести в редукции Буге $grad \Delta g(x,y)$

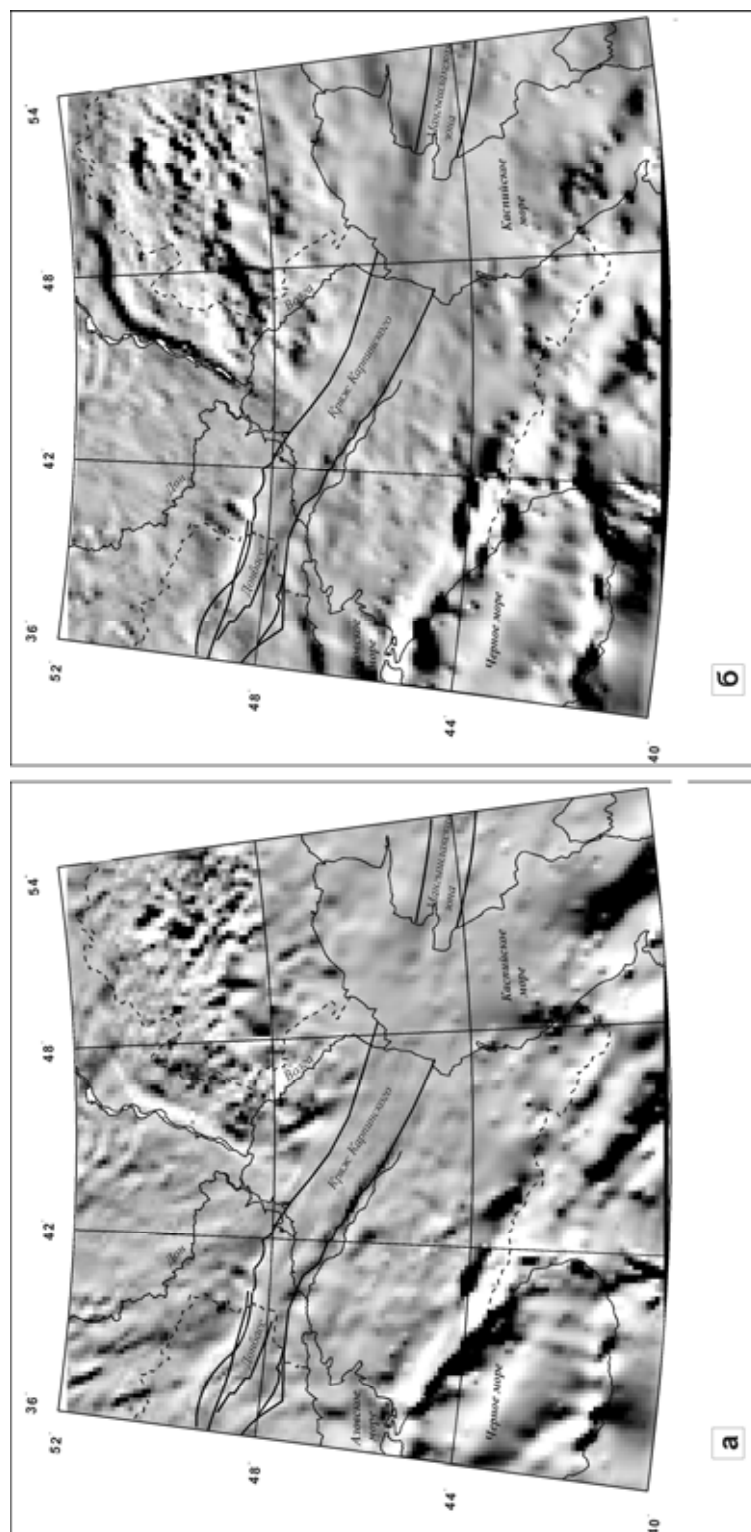


Рис. 2. Модели гравитационного поля в пределах территории исследований: **а** — визуализация вторичных трансформированных данных в виде карты экспозиции (освещенности) рельефа локальных аномалий силы тяжести $\Phi_{\Delta g}(x,y)$ при положении источника света по азимуту 65° ; **б** — визуализация вторичных трансформированных данных в виде карты экспозиции (освещенности) рельефа локальных аномалий силы тяжести $\Phi_{\Delta g}(x,y)$ при положении источника света по азимуту 345°

При обработке исходного первичного гравиметрического материала были применены алгоритмы морфометрического анализа скалярных геолого-физических полей, изложенные в работе [5].

В результате проведенных расчетов были построены карты следующих вторичных параметров: модуля градиента силы тяжести в редукции Буге $grad \Delta g(x,y)$ (рис. 1, б), экспозиции (освещенности) рельефа локальных аномалий силы тяжести $\Phi_{\Delta g}(x,y)$, (рис. 2, а, б), полученных из исходного поля методами адаптивной энергетической фильтрации [6].

Интерпретация исходных гравиметрических и вторичных морфометрических материалов позволила геометризовать отдельные разломные зоны в пределах района исследований. Построенная структурная модель блоковой делимости на юге Восточно-Европейской платформы (ВЕП) представлена на рис. 3.

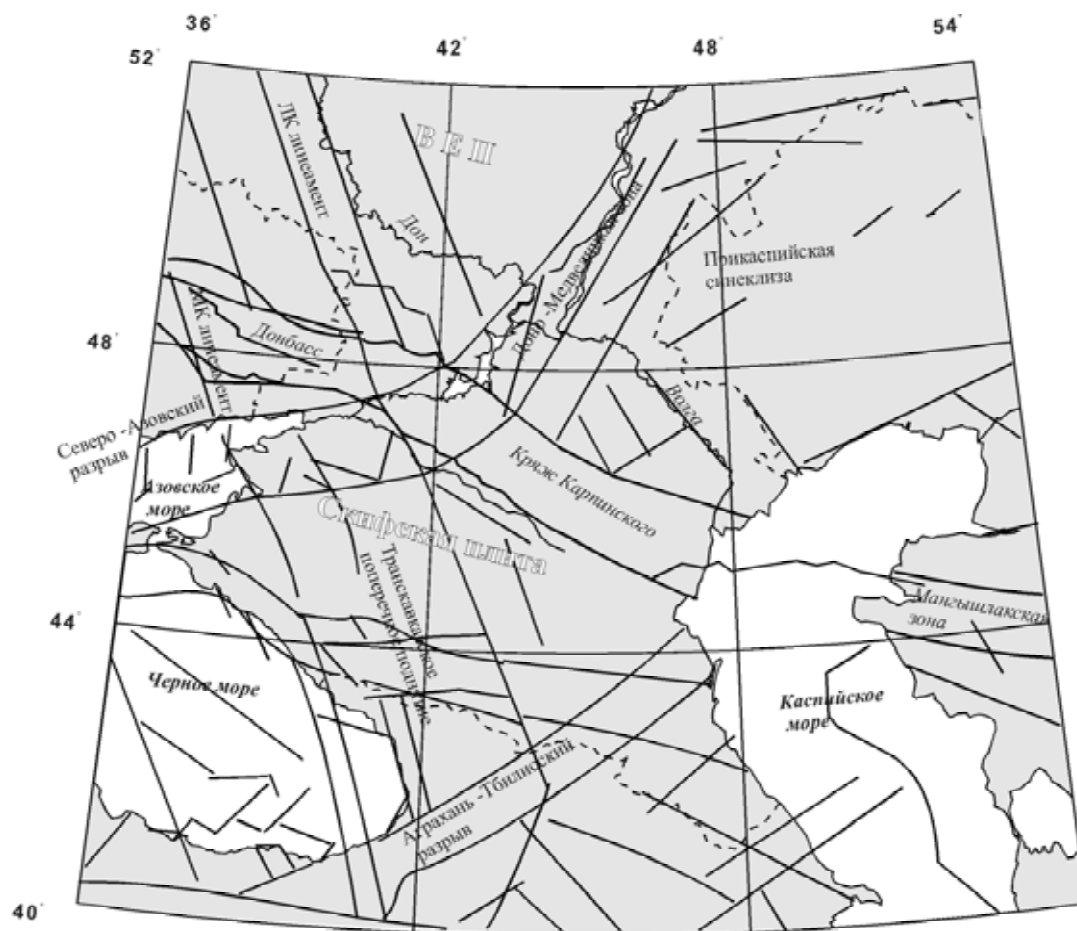


Рис. 3. Результаты структурной интерпретации зон разрывных нарушений и линеаментов, проявляющихся на картах первичных и вторичных трансформированных гравиметрических данных

Анализ взаимоотношений между отдельными тектоническими элементами, их границами и особенностями их группировки в структурные формы мегауровня позволяет сформулировать следующие соображения.

К северу и северо-востоку от четко выраженного в гравиметрическом поле ПДДК палеорифта и его восточного продолжения (Мангышлакской дислокационной зоны) достаточно уверенно фиксируется граница раздела между Сарматским сектором ВЕП и Прикаспийской синеклизой. Проходящая здесь Доно-Медведицкая зона

дислокаций изменяет простирание структур ПДДК авлакогена и продолжается в район Азовского моря, где Северо-Азовский разлом служит западным ограничением зоны. На картах $\Delta g(x,y)$ и $grad\Delta g(x,y)$ в контуре Доно-Медведицкой зоны устанавливается ряд разрывов С-СВ простирания. Сходную ориентировку имеют линейные уступы в гравитационном поле, очерчивающие контуры кос в пределах северного побережья Азовского моря (рис. 3).

Доно-Медведицкая дислокационная зона, в нашей трактовке продолжающаяся под кряжем Карпинского, юго-восточным Донбассом и акваторией Азовского моря, по типу правого сдвига смещает пояс линейных, простирающихся в С-СЗ направлении, структур между Мариупольско-Курским (МК) и Липецко-Константиновским (ЛК) линеаментами. Эти линеаменты архейской [7] или, по крайней мере, ранне-протерозойской [8] генерации, особенно отчетливо проявляются в гравитационном поле в пределах Сарматского сектора ВЕП и, в частности, Воронежской антеклизы. Карты плотности линеаментов, построенные в работах [8, 9] для территории Воронежского кристаллического массива, вскрывают резкую дифференциацию структур, очерчивая контуры пояса между МК и ЛК линеаментами. Именно здесь фиксируются линейные зоны разуплотнения [9], формирование которых связано не только с петрофизическими неоднородностями, но и динамическим состоянием земной коры на неотектоническом этапе.

Менее отчетливо отмеченный линеаментный пояс отражается в гравитационном поле Скифской плиты, испытавшей герцинскую тектоническую переработку и «нивелировку» плотностных контрастов в строении дорифейского фундамента. Слабые, в пределах Скифской плиты, но все сохраняющие С-СЗ тренд, неоднородности полей $\Delta g(x,y)$ и $grad\Delta g(x,y)$ заметно усиливают интенсивность уже в пределах Предкавказья. Несмотря на преобладающую З-СЗ (В-ЮВ) донецко-кавказскую ориентировку геоморфологически и гравиметрически выраженных структур, линеаментный пояс, известный здесь как Транскавказское поперечное поднятие [10], контрастно проявляется в структурах орографически приподнятого Центрально-Кавказского сегмента внешнего складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа [11] и трассируется в гравиметрическом поле (рис 2, а) вплоть до границ с Аравийской плитой.

Целостность структур как общекавказского З-СЗ (В-ЮВ), так и транскавказского С-СЗ синтаксисов по данным интерпретации гравитационного поля нарушается зоной правосдвиговых дислокаций Аграхань-Тбилисского разрыва, отчетливо проявляющихся по смещению изолиний поля $grad\Delta g(x,y)$ (рис. 1, б). Эта трансрегиональная зона продолжается под северной частью акватории Каспийского моря и, вероятно, контролирует очертания его побережья к северо-востоку от ПДДК палеорифта.

Дополнительная информация о линеаментной тектонике территории исследований может быть получена из анализа цифровых моделей местности. В качестве исходных данных использовалась информация о генерализованном рельефе (высотах суши и глубинах морских бассейнов) из баз данных ETOPO5 Администрации по изучению океана и атмосферы США (NOAA) и Национального центра геофизической информации (NGDC), представляющих собой матрицу абсолютных отметок рельефа с разрешающей способностью замера 5 минут [12], а также данные глобальной цифровой модели рельефа земной поверхности Геологической службы США GTOPO30 с разрешением 30 секунд [13]. Результаты визуализации данных в виде карт поля высот $Z_{ETOPO5}(x, y)$ (рис. 4, а) и освещенности рельефа $\Phi_{GTOPO30}(x, y)$ (рис. 4, б) и позволяют дополнить структурную интерпретацию по данным гравиметрии. В частности, в виде тополинеаментов выступают структуры, ограничивающие ПДДК

рифт, Транскавказское поперечное поднятие, Доно-Медведицкую и Аграхань-Тбилисскую дислокационные зоны (рис. 4, в).

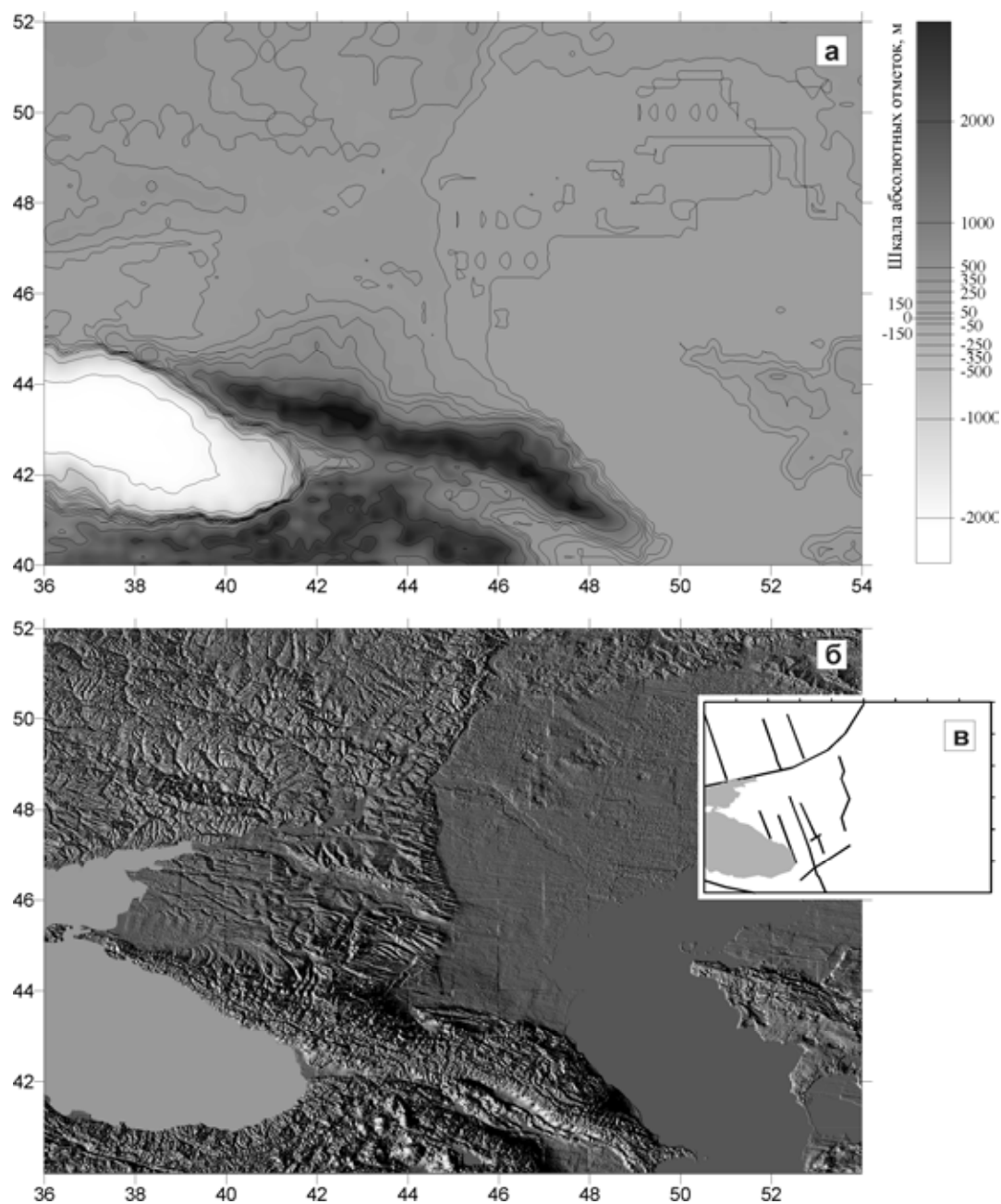


Рис. 4. Результаты визуализации данных цифровых моделей местности в виде карт: *a* — поля высот $Z_{\text{ТОПОГ}}(x, y)$; *б* — освещенности рельефа $\Phi_{\text{ГТОРОЗО}}(x, y)$. На врезке *в* показаны дешифрованные тополинеаментные зоны (за исключением структур донецко-кавказской ориентировки)

Примечательно также, зоны Аграхань-Тбилисского разрыва и Доно-Медведицких дислокаций (рис. 2, б) примерно параллельны и характеризуются правыми палеосдвиговыми смещениями, нарушившими целостность более древних структур С-СЗ ориентировки. Такого рода смещения возможны при С-СВ ориентировке вектора сжатия, на активное проявление которого указывает геометрия «вдав-

ленного» в этом направлении треугольного сектора в составе ПДДК авлакогена на пересечении ЛК линеамента и Северо-Азовского разрыва (рис. 2, б). Другое доказательство — характерные правые смещения топографически и морфологически выраженных масс по зоне Аграхань-Тбилисского разрыва, наблюдаемые при анализе цифровых моделей рельефа на рис. 4, а, б. Отмеченные выше эффекты, связанные с С-СВ сжатием, являются лишь реликтами неоднократно и периодически проявлявшегося поля напряжений сдвигового типа Б по терминологии работы [14]. С проявлениями последнего связано, например, левое вращение в составе ПДДК рифта Донецкого мегаблока, которое привело к местному усилению компрессионных усилий и формированию Донецкого складчатого сооружения [14].

Между тем, современный вектор сжимающих усилий, чутким индикатором которого являются ориентировки остроугольных биссектрис углов на сопряжении прямолинейных участков современных долин рек исследованного региона (рис. 4, б), локализуется в СЗ или С-СЗ румбах при сохранении сдвигового характера поля напряжений типа А по терминологии работы [14]. Ось растяжения, тяготеющая к биссектрисам тупых углов на сопряжении отрезков речной и овражно-балочной сети, что при таком варианте поля напряжений занимает СВ или В-СВ положение. Принимая во внимание модель блоковой делимости, рассмотренную выше, следует отметить, что пояс структур между МК и ЛК линеаментами оказывается в условиях субгоризонтального внутриплитного растяжения на фоне регионального сдвигового поля напряжений. Из этого следует возможность существенного дилатансионного разуплотнения [15] в результате снятия литосферных напряжений, увеличения объема при сохранении исходной массы, которое должно, прежде всего, отразиться в активности морфотектонических поднятий. Высказанное гипотетическое предположение позволяет по-новому взглянуть на цепочку раннее плохо увязываемых и противоречивых сведений об активном подъеме в неоген-четвертичное время:

- а) Курского блока относительно Липецко-Воронежского блока в диапазоне +120...+160 м в составе Воронежского кристаллического массива [7];
- б) Донбасса относительно Днепровско-Донецкой впадины и кряжа Карпинского;
- в) зоны Транскавказского поперечного поднятия относительно опущенных поперечных зон, прилегающих к Каспийской и Черноморской депрессиям [10,11,16].

Библиографический список

1. **Панов Б.С.** Глубинные разломы и минерагения линеамента Карпинского с позиций синергетического анализа. — Киев: Препринт ИГМР АН Украины, 1994. — 74 с.
2. **Афанасьев Г.В.** Линеамент Карпинского: новый взгляд на историю развития и особенности металлогении // Региональная геология и металлогения, 1997. — № 74. — С. 58–70.
3. **Копп М.Л.** Новейшие деформации Скифской и юга Восточно-Европейской платформ как результат давления Аравийской плиты // Геотектоника, 2000. — № 2. — С. 26–42.
4. **Морозов В.Н., Родкин М.В., Татаринев В.Н.** К проблеме геодинамической безопасности объектов ядерно-топливного цикла // Геоэкология, 2001. — № 3.
5. **Привалов В.А., Привалова Н.А.** Количественный анализ рельефа геолого-физических полей в горно-промышленной геологии // Проблемы горнопромышленной геологии (материалы первых Ершовских чтений). — М.: Изд. МГИ, 1990. — С. 63–64.
6. **Кабан М.К.** Гравитационная модель коры и верхней мантии Северной Евразии. Мантийные и изостатические аномалии силы тяжести // Российский журнал наук о Земле, 2001. — Т. 3. — № 2.
7. **Раскатов Г.И.** Геоморфология и неотектоника территории Воронежской антеклизы. — Воронеж, 1969. — 163 с.

8. **Трегуб А.И.** Разрывные нарушения в фундаменте и осадочном чехле территории Воронежского кристаллического массива (ВКМ) // Вестн. Воронежского ун-та. Сер. геол., 2000. — Вып. 5 (10). — С. 7–15.

9. **Антонов Ю.В., Жаворонкин В.И.** Региональное поле силы тяжести Воронежского кристаллического массива и современная динамика земной коры // Вестн. Воронежского ун-та. Сер. Геол, 2000. — № 3.

10. **Шолпо В.Н.** Альпийская геодинамика Большого Кавказа. — М.: Недра, 1978. — 176 с.

11. **Милановский Е.Е.** Новейшая тектоника Кавказа. — М.: Недра, 1968. — 484 с.

12. **Terrain Base Global (DTM) / National Geophysical Data Center and World Data Center-A for Solid Earth Geophysics Boulder, Colorado U.S.A.** - <http://www.ngdc.noaa.gov/cgi-bin/mgg/seltopo>

13. **Global Digital Elevation Model (DEM) / USGS -NASA Distributed Active Archive Center.** - <http://edcwww.cr.usgs.gov/landaac/gtopo30>

14. **Привалов В.А.** Вращение блоков и сценарий тектонической эволюции Донецкого бассейна // Геология і геохімія горючих копалин, 1998. — № 4. — С. 142–158.

15. **Гинтов О.Б., Исай В.М., Исай Л.В.** Дилатансионное разуплотнение кристаллических пород в центральной части Украинского щита // Докл. АН УССР. Сер.Б. геол., хим. и биол. Науки, 1987. — № 12. — С. 18–21.

16. **Грачев А.Ф., Мухамедиев Ш.А., Николаев В.А.** Геометрические характеристики новейших тектонических движений земной коры Северной Евразии // Российский журнал наук о Земле, 2000. — Т. 2. — № 2.

© Привалов В.А., 2002

УДК 622.243.14

ФИЛИМОНЕНКО Н.Т., КАРАКОЗОВ А.А. (ДонНТУ), КУЩ О.А., КОЗЫРЕВ О.М. (ПО «Укруглегеология»)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН В ПРОНИЦАЕМЫХ ЗОНАХ НА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДОНБАССА

Нормальное функционирование производственного комплекса Украины в настоящее время невозможно без использования собственных топливно-энергетических ресурсов. Решению этой важнейшей задачи посвящена государственная программа «Метан углей». В рамках программы предполагается извлечение и использование метана, находящегося в газоносных песчаниках карбона, распространенных в геологических разрезах Донбасса.

Однако, геофизические исследования в скважинах, пробуренных на газоносных площадях, иногда показывают отсутствие притока газа. Подобная ситуация наблюдалась по скважине № 1697, пробуренной Центрально-Донбасской экспедицией ПО «Укруглегеология» с целью вскрытия газоносных горизонтов в отложениях карбона.

По мнению специалистов Карпатского УГР, проводивших геофизические исследования в этой скважине, наиболее вероятные причины негативного результата заключаются в следующем. Значения пластового давления газа исследуемых горизонтов меньше гидростатического давления в скважине. Поэтому за время между вскрытием пласта и его исследованиями фильтрат бурового раствора оттесняет газ от стенок скважины. Учитывая, что в исследуемом разрезе коллекторы являются низко-пористыми, это расстояние может быть довольно значительным и превышать радиус действия геофизических приборов. Кроме того, обращалось внимание на тот факт, что, за счет образования толстой фильтрационной корки на стенках, диаметр скважины при исследованиях был меньше номинального по всему разрезу, в том