

Костянтин ГРИГОРЧУК, Володимир ГНІДЕЦЬ

ЦИКЛІЧНІСТЬ ВІДКЛАДІВ СЕРЕДНЬОГО-ВЕРХНЬОГО ДЕВОНУ ПРИДОБРУДЗЬКОГО ПРОГИНУ ТА ФОРМУВАННЯ НАФТОГАЗОНОСНИХ ГОРИЗОНТІВ

Середньо-верхньодевонські відклади Придобрудзького прогину характеризуються циклічною структурою (20 сульфатно-карбонатних циклітів). Верхня частина цикліту звичайно представлена ангідритами, середня — сульфатно-карбонатними нашаруваннями, нижня — водоростевими вапняками, з базальним кластично-пелітовим горизонтом. Зміни структури та потужності циклітів фіксують три моменти високого (середній ейфель, ранній живет, пізній фран) та чотири моменти низького (ранньо- та пізньоейфельський, пізньоживетський, середньофранський) стояння рівня моря. Такі коливання глибини седиментаційного басейну спричинили певну просторову неоднорідність структури циклів та їх групування (по 2—6) у більші одиниці (мезоцикли) ре- або прогресивної природи. Специфіка мезоциклічної структури розрізу в межах окремих ділянок регіону спричинила розвиток декількох нафтогазоносних горизонтів локального, зонального, субрегіонального та регіонального типів, які характеризуються специфікою розвитку біостромових роздувів.

Карбонатно-евапоритові нашарування є невід’ємною складовою виповнення осадово-порідних басейнів. Вони виявлені в девоні (западина Вілістон, Канада; Придобрудзький прогин, Україна); пермі (Західний Техас, Центральна Європа); міоцені (Месопотамський басейн) [1, 2, 3]. Ці утворення звичайно характеризуються циклічною будовою розрізу. Елементарні цикліти, згідно з [1], відносять до типу циклітів з обмілінням догори: карбонатні відклади напівзамкнених басейнів заміщуються евапоритовими утвореннями припливно-відпливних рівнин. Вапнякові елементи циклів часто являють собою резервуари вуглеводнів.

Вивчення особливостей мінливості товщин, фаций та характеру постседиментаційних перетворень сприяє кращому розумінню природи карбонатно-евапоритових нашарувань та підвищенню якості прогнозу розвитку порід-колекторів та резервуарів у межах нафтогазоносного басейну.

Саме з таких позицій вивчалися середньо-верхньодевонські відклади Придобрудзького прогину, у яких на Східносаратській площі були відкриті поклади нафти. Характер літологічної мінливості циклітів, особливості післяседиментаційних змін порід-колекторів продуктивного інтервалу девонських відкладів Східносаратського родовища детально описані нами раніше [4, 5]. У цій статті розглянуто результати вивчення головних рис циклічної будови середньо-верхньодевонських

відкладів у межах Білоліського блоку (Саратська, Східносаратська, Білоліська, Жовтоярська, Сариярська, Зарічненська площі) передовсім у контексті формування нафтогазоносних горизонтів.

Детальні літологічні дослідження та аналіз комплексу ГДС дали змогу виявити циклічну будову середньо-верхньодевонських відкладів у східній частині Придобрудзького прогину. Для останнього, як і для басейнів подібного типу [1], звичайно характерні асиметричні (з обмілінням догори) цикліти.

У циклітах виділяються (згори донизу) такі літотипи.

Верхній елемент потужністю до 34 м переважно представлений пачками дрібно-середньозернистих ангідритів зі стовпчастою та таблитчастою текстурою, зустрічаються також малопотужні прошарки глинистих доломітів, сульфатно-карбонатних порід, іноді мікротових вапняків.

Середній елемент цикліту потужністю до 20 м характеризується домінуванням сульфатно-карбонатних та карбонатно-сульфатних порід з прошарками і шарами мікротових вапняків із слідами біоти, мікрозернистих доломітів та малопотужними прошарками мергелів.

Нижній елемент складений переважно двома пачками. Основний об'єм займає (біостромова) пачка потужністю до 36 м органогенних, переважно водоростевих вапняків, які різною мірою піддані процесам доломітизації та ангідритизації. У підодшві циклітів звичайно залягає горизонт потужністю до 20 м глинистих, карбонатно-глинистих, часом бітумінізованих і піритизованих відкладів. У багатьох циклітів (Ф-3,5 св. Східносаратська — 2; Ф-5,6 св. Східносаратська — 3; Ф-4 св. Ярославська — 1; Ф-6 св. Східносаратська — 4; Е-4 св. Східносаратська — 5) крім того простежуються горизонти алевролітів, алевритистих, іноді різнозернистих (до гравелітових) пісковиків.

Загалом у межах дослідженої ділянки циклічна структура середньо-верхньодевонських відкладів характеризується стабільністю. Хоча в розрізі не завжди виділяються повноцінні цикліти. Намічаються повні (триелементні), редуковані — з відсутністю одного з трьох елементів, та цикліти з невиразною структурою. Недорозвиненість евапоритового елемента може бути обумовлена короткочасним існуванням себхових умов. Трапляється, згідно з [6], і постдіягенетичне розчинення сульфатів. Редукованість біостромового елемента може спричинятися відсутністю сприятливих умов для розвитку водоростей та іншої біоти. Інтенсивна дія- та катагенетичні доломітизація і сульфатизація біостромового елемента можуть ліквідувати чітку первинну картину і викликати появу циклітів із невиразною геофізичною структурою.

Характерно, що чіткість виділення циклітів найвища в середній частині дослідженого розрізу (цикли Ф-6 — Е-4). Очевидно, це зумовлене існуванням у даний інтервал часу в цій ділянці Придобрудзького прогину обстановок седиментації т.з. „проміжної області помірного занурення“ [1], для якої властивий найкращий прояв циклічного седиментогенезу.

Стабільність структури середньо-верхньодевонських відкладів у межах Білоліського блоку проявляється у подібності потужностей і будови окремих циклітів у різних ділянках регіону. Щоправда, стосовно багатьох циклітів спостерігається відносне зменшення потужностей, зокрема у св. Розівська — 1, Білоліська — 1, Жовтоярська — 1, Балабанівська — 1, Саратська — 6. При тому у св. Білоліська — 1 та Жовтоярська — 1 відсутні відклади цикліту Е-7. Водночас у деяких ділян-

ках потужності циклітів зростають. Наприклад, Ф-5 — Ж-3 (св. Східносаратські — 1, 4); Ф-1 — 4 (св. Білоліська — 1); Е-1 — 6 (св. Зарічненська — 1).

Одним із способів представлення циклічної структури розрізу є побудова діаграм Фішера, які показують відхилення товщин елементарних циклітів від їх середнього значення для даної товщі [6].

Діаграми Фішера для фран-ейфельських відкладів, побудовані по свердловинах з різних площ, виявляють подібність будови (рис. 1). При тому спостерігається групування циклітів (по 2—4) у більші одиниці, які характеризуються тенденцією або зростання, або зменшення потужностей. Згідно з даними М. Такера [6], зростання потужностей циклітів спричиняється підняттям відносного рівня моря і навпаки.

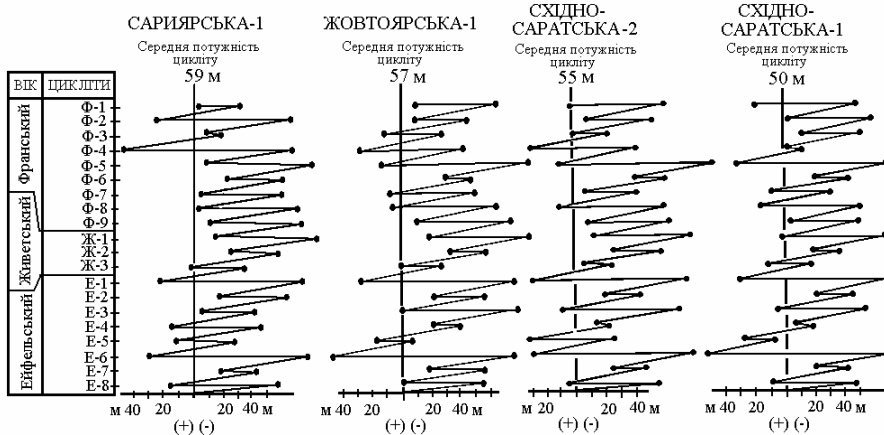


Рис. 1. Діаграма Фішера ейфель-франських відкладів Придобрудзького прогину.

Осереднена крива зміни відносного рівня моря у межах Придобрудзької девонської водойми демонструє флуктуації 3—4 порядку. При тому спостерігається два найвиразніші моменти (стосовно середнього) високого стояння рівня моря. Це середина ейфелю та кінець франу, менш виразні моменти пов'язані з початком живету та серединою франу. Водночас мінімальний рівень моря спостерігається на початку та наприкінці ейфеля, наприкінці живету та в середині франу (Рис. 2 (I)).

Загалом упродовж ейфель-живету рівень моря у різних частинах басейну змінювався узгоджено. Наприкінці же франу спостерігається його диференціація у різних ділянках території. Це вказує на певну індивідуалізацію розвитку окремих структур у цей час. Прояв структуроформувальних рухів підтверджується і виявленням у деяких свердловинах слідів передфранської перерви в седиментації. Остання фіксується, зокрема, наявністю у підшві фаменських відкладів строкатокорічних озаліжених аргілітів та мергелів, брекчийованих вапняків, які містять в уламках умбелли, характерні для франських утворень, що залягають нижче.

Гістограма аномальних потужностей ангідритових та біостромових елементів циклітів виявляє певне узгодження із змінами рівня моря, за винятком деяких верхньофранських циклітів. При тому максимумам регресій відповідають максимальні потужності ангідритів, а максимумам трансресій — органогенних вапняків (рис. 2 (II)).

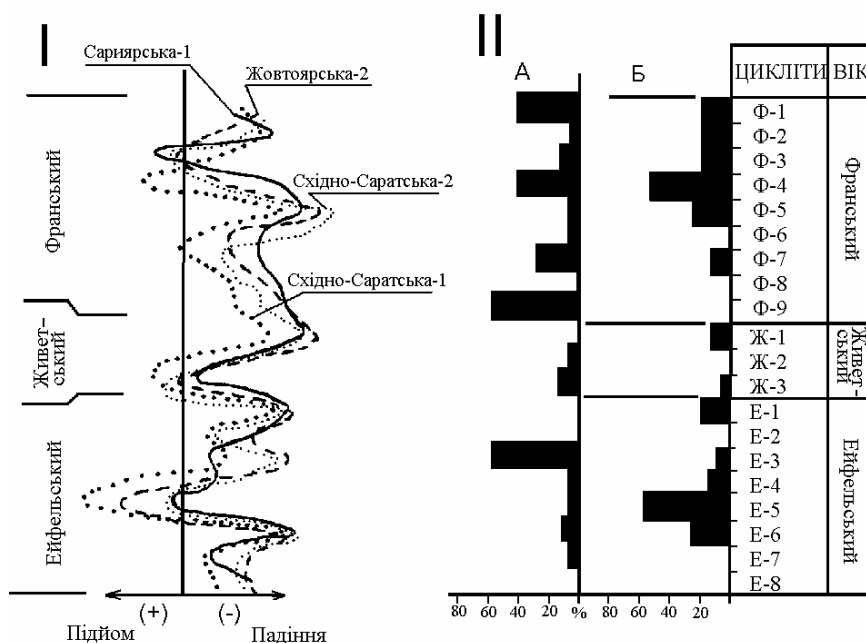


Рис. 2. Зміна відносного рівня моря протягом ейфель-франу Придобрудзького прогину (I) та гістограма аномальних потужностей ангідритових (А) та біостромових (Б) пачок ейфель-франських відкладів Придобрудзького прогину (узагальнення по 14 свердловинах) (II).

При зіставленні розрізів досить виразно спостерігаються коливання потужностей окремих елементів, що складають цикліти. З погляду нафтогазоносності найважливішими елементами циклітів є ангідритова та біостромові пачки, оскільки перші являють собою флюїдоупори, а другі — первинні колектори.

Ангідритовий елемент цикліту, крім нафтогазоносного значення, становить на нашу думку, інтерес як інструмент для палеогеографічних реконструкцій, зокрема як показник відносної зміни глибини палеоводойми. Так, якщо ангідритовий елемент знаменує собою максимум „елементарної трансгресії“, то його відносне значення у структурі цикліту (процент від загальної потужності) адекватне тривалості seabed умов, а останнє залежить від глибини палеоводойми в конкретній точці. В умовах зменшення глибин ця тривалість зростатиме і навпаки. Отже, коливання по розрізу відсотка сульфатності циклітів дає змогу простежувати тенденцію зміни глибин палеоводойми в окремих ділянках вивченого регіону. При тому максимум „сульфатності“ відповідає відносно найбільш мілководним обстановкам і навпаки.

Згідно з таким підходом, елементарні цикліти (по 2—6) групуються у більші одиниці (мезоцикліти), які характеризуються ре- або прорегресивною структурою (рис. 3).

Мезоциклічна структура відкладів середнього-верхнього девону є відбитком (результатом) складних процесів взаємодії регіональних коливань рівня моря з

конседиментаційними рухами певних структурних одиниць. Як очевидно, існує специфіка розвитку мезоциклітів як на різних структурах, так і в межах останніх (Саратська, Східносаратська, Білоліська, Жовтоярська площі), що залежить від положення свердловини відносно склепіння.

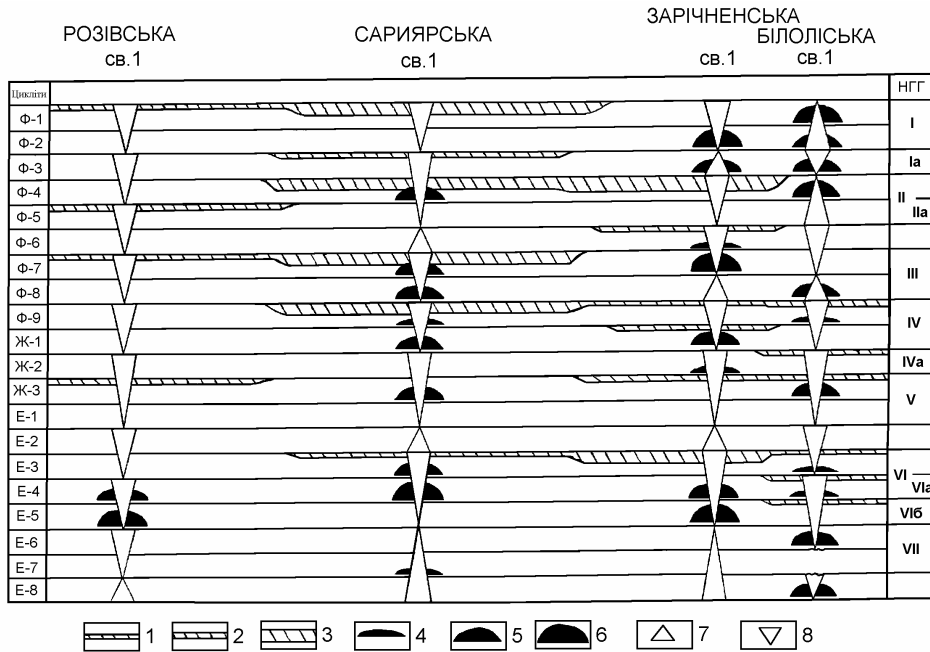


Рис. 3. Схема циклічної будови середнього-верхнього девону та поширення нафтогазоносних горизонтів.

Потужність флюїдопорів: 1 — 15—20 м; 2 — 20—30 м; 3 — > 30 м. Потужність біостромових роздувів: 4 — 10—20 м; 5 — 20—30 м; 6 — > 30 м. Мезоцикліти: 7 — з регресивною та 8 — з прогресивною структурою.

Окремі інтервали розрізу виявляють подібність будови в межах декількох структур, або на території усього регіону. Наприклад, прорецикліт в об'ємі циклів Е-1 — Ж-2 в св. Сариярська — 1, Жовтоярська — 2, Заріченська — 1, Саратська — 2, Східносаратські — 1, 3, 4, 5; але ця частина розрізу має іншу природу у св. Жовтоярська — 1, Розівська — 1, Білоліська — 1, Саратська — 6. Рецикліт Ж-1 — Ф-9 стабільний на всій території Білоліського блоку. Очевидно, що ці моменти відображають епізоди певного вирівнювання обстановок осадконагромадження у межах більшої частини або у всій водоймі того часу.

Одним із головних умов формування нафтогазоносного горизонту, крім колекторських пачок, як відомо, є присутність якісного флюїдоупора. У даному разі в ролі останніх виступають ангідритові пачки з верхів елементів циклітів. За даними [7,8], ефективними покривками можуть бути лише ангідритові пачки потужністю не менше 20 м. Але оскільки в нашому випадку евапоритова пачка перекривається глинисто-карбонатними відкладами цикліту (потужністю 5—10 м), який залягає вище, критичною межею товщини сульфатного екрана є 14—15 м. Був проведений

аналіз поширення у розрізі таких об'єктів (рис. 3). Безперечно, що більшість із них тяжіє загалом до рециклітів та їхніх завершальних циклітів зокрема. У зв'язку з просторовою неоднорідністю мезоциклічної будови відкладів зрозуміло, що окремі флюїдоупори не будуть розвинуті в межах усього регіону. Тому стало можливим виділити декілька типів флюїдоупорів і відповідно нафтогазоносних горизонтів (таблиця).

Таблиця

Нафтогазоносні горизонти ейфель-франських відкладів Білоліського блоку

НГГ	Цикліти	Східносаратська площа					Саратська площа		Розівська	Ярославська	Сариярська	Заріченська	Білоліська	Жовтоярська площа		Тип НГГ
		1	2	3	4	5	2	6	1	1	1	1	1	1	2	
I	Ф-1,2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	субрег
Ia	Ф-3	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	зон
II	Ф-4,5	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	зон
IIa	Ф-5	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	лок
III	Ф-7,8	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	зон
IV	Ф-9, Ж-1	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	рег
IVa	Ж-2	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	зон
V	Ж-3, E-1	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	субрег
VI	E-3,4	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	субрег
VIa	E-4	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	лок
VIб	E-5	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	лок
VII	E-6,7	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	лок

Примітка: + — наявність, - — відсутність НГГ; Тип НГГ: Рег — регіональний, Субрег — субрегіональний, Зон — зональний, Лок — локальний.

Під нафтогазоносними горизонтами за [9] ми розуміємо асоціацію порід, котра охоплює як пористе тіло — колектор, так і екрануючі відклади. Фактично комбінація евапоритового та біостромового елементів виділених нами циклів і представляє собою елементарний нафтогазоносний горизонт (НГГ).

Розглянемо головні особливості виявлених НГГ.

I НГГ в об'ємі циклітів Ф-1,2 віднесений до субрегіонального типу. Потужність евапоритової пачки цикліту Ф-1 становить переважно 15—20 м, досягаючи значень 23—28 м у св. Сариярська — 1 та Східносаратська — 2. У св. Білоліська — 1, Зарічненська — 1 евапоритова пачка не зафіксована, а на Жовтоярській площі та у св. Східносаратська — 1 її товщина не перевищує 11—12 м.

Ia НГГ належить до зонального типу і складений утвореннями цикліту Ф-3. Потужність флюїдоупору досягає 15 та 35 м у св. Східносаратська — 1 та 2 (відповідно), 26 м у св. Ярославська — 1, близько 15 м у св. Жовтоярська — 1 та Сариярська — 1. На решті території потужність сульфатного екрана не перевищує 8—10 м, і взагалі він не спостерігається у св. Білоліська — 1.

II НГГ (цикліти Ф-4,5) зональної природи і характеризується сумарною потужністю 20—33 м (максимум у св. Східносаратська — 1). У св. Східносаратська — 4, Саратська — 2, Розівська — 1, Ярославська — 1, Жовтоярські — 1,2 товщина евапоритової пачки не перевищує 8—12 м. У св. Білоліська — 1 він узагалі не спостерігається.

IIa локальний НГГ (цикліт Ф-5) розвинутий лише у св. Східносаратська — 2 та Розівська — 1 (22 та 18 м відповідно). У більшості ж досліджених свердловин флюїдоупор в описаному цикліті відсутній або його потужність мінімальна: 2—10 м.

III НГГ в об'ємі циклітів Ф—7,8 проявляється у св. Східносаратські — 1,2 (потужність екрана 34, 29 м відповідно), Розівська — 1, Ярославська — 1 (15, 18 м) та Сариярська — 1 (21 м) і належить до зонального типу. В інших ділянках Білоліського блоку товщина сульфатної пачки не перевищує 4—10 м.

IV НГГ (цикліти Ф-9 — Ж-1) регіонального типу та сформований потужною евапоритовою пачкою цикліту Ф-9. Потужність останньої становить 14—27 м і лише у св. Розівська — 1 та Жовтоярська — 1 її товщина не перевищує 8—11 м.

IVa локальний НГГ (цикліт Ж-2) зафіксований лише у св. Східносаратські — 1,2,5 та Саратська — 2, де потужність сульфатної пачки досягає 14—16 м.

V НГГ в об'ємі циклітів Ж-3 — Е-1 віднесений нами до субрегіонального типу, позаяк потужність евапоритового екрану тут сягає 15—20 м і лише в межах св. Ярославська — 1, Жовтоярська — 1 та Сариярська — 1 вона не перевищує 10—13 м.

VI НГГ (цикліти Е-3, 4) характеризується субрегіональним поширенням. Потужність сульфатного екрану циклу Е-3 становить 15—20 м, лише у св. Східносаратська — 1 досягає 23 м. У св. Східносаратська — 2, Саратська — 6, Розівська — 1, Жовтоярська — 1 товщина сульфатної пачки не перевищує 6—10 м.

VIa НГГ виділяється на локальних ділянках за рахунок розвитку екрана потужністю 14—17 м у цикліту Е-4 (св. Східносаратська — 5, Ярославська — 1).

VIb НГГ локального типу, виділення якого обумовлено розвитком евапоритової пачки в цикліті Е-5 потужністю до 18 м (св. Східносаратська — 5 та Жовтоярська — 1).

VII локальний НГГ розвинутий у низах ейфелю (цикліти Е-6, 7) та виділений у зв'язку з підвищенням потужності сульфатного елементу в цикліті Е-6 (до 15—24 м) у св. Східносаратські — 1,3, Білоліська — 1, Жовтоярска — 1.

Отже, коливання рівня придобрудзького моря протягом ейфель-франу спричинили циклічну (різних порядків) структуру відкладів. Складні процеси взаємодії цих коливань із конседиментаційним розвитком окремих структур зумовили латеральну літологічну мінливість структури евапоритових відкладів, що стало причиною наявності НГГ різного рангу (регіональний, субрегіональний, зональний, локальний). Такі коливання рівня моря повинні були спричинити і певні особливості ранньокатагенетичних перетворень органогенних вапняків (колектори), зокрема особливості доломітизації, що пізніше зумовило літофізичну неоднорідність колекторських горизонтів різних НГГ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Уилсон Дж. Карбонатные фации в геологической истории. — М.: Наука, 1980. — 463 с.
2. Tucker M. E. Sequence stratigraphy of carbonate-evaporite: models and application to the Upper Permian (Zechstein) of northeast England and adjoining North Sea // Journ. of the Geol. Soc. V. 148. — 1991. — P. 1019—1036.
3. Tucher M. E. Sabkha cycles, stacking patterns and controls: Gachsaran (Lower Fars/ Fatha Formation, Miocene, Mesopotamian Basin, Iraq // N. Jb. Geol. Paleont. Abh. 214 (1.2), 1999. — P. 45—69.
4. Григорчук К. Г., Гнідець В. П., Трофіменко Г. Л. Седиментаційна циклічність середньо-верхньодевонських відкладів Придобрудзького прогину // Геологія і геохімія горючих копалин. — 1999. — №2. — С. 3—13.
5. Григорчук К. Г., Гнідець В. П. Катагенез і формування порід-колекторів у середньо-верхньодевонських відкладах Придобрудзького прогину // Праці НТШ. Геол.сб. на пошану Северина Пастернака. — Львів.— 2001. — Т. V. — С. 77—83.
6. Tucker M. E. Carbonate diagenesis and sequence stratigraphy // Sedimentology review / 1, Blackwall Sc, Publications 1993. — P. 51—71.
7. Багринцева Н. И. Трещиноватость осадочных пород. — М.: Недра, 1982. — 256 с.
8. Марьенко Ю. И. Газонефтеносность карбонатных пород. — М.: Недра, 1978. — 240 с.
9. Справочник по геологии нефти и газа / Под ред. Еременко Н. А., М.: Недра, 1984. — 480 с.

SUMMARY**Kostiantyn HRYHORCHUK, Volodymyr HNISETS****THE MIDDLE-UPPER DEVONIAN CYCLICITY IN THE PREDOBROGEAN DEPRESSION AND OIL-GASBEARING COMPLEXES FORMATION**

The cyclic structure of the Middle-Upper Devonian deposits are distinguished. The cycles thickness variability analysis revealed three high sea level moments (Middle Eifelian, Early Gyvenian, Late Frasnian) and four low sea level moments (Early and Late Eifelian, Late Gyvenian, Middle Frasnian). Such sea-depth fluctuations caused certain space unhomogeneity of cycle's structure and it's grouping (for 2-6) into more large units (mezocycles) re- or progressive nature. Mezocyclic structure changeability caused regional, zonal and local oil-gasbearing complexes development/