

ЛИТОФАЦИАЛЕН АНАЛИЗ НА СЕДИМЕНТНИТЕ СЕКВЕНЦИИ В ДОЛНОКАМЧИЙСКИЯ БАСЕЙН (АКВАТОРИАЛНА ЗОНА)

Христо Димитров¹, Георги Георгиев²

¹Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700; dimitrov@mgu.bg

²Софийски университет "Св. Климент Охридски", София 1504; ggeor@gea.uni-sofia.bg

РЕЗЮМЕ. Главната цел на настоящето изследване беше дешифрирането на литофациалната архитектура в акваториалната част на Долнокамчийския седиментен басейн с прилагането на сеизмостратиграфски и сеизмофациален анализ. Използвахме по-съвременни сеизмични данни (1992), както и всички налични сондажни (главно каротажни) данни. Обикновено сеизмиката дава регионалния контрол на геометрията на седиментните секвенции и заедно със сондажните данни установява литологията на тази геометрия. Долнокамчийския седиментен басейн е запълнен основно от еоценски, олигоценски и неогенски отложения с обща дебелина до над 5 000 м. Басейнът се развива върху южната крайнина на Мизийската платформа и погребаната външна част на Балканския ороген (Фиг. 1). Еволюцията на басейна е контролирана от север – североизточната проградация на гънково-навлачния пояс на Източния Балкан и отварянето на Западно-Черноморския басейн. В теригенните секвенции и техните системни трактове са отделени 5 литофациеси, включващи флувиални, естуарни, плиткоморски и дълбоководни седиментни системи.

LITHOFACIES ANALYSIS OF THE KAMCHIA BASIN (OFFSHORE ZONE) SEDIMENTARY SEQUENCES

Hristo Dimitrov¹, Georgi Georgiev²

¹Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700; dimitrov@mgu.bg

²Софийски университет "Св. Климент Охридски", София 1504; ggeor@gea.uni-sofia.bg

ABSTRACT. The primary goal of this study was the decipher of the Kamchia sedimentary basin (offshore zone) lithofacies architecture with seismostratigraphic and seismofacies analyses. The study is based on relatively modern reflection-seismic data (1992), as well on all available drill data (mainly log characteristics). Usually the reflection-seismic data provide the regional control on the geometries of sequences and wells are used to determine the lithology of these geometries. Kamchia sedimentary basin filled mainly by thick up to 5000 m clay-clastic Eocene – Oligocene and Neogene deposits. The northern basin slope is superimposed on the Southern Moesian Platform margin, but the southern one - on the buried thrust-folded external Balkan zone (Fig. 1). The basin evolution is controlled by the N-NE propagation of the Balkan thrust-folded front and the Western Black Sea basin opening. 5 lithofacies are recognized in high-frequency clastic sequences and their systems tracts, and includes the sediments of fluvial to estuarine, coastal, shallow marine and deep-marine depositional systems.

Въведение

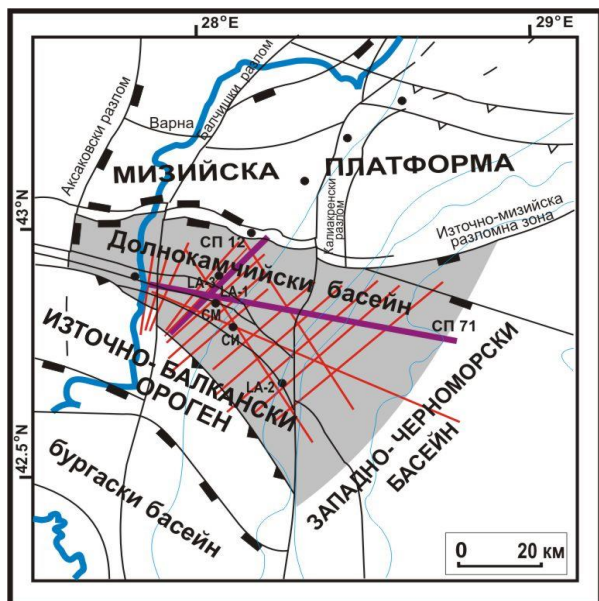
Долнокамчийският седиментен басейн (ДКБ), разположен между Източния Балкан и Мизийската платформа в най-източните части от България (Фиг. 1), винаги досега е бил обект на голям интерес за нефтените проучвания. Морските геоложки, геофизични и геоморфоложки изследвания в българския сектор от Черно море започват през 1960 г., когато съветският специализиран геофизичен кораб "Академик Владимир Обручев" прави първата експедиция. Около 80 специализирани и комплексни изследвания на дълбочинния геоложки строеж, най-вече във връзка с изучаването на нефтогазоносната перспективност, са проведени в българския сектор от Черно море през периода 1960-2001 г. Първите четири морски сондажа са прокарани през 1984-1986 г., от тях два (Р-1 Самотино изток и Р-1 Самотино море) са сондирани в морската част на ДКБ. По-късно английската компания British Gas на базата на по-съвременни морски сеизмични проучвания през 1992 г. прокара още три дълбоки търсещи нефтени сондажа в ДКБ през 1993-1995 г. Получена е значителна по обем и стойностна сеизмична и

сондажна информация за терциерния седиментен разрез и дълбочинния геоложки строеж в ДКБ. Основната цел на проведеното изследване е сеизмо- и лито-фациален анализ на ДКБ (акваториална част) и конструиране на сеизмичен литофациален модел.

Геоложка рамка

Долнокамчийският след-илирски седиментен басейн в Източна България, развивал се в пространството между Мизийската платформа и Източно-Балканския ороген (Фиг. 1), се разтваря на изток в Западно-Черноморската акватория. Само относително малка площ от неговата най-западна периферия е разположена на сушата – обхватът му се проследява на разстояние около 30 km западно от морски бряг при ширина 18-20 km. Суб-меридионалният Горночифлишки тесен хорст ограничава развитието на ДКБ на запад. Морската част от басейна бързо се разширява и удълбочава в източна посока и плавно преходжа към централните зони на Западно-Черноморския седиментен басейн. Южното ограничение на басейна се маркира със серия от север - североизточно ориентирани възседно-навлачни разломи в челната част на Балканския

алпийски ороген. От север ДКБ се ограничава с Близнашкият разлом, който очертава издигнатия южен ръб на Мизийската платформа. Общата дебелина на седиментния комплекс изпълващ ДКБ надхвърля 5 km (Georgiev, 1996) и включва седиментни последователности със еоценска (E₂₋₃), олигоценска и неогенска възраст (Фиг. 2).



Фиг. 1. Тектонска схема на част от СИ България (по Georgiev, 2004 с модификации). Показано е: тектонската позиция на Долнокамчийския басейн и връзката му със Западно-Черноморския басейн; мрежата от интерпретираните сеизмични профили и избраните два за демонстрация; сондажите в Долнокамчийския басейн

Тектонската природа, морфологията и времето на залагане на ДКБ са били дискутирани от редица изследователи, именovali го най-често Долно-Камчийско понижение – ДКП. ДКБ е разглеждан като ръбно понижение (Яранов, 1960; Атанасов, 1973; Калинко, 1976; Туголесов и др., 1985; Dachev et al., 1988; Боков и др., 1987; Павлова и Колева, 1995), предпланинско (Атанасов, 1961, Боков, 1989; Georgiev and Marinov, 1994; Георгиев и Дабовски, 1997) и краево понижение (Дачев, 1977); падина (Бончев, 1986) и западен ръкав на Западно-Черноморския басейн (Georgiev, 2004).

По-съвременната интерпретация на по-новите сондажни и сеизмични данни дава основание да смятаме, че развитието на ДКБ се контролира комбинирано от еволюцията на Източно-Балканския гънково-навлачен пояс през ранния среден еоцен и отварянето на Западно-Черноморския басейн, започнало през апт-албския век (Georgiev, 2004; Георгиев и др., 2004). Геометрията на басейна е показателна, че той не притежава типичните черти на форланд басейн (Фиг. 3).

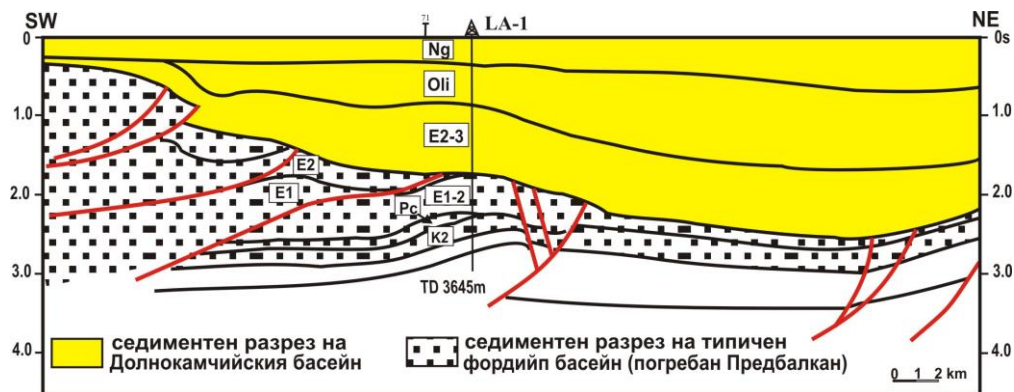
Според класическия модел на Dickinson (1974), в напречен разрез форланд басейните имат клиновидно оформена геометрия и дълбочината им постепенно намалява в посока от планинския пояс към прилежащия кратон. Въпреки това, някои от характеристиките на ДКБ са

достатъчно убедителни за дефинирането на басейна именно като форландов – местоположението му пред орогенен фронт и участието на компресна тектоника във формирането му, доминиращо теригенен пълнеж и северно преместване на седиментния депоцентър във времето. Формирането на басейна се контролира от интензивната изява на Илирската орогенеза през ранния среден еоцен, която оформя съвременната морфология на Балканидите.

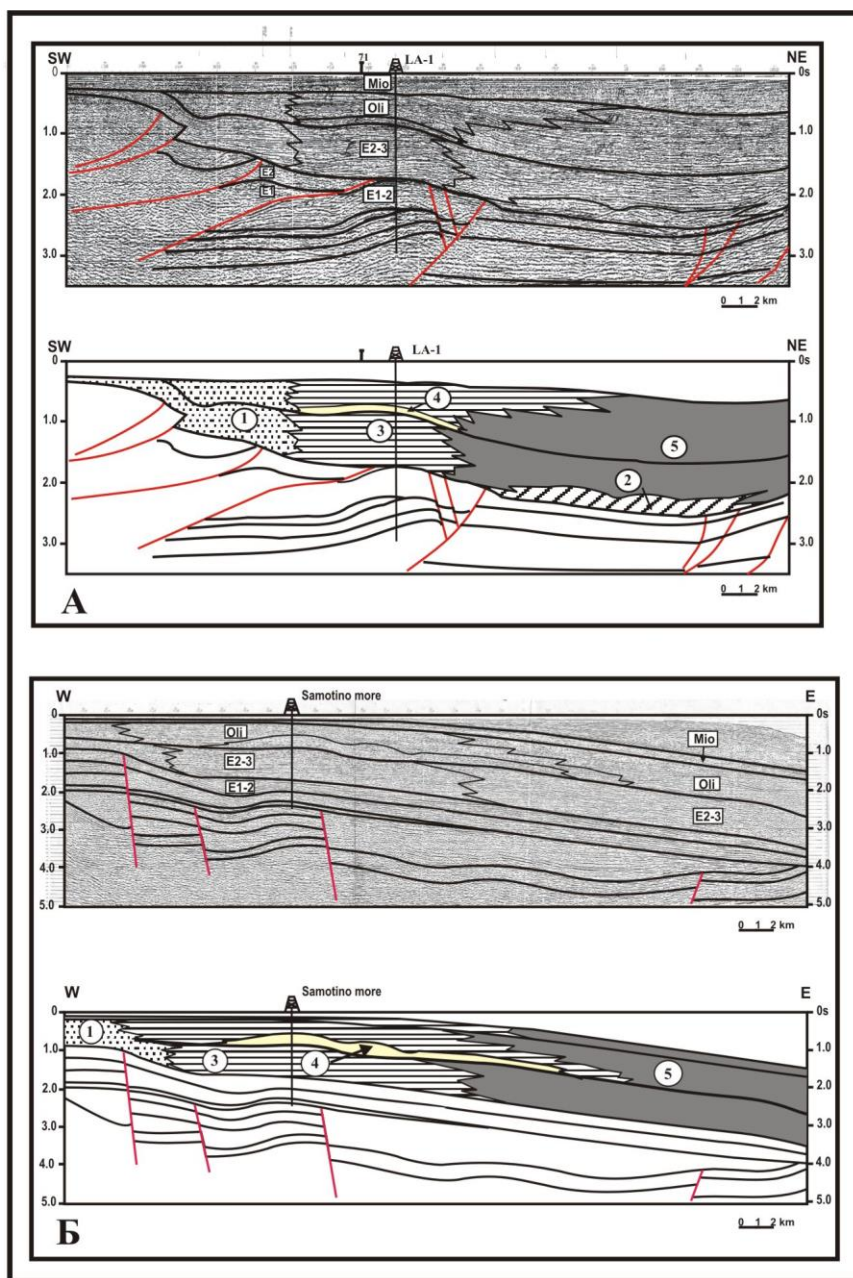
ДКБ се развива върху южната крайнина на Мизийската платформа и Предбалкана, като челно по-понижено стъпало на орогена. В структурната геология, басейните свързани с компресионна тектоника са типизирани като “foredeep” и като “piggy-back” седиментни басейни, в зависимост от местоположението им (Allen and Allen, 1990). Първият тип включва басейните, чиито депоцентър се образува пред активната навлачна система, докато при втория тип депоцентърът се развива върху тилвата и издигнатата част на напредващите навлачни пластини на орогена. Според тази генетична характеристика на орогенните седиментни басейни (Allen and Allen, 1990) може да се предположи, че южната част от подложката на ДКБ представлява типичен “piggy-back” седиментен басейн, образуван по време на Австрийската орогенеза в средата на кредата и запълнен с горнокредни, палеоценски и долно-средноеоценски отложения (Фиг. 3).

СТРАТИГРАФИЯ		ЛИТОЛОГИЯ	ДЕБЕЛИНА (М)	ЛИТОЛОЖКО ОПИСАНИЕ
Система	Сери			
НЕОГЕН	Свита, член. (Задруга)			
	Евксиноградска свита		0 - 110 м	Варовити глини, прослойки диатомити.
	Галатска свита		0 - 100 м	Преобладават пясъчници, глини.
ПАЛЕОГЕН	олигоцен	Русларска свита	0 - 900 м	Включва в състава си глини, мергели, туфи, манганови руди, алевролити и прослойки от пясъчници.
	среден-горен еоцен	Авренска свита	0 - 1400 м	Дефинитивните белези на свитата: светли мергели, сред които има пясъчници, пясъчливи мергели, на места и лещи от конгломерати. Изобилие от фораминифери и нанопланктон, бивалвии и гастроподи.
	долен еоцен	Обзорска свита	0 - 150 м	Характеризира се с редуване на конгломерати и брекчоконгломерати, които се проследяват от по-тънкия пачки силно пясъчливи мергели и средно- до едрозърнести пясъчници.
	долен еоцен	Двойнишка свита	0 - 700 м	Характеризира се със средно- до едрозърнести дебелопластови пясъчници, в редуване с тънкопластови дребновъзрнести пясъчници, алевролити, мергели и конгломерати.
	палеоцен	Беленска свита	0 - 800 м	Свитата е изградена от мергели и варовици.

Фиг. 2. Обобщена стратиграфска и литоложка характеристика на терциерния разрез в Долнокамчийския седиментен басейн



Фиг. 3. Напречен геоложки разрез (по линията на СП-12, фиг.1), показващ геометрията на басейна



Фиг. 4. Литофациална интерпретация на седиментния разрез в ДКБ, показана по напречен (А) и надлъжен (Б) сеизмичен профил. Отделени са: фазиес на флувиалните, естуарните и крайбрежни пясъчници – 1; фазиес на дълбоководните конусови пясъчници – 2; фазиес на турбидитите – 3; фазиес на фановите глинести алевролити – 4; фазиес на дълбоководните глинести скали – 5

Данни и методика за изследването

В проведеното изследване са използвани данни от прокараните 5 дълбоки сондажа в морската част на ДКБ и по-съвременни сеизмични резултати (1992 г.), върху които проведохме подробен сеизмостратиграфски анализ и интерпретация. Тази изследователска методика изцяло се базира на концепцията за седиментните секвенции (Sloss, 1963; Vail et al., 1977; Van Wagoner, Posamentier, 1988) и за сеизмостратиграфския анализ (Vail et al., 1977; Bally, 1987).

Предварително подбраните за анализ 18 по-качествени и съвременни сеизмични профили (от 1992 г.), са разположени в равномерна сеизмична мрежа покриваща основно по-плитководната акваториална зона от Долнокамчийския басейн – до изобата 1000 m (Фиг. 1). Два от профилите са с ориентация запад – изток, два със северозапад – югоизток, а останалите 14 са напречни на басейна с ориентация североизток – югозапад. При интерпретацията на сеизмичните профили са използвани и получените характеристики за прокараните 5 сондажа в ДКБ (Самотино Море, Самотино изток, LA-1, LA-2, LA-3), както и за сондаж Галата 1. Основната цел при сеизмостратиграфския анализ е получаването на обективен, реален модел на седиментния басейн, неговото тектонско развитие, седиментно запълване и обстановки на седиментация.

Сеизмостратиграфски и литофациални резултати

В седиментния разрез на Долнокамчийския басейн ясно се разграничават две секвенции – средногорноеоценска и неогенска (Георгиев и др., 2004). Разрезът им е доминиращо теригенен (Фиг. 2). В секвенциите са проследени системни трактове, отделени с характерни заливни повърхнини. За изясняване на литофациалната архитектура на басейна беше извършен сеизмофациален и литофациален анализ. При анализа и интерпретацията на сеизмичните фации са обособени 5 специфични сеизмофациални полета, различаващи се по геометрията на отраженията. Тяхното пространствено разпространение и взаимоотношения, очертават литофациалната архитектура на басейна. Обособените сеизмофациални полета се демонстрират с два разреза – един напречен СП-12 и един надлъжен СП-71, минаващи през сондажите LA-1 и Самотино море (Фиг. 1 и Фиг. 4). Седиментният пълнеж на ДКБ е регистриран на СП-12 в интервал от 0,0-2,2 sec. и на СП-71 в интервал 0.0-3.6 sec.

Фациес на флувиалните, естуарни и крайбрежни пясъчници (1) – сеизмичният запис се отличава от този на останалите фации с паралелни, неиздържани, ниско амплитудни отражения (Фиг. 4 и 5). Този тип фациес е свързан с крайбрежни и плиткоморски теригенни седименти. Сеизмофациалното поле се обособява в южната част на басейна, като в северна посока латерално се зацепва с фациеса на турбидитите и фациеса на фановите глинести алевролити. Фациалното поле е с дължина около 8.2 km, а дебелината му достига до 1700 m. Доминират пясъчниците, а в подчинено количество са

конгломератите, гравелитите, алевролитите и глинестите скали. Няма прокаран сондаж в това поле, но според позицията му в разреза на басейна и латералните и вертикални взаимоотношения, седиментите могат да бъдат определени като средногорноеоценски и олигоценски.

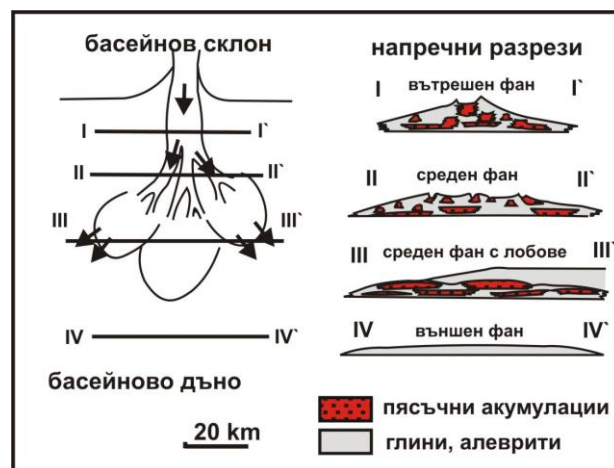
Фациес на дълбоководните конусови пясъчници (2) – той се обособява ясно по специфичната сеизмична характеристика и геометрична форма (Фиг. 4 и 6). По профил СП-12 се очертава в основата на басейновия разрез конусовидно литоложко тяло с дължина около 5.5 km и дебелина до 280-300 m.



Фиг. 5. Фрагмент от СП 12, показващ конфигурацията на сеизмичния запис



Фиг. 6. Фрагмент от СП-12, показващ характерния за литофациеса сеизмичен запис



Фиг. 7. Схема на идеализирани фанови системи (по Walker and Mutti, 1973, с модификации)

Сеизмичният запис се характеризира с латерална изменчивост на амплитуди и непрекъснатост на сеизмичните граници на къси разстояния. Получава се клиновидно очертана външна конфигурация, отразяваща развитие на врязана долина, преминаваща в каньон. Той прорязва континенталния склон и в подножието се развиват канали с лобови и фанови комплекси, свидетелстващи за масивен транспорт на теригенен материал. В идеализирания модел на фанова система (Фиг. 7) могат да се видят основните типове лобове и фанове (Walker, Mutti, 1973). В този фациес досега също няма сондаж, но според локализацията му той е безспорно със средно-еоценска възраст. Увереност за това ни дава неговата позиция в разреза на басейна, която показва

разпространението му непосредствено над долна секвентна граница, маркирана от изявата на Илйрската нагъвателна фаза (Георгиев и др., 2004). В южна посока фащиалното поле латерално се замества с фащиеса на турбидитите, а в северна с фащиеса на дълбоководните глини.

Фащиес на турбидитите (3) – развит е в две сеизмофащиални полета, които отчетливо се обособяват латерално и вертикално. Сеизмичната картина показва алтернация на субпаралелни, сравнително непрекъснати високо и ниско амплитудни отражения (Фиг. 4 и 8).



Фиг.8. Фрагмент от напречния сеизмичен профил, показващ конфигурацията на сеизмичния запис

Във външните си зони този фащиес има клиновидна конфигурация. Размерите на двете фащиални полета са значителни и това показва широкото развитие на този фащиес в басейновия пълнеж. Едното фащиално поле е развито в централната част на басейна (в склоновата и басейновия епицентър), простира се на около 5.8 km дължина, а дебелината му е до 1400 m. От юг латерално се замества с фащиеса на флувиалните, естуарни и крайбрежни пясъчници, а на север се сменя с фащиеса на дълбоководните глинести скали. Това са теригенни седименти, отложени от турбидитни потоци във външната шелфова и горната склонова зона, транспортирани понякога от хлъзгания и свличания и не на последно място при катастрофални събития. Извадените ядки от сондажите Самотино море и Самотино изток показват тънко неправилно редуване на пясъчници, алевролити, глини и мергели, датирани по фораминифери като средно- и горноеоценски (Джуранов, 1991). Второто поле е развито подобно на първото в централната част на басейна, но се намира в друг възрастов интервал и има дължина около 5 km, а дебелината е до 400 m. Олигоценската възраст е доказана с микрофауна, определена в сондажната ядка (Джуранов, 1991).

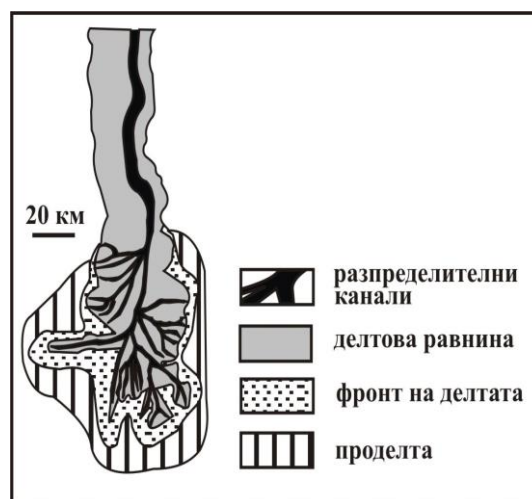
Фащиес на фановите глинести алевролити (4) – обособява се единствено в основата на олигоценския разрез под формата на валовобразно тяло с дължина около 18 km и дебелина до 150 m. Сеизмична картина е хаотична с редуване на високо и ниско амплитудни сеизмични отражения, които имат вълнообразна конфигурация, не са издържани в латерална посока и се наблюдават прекъсвания в сеизмичните граници (Фиг. 4 и 9).



Фиг. 9. Фрагмент от СП-12, показващ характерния за литофащиеса сеизмичен запис

Този тип сеизмичен запис е характерен за свлачищни кластични отложения, дебрити, делтови и пластично деформирани седименти. Отчитайки позицията на разпространение на фащиеса в басейна (плитка и склонова зона) го свързваме с делтова седимента система. Вероятно в основата на олигоценския разрез са се отложили фановите седименти на делтата на палеорека. Според класификацията на делтите (Fisher et al., 1969), основаваща се на особеностите вътре в делтовата равнина и в зависимост от енергийната им активност, можем да приемем, че отделеният фащиес е продукт от развитието на флувиално доминираща делта (Фиг. 10). На юг фащиалното поле латерално граничи с флувиалните, естуарни и крайбрежни пясъчници.

Този фащиес досега не е сондиран, но неговата олигоценска възраст се предполага по микрофауна в разрези на сушата (Джуранов, 1991).



Фиг. 10. Схема на речно доминираща делта (по Fisher et al., 1969, с модификации)

Фащиес на дълбоководните глинести скали (5) – това фащиално поле се отличава с паралелни, непрекъснати ниско амплитудни отражения (Фиг. 4 и 11).



Фиг. 11. Фрагмент от напречния сеизмичен профил, показващ конфигурацията на сеизмичния запис

Дължината му е значителна – над 30 km, а дебелината до над 3000 m. Фащиесът е представен от глинестите отложения, развити в долната част на басейновия склон и басейновото дъно. По същество този относително дълбоководен фащиес изгражда депоцентъра на седиментния басейн. Може отчетливо да се забележи миграция на депоцентъра от юг на север, което е свързано със северното напредване на Източнобалканския ороген, който е и основна подхранваща зона за теригенното запълване на басейна. Този фащиес и тази част от басейна все още не са сондирани, но според сеизмичните данни

няма съмнение, че това са средно-горноеоценски и олигоценски интервали.

Заклучение

Разпознатите и характеризираните пет основни фациеса в собствено-седиментния пълнеж на ДКБ показват разнообразна и бързо-променяща се седиментна обстановка в неговото развитие – от крайбрежна до дълбоководна. Основание за тяхното отделяне са характерните особености на сеизмичните отражения и конфигурации. Всеки фациес е свързан със специфична седиментна обстановка и е резултат от развитието на конкретна седиментна система. Фациесите са доминиращо теригенни и тяхното разпространение е свързано с еволюцията на макар и не типичен седиментен басейн от форландов тип пред фронта на Балканския ороген. Изясняването на фациалната архитектура в ДКБ има голямо значение за нефто-газоносния анализ – дава възможност за конкретно очертаване на зоните на развитие на колектори, покривки и въглеводородо-генериращи комплекси.

Литература

- Атанасов, А. 1961. Геология на приморския дял от Предбалкана и Камчийската долина. – В: *Трудове върху геология на България, Серия стратигр. и тектон.*, БАН, 2, 99-151.
- Атанасов, А. 1973. Закономерности в строежа и нефтогазоносността на Северна България. *Сп. Бълг. геол. д-во*, 34, 3, 247-272.
- Боков, П., Г. Георгиев, И. Монахов, Ант. Атанасов, С. Желев, Х. Дачев, Д. Йорданова, М. Николова, Р. Огнянов. 1987. Тектонско райониране. – В: *Геоложки предпоставки за нефтегазоносността на Североизточна България*. С., Техника, 116 с.
- Боков, П. 1989. Зони с дефицитна седиментация. С., Наука и изкуство, 376 с.
- Бончев, Ек. 1986. *Балканидите – тектонско положение и развитие*. С., БАН, 274 с.
- Георгиев, Г., Х. Дабовски. 1997. Алпийски строеж и петролна геология на България. – *Геология и минерални ресурси*, 8-9, 3-8.
- Георгиев, Г., Х. Димитров, Ф. Рейд, Дж. Прингъл, Н. Ботушаров. 2004. Сеизмостратиграфия и 3-Д модел на Долно-Камчийския седиментен басейн (морска част). *Проблеми на нефта и газа, Международна научно-техническа конференция*, Варна, 373 с.
- Дачев, Хр. 1977. Продължение геологических структур Балканского полуострова в Черно море. – *Geologica Balc.*, 7, 4, 95-106.
- Джуранов, С. 1991. Стратиграфия на горнокредната серия и палеогенската система в разрезите на морските

- сондажи край с.Самотино. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 50, 2, 1-18.
- Калинко, М. (ред.). 1976. *Геология и нефтегазоносность Северной Болгарии*. М., Недра, 242 с.
- Павлова, Г., Р. Колева. 1995. Еволюция на Долнокамчийското понижение. – *Геология и минерални ресурси*, 2, 20-25.
- Туголесов, Д., А. Горшков, Л. Мейснер и др. 1985. *Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины*. М., Недра, 215 с.
- Яранов, Д. 1960. *Тектоника на България*. С., Техника, 282 с.
- Allen, P. A., J. R. Allen. 1990. *Basin Analysis: Principles and Application*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 463 p.
- Bally A. W. (ed.) 1987. *Atlas of seismic stratigraphy*. – AAPG Studies in Geology, No 27.
- Dachev, C., V. Stanev, P. Bocov. 1988. Structure of the Bulgarian Black sea area. – *Bolletino di Teorica ed Applicata*, XXX, 117-118, 79-104.
- Dickinson, W. R. 1974. Plate tectonics and sedimentation. – In: W. R. Dickinson, ed., *Tectonics and sedimentation. SEMP Special Publication*, 22, 1-27.
- Fisher, W. L., L. F. Brown, A. T. Scott, J. H. McGowen. 1969. Delta systems in the exploration for oil and gas. – *Bur. Econ. Geol. University of Texas*, Austin, 78 p.
- Frazier, D. E., T. Osanic. 1969. Point-bar deposits, Old River Locksite, Louisiana. – *Transactions-Gulf Coast Association of Geological Societies*, 11, 121-137.
- Georgiev, G. 1996. Hydrocarbon generation in the Tertiary filling (above the Illirian unconformity) of the Kamchia Depression – offshore. *IVth Intern. Conf. "Gas in Marine Sediments"*. Varna, Bulgaria.
- Georgiev, G. 2004. Geological structure of Western Black Sea region. – In: *EAGE 66th Conference & Exhibition, 7-10. June 2004 Paris-France, Extended Abstracts (CD-ROM)*.
- Georgiev, G. E. Marinov. 1994. Geological Development and Hydrocarbon Prospects of Dolna Kamchiya Depression and Adjacent Zones. – *Symposium: The Petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Black Sea Area, Varna, Abstract Volume*.
- Sloss, L. L. 1963. Sequence in the cratonic interior of North America. – *Geological Society of America Bulletin*, 74, 93-114.
- Vail, P. R., R. M. Mitchum, S. III Thompson. 1977. Relative Changes of Sea Level from Coastal Onlap. – In: *Seismic Stratigraphy – Application to Hydrocarbon Exploration (Ed. C. E. Payton)*. AAPG Memoir, 26, 63-81.
- Van Wagoner J. C., H. W. Posamentier. 1988. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. – *SEPM, 42, Sea-level Changes: an Integrated Approach*, Tulsa, Oklahoma, USA, 39-46.
- Walker, R. G., E. Mutti. 1973. Turbidite facies and facies associations. – *SEPM Pacific Section Shortcourse, Part IV*, 119-157.