

ПРОСТОРОВІ КОРЕЛЯЦІЇ ПСЕФІТІВ І ПСАМІТІВ В ОСАДОВОМУ ЧОХЛІ НОВОГРАДСЬКОГО БЛОКУ (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ)

А.М. Баран

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук В.М. Загнітком)

ДП «Українська геологічна компанія», Київ, Україна,

E-mail: baranandr9@gmail.com

Кандидат геологічних наук, геолог I категорії Центру регіональних геологічних досліджень.

Методом статистичного порівняння проаналізовано валунно-галькові та піщані породи осадового чохла Українського щита на прикладі Новоградського блоку Волинського мегаблоку. Для цього розраховано ряд статистичних величин, що стосуються поширення цих осадових порід на території дослідження. Основою для їх розрахунку слугували такі первинні дані свердловин: переважаючий фракційний склад породи, товщина шару, послідовність залягання, кількість свердловин. Встановлено, що ці породи мають як додатні, так і від'ємні просторові кореляції між собою. Ці кореляції супроводжуються відмінностями у середніх потужностях порід та інших статистичних показниках. Деякі найбільш виражені кореляції можна використовувати в якості непрямих пошукових ознак при геологорозвідувальних роботах, які пов'язані з пошуками і розвідкою розсіпних корисних копалин, а також при регіональних роботах. Даний метод може слугувати новим аналітичним інструментом при проведенні цих робіт.

Ключові слова: просторові кореляції, Новоградський блок, псефіти, псаміти, свердловини, пошукові ознаки.

SPATIAL CORRELATIONS OF PSEPHITES AND PSAMMITES IN THE SEDIMENTARY COVER OF THE NOVOGRADSKIY BLOCK (THE UKRAINIAN SHIELD)

A.M. Baran

(Recommended by doctor of geological and mineralogical sciences V.M. Zagnitko)

State «Ukrainian Geological Company», Kyiv, Ukraine,

E-mail: baranandrew9@gmail.com

Candidate of geological science, geologist I category of Centre for Regional Geological Studies.

The gravel-boulder and sand strata of sedimentary section of the Ukrainian shield on example of Novograd block at Volynsky megablock have been analyzed by statistical comparison method. For this purpose, a set of statistic values concerning the expansion of these sedimentary strata in research territory has been calculated. The initial data of the well has served as the basis for their calculation: predominating fractional composition of the stratum, width of layer, sequence of bedding, number of wells. As a result, we obtained data on spatial distribution of sand strata relative to each other. It was determined that these strata have hidden both positive and negative spatial correlations between each other. They are expressed in their increased more frequent or more seldom compresence in comparison with the rates of presence beyond the fields of each other expansion, often in their substantially different average depths in the fields of their joint location and beyond them, as well as in other statistic figures. It is shown that some sedimentary strata mainly occupy higher or lower position in section relatively to other stratum. Some most expressed correlations may be used as indirect searching signs during geological survey works connected with search and survey of loose mineral deposits as well as in the regional works. The following signs have been determined for research territory. This method enables to forecast with quite high probability some special features of geological structure of the crystal shield surface; it is cost effective and may serve as a new analytical tool during these works.

Key words: spatial correlations, the Novogradskyi block, psephites, psammites, wells, trends, probability.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ПСЕФИТОВ И ПСАММИТОВ В ОСАДОЧНОМ ЧЕХЛЕ НОВОГРАДСКОГО БЛОКА (УКРАИНСКИЙ ЩИТ)

А.Н. Баран

(Рекомендовано д-ром геол.-минерал. наук В.Н. Загнитко)

ГП «Украинская геологическая компания», Киев, Украина,

E-mail: baranandrew9@gmail.com

Кандидат геологических наук, геолог I категории Центра региональных геологических исследований.

Методом статистического сравнения проанализованы валунно-галечные и песчаные породы осадочного чехла Украинского щита на примере Новоградского блока Волинского мегаблока. Для этого рассчитан ряд статистических показателей, которые касаются распространения этих осадочных пород на территории исследования. Основой для их расчета послужили такие первичные данные скважин: преобладающий фракционный состав породы, мощность слоя, последовательность залегания, количество скважин. Установлено, что эти породы имеют как положительные, так и отрицательные пространственные корреляции между собой. Эти корреляции сопровождаются отличиями в средних мощностях пород и других статистических показателях. Некоторые наиболее выраженные корреляции можно использовать в качестве не прямых поисковых признаков при геологоразведочных работах, которые могут быть связаны с поисками и разведкой россыпных полезных ископаемых, а также при региональных работах. Данный метод может служить новым аналитическим инструментом при этих работах.

Ключевые слова: пространственные корреляции, Новоградский блок, псефиты, псаммиты, скважины, поисковые признаки.

Вступ

Поверхневі відклади Новоградського блоку, як і всього Волинського мегаблоку, найбільш ретельно досліджено протягом останніх десятиліть переважно на підставі геологозйомочних, тематичних, різноманітних пошукових і розвідувальних робіт. Вивчено значну кількість родовищ і проявів корисних копалин, а також мінералогічних аномалій в осадовому чохла на цій території, значною мірою досліджено мінеральний склад осадових порід, їх фізичні властивості і поширення. Виконано стратифікацію порід, створено комплекти карт четвертинних і дочетвертинних відкладів. Останньою роботою, яка найбільш повно узагальнила всі попередні дослідження, є праця [Мазур та ін., 2013]. Незважаючи на це, залишається дуже проблематичним прогнозування геологічної будови осадового чохла, причому не тільки на поверхні Новоградського блоку II порядку, але й усього Українського щита (УЩ). Як і раніше, геолог практично завжди не може передбачити розташований під ним осадовий розріз. На теперішній час єдиними інструментами для прогнозування будови осадового чохла щита є геофізичні методи. Невелика потужність осадового покриву ускладнює застосування сейсмічних методів, але досить ефективною виступає електророзвідка. Незважаючи на те, що останнім часом

з'явилося досить мобільне обладнання для їх виконання, ці методи залишаються досить витратними і не завжди достатньо ефективними.

У даному дослідженні запропоновано новий статистичний підхід до вивчення піщаних порід. Він дозволяє не тільки прогнозувати зі значним ступенем імовірності деякі риси геологічної будови осадового покриву, але й досліджувати літологічні тенденції та закономірності, що проявляються при утворенні цих порід. Якщо раніше геолог при бурінні свердловин на УЩ при дослідженні осадового чохла здебільшого був лише спостерігачем і виконував описові функції, то із застосуванням цього методу у нього з'являється певний аналітичний інструмент.

Автору невідомі приклади застосування статистичних методів при вивченні осадових порід Українського та інших щитів. У роботі [Баран, 2016] було розпочато статистичний аналіз осадового чохла Новоградського блоку Волинського мегаблоку УЩ. Було використано кореляційний метод Пірсона. За його допомогою виділено кілька груп кореляційних залежностей, одна з яких об'єднала кореляційні залежності, які дотепер передбачити було важко або неможливо.

У праці [Баран, 2016] за допомогою статистичного аналізу було запропоновано новий підхід до вивчення осадових порід на прикладі пеліт-алевритових порід осадового чохла Ново-

градського блоку Волинського мегаблоку УЩ. Було встановлено просторові кореляції цих порід між собою та іншими породами. Вони дають змогу з досить високою імовірністю прогнозувати деякі риси геологічної будови осадового чохла, а деякі з них можуть слугувати пошуковими ознаками при геологорозвідувальних роботах. Дане дослідження є його продовженням і спробою на основі статистичного аналізу дослідити просторові кореляції різновидів псефітів і псамітів на тій же території. Існуючі кореляційні залежності цих порід з пеліт-алевритовими породами є дуже близькими до вже розглянутих у роботі [Баран, 2016]. Тому в даному дослідженні показані тільки ті кореляційні залежності, які існують між різновидами псамітів і псефітів.

У цій роботі розглянуто нестратифіковані осадові породи. Це обумовлено тим, що на тих чи інших етапах їх дослідження більшою або меншою мірою фахівці мають справу, зокрема, з нестратифікованим осадовим чохлом. Варто зазначити, що знання тенденцій і закономірностей, притаманних, загалом, осадовому чохлу, в той чи інший час може бути важливим для практичної геології. Наявність просторових кореляцій між породами в такому осадовому чохлі вказує на важливість подальших досліджень уже стратифікованих осадових порід з використанням запропонованого підходу. Збільшення тісноти просторових кореляцій від нестратифікованих до стратифікованих порід може вказувати на їх не випадковість.

Методологія дослідження

Для проведення дослідження обрано Новоград-Волинську морфоструктуру III порядку [Мазур та ін., 2013] в межах шести аркушів масштабу 1:50 000 (М-35-43-Б,Г; -44-А,Б,В,Г), контур яких виділено на рис. 1. Вона охоплює 90% їх території. Ця морфоструктура відповідає Новоград-Волинській водно-льодовиковій зденудованій хвилястій слабо розчленованій рівнині і розташована у межах Новоградського блоку Волинського мегаблоку УЩ, який виділено в [Тектонічна..., 2007]. Відповідно до геоморфологічного районування [Мазур та ін., 2013], вона є частиною Поліської морфоструктури II порядку, яка, у свою чергу, є складовою Центральноукраїнської рівнинно-платформної морфоструктури I порядку.

Відслонення кристалічних порід займають незначну площу території дослідження. Рельєф денної поверхні значною мірою наслідують рельєф

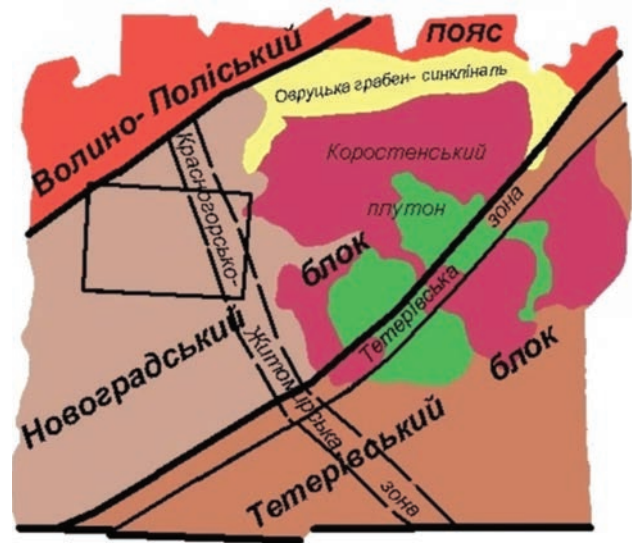


Рис. 1. Оглядова карта Волинського мегаблоку за [Тектонічна..., 2007]

Fig. 1. Overview map of the Volyn megablock of the according to [Тектонічна..., 2007]

кристалічного фундаменту. Середня потужність осадового чохла становить 9,7 м. Максимальна потужність сягає 50,7 м, в місцях відслонень кристалічних порід, які займають незначну територію, чохол відсутній. Він представлений відкладами четвертинної, неогенової і палеогенової систем. Характеризується дуже значною фаціальною мінливістю як по латералі, так і по вертикалі. Палеогенові відклади, як правило, заповнюють западини у кристалічному фундаменті, через що мають локальне поширення. Неогенові відклади розповсюджені значно більше, вони зі стратиграфічною і кутовою незгідностями залягають на породах кристалічного фундаменту, рідше палеогенових відкладах. На денну поверхню виходять тільки у поодиноких випадках. Четвертинні відклади поширені майже повсюдно, відсутні лише на найбільш еродованих вододілах і деяких ділянках річок. Вони залягають на різних гіпсометричних рівнях і покривають всі більш давні утворення [Мазур та ін., 2010; Баран, 2016].

У вибірку для дослідження увійшли свердловини виключно колонкового буріння, оскільки найбільш об'єктивно представляють фракційний склад осадового чохла. Вони були пробурені при геологознімальних роботах масштабів 1:200 000 [Бухарев и др., 1960], 1:50 000 [Лабунный и др., 1988; Глухов и др., 1989], геологічному довивченні площі масштабу 1:200 000 [Мазур та ін., 2010], а також пошукових роботах

[Гейко та ін., 2011]. Загальна кількість свердловин становить 649. Точність виділення шарів осадових порід в описах свердловин переважно сягає 0,1 м; тому прошарки порід менше зазначеної потужності у статистику не включено. Для аналізу просторових тенденцій у будові осадових порід застосовано статистичний аналіз.

Псефіти і псаміти за поширенням на території дослідження утворюють такий ряд (кількість свердловин): піски дрібнозернисті (327), дрібно-середньозернисті (203), середньозернисті (111), різнозернисті (97), тонко-дрібнозернисті (65), середньо-крупнозернисті (33), пісковики (18), піски крупнозернисті (16), валунно-галькові горизонти (14). Присутні також піски крупно-грубозернисті, грубозернисті та піски без зазначення переважаючої фракції. Ці породи не розглядаються, оскільки кількість їх проявів не досягає навіть 5 або через невизначеність їх фракційного складу. До псефітів умовно віднесено валунно-галечні горизонти, до псамітів – піски від тонко-дрібнозернистих до крупнозернистих, а також різнозернисті та пісковики. До різновиду тонко-дрібнозернистих пісків належать також дрібно-тонкозернисті піски, до дрібно-середньозернистих – середньо-дрібнозернисті, до середньо-крупнозернистих – крупно-середньозернисті.

У наведених нижче табл. 1-5 представлено найважливіші статистичні дані для встановлення просторових кореляцій між псефітами і псамітами. За реперну породу в статистичному

аналізі даного дослідження приймається порода, відносно якої проводиться аналіз інших порід. Для статистичного аналізу використано ті ж самі величини, що і в роботі [Баран, 2016]:

– Кількість свердловин з породою, в якій також трапляється, щонайменше, один шар реперної породи (КСзрп).

– Кількість свердловин з породою поза поширенням реперної породи (КСбрп).

– Відсоток свердловин з породою, що розглядається, у полі поширення реперної породи від загальної кількості свердловин з цією породою на даній території (ВСпрп), який визначається (%) за формулою:

$$ВСпрп = (Nпрп / Nзкп) \times 100,$$

де $Nпрп$ – кількість свердловин, у яких трапляється асоціація породи з реперною породою; $Nзкп$ – загальна кількість свердловин на території дослідження з породою, що розглядається. Ця величина, в разі її підвищених значень, допомагає встановлювати чи підтверджувати більш тісну додатну кореляцію між породами та, іноді, виокремлювати пошукові ознаки.

– Частка від загальної кількості свердловин із породою, що розглядається, та кількості свердловин з цією породою у полі реперної породи (Чвк) розраховується так:

$$Чвк = Nзкп / Nпрп.$$

Якщо ця величина у 1,5 раза і більше перевищує значення частки між загальною кількістю свердловин на території дослідження (649) і

Таблиця 1. Просторові кореляції пісків тонко-дрібнозернистих з псефітами і псамітами

Table 1. Spatial correlations of the very fine-grained and fine-grained sands with psephites and psammites

Назва порід	Пісок					Валунно-гальковий горизонт	Пісовик
	д/з	д-с/з	с/з	с-к/з	р/з		
КСзрп	31	25	10	7	14	1	6
КСбрп	296	179	101	26	83	13	12
ВСпрп	9,5	12,3	9,0	21,2	14,4	7,1	33,3
Чвк	10,5	8,2	11,1	4,7	6,9	14,0	3,0
ЧПзрп	47,7	38,5	15,4	10,8	21,5	1,5	9,2
ЧПбрп	50,7	30,7	17,3	4,5	14,2	2,2	2,1
Чвч	-1,1	1,3	-1,1	2,4	1,5	-1,4	4,5
СПзрп	4,48	3,10	1,25	2,48	4,34	0,80	2,77
СПбрп	5,11	5,22	5,53	3,08	4,62	1,18	1,27
Чвп	-1,1	-1,7	-4,4	-1,2	-1,1	-1,5	2,2

Таблиця 2. Просторові кореляції пісків дрібнозернистих з псефітами і псамітами

Table 2. Spatial correlations of the fine-grained sands with psephites and psammities

Назва порід	Пісок						Валунно-гальковий горизонт	Пісковик
	т-д/з	д-с/з	с/з	с-к/з	к/з	р/з		
КСзрп	32	73	76	16	10	45	8	13
КСбрп	34	131	35	17	6	52	6	5
ВСпрп	48,5	35,8	68,5	48,5	62,5	46,4	57,1	72,2
Чвк	2,1	2,8	1,5	2,1	1,6	2,2	1,8	1,4
ЧПзрп	9,8	22,3	23,2	4,9	3,1	13,8	2,4	4,0
ЧПбрп	10,6	40,7	10,9	5,3	1,9	16,1	1,9	1,6
Чвч	-1,1	-1,8	2,1	-1,1	1,6	-1,2	1,3	2,6
СПзрп	2,41	3,37	5,33	3,01	2,01	4,00	1,23	1,68
СПбрп	3,04	5,85	4,74	2,91	2,86	5,09	1,05	2,00
Чвп	-1,3	-1,7	1,1	1,0	-1,4	-1,3	1,2	-1,2

Таблиця 3. Просторові кореляції пісків дрібно-середньозернистих з псефітами і псамітами

Table 3. Spatial correlation of the fine-grained and middle-grained sands with psephites and psammities

Назва порід	Пісок				Валунно-гальковий горизонт	Пісковик
	с/з	с-к/з	к/з	р/з		
КСзрп	29	11	8	32	5	8
КСбрп	82	22	8	65	9	10
ВСпрп	26,1	33,3	50,0	33,0	35,7	44,4
Чвк	3,8	3,0	2,0	3,0	2,8	2,3
ЧПзрп	14,3	5,4	3,9	15,8	2,5	3,9
ЧПбрп	18,4	4,9	1,8	14,6	2,0	2,2
Чвч	-1,3	1,1	2,2	1,1	1,2	1,8
СПзрп	3,12	3,01	1,67	3,51	1,10	2,06
СПбрп	5,86	2,93	2,99	5,11	1,18	1,53
Чвп	-1,9	1,0	-1,8	-1,5	-1,1	1,3

кількістю свердловин із реперною породою, то це вказує на наявність від'ємної просторової кореляції між породами, що порівнюються.

– Частота присутності породи у полях поширення реперної породи (ЧПзрп) обчислюється (%) за формулою:

$$\text{ЧПзрп} = (\text{Нпрп} / \text{Нзкрп}) \times 100,$$

де Нзкрп – загальна кількість проявів (свердловин) реперної породи.

Таблиця 4. Просторові кореляції пісків середньозернистих з псамітами

Table 4. Spatial correlation of the middle-grained sands with psammities

Назва порід	Пісок			Пісковик
	с-к/з	к/з	р/з	
КСзрп	9	1	14	2
КСбрп	24	15	83	16
ВСпрп	27,3	6,3	14,4	11,1
Чвк	3,7	16,0	6,9	9,0
ЧПзрп	8,1	0,9	12,6	1,8
ЧПбрп	4,5	2,8	15,4	3,0
Чвч	1,8	-3,1	-1,2	-1,7
СПзрп	1,24	1,00	3,83	1,10
СПбрп	3,60	2,42	4,71	1,85
Чвп	-2,9	-2,4	-1,2	-1,7

Таблиця 5. Просторові кореляції пісків різнозернистих з псефітами і псамітами

Table 5. Spatial correlations of the various grained sands with psephites and psammities

Назва порід	Пісок		Валунно-гальковий горизонт	Пісковик
	с-к/з	к/з		
КСзрп	6	1	0	5
КСбрп	27	15	14	13
ВСпрп	18,2	6,3	0	27,8
Чвк	5,5	16,0	0	3,6
ЧПзрп	6,2	1,0	0	5,2
ЧПбрп	4,9	2,7	2,5	2,4
Чвч	1,3	-2,6	0	2,2
СПзрп	1,95	2,80	0	1,30
СПбрп	3,18	2,30	1,15	1,95
Чвп	-1,6	1,2	0	-1,5

– Частота присутності породи поза полями поширення реперної породи (ЧПбрп) вираховується (%) так:

$$\text{ЧПбрп} = (\text{Нбрп} / \text{Нзбрп}) \times 100,$$

де Нбрп – кількість проявів (свердловин) породи, в яких не трапляється реперна порода; Нзбрп – загальна кількість свердловин на території дослідження, в яких не присутня реперна порода.

– Частка (Чвч) від зазначених вище частот присутності; якщо значення другої частоти (ЧПбрп) перевищує значення першої (ЧПзрп), то у табл. 1-5 частка зі знаком “–”, а просторова кореляція між породами в такому разі від’ємна.

– Середня потужність (м) породи у полях поширення реперної породи (СПзрп).

– Середня потужність (м) породи поза полями поширення реперної породи (СПбрп).

– Частка (Чвп) від зазначених вище середніх потужностей; якщо значення другої середньої потужності (СПбрп) перевищує значення першої (СПзрп), то у табл. 1-5 частка зі знаком “–”, а кореляція між потужностями в такому разі від’ємна.

Для отримання більш коректних результатів із табл. 1-5 виключено породи, присутність яких з реперною породою становила менше 5. Винятком були ті випадки, коли значення Чвк було більшим від частки між загальною кількістю свердловин на території дослідження і кількістю свердловин з реперною породою, оскільки просторове порівняння двох порід у такому разі є статистично коректним. За слабку додатну чи від’ємну просторову кореляцію прийнято частку від частот присутності (Чвч), незалежно від її знаку, від 1,5 до 1,9, посилену – від 2,0 до 2,9, тісну (сильну) – 3 і більше. Те ж саме стосується часток від середніх потужностей порід (Чвп). Якщо значення частки менше 1,5, то кореляція відсутня [Баран, 2016].

Обговорення результатів

У табл. 1 реперною породою слугує пісок тонко-дрібнозернистий. Він проявляє тісну позитивну кореляцію з пісковиками – ці породи у 4,5 раза частіше трапляються у полях тонко-дрібнозернистих пісків, ніж поза ними. Половина проявів пісковиків розташована у полях цих пісків, хоча вони займають лише 10% території дослідження. Істотна також відмінність у середніх потужностях пісковиків у полях тонко-дрібнозернистих пісків – відповідно 2,77 і 1,27 м. Частка від цих чисел становить 2,2. Середня потужність пісковиків сягає 1,77 м. У 13 проявах з 18 потужність їх менша ніж 1,77. 10 проявів з цих 13 розташовано поза полями тонко-дрібнозернистих пісків, що дорівнює 77%. 60% проявів пісковиків з потужністю понад 1,77 м розташовано у полях цих пісків. З шести проявів взаємної присутності пісковиків з тонко-дрібнозернистими пісками 5 разів піски залягають вище пісковиків (83% випадків).

З пісками середньо-крупнозернистими тонко-дрібнозернисті піски проявляють посилену позитивну кореляцію (Чвч – 2,4) і слабку з пісками різнозернистими (Чвч – 1,5). Відмінності у середніх потужностях цих пісків у полях тонко-дрібнозернистих пісків і поза ними неістотні, що не дозволяє підвищити імовірність цих тенденцій. Але тільки у трьох випадках (св. 120, 133, 153-1) [Гейко та ін., 2011] з 14 спільних проявів (21%) вище тонко-дрібнозернистих пісків у розрізі трапляються піски різнозернисті.

Дуже значною є різниця у середніх потужностях середньозернистих пісків у полях поширення тонко-дрібнозернистих пісків і поза ними – відповідно 1,25 і 5,53 м. Частка між цими значеннями становить -4,4. У семи випадках з 10 (70%) взаємної присутності цих пісків тонко-дрібнозернисті піски розташовані частково або повністю вище по розрізу. Тобто імовірність присутності тонко-дрібнозернистих пісків під середньозернистими є досить низькою. В асоціації з пісками тонко-дрібнозернистими, а отже і під ними, ніколи не трапляються середньозернисті піски потужністю понад 5,53 і навіть 3,0 м. Поза полями поширення тонко-дрібнозернистих пісків імовірність того, що їх потужність буде меншою, ніж 1,25 м, сягає лише 14%.

Піски дрібнозернисті проявляють підвищену позитивну кореляцію з пісковиками і середньозернистими пісками та слабку з крупнозернистими пісками (табл. 2), оскільки частота присутності цих порід у полях поширення дрібнозернистих пісків відповідно у 2,6, 2,1 і 1,6 рази більша, ніж поза полями їх поширення. Істотним є відсоток свердловин з пісковиками, пісками середньо- і крупнозернистими у полях поширення дрібнозернистих пісків від загальної кількості свердловин із цими породами – відповідно 72,2, 68,5 і 62,5%. Характерно, що ці породи здебільшого залягають нижче дрібнозернистих пісків (рис. 2). Для середньозернистих пісків це 76,3% свердловин, крупнозернистих – 80,0%, пісковиків – 84,6%. Якщо для пісковиків це характерно, оскільки вони переважно трапляються в нижній частині палеогенових і неогенових відкладів, то нижче залягання середньо- і крупнозернистих пісків вказує на певну диференційованість щонайменше деяких різновидів пісків у розрізах. Відмінності у середніх потужностях цих порід у полях поширення дрібнозернистих пісків і поза ними є не істотними. Коли дрібнозернисті піски залягають

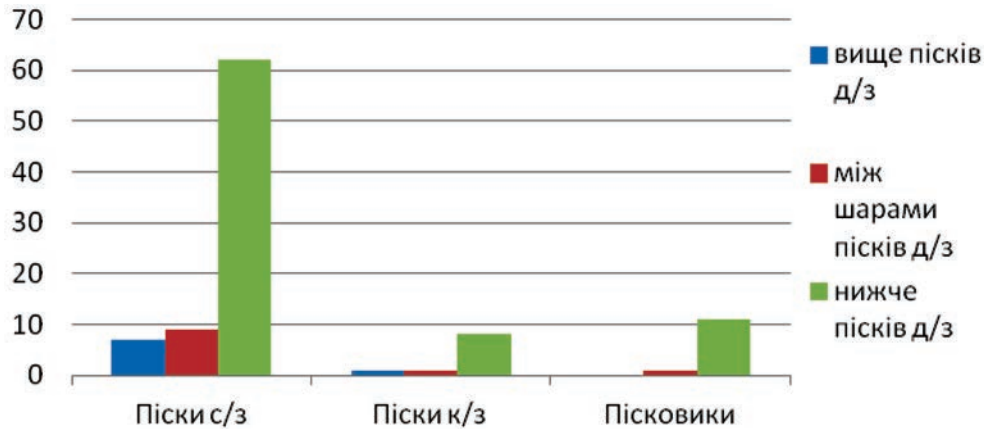


Рис. 2. Залягання пісків середньо-, крупнозернистих і пісковиків у розрізі відносно пісків дрібнозернистих у кількостях свердловин

Fig. 2. Bedding of the middle-grained, coarse-grained sands and sandstones in section relatively to the fine-grained sands in number of the wells

вище, то з імовірністю 68% середньозерністі піски, 30% крупнозерністі і 15% пісковики матимуть більшу від них потужність.

Вказані вище тенденції у співзаляганні дрібно- і середньозернистих пісків зростають, коли ці дві породи контактують. В такому разі середньозерністі піски залягають нижче у 82% (45 з 55) випадків проти 76% загалом і у 73% (40 з 55) випадків мають більшу потужність проти 68%. Це вказує чи може вказувати на існування такого правила: *якщо тіснота просторових кореляційних залежностей між двома породами при їх контактуванні зростає, то такі залежності не є випадковими, а відображають існуючі закони (правила) розподілу фракцій при утворенні осадових порід.*

Слабку від'ємну просторову кореляцію з дрібнозернистими пісками проявляють піски дрібно-середньозерністі – частота присутності цих порід у полях поширення дрібнозернистих пісків в 1,8 раза менша, ніж поза ними (табл. 2). Це супроводжується від'ємною кореляцією у середніх потужностях (Чвп – -1,7); так, середня потужність дрібно-середньозернистих пісків у полях поширення дрібнозернистих пісків становить 3,37 м, тоді як поза ними – 5,85 м. Дрібно-середньозерністі піски мають меншу потужність, порівняно з реперними, у 33 спільних проявах, у 39 мають більшу потужність та у двох – однакову. Для пісків з від'ємною кореляцією характерно те, що дрібно-середньозерністі піски, як правило, при потужності дрібнозернистих понад 3,2 м мають меншу, порівняно з ними, потужність – 22 прояви з 26 (84,6%) і залягають нижче них – 20 проявів з 26 (76,9%). Коли ці дві

породи контактують, ця тенденція зростає – 14 проявів з 15 (93,3%); коли дрібно-середньозерністі мають меншу потужність або залишається приблизно на тому рівні – 11 проявів з 15 (73,3%) при відносно нижчому їх заляганні. Тобто, з імовірністю 93,3% в процесі буріння свердловин можна якісно оцінювати потужність нижчезалягаючої породи з цих двох порід, коли вони контактують при умові, що потужність дрібнозернистого піску понад 3,2 м.

При потужності дрібнозернистих пісків менше 3,2 м дрібно-середньозерністі піски, які з ними присутні, мають більшу, порівняно з ними, потужність – у 36 проявів з 48 (75%) і залягають нижче – тільки у 28 проявах з 48 (58,3%). Коли ці дві породи контактують, вказані тенденції зростають – 20 проявів з 24 (83,3%), коли дрібно-середньозерністі піски мають більшу потужність, і 16 проявів з 25 (64%) при відносно нижчому їх заляганні. Тобто, з імовірністю 83,3% в процесі буріння свердловин можна якісно оцінювати потужність нижчезалягаючої породи з цих двох порід, коли вони контактують, при умові, що потужність дрібнозернистого піску менше 3,2 м.

У табл. 3 реперною породою слугує пісок дрібно-середньозернистий. З таблиці виключені піски тонко-дрібнозерністі та дрібнозерністі, оскільки вони вже розглянуті вище. Найбільш тісну просторову кореляцію з ними проявляють піски крупнозерністі (Чвч – 2,2), слабку пісковики (Чвч – 1,8). Частота присутності цих порід у свердловинах разом з пісками дрібно-середньозернистими (ЧПЗрп) становить в обох випадках 3,9%, а без них 1,8 і 2,2%. Половина (50%)

всіх проявів пісків крупнозернистих і 44% пісковиків розташована у полях поширення пісків дрібно-середньозернистих, хоча останні займають лише 31,3% території дослідження. Причому піски крупнозернисті практично завжди залягають нижче реперної породи – в семи з восьми проявів (87,5%) нижче і в одному прояві вище і нижче (12,5%). Пісковики у шести випадках з восьми (75,0%) мають меншу потужність, ніж піски дрібно-середньозернисті.

Для пісків крупнозернистих також характерна слабка від'ємна кореляція у середніх потужностях цих порід у полі реперної породи (СПЗрп – 1,67) і поза ними (СПбрп – 2,99). Частка між цими двома значеннями становить -1,8. При взаємному прояві цих двох різновидів пісків досить низькою є імовірність того, що піски крупнозернисті матимуть потужність понад 2,99 м – це один прояв з восьми (св. 143) [Гейко, 2011], що становить 12,5%, і помірну потужність (1,67-2,99 м) – це два прояви з восьми (св. 119, 354) [Гейко, 2011; Лабузний, 1988], що дорівнює 25,0%.

З пісками середньозернистими проявляють тісну від'ємну кореляцію піски крупнозернисті – частота їх присутності у полях поширення середньозернистих пісків становить 0,9%, тоді як поза ними – 2,8% (табл. 4). Частка між цими величинами (Чвч) становить -3,1. У полях середньозернистих пісків трапляється тільки 6,3% проявів крупнозернистих пісків, тоді як площа поширення середньозернистих пісків сягає 17,1%. Для з'ясування причини такої тісної від'ємної просторової кореляції між цими породами необхідне подальше дослідження тенденцій поширення цих порід як на території дослідження, так і в межах інших морфоструктур на УЩ. Також значна відмінність у середніх потужностях крупнозернистих пісків у полях поширення пісків середньозернистих (1,00 м) і поза ними (2,42 м). Хоча зафіксовано тільки один спільний прояв вказаних порід. Це, хоч і опосередковано, але підтверджує деякий антагонізм у їх поширенні.

Також від'ємну, але слабку просторову кореляцію з середньозернистими пісками проявляють пісковики (Чвч становить -1,7). У полях поширення середньозернистих пісків розташовано 9% проявів пісковиків, у той час як площа поширення середньозернистих пісків становить 17,1%. Слабка відмінність і в середніх потужностях пісковиків – вона сягає 1,10 м у полях поширення реперної породи та 1,85 м поза ними (Чвп дорівнює -1,7).

Слабку додатну просторову кореляцію з пісками середньозернистими проявляють піски середньо-крупнозернисті (Чвч становить 1,8). Значна відмінність у середній потужності цих пісків у полях поширення реперної породи (СПЗрп дорівнює 1,24) і поза ними (СПбрп сягає 3,60). Частка між цими величинами дорівнює -2,9. Крім того, ці дві породи рідко контактують – лише у двох проявах з дев'яти (22,2%) спільних проявів, причому в одному з цих двох проявів наявні три шари середньозернистих пісків і тільки один з них контактує з середньо-крупнозернистими пісками. Тільки по одному спільному прояву з дев'яти (по 11%) потужність середньо-крупнозернистих пісків перевищує 3,60 м або є помірною в межах 1,24-3,60 м та в семи проявах (78%) є нижчою 1,24 м. Поза полями поширення середньозернистих пісків імовірність того, що присутні середньо-крупнозернисті піски будуть малопотужними становить лише 17%.

Кореляції середньозернистих пісків з тонко-дрібнозернистими, дрібно- і дрібно-середньозернистими показані у табл. 1-3. Порівняння середньозернистих пісків з валунно-галечними горизонтами у даному випадку є статистично не коректним, оскільки величина Чвч є меншою, ніж 5,8 (становить 4,7) – у стільки разів свердловин з середньозернистими пісками менше від загальної кількості проаналізованих свердловин на території дослідження (649). Тому цей горизонт виключено з табл. 5 і порівняння з ним не проведено.

Просторова кореляція між пісками різнозернистими і середньо-крупнозернистими відсутня (табл. 5), але останні піски мають суттєво меншу середню потужність у полях поширення різнозернистих пісків (1,95 м), ніж поза ними (3,18 м). З шести спільних проявів цих порід середньо-крупнозернисті піски тільки в одному випадку мають потужність понад 3,18 м (вірогідність взаємної присутності 16,7%), а також в одному випадку помірну потужність – від 1,95 до 3,18 м (вірогідність взаємної присутності 16,7%).

Найбільш грубоуламкові породи території дослідження – крупнозернисті піски і валунно-галькові горизонти – негативно корелюють з різнозернистими пісками. Так, валунно-галькові горизонти жодного разу не трапляються у полях поширення різнозернистих пісків, а крупнозернисті піски – тільки один раз. Частота їх присутності поза полями поширення різнозернистих пісків у 2,6 раза перевищує частоту їх присутності у полях цих пісків.

Пісковики проявляють додатну посилену просторову кореляцію з різнозернистими пісками – частота їх присутності у полях поширення різнозернистих пісків більше ніж у 2 рази перевищує значення частоти їх присутності поза полями цих пісків (Чвч сягає 2,2). Слабка, але від’ємна відмінність у середніх потужностях пісковиків – у полях різнозернистих пісків вона становить 1,30 м, а поза ними – 1,95 м (Чвп -1,5). Тільки один раз із п’яти спільних проявів (20,0%) потужність пісковиків перевищує 1,30 м, і це єдиний випадок (св. 203) [Гейко, 2011], коли пісковики залягають виключно вище різнозернистих пісків.

Решта значень, що можуть відображати наявність чи відсутність імовірних кореляцій між псамітами і псефітами на території дослідження, які не показані у табл. 1-5, є статистично не коректними через малу поширеність однієї з порід, тому в даній роботі не розглядаються.

Таким чином, на основі статистичного аналізу пухкого чохла встановлено такі просторові кореляції між породами, а також тенденції, за допомогою яких можна з досить високою імовірністю прогнозувати деякі риси геологічної будови поверхні Новоградського блоку на території дослідження:

1. Піски тонко-дрібнозернисті тісно додатно просторово корелюють із пісковиками та у 83% випадків їх спільних проявів залягають вище них. Додатно посилено корелюють з середньо-крупнозернистими і слабо – з різнозернистими пісками.

Якщо вище пісковиків не траплялися тонко-дрібнозернисті піски, то з імовірністю 77% їх потужність не перевищить 1,77 м. Імовірність присутності тонко-дрібнозернистих пісків під середньозернистими становить 30%. Якщо під тонко-дрібнозернистими пісками трапляються середньозернисті, то потужність останніх ніколи не перевищить 5,53 м, хоча їх середня потужність на території дослідження сягає 5,14 м. Поза полями поширення тонко-дрібнозернистих пісків потужність середньозернистих, найімовірніше, 86%, буде вищою 1,25 м. Різнозернисті піски траплятимуться першими у розрізі з імовірністю 21%. Ці тенденції можуть відігравати роль пошукових ознак при геологорозвідувальних роботах.

2. Піски дрібнозернисті додатно посилено корелюють із пісковиками, пісками середньозернистими і слабо – з крупнозернистими пісками.

З імовірністю 85%, 76%, 80%, відповідно, ці породи залягатимуть нижче дрібнозернистих пісків у спільних з ними проявах і з імовірністю 70% для крупнозернистих пісків і 85% для пісковиків, при цьому матимуть меншу від них потужність.

При контактуванні дрібно- і середньозернистих пісків останні матимуть більшу потужність у 73% випадків і залягатимуть нижче дрібнозернистих з імовірністю 82%.

Від’ємно слабо дрібнозернисті піски просторово корелюють з дрібно-середньозернистими пісками. У проявах, коли потужність дрібнозернистих пісків понад 3,2 м, дрібно-середньозернисті піски здебільшого (77%) залягають нижче них і мають меншу, порівняно з ними, потужність (85%). При контактуванні порід остання тенденція зростає до 93%. У проявах, коли потужність дрібнозернистих пісків менше 3,2 м, дрібно-середньозернисті піски з імовірністю 75% матимуть більшу, порівняно з ними, потужність. При контактуванні порід ця тенденція зростає до 83%.

3. Піски дрібно-середньозернисті додатно посилено корелюють з пісками крупнозернистими і слабо – з пісковиками. При цьому піски крупнозернисті у 88% випадків залягають нижче дрібно-середньозернистих пісків, а пісковики у 75% випадків мають меншу від них потужність. При взаємному прояві вказаних різновидів пісків імовірність того, що потужність крупнозернистих перевищить 2,99 м, становить лише 13%.

4. Піски середньозернисті від’ємно тісно корелюють з пісками крупнозернистими і слабо – з пісковиками. Це супроводжується також від’ємними кореляціями у середніх потужностях у полях поширення цих порід. Додатно слабо середньозернисті піски корелюють із пісками середньо-крупнозернистими.

Імовірність того, що потужність середньо-крупнозернистих пісків у полях поширення середньозернистих перевищить 3,60 м становить 11%, перевищить 1,24 м – 22% і буде меншою 1,24 м поза полями середньозернистих пісків – 17%.

5. Піски різнозернисті від’ємно посилено корелюють із пісками крупнозернистими і валунно-гальковими горизонтами. Додатно посилено корелюють із пісковиками.

У спільних з різнозернистими пісками проявах потужність пісковиків понад 1,30 м є малоімовірною (20%). Вірогідність того, що

потужність середньо-крупнозернистих пісків у полях поширення різнозернистих пісків буде більшою, ніж 3,18 м, також є низькою і дорівнює 17%.

Вказані тенденції можуть слугувати пошуковими ознаками при пошуках і розвідці будівельних матеріалів, розсипищ, мінералів-супутників тих чи інших корисних копалин.

Висновки

Запропонований метод статистичного аналізу дає змогу виявляти певні просторові тенденції, що існують серед піщаних і валунно-галькових порід осадового чохла УЩ. Ці тенденції проявляються в наявності як додатних, так і від'ємних просторових кореляцій між цими породами. Вони виражаються у значно частішій чи, навпаки, рідшій присутності порід у полях поширення одна одної і поза ними, а також часто в істотно різних їх середніх потужностях у цих полях і поза ними. Ці характеристики у поєднанні з такими величинами, як відсоток свердловин з породою, що розглядається, у полі поширення реперної породи від загальної кількості свердловин з цією породою на даній території та часткою від загальної кількості свердловин з породою та їх кількості у полі реперної породи, у

деяких випадках можуть бути високоймовірними прогнозними ознаками певних рис геологічної будови осадового чохла. На прикладі кореляцій дрібно- і середньозернистих пісків показано, що при контактуванні двох порід загальні тенденції можуть зростати, що вказує на невідповідну їм природу. Виявлені непрямі пошукові ознаки, принаймні теоретично, можуть бути застосовані у геологорозвідувальній практиці на даній чи інших територіях УЩ, що включає як пошукові і розвідувальні роботи на ті чи інші корисні копалини, так і регіональні роботи. Таким чином, досить прості процедури статистичного аналізу без витратних польових геофізичних досліджень дозволяють прогнозувати деякі риси будови піщаних порід осадового чохла УЩ. Для виявлення природи існуючих кореляцій необхідні подальші їх дослідження на території УЩ. Перспективними є подальші розвідки статистичних тенденцій вже стратифікованих осадових порід.

Автор щиро вдячний за надані поради, консультації, висловлені зауваження д-ру геол.-мінерал. наук В.М. Загнітку, а також консультації з окремих питань пров. геофізику В.В. Дроздецькому, гол. геофізику Л.М. Шимківу, д-ру геогр. наук В.П. Палієнко.

Список літератури / References

1. **Александров Г.В.** Гипсометрический анализ в металлогении. Ленинград: Недра, 1990. 184 с.

Alexandrov G.V., 1990. Area-altitude analysis in metallogeny. Leningrad, Nedra, 184 p. (in Russian).

2. **Баран А.М.** Кореляційний аналіз осадових порід поверхні Новоградського блоку (Волинський мегаблок УЩ). *Вісн. Київ. ун-ту. Геологія*. 2016. № 75. С. 13-20.

Baran A.M., 2016. Correlation analysis of sedimentary rocks of Novohrad block surface (Volyn megablock of the Ukrainian shield). *Visnyk Kyivskogo Universitetu. Geologia*, № 75, p. 13-20 (in Ukrainian).

3. **Баран А.М.** Просторові кореляції пеліт-алевритових порід в осадовому чохлі Новоградського блоку (Волинський мегаблок УЩ). *Геодинаміка*. 2016. Т. 21, № 2. С.57-70

Baran A.M., 2016. Spatial correlations of pelite silt rocks in the sedimentary cover of the Novogradskiy block (Volyn megablock of the Ukrainian shield). *Geodynamika*, vol. 21, № 2. p. 57-70 (in Ukrainian).

4. **Бухарев В.П., Завистовский Р.И., Винокурова А.П., Шевцов А.К., Святец А.Л.** Геологическая карта СССР, масштаб 1:200 000, лист М-35-Х (Олевск). Киев: ПГО «Киевгеология», Житомирская

експедиция, 1960. Т. 2. 808 с. Фонди ДП «Українська геологічна компанія».

Buharev V.P., Zavistovskij R.I., Vinokurova A.P., Schevzov A.K., Syjatez A.L., 1960. Geologic map of USSR, scale 1:200 000, sheet M-35-X (Olevsk). Kyiv: PGO «Kyivgeologiya», Zhitomirskaya expedition, Vol. 2. 808 p. Funds SE «Ukrainian Geological Company» (in Russian).

5. **Вустелиус А.Б.** Основы математической геологии. Ленинград: Наука, 1980. 389 с.

Vistelius A.B., 1980. Fundamentals of mathematical geology. Leningrad, Nauka, 389 p. (in Russian).

6. **Гейко Ю.В., Дроздецький В.В., Баран А.М., Цимбал С.М., Комлев О.О.** Пошуки корінних родовищ алмазів на Новоград-Волинській площі. Київ: ПДРГП «Північгеологія», 2011. Т. 3. 299 с.; Т. 4. 299 с.; Т. 5. 271 с. Фонди ДП «Українська геологічна компанія».

Gejko Yu.V., Drozdetskiy V.V., Baran A.M., Tsymbal S.M., Komlev O.O. 2011. The search for primary diamond deposits on the Novohrad-Volyn area. Kyiv: PDRGP «Pivnichgeologiya», Vol. 3. 299 p.; Vol. 4. 299 p.; Vol. 5. 271 p. Funds SE «Ukrainian Geological Company» (in Ukrainian).

7. Глухов А.П., Черныш С.И., Дроздецкий В.В., Зинченко О.В., Гринченко В.Ф., Береговенко А.А., Щербина М.П., Егорцев Ю.Г., Глухова Г.Н., Букович И.П., Цымбал С.Н., Мельничук Т.Ф. Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1:50 000 территории листов М-36-44-А,Б,В,Г; -32-В (ю.п.); -32-Г (ю.п.) за 1984-1989 гг. Киев: ПГО «Севукргеология», Житомирская ГРЭ, 1989. Т. 1. 325 с.; Т. 4. 325 с.; Т. 5. 359 с.; Т. 6. 278 с.; Т. 7. 272 с. Фонди ДП «Українська геологічна компанія».

Gluhov A.P., Chernish S.I., Drozdetskiy V.V., Zinchenko O.V., Grinchenko V.F., Beregovenko A.A., Shcherbina M.P., Egorsev Yu.G., Gluhova G.N., Bukovich I.P., Tymbal S.N., Melnichuk T.F., 1989. Report on group geological survey of the territory of М-35-44-А,В,В,Г; -32-В (s.h.); -32-Г (s.h.) sheets for 1984-1989 years, scale 1:50 000. Kyiv: PGO «Sevukrgeologiya», Zhitomirskaya GRE, 1989. Vol. 1. 325 p.; Vol. 4. 325 p.; Vol. 5. 359 p.; Vol. 6. 278 p.; Vol. 7. 272 p. Funds SE «Ukrainian Geological Company» (in Russian).

8. Лабузный В.Ф., Щербина М.П., Георгин Б.В., Ипатенко С.П., Зинченко О.В., Гринченко В.Ф., Цымбал С.Н., Симончук Н.В., Ковальчук Н.Л., Антониук З.А. Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1:50 000 территории листов М-35-43-А,Б,В,Г за 1983-1988 гг. Киев: ПГО «Севукргеология», Житомирская ГРЭ, 1988. Т. 1. 241 с.; Т. 6. 232 с.; Т.8. 339 с. Фонди ДП «Українська геологічна компанія».

Labuznyj V.F., Shcherbina M.P., Georgin B.V., Ipatenko S.P., Zinchenko O.V., Grinchenko V.F., Tymbal S.N., Simonchuk N.V., Kovalchuk N.L., Antoniuk Z.A., 1988. Report on group geological survey of the territory of М-35-43-А,В,В,Г sheets for 1983-1988 years, scale 1:50 000. Kiev: PGO «Sevukrgeologija», Zhitomirskaya GRE. Vol. 1. 241 p.; Vol. 6. 232 p.; Vol. 8. 339 p. Funds SE «Ukrainian Geological Company» (in Russian).

9. Мазур М.Д., Біла Т.О., Дроздецький В.В., Гейко Ю.В., Горіна О.Р., Поліщук Л.В., Самойленко П.П., Зуй Л.В., Судьбіна Л.М. Геологічна будова та корисні копалини верхів'я р.Уборть. Звіт про геологічне довивчення території аркуша М-35-Х (Олевськ) масштабу 1:200 000. Київ: ПДРГП «Північгеологія», Рівненська ГЕ, 2010. Т. 1. 281 с.; Т. 4. 259 с. Фонди ДП «Українська геологічна компанія».

Mazur M.D., Bila T.O., Drozdetskiy V.V., Gejko Yu.V., Gorina O.R., Polishchuk L.V., Samojlenko P.P., Zuy L.V., Sudbina L.M., 2010. Geologic building and mineral deposits of the head of river Ubort. Report on geologic additional investigation on the territory of

М-35-Х (Olevsk) sheet, scale 1:200 000. Kyiv: PDRGP «Pivnichgeologiya», Rivnenska GE. Vol. 1. 281 p.; Vol. 4. 259 p. Funds SE «Ukrainian Geological Company» (in Ukrainian).

10. Мазур М. Д., Біла Т.О., Дроздецький В.В., Горіна О.Р., Судьбіна Л.М. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Центрально-українська серія. Аркуш М-35-Х (Олевськ). Київ: ДП «Українська геологічна компанія», 2013. 125 с.

Mazur M. D., Bila T.O., Drozdetskiy V.V., Gorina O.R., Sudbina L.M., 2013. State geologic map of Ukraine. Scale 1:200 000. Central Ukrainian series. Sheet: М-35-Х (Olevsk). Kyiv: SE «Ukrainian Geological Company». 125 p. (in Ukrainian).

11. Палієнко В.П., Барщевський М.Є., Спиця Р.О., Багмет О.Б., Бортник С.Ю., Вахрушев Б.О., Великанов В.Я., Ковальчук І.П., Костріков С.В., Кравчук Я.С., Палієнко Е.Т., Романенко Г.В., Стецюк В.В., Черваньов І.Г. Морфоструктурно-неотектонічний аналіз території України. Київ: Наук. думка, 2013. 263 с.

Paliyenko V.P., Barshhevskiy M.Ye., Spycya R.O., Bagmet O.B., Bortnyk S.Yu., Vaxrushev B.O., Velikanov V.A., Kovalchuk I.P., Kostrikov S.V., Kravchuk Ya.S., Paliyenko E.T., Romanenko G.V., Stecyuk V.V., Chervanov I.G., 2013. Morphostructural neotectonic analysis of the territory of Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka, 263 p. (in Ukrainian).

12. Рухин Л.Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. Ленинград: Изд-во нефт. и горн.-топлив. лит., 1961. 779 с.

Rukhin L.B., 1961. Fundamentals of Lithology. Study of sedimentary rocks. Leningrad: Izdatelstvo neftyanoy i gorno-toplivnoy literatury, 779 p. (in Russian).

13. **Тектонічна** карта України. Масштаб 1:1 000 000. Пояснювальна записка: Круглов С.С., Гурський Д.С. (гол. ред.). Київ: Держ. ком. природ. ресурсів, 2006. 132 с.

Tectonic map of Ukraine. Chart scale 1:1 000 000. Explanatory note. (Eds.: S.S. Kruglov, D.S. Gurskiy). Kyiv: State Committee for Natural Resources, 2006, 132 p. (in Ukrainian).

14. **Тектонічна** карта України. Масштаб 1:1 000 000: Круглов С.С., Гурський Д.С. (гол. ред.). Київ: Держ. ком. природ. ресурсів, 2007.

Tectonic map of Ukraine. Chart scale 1:1 000 000. (Eds.: S.S. Kruglov, D.S. Gurskiy). Kyiv: State Committee for Natural Resources, 2007 (in Ukrainian).

Стаття надійшла
23.03.2017