

6. Детри Ж. Атмосфера должна быть чистой. – М.: Прогресс, 1973–379 с.
7. Жовинский Э. Я. Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы. – К.: Наукова думка, 1979. – 200 с.
8. Жовинский Э. Я. Фторометрические методы поисков. – К.: Наукова думка, 1985. – 164 с.
9. Крайнов С. Р. Геохимия редких элементов в подземных водах (в связи с геохимическими поисками месторождений). – М.: Недра, 1973. – 296 с.
10. Крайнов С.Р. Основы геохимии подземных вод / С.Р. Крайнов, В.М. Швец – М.: недра, 1980. – 285 с.
11. Крайнов С. Р. Состояние фтора в подземных водах с околонейтральной и щелочной реакцией / С. А. Крайнов, В. К. Кирюхин, И. В. Василькова и др. // Геохимия, 1978, № 1. – С. 102–110.
12. Методические рекомендации по применению гидрогеохимического метода поисков скрытого оруденения в Донбассе и Днепровско-Донецкой впадине / В. Г. Суярко – Симферополь: ИМП Мингео УССР, 1985. – 92 с.
13. Мусійчук Ю. И., Гребенюк А. Н., Широков А. Ю. Фтор и его соединения. – С. – Петербург: Фолиант, 2012. – 104 с.
14. Николаева Л. А., Шин Н. С. Оценка воздействия фтористых загрязнений на здоровье детей, проживающих на йоддефицитных территориях / В сб. «Естествознание и гуманизм». – Т. 6, № 1, 2010. – С. 86–89.
15. Сердюкова О. О. Геохімія фтора у підземних водах Донецької складчастої споруди // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – № 1033. – Вип. 37. – С. 104–107
16. Справочник по токсикологии и гигиеническим нормативам (ПДК) потенциально опасных химических веществ / Под ред. В. С. Кушневой и Р. Б. Горшковой. – М.: Изд. АТ, 1999. – 272 с.
17. Суярко В. Г. Экология подземной гидросферы Донбасса. – К.: «Знание», 1997. – 69 с.
18. Суярко В. Г. Геохимия подземных вод восточной части Днепровско-Донецкого авлакогена. Харьков: Изд. ХНУ имени В. Н. Каразина, 2006. – 225 с.
19. Fluorine and Fluorides // Env. Health Crit. 36. – Geneva. WHO. 1984.– 136 p
20. Sever C.W. The federal groundwater protection program – Today's hope //Groundwater, 1979. – V. 17. – № 1. – p. 80–82.

УДК 551.14:556.3

*В.В. Яковлев, к.т.н., доцент,

**С.Н. Ананьев, директор,

*Харьковская национальная академия городского хозяйства,

**ООО «Лаборатория качества воды «ПЛАЯ»

ГЛОБАЛЬНАЯ ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ЮЗОВСКОЙ ПЛОЩАДИ И ЕЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Рассмотрены структура и характер глобальной трещиноватости в пределах Юзовской площади. Показано, что значительные дебиты природных родников на этой площади связаны с глобальной трещиноватостью. Вертикальная ориентировка трещин и повышенная их водопроницаемость дают основание предполагать проникновение технологических жидкостей в горизонты пресных вод при производстве гидроразрывов пластов, применяемых в ходе добычи углеводородов.

Ключевые слова: глобальная трещиноватость, родник, фрекинг, Юзовская площадь.

В.В. Яковлев, С.М. Ананьев. ГЛОБАЛЬНА ТРИЩИНУВАТІСТЬ ЮЗІВСЬКОЇ ПЛОЩІ І ЇЇ ГІДРОГЕОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ. Розглянуті структура і характер глобальної тріщинуватості в межах Юзівської площі. Показано, що значні дебіти природних джерел на цій площі пов'язані з глобальною тріщинуватістю. Вертикальна орієнтація тріщин і підвищення їх водопроніцність дають підґрунтя припускати проникнення технологічних рідин в горизонти прісних вод при виконанні гідророзривів пластів, що застосовуються в ході видобування вуглеводнів.

Ключові слова: глобальна тріщинуватість, джерело, фрекинг, Юзівська площа.

Целым рядом исследователей на основе материалов дистанционного зондирования Земли, большом геологическом и геоморфологическом материале выявлена регулярная сеть линейных структур (линеаментов), охватывающая всю поверхность Земли. Глобальная сеть линеаментов группируется в систему линейных структур субширотного субмеридионального и двух диагональных направлений с азимутами, не зависящими от типа, возраста, географического положения составляющих ее элементов. Большинство исследователей (хронологически это Дж.Д. Муди и М. Хилл [8], И.И.Чебаненко [16], С.С. Шульц [18], Т.В. Николаева [9], Г.В. Чарушин [15], Л.И. Красный

[6], В.П.Мирошниченко и коллеги [7], Е.А. Радкевич [17], А.И. Полетаев [11], В. Steinberger, Н. Schmeling, G. Marquart [21], Н.А. Одесский [10], А. Dolitsky [20], В.М. Анохин [2]) физическая интерпретация такой сети линеаментов сводится к постулированию регулярной сети разрывов в тектоносфере, порожденных циклическими деформациями геоида под воздействием ротационных и приливных сил. При этом внутреннее вещество Земли в геологическом времени достаточно пластично, а внешние более жесткие слои (тектоносфера) – отвечают разрывными нарушениями и относительными смещениями консолидированных блоков. Напряжения, возникающие по действием ротационных сил,

возмущений гравитационного поля под действием приливных сил реализуются в виде системы субширотных разрывных сдвигов, субмеридиональных разрывов растяжения и диагональных сколов. Таким образом, релаксация напряжений в земной коре происходит пу-

тем регулярных (колебательных) движений блоков, разделенных сетью разрывных нарушений.

На рис. 1 представлена роза-диаграмма крупных линейных элементов Земли по современным исследованиям В.М.Анохина [2].

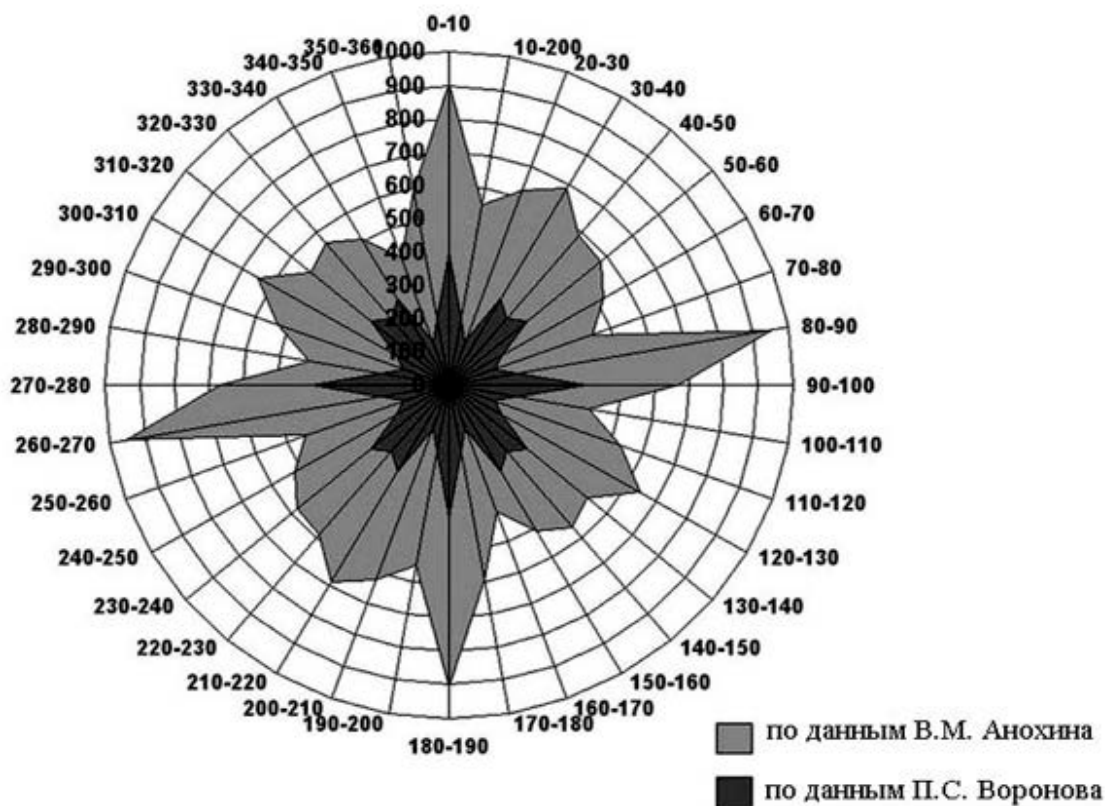


Рис. 1. Суммарная роза-диаграмма линейных элементов Земли, имеющих длину более 165 км. На круговой шкале – направления лимба, град., на радиальной – количество замеров.

Существенными особенностями системы тектонических нарушений маркируемых глобальной сетью линейных элементов являются:

- прямолинейность, свидетельствующая о вертикальности плоскостей нарушений;
- различная длина линейных элементов, предположительно связанная с различной глубиной нарушений (и, соответственно, с их рангом);
- систематичность ориентировки линейных элементов, т.е. существование нескольких взаимно пересекающихся серий параллельных нарушений;
- вертикальные колебания соприкасающихся блоков создают режим постоянного обновления сети разрывов, что проявляет ее даже сквозь осадочный чехол не литифицированных осадков [7];
- наличие такой сети дизъюнктивных нарушений не обязательно предполагает направленные вертикальные смещения блоков и различие мощностей геологических слоев с двух сторон от разломов;

- глобальная сеть тектонических нарушений представляет собой зоны повышенной проницаемости, с которыми часто увязывается план рудопроявления [12].

Важнейшим следствием существования активной сети тектонических нарушений является то, что геологически активные зоны, контролируемые этими линейными структурами, прямо, или косвенно влияют на экологическую ситуацию в районе своего расположения. В частности, постоянное обновление в литифицированных породах зон трещиноватости, должны учитываться при оценке изолирующей роли водоупоров.

Поскольку в практику геологических исследований вышеуказанные представления о наличии глобальной сети линейных элементов вошли еще не достаточно широко, авторы считают уместным привести примеры ее проявления в различных ландшафтах Земли. На рис. 2 представлены примеры проявления глобальной сети в различных частях планеты: на архипелаге се-

верных островов в Северной Америке, Тихоокеанских островах Южной Америки, Центральной и Южной Азии, Северной Европе, Северо-Восточной Австралии.

Данная работа посвящена предварительному анализу региональной сети линеаментов на юге Харьковской и севере Донецкой областей - в районе Юзовской площади (ЮП) и анализу ее гидрогеологического значения.

В результате геологической изученности территории Украины выявлена сеть тектонических нарушений, имеющая выраженную амплитуду смежных блоков, а геофизическая изученность с большей или меньшей точностью дает картину сети крупных дизъюнктивов вообще. Учитывая известную ограниченность данных картировочного бурения, неоднозначность интерпретации геофизических материалов и методические подходы геологического картирования, акцентирующие внимание на доказательной базе при картировании тектонических нарушений (изменения абсолютных отметок геологических границ, мощностей геологических тел и пр.) можно предполагать, что разрывные нарушения сплошности геологических структур, не образующих существенных смещений и не контролирующих изменение мощностей геологических тел остаются за рамками традиционных геологических исследований. Вместе с тем, подобные структуры проявленные в геологической среде в виде зон повышенной трещиноватости, находят отражение в рельефе земной поверхности, особенно в структуре эрозионной сети [4]. Поэтому более эффективными методами изучения таких структур могут быть методы анализа структуры рельефа, в том числе линеаментный анализ.

Региональная сеть трещиноватости в районе Юзовской площади.

Материалы дистанционных исследований дают объективное представление о ландшафтах и при отсутствии свежих наносов, лесной растительности, облачного и снегового покрова позволяют выявлять структуру геологических образований и тектонические нарушения. В тоже время юг Харьковской и север Донецкой областей, где расположена ЮП, характеризуется густой сетью речных долин с молодыми аллювиальными отложениями, сравнительно густым покровом влаголюбивой растительности, наличием лесов и почти сплошной распаханностью остальной территории. В этих условиях распознаются только наиболее крупные структуры геологического и тектонического плана. Для распознавания тектонических структур меньшего масштаба нами была использована топологически корректная цифровая модель рельефа, с до-

статочной степенью точности отражающая не только высоту земной поверхности, но и структуру поверхностного стока, созданная на основе топографических материалов. Методическим и технологическим аспектам создания таких цифровых моделей рельефа посвящена отдельная публикация [1]. Фрагмент такой цифровой модели, визуализированной в виде рельефной поверхности, искусственно «подсвеченной» с одной из сторон, показан на рис. 3а.

Не смотря на существенную мощность осадочных пород в пределах рассматриваемой территории (от первых метров до 100-150 м и более) по конфигурации эрозионной сети и пластике рельефа в пределах водораздельных пространств явно прослеживаются прямолинейные элементы. Наиболее убедительными случаями являются длинные, более 5-7 км прямолинейные участки тальвегов балок и тальвеги балок с двух сторон от водораздельного пространства, которые точно ложатся на одну линию. В некоторых случаях это протяженные строго прямолинейные участки русел рек, фрагменты уступов на склонах, которые ложатся на одну протяженную линию, а также комбинации перечисленных элементов. Авторы предполагают, что это проявление таких же прямолинейных элементов, сеть которых выявлена в других районах планеты.

Для увеличения объективности распознавания линеаментов использовался общепринятый при дешифрировании фотоматериалов метод, заключающийся в сопоставлении результатов, полученных несколькими дешифровщиками, в данном случае - тремя. Отрезки линий, повторяющиеся у всех трех исполнителей, вынесены на карту рельефа как окончательный результат (рис. 3а).

Длина выявленных линеаментов колеблется от 5 до 50-55 км. Шаг линеаментов (расстояние между параллельными линеаментами) составляет от 0,6-1 км до 3-5 км.

Авторы отдаст себе отчет, что результат дешифрирования зависит от масштаба карты, и в данном случае мы видим определенный ранг структур, а более крупные тектонические линии и структуры более мелкие не распознаются. Поэтому картину предполагаемой сети линеаментов, показаную на рис. 3б можно считать не полной.

Если выявленные линеаменты являются элементами планетарной регматической сети, то в силу своей прямолинейности они являются разрывными нарушениями, ориентированными в вертикальных плоскостях. Их проявление в рельефе и чехле рыхлых осадочных пород является косвенным подтверждением регулярных



Рис 2. Примеры проявления глобальной трещиноватости на космоснимках (Google Earth). Стрелками показаны линейменты разных направлений.

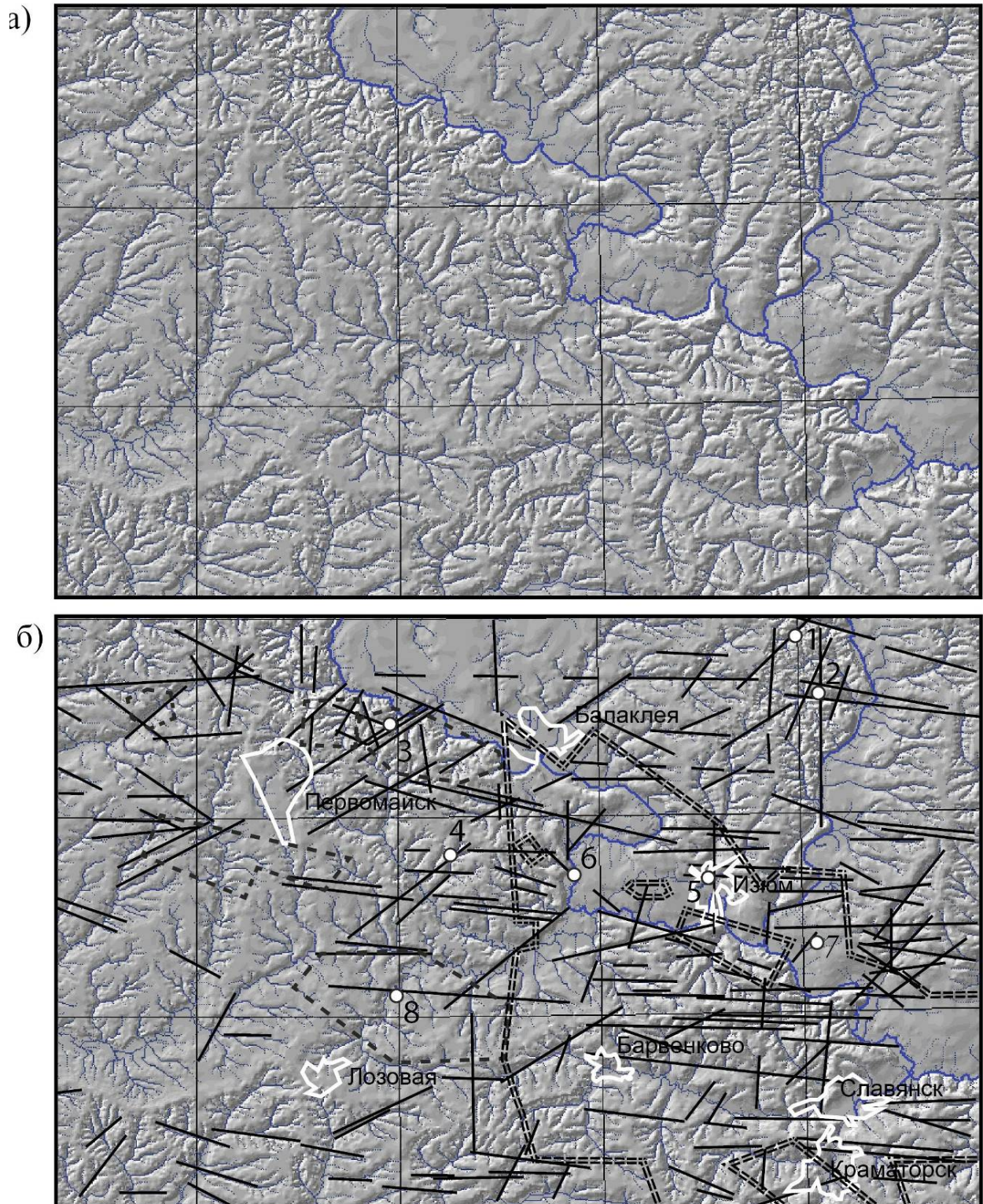


Рис. 3. Рельеф в районе среднего течения р.Северский Донец (части Харьковской и Донецкой областей) - а) с линиями разрывных нарушений (прямые отрезки) и крупными родниками (кружки) – б).

Пунктирной линией оконтурены участки совместной деятельности компаний Royal Dutch Shell и «Укргаздобыча», двойной пунктирной линией - Юзовская площадь планируемых работ на сланцевый газ компании Royal Dutch Shell. Цифрами обозначены родники с большими дебитами:

1 - Новоберезовский 2 - Синиха, 3 - Гремучий, 4 – Лозовеньковский,

5 - Кириченкова криница, 6 - Протопоповский, 7 - Викнына, 8 - Буркуча.

Направление на север совпадает с вертикальными линиями сетки. Шаг сетки – 40 км.

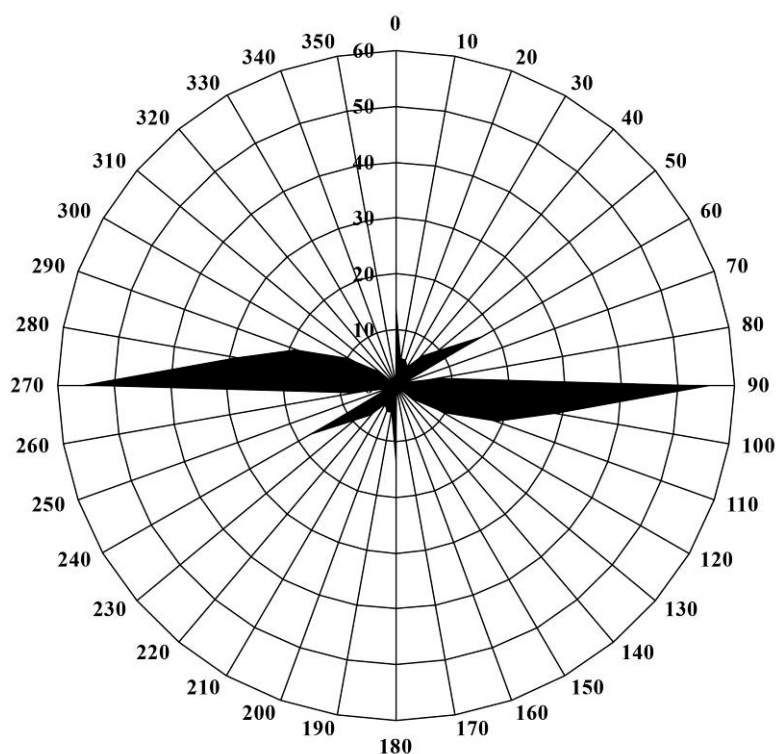


Рис. 4. Суммарная роза-диаграмма линеаментов района Юзовской площади. На круговой шкале – направления лимба, град., на радиальной – количество замеров.

вертикальных колебательных смещений блоков земной коры.

По результатам статистической обработки построена диаграмма частот линеаментов по их ориентировке – рис. 4.

Линеаменты выявленные в районе ЮП имеют несколько отличную ориентировку от общепланетарной сети и группируются в основном в следующие серии: субширотная – 90-100°, субмеридиональная – 0-5° и диагональная – 50-60°. Еще одна диагональная с азимутами линеаментов 110-120° сливается в общую совокупность с субширотной. Обращает на себя внимание очень четкая ориентировка субмеридиональных элементов и сильное преобладание субширотных.

Таким образом, по своей ориентировке эта сеть несколько отличается от глобальной регматической сети тектонических разрывов и сколов Земли более высокого ранга (см. рис.1), в тоже время сходными чертами являются прямолинейность, систематичность (наличие серий параллельных линий) и наличие ортогональных систем линеаментов.

Необходимо отметить, что в рассмотренном районе более чем на планетарной розе-диаграмме выражены минимумы в направлении трещиноватости: это секторы 10-40°, 60-85° и 125-180°.

Одним из объяснений отличия диаграмм общепланетарной и региональной трещиноватости может быть влияние широты на направ-

ление диагональных систем (сколов), на что указывают многие исследователи физической стороны этого явления [2,9,10,16,20].

На рисунке 3а вынесены также крупные родники, которые имеют координаты и дебиты, указанные в таблице 1.

Из рисунка видно, что все крупные родники контролируются зонами выявленных линеаментов.

Гидрогеологическое значение выявленных линеаментов.

Согласно существующей классификации [14] источники, отмеченные на рис. 3б относятся к «значительным» (более 1 л/с) и «весьма значительным» (более 10 л/с). Практически такие дебиты реализуются только в случае сбора в одну точку подземной воды, формируемой на значительной площади. Для рассматриваемой территории питание родников с дебитом от 2,5 до 80 л/с при значении модулей подземного стока от 0,01 до 6,96 л/с*км² (см. табл.1) происходит в пределах участков земной поверхности, имеющих расчетную площадь от 1,9 до 36,4 км². Такое возможно лишь в случае движения воды по трещине достаточно большой протяженности и водопроницаемости, которая одновременно является дренажной для второстепенных подводящих каналов (оперяющих трещин или пересекаемых порово-пластовых коллекторов). Поэтому наличие родников в рассматриваемом районе согласуется с наличием, по крайней мере, нескольких крупных трещин, имеющих

Местоположение и дебит крупных родников в южной части Харьковской области по данным полевых обследований, выполненных автором и коллегами (координаты взяты из GOOGLE Earth)

№ на карте	Наименование родника	Географические координаты		Дебит, л/с	Модуль подземного стка, л/с·км ²	Площадь водосбора, км ²
		северной широты	восточной долготы			
1	Новоберезовский	49°38'00''	37°29'30''	2,4	1,25*	1,9
2	Синиха	49°31'43''	37°33'30''	2,7	1,25*	2,2
3	Гремучий	49°25'50''	36°29'41''	4,0	1,25*	3,2
4	Протопоповский	49°15'08''	36°55'49''	>2,5	1,25*	>2,0
5	Лозовеньковский	49°15'44''	36°38'00''	7,02	0,4*	17,6
6	Кириченкова Криница	49°13'11''	37°15'44''	>5	1,25*	>4,0
7	Викнына	49°05'51''	37°29'43''	>80	6,96**	>11,5
8	Буркуча	48°59'06''	36°26'44''	>2	0,055*	>36,4

* - по данным из [13]

** - по данным из [19]

высокую проводимость.

В природных условиях родниковый сток по трещинам обусловлен гидравлическим градиентом между зонами питания, находящимися на относительно возвышенных участках (водораздельных равнинах и пологих склонах) и местами разгрузки - выходами родниковых вод на поверхность земли – в тальвегах балок и в основании склонов речных долин. Максимальные значения гидравлических градиентов определяются амплитудой вертикального расчленения, которая на рассматриваемой территории не превышает 100 -150 м. В случае, если такие потоки приурочены к вертикальным трещинам, открытым на большую глубину, то в природных условиях, в силу движения по более коротким путям (потоки с наибольшими градиентами), водообмен происходит в основном в их верхней части, а с глубиной в этих трещинах движение воды замедляется. Поэтому минерализованные воды, залегающие на больших глубинах не оказывают или почти не оказывают своего влияния на химический состав родниковых вод, которые для рассматриваемого района остаются в основном пресными. Так, по данным ООО «Лаборатория качества воды «ПЛАЯ» минимальное содержание солей наблюдается в воде родника Викнына - 143 мг/дм³, а максимальное - в воде наиболее минерализованного Протопоповского родника – 1304 мг/дм³. Такие значения сопоставимы с гидрохимическими параметрами пресных поверхностных вод района, что свидетельствует о формировании родникового стока в верхнем гидрогеологическом этаже, где циркулируют пресные воды.

Поскольку выявленные линеаменты трактуются авторами как разрывные нарушения,

проявленные в виде зон повышенной трещиноватости, которые периодически обновляются относительными колебаниями соседних блоков, то можно предполагать их повышенную проницаемость на большую глубину. Предположение о наличии таких каналов на глубинах добычи адсорбированных углеводородов поднимает очень важные вопросы, связанные с технологией фрекинга. Во-первых, как и для любого участка земной поверхности, для Юзовской площади это указывает на реальную опасность проникновения по вертикальным каналам (плоскостям разломов) минерализованных вод зоны застойного режима и токсичной фрекинговой жидкости, которая закачивается в недра под давлением до 1000 атмосфер и более, что эквивалентно столбу воды высотой 10 000 м и более. В разломах, заполненных подземными водами, стратифицированными по минерализации, при таких давлениях, приложенных на глубине, будет происходить инверсия потоков, поскольку искусственные гидравлические градиенты на два порядка превосходят природные. Во-вторых, при производстве гидроразрывов (фрекинге) в горизонтальных скважинах значительной протяженности (1,5-3,0 км - по данным компании Royal Dutch Shell) ожидаемое дробление сланцевых и иных пород, содержащих газ, может и не происходить по причине разгрузки фрекинговой жидкости в емкости ближайших разломов. В таком случае давление при нагнетании фрекинговой жидкости не достигает геостатического вследствие не герметичности системы из-за наличия вертикальных сквозных трещин.

В последние годы вопросу вертикальной связи водоносных горизонтов в гидрогеологи-

ческих структурах Украины были посвящены исследования академика В.М.Шестопалова и коллег, в которых приводятся количественные оценки времени проникновения поверхностных вод в водоносные горизонты и делается вывод о наличии «зон быстрой вертикальной миграции» [17]. С помощью математического моделирования гидрогеологических условий Днепровско-Донецкого артезианского бассейна показано, что традиционные представления об артезианских бассейнах как о структурах с четкими зонами питания, транзита и разгрузки не выдерживают критики, в реальности в направлении от Среднерусской возвышенности к долине Днепра в гидрогеологическом этаже пресных подземных вод (до альб-сеноманского водоносного комплекса включительно) имеет место 12 полных ячеек водообмена [3]. В этом случае зонами питания являются водораздельные пространства, а зонами разгрузки – долины местных рек, т.е. имеет место достаточно активное перетекание воды сквозь мергельно-меловую и иные водоупорные толщи. Таким образом, даже такие выдержанные по простиранию водоупоры как мергельно-меловая толща, состоящая из относительно пластичной породы и имеющая мощность в 200-300 м, не являются препятствием для вертикального перетекания воды, что может быть следствием систематического обновления трещин. На востоке Харьковской области, в горизонтах, залегающих выше и ниже мергельно-мелового водоупора, имеющего мощность порядка 200-300 м, содержится схожая по минерализации и химическому составу вода (сульфатная, с минерализацией до 1,5-1,9 г/дм³, что гидрогеологически можно пояснить только наличием каналов активного нисходящего перетекания, наиболее вероятно – систематической сети трещин. В тоже время для районов с большей мощностью мергельно-мелового водоупора, состав вод подмеловых и надмеловых горизонтов существенно различается [5], что, по-видимому, является следствием повышенной пластичности мергельно-меловых пород на глубинах свыше 300 м и приводит к известной разобщенности указанных горизонтов, при которой время для формирования отличного состава воды (жесткой в верхних горизонтах и мягкой – в нижних) оказывается достаточным.

Рассматриваемый нами район планируемой добычи газа находится на южном крыле Днепровско-Донецкого артезианского бассейна и в пределах малых артезианских бассейнов Донбасса, где с севера (от Балаклеи) на юг (к Славянску и Краматорску) мощность мергельно-мелового водоупора систематически уменьша-

ется до нескольких десятков метров и на значительной части территории этот слой отсутствует. Метаморфизованные каменистые породы пермского и каменноугольного возраста (аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки) в южном направлении приподняты, что определяет наличие трещиноватой среды на небольших глубинах, (в отдельных местах - вплоть до поверхности). Опыт горных работ в шахтах Донбасса показывает, что водопритоки в выработки происходят и на глубинах 1,5 км и более. На таких глубинах водопроточными путями чаще бывают трещинные коллекторы. При нагнетании в эту среду под большим давлением технологических фрекинговых жидкостей постоянно обновляющаяся систематическая сеть вертикальных трещин в каменистых породах представляет собой каналы эффективного проникновения. Плотность расположения вертикальных разломов на ЮП (даже при неполной их выявленной картине – см. рис.3а – характерное расстояние между соседними разломами составляет 0,6-5,0 км) практически не дает возможности размещения куста горизонтальных скважин, имеющего радиус захвата 3-5 км, не затрагивающего эту тектоническую сеть.

Выводы.

1. В районе планируемой разведки углеводородов на стыке Харьковской и Донецкой областей с помощью цифровой карты рельефа выявлена регулярная сеть прямолинейных линеаментов, длиной от 5 до 50 км, имеющая основные направления: субширотное – 90-100°, субмеридиональное – 0-5° и диагональное – 50-60°. Еще одно направление линеаментов - 110-120° - сливается в общую совокупность с субширотным направлением. По своей ориентировке выявленная сеть несколько отличается от глобальной регматической сети тектонических разрывов и сколов Земли более высокого ранга, в тоже время сходными чертами являются прямолинейность, систематичность (наличие серий параллельных линий) и наличие ортогональных систем линеаментов.

2. Разрывная природа выявленных линеаментов, рассматриваемых как зоны повышенной трещиноватости и вертикального водообмена, подтверждается наличием высокодебитных родников, собирающих воду со значительных по площади участков.

3. В настоящее время при широком внедрении метода фрекинга гидрогеологические и экологические аспекты такой технологии газодобывающими компаниями игнорируются. Не учет наличия сети глобальной трещиноватости литосферы создает реальную угрозу утечек фрекинговой жидкости в открытые разломы. В

связи с этим в общем случае можно предполагать низкую эффективность операций по извлечению углеводородов и загрязнение верхних

этажей подземной гидросферы, где залегают пресные подземные воды, используемые для питьевого водоснабжения.

Литература

1. Ананьев С.Н., Моисеенко А.А. «Цифровая модель рельефа Украины масштаба 1 : 200 000. Методические и технологические аспекты создания». Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «География». Том 15(45). №1 – Симферополь: 2002. – С. 49-56.
2. Анохин В.М. Особенности строения планетарной линейчатой сети. Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. Геогр. наук Санкт-Петербург. 2010.
3. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в естественных условиях. В.М. Шестопалов, Н.И. Дробноход, В.И. Лялько и др. / Редкол.: В.М. Шестопалов (гл.ред.). – К.: Наукова думка, 1989. – 284с.
4. Деструктивный рельеф как источник информации о геологическом пространстве./ Антощенко-Оленев И.В. – М.: Недра. – 1989.
5. Камзіт Ж.С., Шевченко О.Л. Гідрогеологія України. Навчальний посібник. - Київ: Фірма «ІНКОС», 2009. - 614 с.
6. Красный Л.И. Глобальная система геоблоков. -М., Недра, 1984. -224 с
7. Мирошниченко В.П., Березкина Л.И., Леонтьев Е.В. Планетарная трещиноватость осадочного чехла литосферы (по материалам аэрокосмических съемок). Л., Недра, 1984. – 216 с.
8. Муди Дж.Д., Хилл М. Сдвиговая тектоника. Вопросы современной зарубежной тектоники. -М., ИЛ, 1960. – С. 265-334.
9. Николаева Т.В. О планетарной трещиноватости докембрийских пород Балтийского и Украинского щитов. Вопросы изучения планетарной трещиноватости. -Л-д., 1976. – С. 11-26.
10. Одесский Н.А. Ротационно-пульсационный режим Земли и его геологические следствия. С-Пб., изд-во Политехнического университета, 2005. -100 с.
11. Полетаев А.И. Сдвигово-ротационная модель структурной эволюции Русской платформы. Общая и региональная геология, геология морей и океанов, геологическое картирование. -М., «Геоинформмарк», 2000. –43с.
12. Радкевич Е.А. Закономерная сеть трещин и ее роль в локализации оруденения. — Сквозные рудоконцентрирующие структуры. – М., Наука, 1989. – С. 58-65.
13. Соболевский Э.Э., Цупко Н.В. Схема распределения расходов и модулей среднегодового речного стока 90% обеспеченности территории УССР масштаба 1:1000000. – Оценка перспектив расширения использования ресурсов питьевых подземных вод в народном хозяйстве УССР – Отчет тематической партии по оценке запасов подземных вод №39-86-6/28 – 1988. – на 4х листах.
14. Справочное руководство гидрогеолога. Т.1/В.М. Максимов, В.Д.Бабушкин, Н.Н.Веригин и др. Под. Ред В.М. Максимова. – Л., Недра, 1979. – 512 с.
15. Чарушин Г. В. Сравнительный анализ планетарной трещиноватости Русской и Сибирской платформ. Вопросы изучения планетарной трещиноватости. – Л., 1976. –С. 8-11.
16. Чебаненко И.И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры и ее проблемы. Киев, АН УССР, 1963. 155 с.
17. Шестопалов В.М., Богуславський В.С., Бублясь В.Н. Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции. Институт геологічних наук НАН України. –Київ, 2007. – 120 с.
18. Шульц С.С. Планетарная трещиноватость (основные положения). — Планетарная трещиноватость. Л-д., Изд-во Ленинградского университета, 1973. – С. 5-37.
19. Яковлев В.В. Подземные воды бортовых террас как источник питьевого водоснабжения // Вісник Харківського нац. університету. – № 824 Сер. Геологія – географія – екологія. – Вип. 29. – Харків: 2008. – С. 43-48.
20. Dolitsky Alexander K, 2006, Origin of the primary tectonic structures of the Earth and planets: New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 38, March, 2006. Higgins, Australia. – P. 16-17.
21. В. Steinberger, Н. Schmeling, G. Marquart, 2001, Large-scale lithospheric stress field and topography induced by global mantle circulation: Earth and Planetary Science Letters. Elsevier 186 (2001). – P. 75-91.