

*Шабельников С.И.
(Краснодонский факультет ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД КРАСНОДОНСКОГО УГЛЕНОСНОГО РАЙОНА ПО ДАННЫМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

Стаття присвячена вивченню дефектів щільності гірських порід Краснодонського геолого – промислового району, розташованому в північній зоні мілкої складчастості Донбасу, за даними геологорозвідувальних свердловин. Показана закономірність зміни кількості і потужності зон дроблення з глибиною, що надає можливість прогнозування порушеності вугленосного масиву і її інтенсивності з глибиною, а також наявність малоамплітудних диз'юнктивних порушень в підземних гірничих виробках.

Ключові слова: *малоамплітудні тектонічні розриви, тектонічна порушеність, дефекти щільності, геофізичні дослідження.*

Статья посвящена изучению дефектов плотности горных пород Краснодонского геолого – промышленного района, расположенного в северной зоне мелкой складчатости Донбасса, по данным геологоразведочных скважин. Показана закономерность изменения количества и мощности зон дробления с глубиной, что позволяет прогнозировать нарушенность угленосной толщи и ее интенсивность с глубиной, а также наличие малоамплитудных дизъюнктивных нарушений в подземных горных выработках.

Ключевые слова: *малоамплитудные тектонические разрывы, тектоническая нарушенность, дефекты плотности, геофизические исследования.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.
В связи с сокращением количества угледобывающих предприятий, наблюдается тенденция к увеличению темпов проведения подготовительных выработок и нагрузок на очистные забои. Это обстоятельство, в свою очередь, ведет к повышению требований угольной промышленности к точности и надежности геологоразведочных данных, особенно по вопросам прогнозирования нарушенности пород угленосной толщи.

В этой связи знание количественных закономерностей изменения тектонической нарушенности угленосной толщи с глубиной, амплитуд разрывных нарушений как по простиранию, так и по падению сместите-

лей имеет большое теоретическое и практическое значение, дает возможность шахтной геологической службе более обоснованно прогнозировать местоположение и характер изменения амплитуд разрывов на проектируемых к отработке площадях.

Анализ последних достижений и публикаций. Вопрос о количественных характеристиках изменения амплитуд разрывных нарушений Донбасса, в частности, в Краснодонском геолого-промышленном районе изучен недостаточно полно [1,2]. Оценка степени изменения тектонической нарушенности пород угленосной толщи с глубиной по данным геологоразведочных скважин в Краснодонском геолого-промышленном районе ранее не проводилась.

Отсутствие исчерпывающей информации о малоамплитудных тектонических нарушениях в отчетах по результатам геологоразведочных работ не позволяет достоверно определить местоположение разрывных нарушений при составлении горно-геологического прогноза на проектируемый участок отработки угольного пласта. Отчасти это связано с тем, что при интерпретации каротажных диаграмм геологоразведочных скважин не уделяется должного внимания выделению зон дробления (дефектов плотности) горных пород мощностью до десяти метров [3]. Недостаток информации о малоамплитудных тектонических нарушениях может привести к следующим негативным факторам:

- внезапным выбросам угля и газа;
- осложнению ведения очистных и подготовительных работ;
- резкому снижению производительности труда.

Для достоверного выделения зон малоамплитудных геологических нарушений с целью обеспечения безопасного ведения горных работ оценка степени изменения тектонической нарушенности пород угленосной толщи с глубиной по данным геологоразведочных скважин была проведена в Алмазно-Марьевском и Селезневском геолого-промышленных районах [4]. Однако, результаты исследований в этом направлении по одиночным районам не могут предоставить объективной информации о закономерностях формирования малоамплитудных дизъюнктивных тектонических нарушений в пределах всего северного Донбасса. В этой связи оценка изменения степени тектонической нарушенности угольных пластов и вмещающих горных пород с глубиной приобретает особую важность для планирования и безопасного ведения очистных и подготовительных горных работ.

Особую роль в вопросе о механизме образования складчатых структур северного Донбасса играет рассмотрение этой проблемы с точки зрения тектоники плит. При исследовании тектоники в пределах Донбасса разными авторами выделены качественно разные региональные структурные области (районы, зоны). Однако, ими не учитывалось, что эти регио-

нальные структурные области являются составными частями одной геоструктурной единицы – Донбасса и, следовательно, образованы действием единых глобальных геодинамических процессов. В последние годы изучение генезиса дислокаций (от микро- к макро), их количественного распределения по площади и в объеме, образование их на основе единой модели развития Донбасса проводилось отдельными авторами [5,6], но без акцента на направленность дислоцирующих усилий, характерных для Краснодонского геолог – промышленного района.

Постановка задачи. Основной целью настоящей работы являлась оценка степени изменения тектонической нарушенности пород угленосной толщи Краснодонского геолого-промышленного района с глубиной по данным геофизических исследований в геологоразведочных скважинах с целью получения информации о закономерностях изменения интенсивности тектонической нарушенности с глубиной, а также с целью проверки этих закономерностей по результатам, полученным при изучении особенностей малоамплитудной тектоники Краснодонского угленосного района в горных выработках угледобывающих предприятий [2].

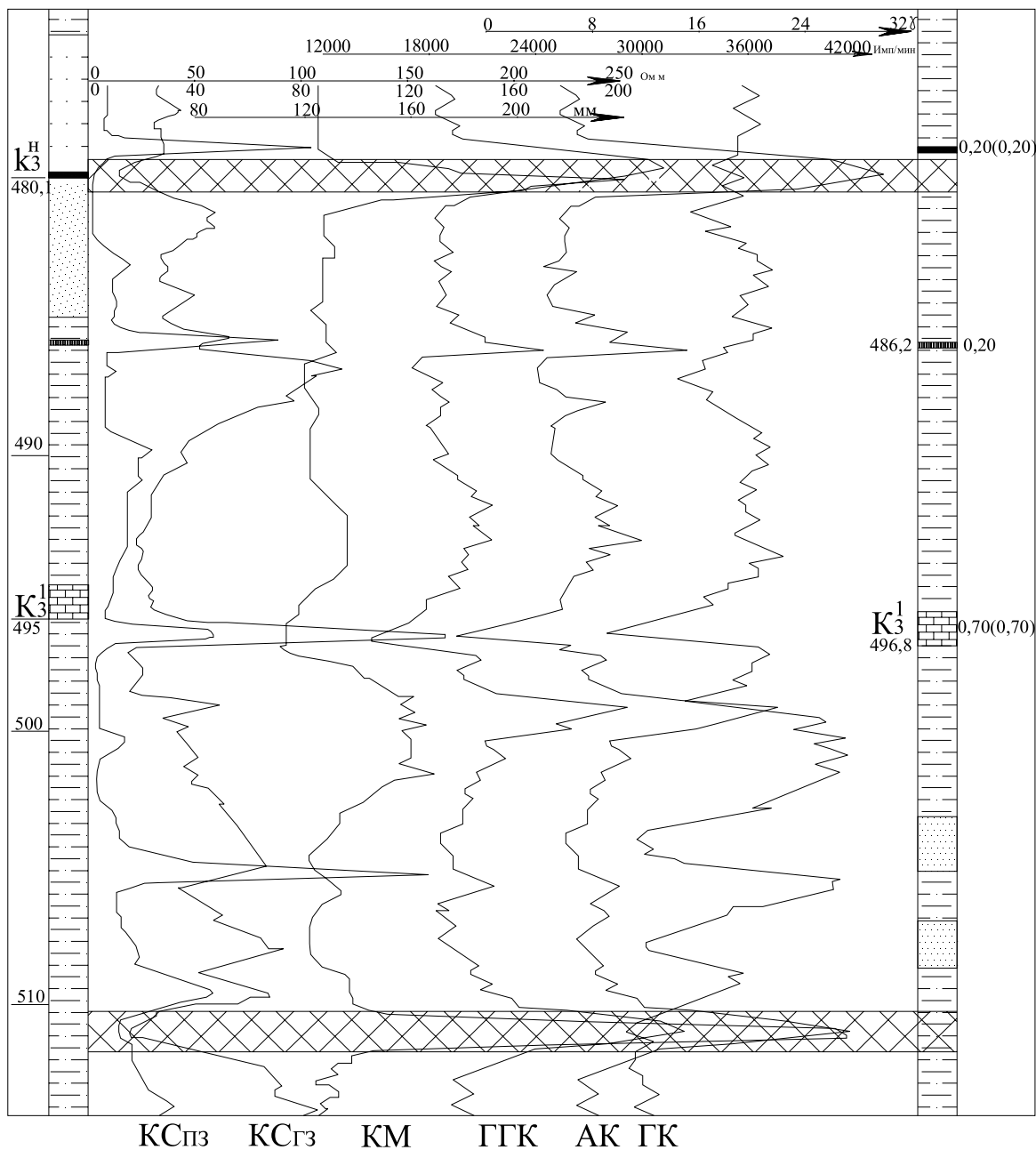
Представление основного материала исследования. Оценка уровня тектонической нарушенности и изменения его с глубиной производилась согласно методике выделения дефектов плотности горных пород в геологоразведочных скважинах [3], которая включает в себя интерпретацию аномальных значений на диаграммах:

- кажущихся сопротивлений (КС_{гз}, КС_{пз});
- акустического каротажа (АК);
- гамма-гамма каротажа (ГГК);
- гамма каротажа (ГК);
- кавернометрии (КМ).

Пример выделения зон тектонической нарушенности горных пород с применением комплекса геофизических данных в геологоразведочных скважинах, пробуренных на территории Краснодонского угленосного района, приведен на рисунке 1.

Для правильной геологической расшифровки геофизических данных использовались материалы всего комплекса геофизических исследований, основанных на различных физических свойствах пород и углей, а также геологические материалы по скважинам изучаемого района.

Электрические методы геофизических исследований в скважинах основаны на использовании различия удельных сопротивлений пород и углей, а также потенциалов самопроизвольно возникающей поляризации. В Краснодонском районе удельное сопротивление плотных известняков составляет 100 – 500, а трещиноватых всего 13 – 15 ом м. На диаграмме КС дефекты плотности выделяются минимумом, практически достигающим нулевой линии диаграммы.



КСпз - каротаж методом кажущихся сопротивлений потенциал-зондом
 КСгз - каротаж методом кажущихся сопротивлений градиент-зондом
 КМ - кавернометрия, Гк - гамма-каротаж, ГГК - гамма-гамма-каротаж
 АК - акустический каротаж $lg(A_1/A_2)дБ/м$
 ☒ - зона тектонической нарушенности

Рисунок 1 – Выделение зон тектонической нарушенности с применением комплекса геофизических данных в геологоразведочной скважине

Метод акустического каротажа позволяет получить еще один параметр – интенсивность затухания упругих колебаний в породах, вскрываемых скважиной. На величину затухания влияние оказывают

трещиноватость, кавернозность пород. Чем выше эти показатели, тем выше значения пиков на диаграмме АК.

Метод ГГК основывается на зависимости интенсивности рассеянного гамма-излучения в горных породах от их плотности. Большая разница в плотности вмещающих пород в зонах их дробления и вмещающих пород в нормальном состоянии обеспечивает аномальное проявление трещиноватых зон на кривой ГГК – в виде интенсивных максимумов на фоне низких значений, соответствующих ненарушенным вмещающим породам.

Метод гамма-каротажа применяется наряду с другими для литологического расчленения разреза, определения мощности и строения угольных пластов, а также с целью поисков пород, содержащих радиоактивные элементы, так как естественная гамма-активность пород зависит исключительно от их литологического состава и совершенно не связана с изменением степени метаморфизма.

Для выяснения технического состояния скважины после окончания ее бурения проводят кавернометрию с целью определения степени разработки диаметра. С увеличением диаметра скважины или образованием локальных каверн в зонах дробления диаграммы КМ характеризуются максимальными значениями.

Соответствующие зонам дефектов плотности интервалы глубин 479 – 481 м и 510 – 512 м, показаны на рисунке 1.

Глубины скважин колебались от 500 до 1500 м. Всего исследовано 1457 дефектов плотности горных пород в сорока пяти геологоразведочных скважинах.

Оценен уровень изменения тектонической нарушенности пород угленосной толщи по данным геологоразведочных скважин. Геологические разрезы скважин разбивались на стометровые интервалы. Данные о количестве тектонически нарушенных зон (дефекты плотности) и их суммарной мощности были сгруппированы по стометровым интервалам глубин и представлены в виде диаграмм изменения уровня тектонической нарушенности с глубиной на рисунке 2.

Анализ распределения зон нарушенности (дефектов плотности) горных пород по данным геологоразведочных скважин показал, что количество и мощность нарушенных зон нарастают с увеличением глубины, достигая максимума в интервале 500 – 700 метров, а затем эти величины начинают уменьшаться по мере углубления. Увеличение и снижение уровня тектонической нарушенности происходит, на первый взгляд, по линейной зависимости. Однако, при проверке соответствия распределения случайной величины, которыми являются глубины зон распространения дефектов плотности горных пород, на изучаемой площади, нормальному закону с применением электронных вычислитель-

ных таблиц Excel и аналитической программы Statistica, было установлено, что полигон (кривая) случайных величин (частот) неоднороден. И при среднем выборочном значении дефектов плотности ($a=627$), встреченных скважинами, выборочной дисперсии ($\sigma^2 = 89952$, $\sigma = 299,92$) и количестве степеней свободы $k = 12$, соответствующее критическое значение статистики $\chi^2_{0,05;12} = 21,03$.

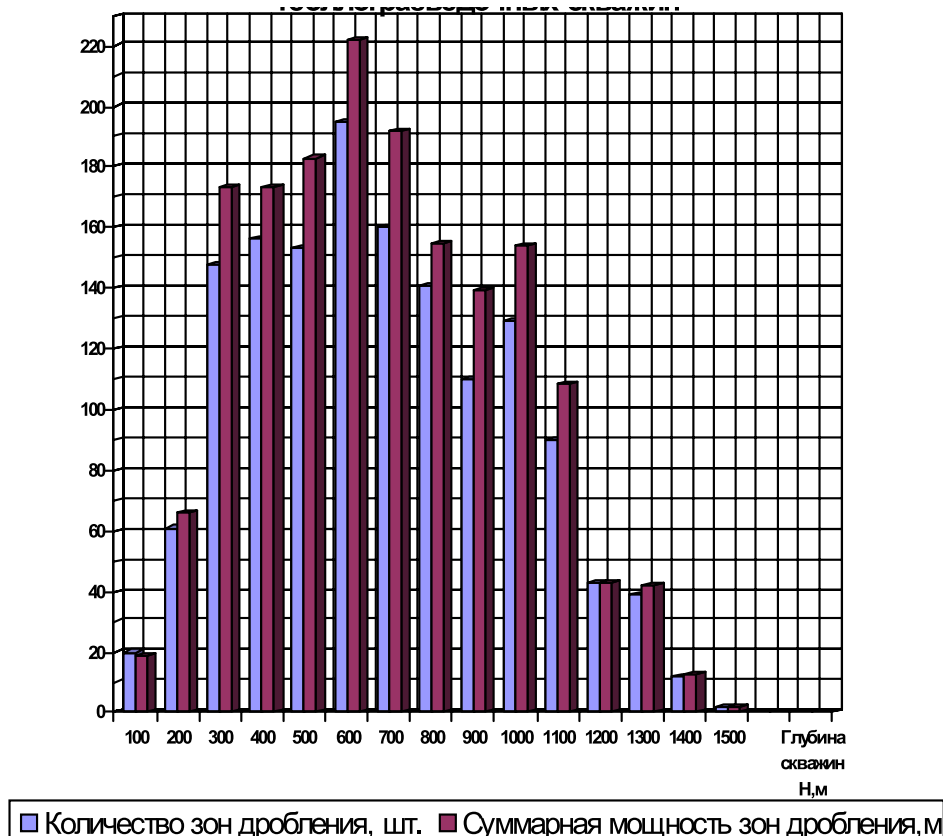


Рисунок 2 – Диаграмма изменения уровня тектонической нарушенности с глубиной по данным геологоразведочных скважинах

Для того, чтобы ответить на вопрос соответствуют ли разные значения признака в эмпирическом и теоретическом распределениях, а также нормальному распределению, необходимо произвести расчет статистической значимости χ^2 (критерия Пирсона). Величина называется «статистически значимой», если имеются данные, появление которых было бы маловероятно, если предположить, что эта разница отсутствует.

В результате расчетов значения χ^2 составило 101,4218. Поскольку $\chi^2_{0,05;12} < \chi^2$, гипотеза о нормальном распределении с параметрами $N(627; 299,92)$ не согласуется с опытными данными. Следовательно, распределение случайных величин, которыми являются глубины зон распространения дефектов плотности горных пород во всей их совокуп-

ности, на изучаемой площади, не подчиняются нормальному закону распределения.

Графики эмпирической и нормальной кривых распределения дефектов плотности по интервалам глубин показаны на рисунке 3.

Графики эмпирической и нормальной кривых распределения дефектов плотности по интервалам глубин

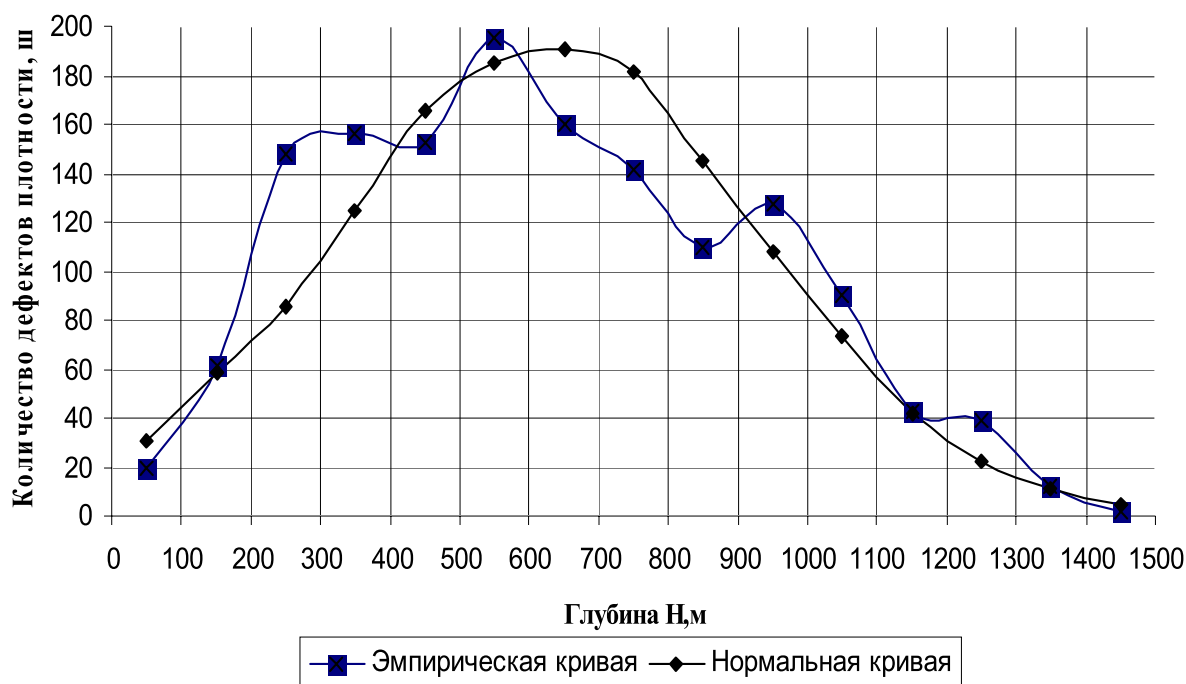


Рисунок 3 – Кривая нормального распределения плотности вероятности случайной величины $f(x)$ по данным геологоразведочных скважин

Сопоставляя графики эмпирической и нормальной кривых, видим что:

- рассматриваемая совокупность случайных величин неоднородна, она состоит из четырех однородных совокупностей, каждая из которых имеет свою вершину (моду). Причем, при проведении дополнительных расчетов было установлено, что каждая из совокупностей подчиняется нормальному закону распределения;

- влияние на критерий согласия эмпирической и нормальной кривых оказало увеличение количества и мощности зон дефектов плотности в интервалах глубин 200 – 400м, 900 – 1000м и 1200 – 1300м.

Полученные данные позволяют выделить четыре зоны усилий, деформирующих угленосную толщу горных пород Красноднского угленосного района, приходящихся на интервалы глубин 200 – 400м, 500 – 700м, 900 – 1000м и 1200 – 1300м. Причем максимальные деформации приходятся на интервал глубин 500 – 700м.

Немаловажное значение для оценки изменения степени тектонической нарушенности с глубиной имеет среднее количество дефектов плотности в пределах каждых ста метров, на одну исследуемую скважину. Результаты распределения дефектов плотности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднее количество дефектов плотности на одну геологоразведочную скважину по интервалам глубин

№ п/п	Интервал глубин от – до, м.	Среднее количество дефектов плотности, шт.
1	0–100	0,4
2	100–200	1,4
3	200–300	3,3
4	300–400	3,5
5	400–500	3,4
6	500–600	4,3
7	600–700	3,6
8	700–800	3,1
9	800–900	2,4
10	900–1000	2,8
11	1000–1100	2,0
12	1100–1200	1,0
13	1200–1300	0,9
14	1300–1400	0,3
15	1400–1500	0,04

Эти значения среднего количества дефектов плотности в пределах каждых ста метров, на одну исследуемую скважину Краснодонского угленосного района, в четыре раза ниже, чем в пределах Алмазно-Марьевского и Селезневского геолого – промышленных районов, расположенных ближе в геологоструктурном отношении к Главной антиклинали Донбасса.

Учитывая тот факт, что геологические структуры северной зоны мелкой складчатости Донбасса формировались и развивались в процессе единого главного события (бокового одностороннего северо-восточного сжатия, возникавшего в результате придвигания и прижатия к нему с юго-запада Черноморско-Закавказского микроконтинента) [7], а также используя полученные данные по Краснодонскому геолого-

промышленному району, можно сделать вывод о некоторых особенностях малоамплитудной тектоники, характерных для этого района:

– выделено четыре зоны деформирующих усилий, приходящихся на интервалы глубин 200 – 400м, 500 – 700м, 900 – 1000м и 1200 – 1300м;

– максимальное количество и мощность зон дробления (дефектов плотности) горных пород по данным геологоразведочных скважин приходится на интервал глубин 500 – 700м;

– интенсивность тектонической активности по мере удаления от Главной антиклинали Донбасса затухает и в пределах Краснодонского угленосного района становится в четыре раза ниже чем в пределах Алмазно-Марьевского и Селезневского геолого – промышленных районов, что свидетельствует о снижении тектонической активности в северо-восточном направлении;

– глубины, на которые приходится максимальная степень нарушения угленосной толщи, уменьшаются (с 700 – 800м в пределах Алмазно-Марьевского и Селезневского геолого – промышленных районов до 500 – 700м по Краснодонскому геолого – промышленному району) по мере удаления от источника деформирующих усилий в северо-восточном направлении.

Библиографический список

1. Приходченко В.Ф. Малоамплітудна розривна порушеність вугленосної формації Донбасу / В.Ф. Приходченко. – Дніпропетровськ: НГА України, 2001. – 204 с.

2. Шабельников С.И. Особенности малоамплитудной тектоники Краснодонского угленосного района / С.И. Шабельников // Сборник научных трудов ДонГТУ. Вып.29. – Алчевск, 2009 – С. 243 – 253.

3. Гончаренко В.О. Геолого-геофізичні принципи прогнозу малоамплітудної тектоніки шахтних полів у різних районах Донбасу / В.О. Гончаренко, Л.І. Пимоненко, Н.В. Сахневич [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1993.

4. Шкурский Е.Ф. Оценка степени изменения тектонической нарушенности пород угленосной толщи с глубиной в северной зоне мелкой складчатости Донбасса / Е.Ф. Шкурский // Сборник научных трудов ДонГТУ. Вып.27. – Алчевск, 2008 – С. 129 – 138.

5. Приходченко В.Ф. Региональные особенности развития малоамплитудных разрывов угленосной толщи Донбасса / В.Ф. Приходченко // Геология угольных месторождений : межвуз. сборник. – Екатеринбург, 1996. – С. 139-145.

6. Пимоненко Л.І. Тектонічні основи прогнозу гірничо-геологічних умов розробки вугільних родовищ Донбасу / Л.І. Пимоненко //

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук – Дніпропетровськ, 2005.

7. Гиоргобиани Т.В. К вопросу о механизме образования складчатой структуры Большого Кавказа / Т.В. Гиоргобиани // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о земле : Научное издание. К 40-летию создания М.В. Гзовским лаборатории тектонофизики в ИФЗ РАН. Т.1. / Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта. – М., 2008 – С. 214 – 216.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Н.К. Клишиным