

На наступному етапі робіт мінеральні домішки 1, 2 отримані в холодній плазмі, додавались до вугільних проб марок Г-Ж прогрівались до температур 50-500 °С. Після цього знову проводилось визначення концентрації ПЦ. отримані результати приведені в табл. 4 свідчать про те, що додавання мінеральної проби № 1, тобто більш активної, привело до збільшення інтенсивності спектрограм, відстань між піками ΔН практично не змінилась, концентрація ПЦ зросла. Це дозволяє відмітити більший вплив мінеральної домішки (№2) на структуру вугілля, отож на процес утворення пластичної маси, який виконує головну роль при спіканні та коксуванні.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Van Krevelen D.W. Coal. Amsterdam ect.: Princention, 1961. – 541 p.
2. Касаточкин В.И., Ларина Н.К. Строение и свойства природных углей. – М.: Недра, 1975. – 158 с.
3. Кухаренко Т.А. О механизме окисления и молекулярном строении бурого и тощего угля. // - 1977 - № 3. – С. 70-77.
4. Юркевич Я., Росинский С. Углекислоты, пер. с польского М.: Металургия, 1973. – 360 с.
5. Касаточкин В.И. О молекулярной структуре и свойствах каменных углей //Иzv. АН СССР. – 1952. - № 6. – С. 759-762.
6. Hirsch P.V. X-ray scattering from coals. – London: Proc. Riy. Soc., 1954. – 226. - № 1165. – 469 p.
7. Кучер Р.В., Компанец В.А., Бутузова Л.Д. Структура ископаемых углей и их способность к окислению. – Киев: Наук. думка, 1987. – 192 с.
8. Тютюнников Ю.Б., Ромаданов И.С., Синцера Л.Г. Гребенчук А.В. О природе сигналов ЭПР в углях различной степени метаморфизма //ХТГ – 1988. - № 4 – С. 17-22.

УДК 553.94:022.612

Л.И. Пимоненко

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ДОНБАССА

Запропоновані показники оцінки тектонічної дислокованості вуглевміщуючих порід Донбасу, за допомогою яких встановлені регіональні закономірності розподілу різних типів порушень по площі басейну.

### REGIONAL REGULARITIES OF SHARING TECTONIC DEFORMATION IN DONBASS

Offered factors of evaluation an tectonic faulting coal-contented sorts in Donbass, by means of which installed regional regularities of sharing the different types of breaking on areas of pool.

Одним из основных факторов, влияющим на условия образования газодинамических явлений в Донецком бассейне, является тектоника. До 90% всех внезапных выбросов угля и газа связаны непосредственно с зонами развития малоамплитудных нарушений; выбросы пород приурочены к определенным литолого-фациальным отложениям; горные удары обусловлены напряженным состоянием массива [1, 2, 3]. Тектонический режим обусловил скорость прогибания бассейна в период седиментогенеза и степень преобразования отложенных осадков в инверсионный период, что оказало существенное влияние на фациальные условия, минералогический состав, мощность и физико-механические параметры накопившихся осадков. Современные тектонические движения оп-

ределяют напряженное состояние массива. Под действием тектонических сил формируется складчатость, разрывы и другие нарушения морфологии пластов; величину и вид действовавших усилий приближенно отражают параметры и тип дислокаций. В результате сочетания различных факторов в пределах бассейна образовались зоны, имеющие определенные геолого-тектонические закономерности. Ранее установлено, что степень и характер тектонической дислоцированности в зонах влияют на особенности видов и параметров газодинамических явлений [2] и поэтому изучение дислоцированности, ее оценка и выделение зон с различными тектоническими условиями играют важную роль для разработки методов прогноза.

А.З. Широковым [4], на основании анализа мощностей палеозойских отложений выделено три области: первая - субплатформенная - охватывает северную и северо-западную части прогиба и характеризуется прогибом до 3 км; вторая - переходная - занимает центральную часть с погружением от 3 до 5 км, третья - субгеосинклинальная - расположена на востоке и юго-востоке, где глубина погружения более 5 км. От первой к третьей области происходит усложнение тектонических структур и увеличение их параметров.

В.С. Поповым [5] на основании анализа видов и параметров складчатых и разрывных нарушений выделено на территории бассейна семь структурных зон: зона крупных линейных складок; северная зона мелкой складчатости и надвигов; южная полоса мелкой складчатости и сбросов; южный склон ВКМ (Старобельско-Миллеровская моноклиналь); северный склон УЩ (Павлоградско-Петропавловская моноклиналь - Западный Донбасс); Бахмутская и Кальмиус-Торецкая котловины.

Выделенные региональные тектонические области и зоны отличаются друг от друга видами и параметрами дислокаций; в их пределах величина и тип нарушений также отличаются. Ранее [2] были предложены показатели и построены карты, оценивающие дислоцированность угленосных отложений, однако статистический анализ полученных результатов не был проведен.

Известно, что многие характеристики (прочность, пористость, трещиноватость и др.) обладают четко выраженными закономерностями, которые являются устойчивыми для определенных литологических разностей, фациальных условий, блока, шахты, пласта и подтверждаются статистическими критериями проверки гипотез [6, 7, 8]. В работах [7, 8] показано, что закон распределения показателей многих геологических характеристик возникает в процессе их формирования, поэтому функции распределения являются аналитическим отображением реальных геологических процессов. Особенности геологических процессов отражает физико-геологическая вероятностная модель, которая связывает определенные стороны процесса формирования тектонических характеристик с видом функции.

Следовательно, установление законов распределения показателей тектонической дислоцированности, изучение сформировавшихся их геодинамических процессов и определение вероятностной модели, позволит на основании статистических данных получить количественные параметры, характеризующие особенности деформации угленосных отложений в различных районах.

Если рассматривать современную тектонику региона как результат воздействия вертикальных и горизонтальных усилий на первоначально горизонтально залегающие пласты, то о степени деформации ее можно судить по интенсивности складчатой и разрывной нарушенности. В основе методики оценки степени тектонической дислоцированности на региональном уровне, использовалась идея вычисления комплексного показателя –  $K_T$ , ранее разработанного и опробованного в пределах юго-западной части Донбасса [2]. Для построения карты тектонической сложности исследуемая площадь произвольным образом разделялась на квадраты, в пределах которых вычислялись показатели тектонической нарушенности.

Для расчета комплексного показателя использовались наиболее достоверные тектонические параметры; он прост для расчета и имеет физический смысл:

$$K_T = \sqrt{K_y(K_p + K_c)},$$

где  $K_y$  - показатель изменчивости угла падения;  $K_p$  - коэффициент разрывной дислоцированности;  $K_c$  - коэффициент складчатой нарушенности.

Эти показатели рассчитывались для центров квадратов определенных размеров и по полученным данным методом интерполяции строились карты различных видов дислоцированности. Такой подход позволил не только сравнивать участки, но и получать картину непрерывной изменчивости тектонической дислоцированности юго-западной части Донецкого бассейна.

Для оценки разрывной нарушенности был выбран коэффициент:

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n N_i L_i}{S_i},$$

где  $N_i$  - амплитуда разрывного нарушения, км;  $L_i$  - протяженность разрывного нарушения, км;  $S_i$  - площадь исследуемого участка, км.

В основу показателя складчатой дислоцированности положен принцип оценки деформации горных пород. Коэффициент складчатой нарушенности характеризует относительное изменение протяженности изогипсы в пределах структуры и определяется по формуле:

$$K_c = \sum_{i=1}^{n_i} \frac{l_i - l_0}{l_0},$$

где  $l_i$  - длина  $i$ -той изогипсы в пределах структуры, км;  $l_0$  - расстояние между концами  $i$ -той изогипсы в пределах структуры, км;  $h_i$  - количество структур в пределах исследуемой площади.

Коэффициент угловой изменчивости залегания пород на участке ( $K_y$ ) рассчитывался по формуле

$$K_y = \frac{\alpha_{\max}^{\circ} + \alpha_{\min}^{\circ}}{180^{\circ}},$$

где:  $\alpha_{\max}^{\circ}$  и  $\alpha_{\min}^{\circ}$  – соответственно максимальный и минимальный углы падения пород на исследуемом участке.

Как показал анализ углов падения пород в Донбассе - максимальные углы характерны для структур, приуроченных к зонам глубинных разломов фундамента: например, Главная антиклиналь Донбасса, флексуры Донецко-Макеевского района. По нашему мнению этим коэффициентом определяется влияние вертикальных перемещений фундамента, которое при расчете  $K_c$  не учитывается. Все показатели безразмерные.

Однако, при расчете тектонической дислоцированности Донецкого бассейна по квадратам со сторонами 20\*20 км на основе Геолого-структурной карты доверхнепермских отложений Донецкого угольного бассейна М 1:200000 (под редакцией И.А. Очеретенко, 1980г.) выяснилась невозможность применения этого показателя по двум причинам:

- амплитуда среднеамплитудных нарушений, в подавляющем большинстве, не вынесена на карту, что значительно усложняет расчет  $K_p$ ;
- величина  $K_c$ , которая зависит от количества структур ( $n$ ), входящих в квадрат, возрастает и приобретает решающий вес при расчете  $K_t$ .

Перечисленные недостатки привели к необходимости усовершенствования метода для оценки региональной тектонической дислоцированности бассейна.

Для построения карт тектонической дислоцированности Донецкого бассейна, вместо используемого ранее коэффициента  $K_p$ , предложен коэффициент относительной нарушенности -  $K_p$ , который равен отношению суммы длин разрывных нарушений, измеренных в пределах единичного квадрата к максимальной сумме длин разрывных нарушений, имеющейся на данной площади.

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n L_{\max}}$$

Такой показатель позволяет применять данную методику и на стадии геологоразведочных работ, когда данные об амплитудах нарушений практически отсутствуют.

По аналогии, показатель складчатой дислоцированности ( $K_c$ ) рассчитывался как отношение интенсивности складчатости в  $i$ - том квадрате к максимальной величине показателя по площади бассейна. Коэффициент суммарной тектонической дислоцированности ( $K_d$ ) пересчитывался с учетом внесенных изменений. Для исследования взаимного влияния предложенных показателей проведена парная корреляция (табл.1).

Таблица 1 - Корреляционная матрица показателей тектонической дислоцированности (по 186 квадратам)

Показатели	Кс	Ку	Кр
Кс	1,0		
Ку	0,57	1,0	
Кр	0,02	-0,1	1,0

В этой таблице обращает на себя внимание отрицательный коэффициент корреляции между показателями, оценивающими разрывную нарушенность и угол падения пород. Этот коэффициент показывает, что при увеличении угла падения пород количество разрывных нарушений уменьшается. Исходя из того, что в региональном плане большие углы падения пород приурочены к зонам глубинных разломов, полученные результаты противоречат геологическим предпосылкам показателя Ку и, следовательно, правомерности его применения. Анализ дислоцированности позволил предположить, что этот результат обусловлен данными юго-восточной части бассейна, где при больших углах падения развита интенсивная складчатость, но отсутствуют сведения о разрывных нарушениях. Чтобы проверить это предположение были проведены расчеты без учета сомнительных данных по 112 квадратам (табл. 2).

Таблица 2 - Корреляционная матрица региональных показателей тектонической дислоцированности (по 112 квадратам)

Показатели	Кс	Ку	Кр
Кс	1,0	0.45	
Ку	0.45	1.0	
Кр	0.24	0.25	1,0

Приведенные в таблице коэффициенты корреляции, во-первых, подтверждают высказанное предположение и, во-вторых, так как между предложенными показателями коэффициенты корреляции  $< 0,5$ , то можно сделать вывод о том, что они статистически независимы и, следовательно, характеризуют объект с различных сторон.

Необходимо отметить, что точную оценку дислоцированности пласта, шахты, региона дать практически невозможно, что связано как с возможностью их определения так и точностью измерения. Можно говорить только о приближенных более или менее вероятных значениях этих величин. Поэтому, несмотря на определенные закономерности образования и преобразования осадочной толщи, заложения и развития деформаций, значения показателей тектонической дислоцированности в каждой точке имеют случайный характер, что позволяет применять для их анализа методы математической статистики. По вычисленным показателям рассчитывались статистические параметры (табл. 3).

Высокие коэффициенты вариации свидетельствуют о большой изменчивости показателей в пределах Донецкого бассейна, что соответствует геологическим данным. Небольшие значения дисперсий выборок и несущественные расхождения между ними свидетельствуют о том, что разброс показателей по площади примерно одинаков и, следовательно, случайные ошибки, вызванные погрешностями методики расчета, незначительны и оценки признаков на пло-

щади предложенными показателями эффективны (или максимально правдоподобны).

Высокие коэффициенты вариации свидетельствуют о большой изменчивости показателей в пределах Донецкого бассейна, что соответствует геологическим данным. Небольшие значения дисперсий выборок и несущественные расхождения между ними свидетельствуют о том, что разброс показателей по площади примерно одинаков и, следовательно, случайные ошибки, вызванные погрешностями методики расчета, незначительны и оценки признаков на площади предложенными показателями эффективны (или максимально правдоподобны).

Таблица 3 - Статистические параметры коэффициентов дислоцированности Донецкого бассейна (112)

Статистические параметры	$K_p$	$K_c$	$K_y$	$K_d$
Среднее	0,36	0,18	0,16	0,28
Стандартная ошибка	0,03	0,02	0,01	0,02
Стандартное отклонение	0,27	0,19	0,14	0,19
Дисперсия выборки	0,07	0,04	0,02	0,04
Эксцесс	-0,56	1,53	0,03	-0,03
Асимметричность	0,63	1,4	0,89	0,78
Коэффициент вариации (%)	73	108	88	71
Уровень надежности (95,0%)	0,05	0,04	0,03	0,04

Для исследования законов распределения показателей составлялись гистограммы, по которым строились кривые распределения частот показателей. Асимметричная форма кривых позволяет предположить наиболее характерные для геологии законы распределения: нормальный, логнормальный, Пуассона, Вейбулла, экспоненциальный. Для проверки согласования с теоретической кривой нормального распределения по методике [6] рассчитывались критерии согласия ( $K_A$  и  $K_E$ ), представляющие отношение оценки асимметрии и эксцесса к их стандартным ошибкам при заданном числе проб.

Таблица 4 - Критерии согласия нормального распределения показателей тектонической дислоцированности Донбасса

Критерии согласия	$K_p$	$K_c$	$K_y$	$K_d$
$K_A$	2,7	6,08	4,2	3,39
$K_E$	1,06	3,32	0,06	0,06

Так как для  $K_p$  критерии согласия меньше 3, то только для разрывной дислоцированности в качестве модели распределения можно принять нормальный закон.

Для показателей  $K_c$ ,  $K_y$  и  $K_d$  отношение дисперсий показателей к средним соответственно равно 0,2; 0,12 и 0,1 и значительно  $< 1$ , что позволяет отвергнуть гипотезу о возможности распределения показателей по закону Пуассона. Исходя из того, что величины средних и стандартных отклонений (см. табл. 3) показателей  $K_c$  и  $K_y$  отличаются незначительно, то эмпирические функции рас-

пределения частот этих показателей наиболее близки к показательному закону [8].

Закон распределения показателя суммарной тектонической дислоцированности (по величинам коэффициента вариации и асимметрии [7]) наиболее близок к распределению Вейбулла. Необходимо отметить, что распределение Вейбулла имеет широкий диапазон, частными случаями его являются экспоненциальное, Релея, гамма, при коэффициенте вариации  $\approx 30\%$  - совпадает с нормальным. Характерной его особенностью, также как и показательного, является зависимость от масштабного фактора.

Необходимо отметить, что в таких разделах геологии как геохимия, литология, нефтяная геология, разведка месторождений полезных ископаемых одним из основных результатов, проведенных работ, является установление так называемого масштабного эффекта [7]. Суть этого явления заключается в том, что размеры изучаемых объектов влияют на законы распределения показателей. Для проверки данного предположения исследованы законы распределения показателей в тектонических областях, выделенных А.З. Широковым. Расчеты показали, что для проведения статистических исследований при двустороннем критерии (1,96) на 5%-ном уровне значимости с вероятностью 95% необходимо не менее 28 наблюдений. Поэтому из генеральной выборки были выбраны квадраты (в количестве 28-30), расположенные в трех тектонических областях. На основе этих данных рассчитаны статистические параметры и составлены гистограммы показателей. По методике [7] рассчитывались критерии согласия нормального распределения -  $K_A$  и  $K_E$  для показателей тектонической дислоцированности (табл. 5.)

Таблица 5 - Критерии согласия нормального распределения тектонических областей

Коэффициенты тектонической дислоцированности	Тектонические области					
	Субплатформенная		Переходная		Субгеосинклиальная	
	$K_A$	$K_E$	$K_A$	$K_E$	$K_A$	$K_E$
$K_p$	2,02	0,05	1,32	0,62	0,22	1,13
$K_c$	8,08	20,0	4,06	3,69	2,05	0,48
$K_y$	3,56	3,76	1,33	1,01	0,95	1,38
$K_d$	1,19	0,91	0,68	0,76	0,095	0,02

Распределение показателей  $K_c$  и  $K_y$  в субплатформенной области и  $K_c$  в переходной не соответствует модели нормального закона; распределения остальных показателей близки к ней. Изменение законов распределения свидетельствует о влиянии масштабного фактора и необходимости учета его при исследовании тектонической дислоцированности. Поэтому на основе типизации элементарных тектонических структур угольных пластов [9], а также с учетом размеров объекта исследований определены параметры пликативных и дизъюнктивных структур, площади квадратов, по которым проводились расчеты (табл. 6).

Приведенные в таблице 6 данные можно использовать в дальнейших исследованиях для обоснования и выбора параметров дислокаций и размеров сторон квадратов на различных масштабных уровнях.

Таблица 6 - Соотношения параметров тектонических структур и масштабов их обобщения

Объект исследований	Размер структур	Класс	Параметры структур				Размеры сторон квадратов
			складчатые		разрывные		
			протяженность	амплитуда	протяженность	амплитуда	
Регион	Крупные	Первый-второй	10 км	2 км	10 км	1 км	20 км
Бассейн	Средние	Третий	1-10 км	0,1-2 км	1-10 км	0,1-1 км	10 км
Район	Мелкие	Четвертый	0,1-1 км	Десятки - сотни метров	От сотен метров до 1 км	10-100 м	5 км
Шахтопласт	Очень мелкие	Пятый	Метры-десятки метров	Метры-десятки метров	Десятки метров до 100 м	до 10 м	0,5 км

Распределения показателей суммарной тектонической дислоцированности в различных областях (см. табл. 5) наиболее близки к нормальному закону. Вычисленные для показателей статистические параметры показали, что максимальные значения плотности вероятности (мода) в субплатформенной, переходной и субгеосинклинальной областях соответственно равны 0,06; 0,14 и 0,67. Аналогичным образом (увеличиваются от первой области к третьей) изменяются средние значения и медианы распределений. Кривые распределений как бы смещены по простиранию, что обусловлено закономерной линейной пространственной изменчивостью дислоцированности бассейна с северо-запада на юго-восток. Представим пространственную изменчивость дислоцированности как сумму случайной и закономерной составляющих. При увеличении закономерной составляющей распределение показателя будет отклоняться от нормального и стремиться к равномерному, что отразилось на экспериментальной кривой распределения показателя  $Kd$  бассейна. При разделении на области, наоборот, закономерная составляющая становится постоянной, а значение случайных составляющих увеличивается, и функции распределения приближаются к нормальным. Статистические расчеты согласуются с геологическими данными. Следовательно, в условиях, где имеет место пространственная изменчивость, рекомендуется всю территорию разбивать на отдельные участки (закономерная составляющая при этом фиксируется, а случайные - увеличиваются), в пределах которых распределение исследуемых признаков будет наиболее близко к нормальным законам. Это позволит методами математической статистики обосновать границы исследуемых участков.

Полученные данные распределения показателей тектонической дислоцированности в различных областях отвечают условиям центральной предельной теоремы, согласно которой возникновение нормального закона распределения связано с воздействием большого количества случайных факторов и обуслов-



лено процессом формирования дислоцированности. Известно, что на формирование тектоники Донбасса оказывали влияние: перемещения плит, геодинамические процессы в Средиземноморском поясе, заложенная система регматических разломов, климат, литолого-фациальные условия, изменчивость физико-механических свойств с глубиной и по простиранию и другие независимые случайные факторы. Величины этих случайных факторов в каждой точке изменялись непрерывно в течение всей истории развития бассейна в пространстве и времени. Это обусловило особенности формирования видов и параметров дислокаций на региональном и локальном уровнях.

Сущность предлагаемой модели заключается в том, что образование и развитие дислоцированности Донбасса, расположенного на юге Восточно-Европейской плиты, происходило непрерывно в результате геодинамических процессов. Согласно теории формирования нарушений М. В. Гзовского [10], образование дислокаций происходит непрерывно под действием вертикальных и горизонтальных усилий от пластических к разрывным, и от мелких к крупным. Вид и интенсивность усилий, под действием которых формировалась тектоника, обусловлены геодинамическими процессами в Средиземноморском поясе, расположенном на юго-востоке плиты. Известно, что положение границ плит непостоянно. Как и плиты, они находятся в постоянном движении, видоизменяются и деформируются. Следовательно, литосфера находится постоянно в напряженном состоянии. При периодической активизации конвергентных процессов возрастают давление и температура, усиливаются вертикальные движения блоков фундамента и вулканизм, изменяется напряженное состояние и газовый режим массива. Возникающие при этих условиях усилия приводят к нарушению первичного залегания (складчатости) и разрывам пластов осадочного бассейна, расположенного в теле плиты. Изменение напряженного состояния в массиве во времени близко к нормальной зависимости: на фоне существующего в теле плиты напряженного состояния оно постепенно возрастает, а затем снижается [3]. Левая ветвь - более пологая - отражает релаксацию массива во времени. Появление каждой новой оси раздвижения приводило к увеличению («всплеску») напряженного состояния в массиве. Теоретическая кривая напряженного состояния массива во времени имеет положительно асимметричное распределение и представляет собой огибающую «всплесков» напряженного состояния. Аналогичный характер должна иметь и теоретическая кривая суммарной тектонической дислоцированности. Современная дислоцированность бассейна сформировалась в результате наложения действовавших сил в пространстве и во времени. Наибольшие по величине усилия связаны с пермской субдукцией, когда, по мнению большинства исследователей [4, 5], образовалась основная дислоцированность Донбасса, а в дальнейшем происходило лишь ее усложнение. В последующие эпохи расстояние от зон субдукции до бассейна увеличивалось, величина действовавших сил и палеотемператур с юго-востока на северо-запад снижалась, что обусловило закономерную пространственную изменчивость дислоцированности в бассейне.

Экспериментальные данные распределения показателей суммарной тектонической дислоцированности бассейна и отдельных областей, отражают разви-

тие дислоцированности в регионе и согласуются с предлагаемой физико-геологической моделью формирования тектоники Донбасса [11].

Таким образом, в данной работе предложены показатели, характеризующие степень тектонической дислоцированности Донбасса, и проведен их статистический анализ, что позволило сделать следующие выводы:

– показатели тектонической дислоцированности являются случайными величинами, что позволяет применять для их анализа методы математической статистики;

– небольшие значения дисперсий выборок и несущественные расхождения между ними свидетельствуют о том, что разброс показателей по площади примерно одинаков и, следовательно, случайные ошибки, вызванные погрешностями методики расчета, незначительны и оценка признаков на площади предложенными показателями эффективна (или максимально правдоподобны);

– анализ законов распределения тектонических показателей позволил установить закономерную пространственную изменчивость бассейна и обосновать методами математической статистики на его площади выделение трех областей;

– показана необходимость учета масштабного фактора при исследовании тектонической дислоцированности;

– распределение показателей суммарной тектонической дислоцированности согласуется с физико-геологическими условиями формирования тектоники бассейна, что может свидетельствовать об их генетической связи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забигайло В.Е., Лукинов В.В., Пимоненко Л.И. и др. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений. - Киев: Наук. думка, 1994. – 145 с.
2. Забигайло В.Е., Лукинов В.В., Широков А.З. Выбросоопасность горных пород Донбасса. - Киев: Наукова думка, 1983.- 285 с.;
3. Петухов И.М., Батугина И.М. Геодинамика недр – М: Недра.-1999. –287 с.;
4. Широков А.З. Большой Донбасс.- М.: Углетехиздат, 1957. – 137 с.;
5. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР - М.: Гос. научн. - техн. изд. - во литер. по геол. и охране недр, 1963. - Том. 1 - С. 511-597.;
6. Шарапов И.П. Применение математической статистики в геологии. М.: Недра. - 1965. – 260 с.;
7. Коломенский Е.Н. Использование статистических методов при инженерно-геологическом опробовании горных пород. Автореф. на соискание ... канд. геол.- мин наук, М. 1969. - 17с.;
8. Скуридин С.А., Захаров В.И., Приймаченко В.М. О некоторых свойствах распределений признаков как характеристик геологических объектов // Допов. АН УССР. Сер. Б, 1971. - №6 - С. 515-518;
9. Терентьев Е.В. Элементарные тектонические структуры угольных бассейнов и их типизация // Тектоника угольных бассейнов и месторождений СССР - М.: Недра – 1976. - С. 71 - 93;
10. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. - М.: Наука, 1975. - 521 с.;
11. Пимоненко Л.И. Развитие Донбасса в мезозойскую эру с позиций теории тектоники плит / Деп. в ДНТБ України 22.05.98. ІГТМ України, Дніпропетровськ – 1993. - 32 с.