

АНАЛИЗ НА ОТНОСИТЕЛНИТЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА МОРСКОТО НИВО В ДОЛНОКАМЧИЙСКИЯ СЕДИМЕНТЕН БАСЕЙН (МОРСКАТА ЧАСТ) ПРЕЗ СРЕДНО-КЪСНОЕОЦЕНСКАТА И ОЛИГОЦЕНСКАТА ЕПОХА

Христо Димитров

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700; tezei@abv.bg

РЕЗЮМЕ. Главната цел на настоящата работа е да разгледа относителните изменения на морското ниво в Долнокамчийския седиментен басейн (морската част) през средно-късноеоценската и олигоценската епоха. Методите на изследване използвани тук са базирани на концепцията за седиментните секвенции (Sloss, 1963; Vail et al., 1977; Van Wagoner and Posamentier, 1988) и за сеизмостратиграфския анализ (Vail et al. 1977; Bally et al., 1987; Vail et al., 1991; Miall, 1996). Ръстът, с който морското ниво нараства през всички епизоди на базално залягане (onlap) може да бъде калкулиран чрез дебелината на седиментите, показани с различията между най-ниските и най-високите отражения на базално залягане. Хроностратиграфската диаграма може да бъде използвана за построяването на диаграма на морското ниво, на която са отразени повишенията и пониженията му през времето. Секвентностратиграфският анализ идентифицира цикли от втори и трети порядък заключени в рамките на секвентни граници в основата на среден-горен еоцен и в горнището на олигоцен. Корелацията между конструираните криви за крайбрежните базални залягания (coastal onlap) с пресметнатите палеодълбочини и глобалните криви (Haq et al., 1987) показва някои несъответствия, тъй като относителните изменения на морското ниво в Камчийския седиментен басейн са били значително повлияни и от локалните тектонски събития, отделно от евстатичните глобални колебания и затова не винаги се идентифицират с определените глобални цикли.

ANALYSIS OF RELATIVE CHANGES OF THE SEA LEVEL IN THE KAMCHIA SEDIMENTARY BASIN (OFFSHORE PART) DURING THE MIDDLE-LATE EOCENE AND OLIGOCENE EPOCH

Hristo Dimitrov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700; tezei@abv.bg

ABSTRACT. The main objective of the present work is to examine relative changes of sea level in the Kamchia sedimentary basin (offshore part) during the middle-late Eocene and Oligocene epoch. The methods of investigation used here are based on the conception of the sedimentary sequence (Sloss, 1963; Vail et al., 1977; Van Wagoner and Posamentier, 1988) and of the seismostratigraphic analysis (Vail et al., 1977; Bally et al., 1987; Vail et al., 1991; Miall, 1996). The height by which the sea level rose during each episode of onlap could be measured by calculating the thickness of sediment represented by the difference between the lowest and highest onlapping reflectors. The chronostratigraphic chart could then be used to produce a relative sea level chart plotting the rise and fall of sea level through time. Sequence stratigraphic analysis has identified 2nd and 3rd order eustatic cyclicity, with sequence boundaries at the base of the Middle-Upper Eocene, at the top of the Oligocene. The correlation of the constructed curves for the coastal onlap and estimated paleodepth with the global reference curves (Haq et al. 1987) shows some discrepancies, because the relative sea level changes in the Kamchia basins have been considerably shaped apart from eustasy, also by local tectonic events and thus they are neither always identical with the defined global cycles.

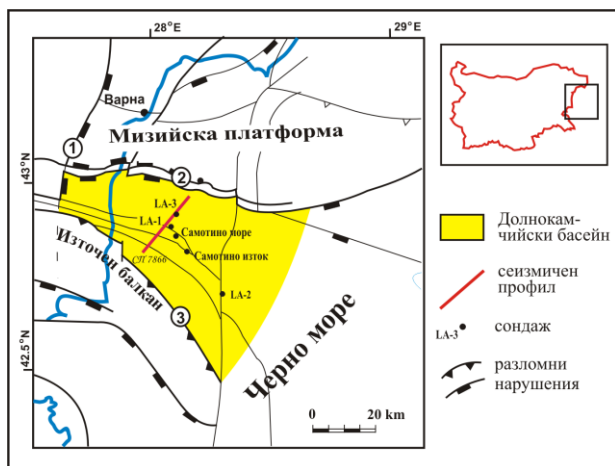
Въведение

Анализът на относителните изменения на морското ниво е съществена част от сеизмостратиграфските изследвания и дава отлични възможности за реализиране на басейновото моделиране (Allen and Allen, 1990). Под относително изменение на морското ниво се разбира привидното понижаване или повишаване на морското ниво спрямо повърхността на сушата. То може да се наблюдава вследствие на повишаване или понижаване на морето, на сушата, или като резултат от действието на двете явления едновременно (Vail et al. 1977; Николов, 1995а; 1995б). Индикатори за относителното изменение на морското ниво се явяват границите на разпространение на базално залягащите (onlap) в долнището и препокриващите (toplap) в горнището пластове в крайбрежните фациеси на морските седиментни комплекси. Главната цел на настоящата работа е да се разгледат относителните

изменения на морското ниво в Долнокамчийския седиментен басейн (морската част) през средно-късноеоценската и олигоценската епоха, с построяването на диаграма на тези изменения и сравняване на получените резултати с данните от разработения от Haq et al. (1987) модел на глобалното морско ниво. Съпоставянето на кривите от диаграмите на регионалните и глобалните изменения на морското ниво помагат да се прогнозира възрастта на секвенциите, за които няма данни. При съпоставянето се маркират и различия между кривите на регионалните и глобалните изменения, които могат да отговарят на периоди на локални тектонски движения.

Геоложка рамка

Районът на изследване е очертан в морската част на Долнокамчийския седиментен басейн (фиг. 1).



Фиг. 1. Тектонска схема на част от СИ България (по Georgiev, 2004 с модификации). На схемата са локализирани използваните за целите на изследването сеизмичен профил и сондажи. С цифрите в кръгчетата са показани границите на Долнокамчийския басейн: 1 – Венелин-Толбухински разлом; 2 – Близнашки разлом; 3 – Старопланински навлак

Седиментният комплекс, запълващ басейна включва седиментни последователности със средно-горноеоцenska, олигоценска и неогенска възраст. Геоложките характеристики на Долнокамчийския басейн са достатъчно убедителни за дефинирането на басейна като форландов – асиметричната му геометрия, местоположението му пред орогенен фронт и участието на механизмите на компресна тектоника във формирането му, доминиращо теригенен пълнеж със значителна дебелина и северно преместване на седиментния депоцентър във времето (Георгиев и др., 2004; Димитров, Георгиев, 2005). Формирането на басейна се контролира от интензивната изява главно на Илирската орогенеза през ранно-средноеоцenskата епоха, и в по-малка степен от Савската нагъвателна фаза през късния олигоцен, които оформят съвременната морфология на Балканидите.

Данни и методика за изследването

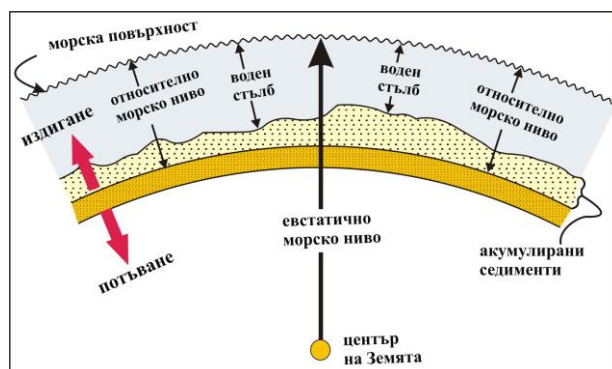
Сеизмостратиграфският анализ и построяването на диаграма на относителните изменения на морското ниво на морската част на Долнокамчийския басейн се базира на използваните данни от сондажните каротажи на 5 прокарани в акваторията сондажи (P-1 Самотино-море, P-1 Самотино-изток, LA-1, LA-2, LA-3), два от които (LA-3 и LA-1) са корелирани и овързани със сеизмичния разрез на профилна линия 7866 (фиг. 1). Тя минава напречно (по направление ЮЮЗ-ССИ) на басейна. За датирането на седиментните комплекси е използвано възрастово привързване по сондажните данни.

Методиката за изследването изцяло прилага концепцията за седиментните секвенции (Sloss, 1963; Vail et al., 1977; Van Wagoner and Posamentier, 1988), за сеизмостратиграфският анализ (Vail et al., 1977; Bally et al., 1987) и техниките за построяването на хроностратиграфска диаграма (Wheeler, 1958) и моделът

на глобалното морско ниво (Payton, 1977; Vail et al., 1991; Miall, 1996).

Анализ на относителните изменения на морското ниво

Относителното морско ниво отразява позицията на морската повърхност свързана с действието на два компонента: евстазията и вертикалните движения на морското дъно, причинени от тектониката и седиментното натрупване и уплотняване (фиг. 2)



Фиг. 2. Схема, изобразяваща връзките между евстатичните колебания, тектониката и натрупването на седименти, които контролират относителните изменения на морското ниво (Etegy, Myers, 1996, с модификации)

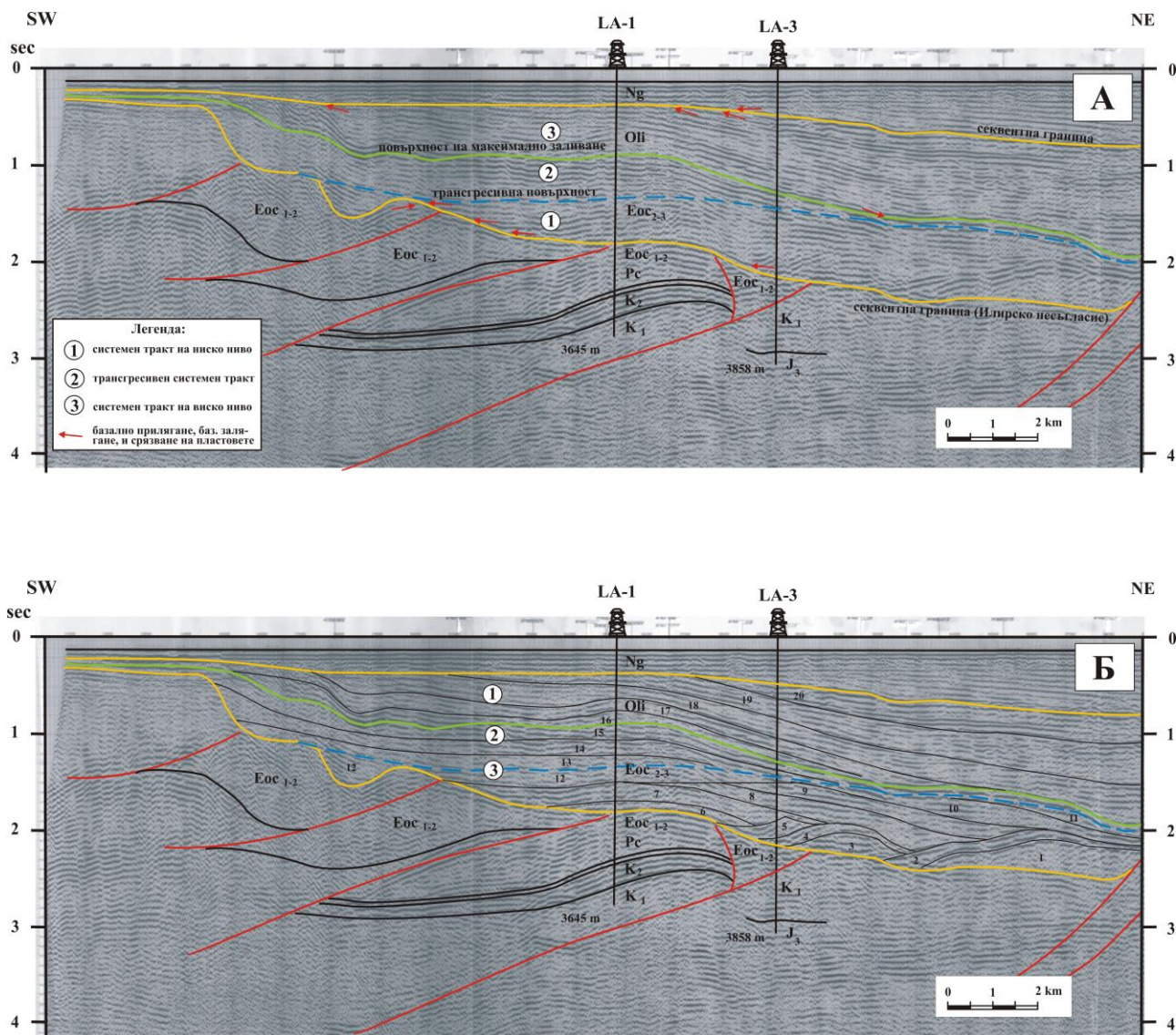
Относителното изменение на морското ниво може да се установи по особеностите на базалното залягане (onlap) на крайбрежните седименти в морските седиментни комплекси. По амплитудата на тези изменения във времето и пространството може да се построи графика на циклите на относителните повишения и понижения на морското ниво. Такава графика позволява да се получи представа за историята на флукуациите на базисното ниво, което контролира площното развитие на седиментните комплекси и характера на изграждащите ги пластовете.

Изложеният в настоящото изследване регионален анализ на относителните изменения на морското ниво на Долнокамчийския басейн, включва следните три основни етапа:

- анализ на сеизмичната секвенция;
- построяване на хроностратиграфска корелационна схема;
- построяване на диаграма на относителното морско ниво.

Анализ на сеизмичната секвенция

През първия етап е необходимо да се анализират крайбрежните комплекси. Определят се техните граници, възраст, области на разпространение и наличие на формите на базално залягане (onlap) и препокриване (toplap). На сеизмичния профил са проследени и трасирани именно тези отразяващи хоризонти, отговарящи на базално залягащи и препокриващи пластовете (фиг. 3).



Фиг. 3. Сеизмостратиграфска интерпретация на СП-7866, показваща: А – отделената средно-горноеоценско-олигоценска секвенция; Б – трасираните в рамките на секвенцията отразяващи хоризонти, отговарящи на базално залягащи и препокриващи пластове

Средно-горноеоценско-олигоценската секвенция е отделена и подробно разгледана (Георгиев и др., 2004; Димитров, Георгиев, 2005).

От получените данни за интерпретирания сеизмичен профил, беше построен стратиграфски разрез, който даде реална представа за пространствените взаимоотношения на литоложките тела в обхвата на седиментната секвенция (фиг. 4). За целите на изследването бяха разграничени дълбоководните от плиткоморските и крайбрежните седименти.

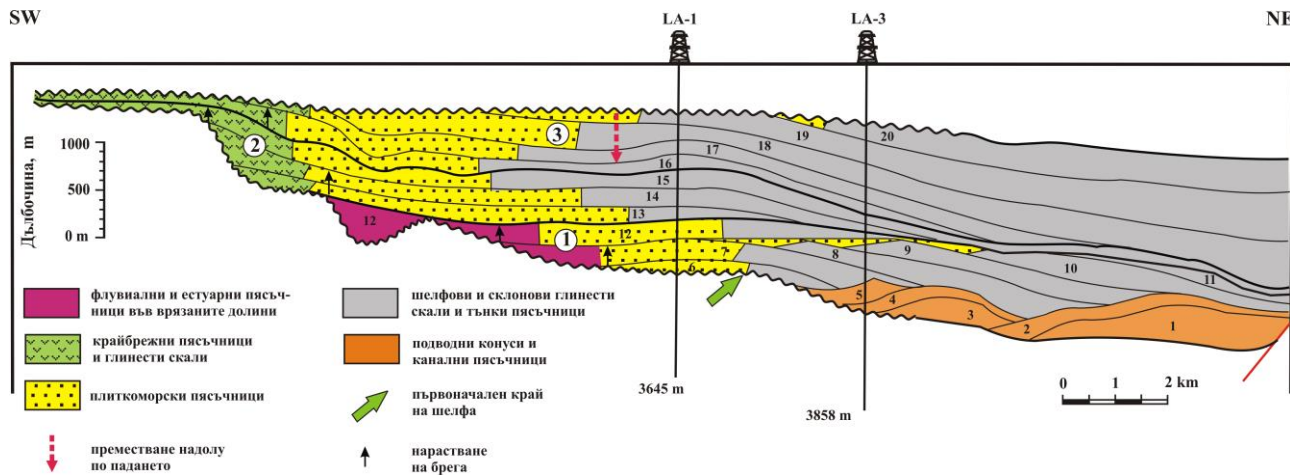
Построяване на хроностратиграфска корелационна схема

През втория етап се преминава към построяване на хроностратиграфска корелационна схема на седиментните комплекси. На нея в зависимост от абсолютната възраст се пренася информацията от геоложкия профил. Хроностратиграфските диаграми (Wheeler, 1958) са изключително полезни за изобразяването на времевата стратиграфия. Те описват скалите от разреза по време и пространство, контрастирайки на литостратиграфските разрез, които изобразяват само пространствените

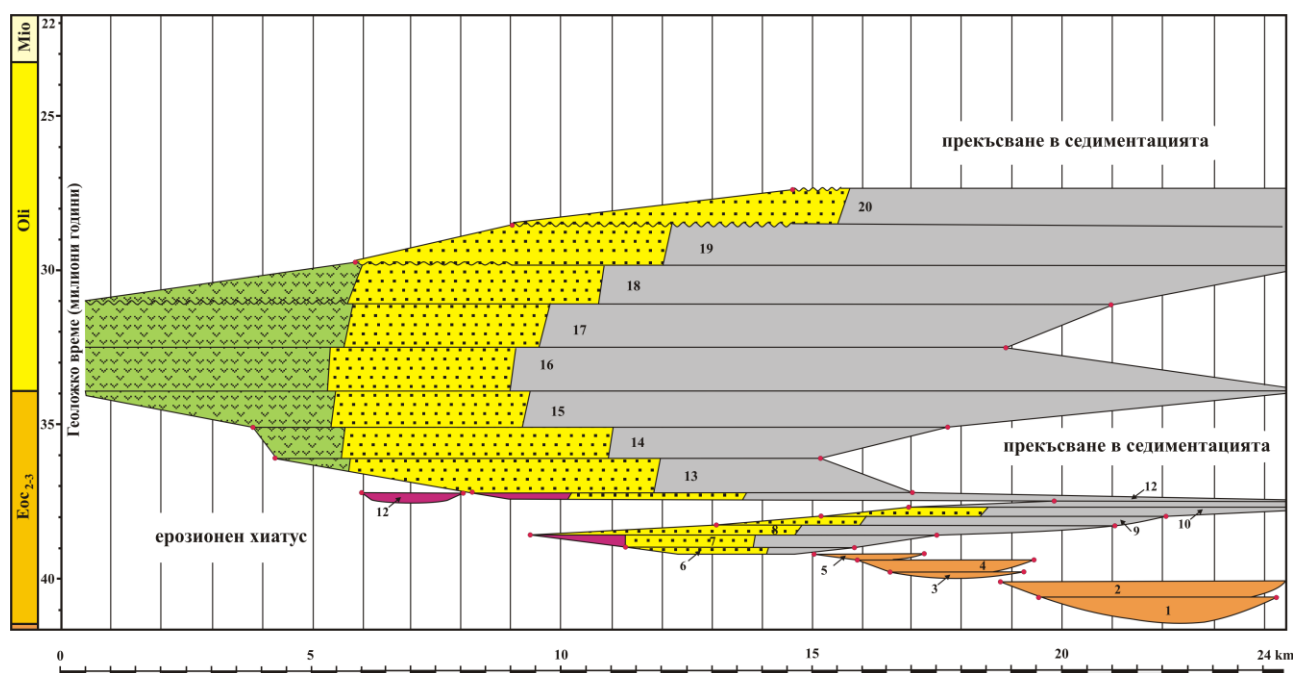
отношения на телата. Затова т.н. "диаграми на Уилър" ("Wheeler diagrams") улесняват изясняването на значението, продължителността и латералния обхват на несъгласията и прекъсванията. Върху схемата е изобразена стратиграфската информация, като по вертикалата е нанесено геоложкото време, а по хоризонталата, разстоянието между обектите в изучавания район. Чрез информацията от интерпретирания профил и геофизичните сондажни данни за Долнокамчийския седиментен басейн беше построена хроностратиграфска диаграма, на която нагледно са оценени времевият диапазон и площта на развитие на секвенцията (фиг. 5).

Построяване на диаграма на относителното морско ниво

Първият модел на глобалното морско ниво е публикуван от Vail et al. (1977), а по-късно е модифициран от Haq et al. (1987). Построена е "глобална" крива, която е получена в резултат от анализа на сеизмичните профили и разпознаването на ограничените с повърхнини на несъгласие секвенции. За трасирането и са използвани техники описани в работите на Payton (1977), Vail et al. (1991) и Miall (1996).



Фиг. 4. Стратиграфски разрез по сеизмичната линия, сещаща напречно Долнокамчийския басейн

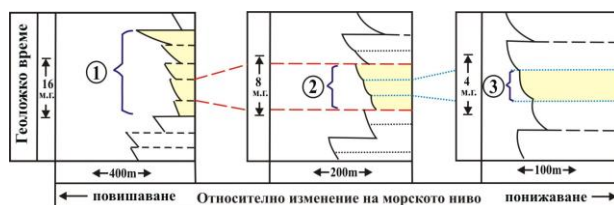


Фиг. 5. Хроностратиграфска корелационна схема на изучаваната зона (вж. легендата от фиг. 4)

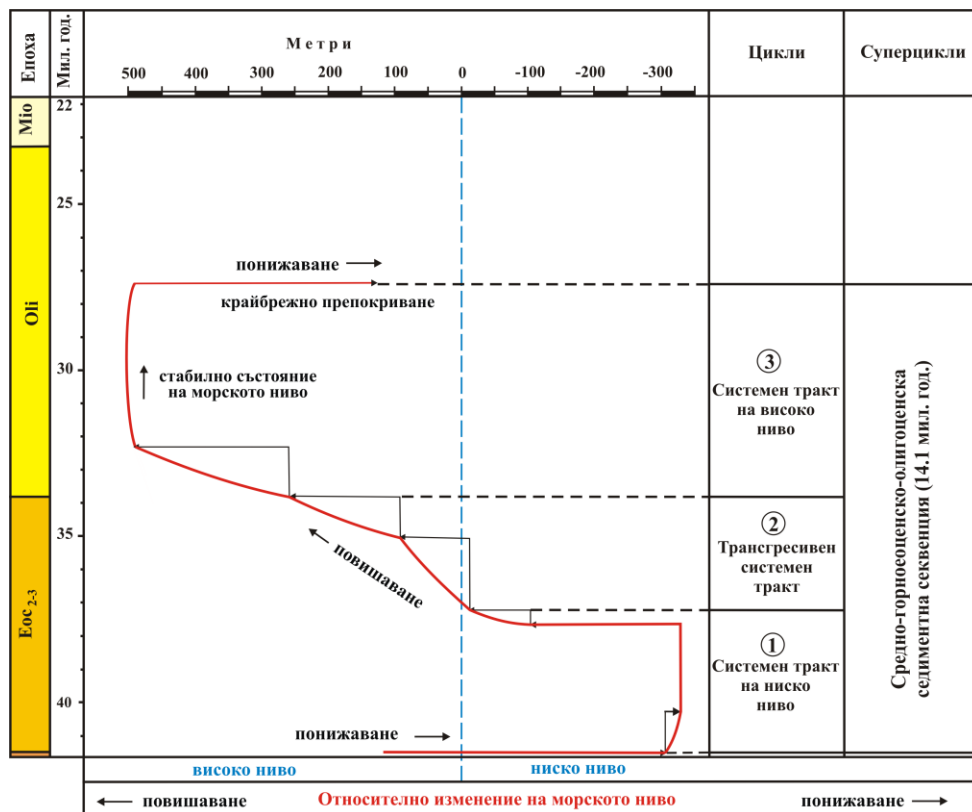
По същество кривата на глобалния модел на относителните изменения на морското ниво съдържа предсказване на поведението на евстатичните колебания през геоложкото време, получена от крайбрежното базално залягане (onlap) на пластове, показано с осреднена диаграма. Моделът на глобалното морско ниво, алтернативно е наречен "глобална циклична диаграма" (Payton, 1977; Miall, 1996). Той показва систематични схеми на вариации на морското ниво с различни вълнови дължини. Така Vail et al. (1977) отделят цикли от първи, втори и трети порядък с времетраене от няколко милиона (циклите от трети порядък) до 10-ки милиона години (циклите от първи и втори порядък).

Под цикъл на относително изменение на морското ниво се разбира интервал от време, в течение, на който се отбелязват относителните повишения и понижения (Vail et al., 1977) (фиг. 6).

Всеки цикъл на относително изменение на морското ниво, обикновено се състои от етап на постепенно повишаване, период на стабилизация и етап на бързо понижаване. Това е и причината за ясно изразения им асиметричен характер, който се наблюдава при всички известни до момента случаи.



Фиг. 6. Графика на относителното изменение на морското ниво. Циклите се състоят от относителни повишавания и понижавания. С цифрите в кръгчетата: 1 – суперцикл; 2 – цикл; 3 – парацикл (Vail et al., 1977, с модификации)



Фиг. 7. Регионална диаграма на циклите на относителните изменения на морското ниво в Долнокамчийския басейн

За построяването на графиката е необходимо стратиграфският разрез да обхваща зоната на външния шелф и да съдържа най-пълнен разрез на базалното залягане. Затова и съвсем целенасочено беше извършен подбор на подходящ за изследването сеизмичен профил.

Относителното изменение на морското ниво се отчита по трансгресивното залягане на сушата на литорални и неморски крайбрежни седименти. Амплитудата на относителното повишаване може да се определи по вертикалната компонента на нарастване на бреговите отложения (agradation). В хода на относителното повишаване на морското ниво се отбелязва както трансгресията, така и регресията на бреговата линия, удълбочаването или пък изплитняването на басейна. За относителната стабилизация свидетелства крайбрежното препокриване (toplap).

За изчисляване на амплитудата на относителното понижаване на морското ниво се определя първоначалната разлика в абсолютните бележки между най-високите положения на пластовете, базално залягащи в постилация комплекс и най-ниските положения в препокриващия комплекс. След крупното относително понижаване на морското ниво се наблюдава забавяне на развитието на шелфа, а областта на базално залягане видимо е ограничена от осевата зона на басейновия конус, развит в крайнината на басейна.

На диаграмата на относителните изменения на морското ниво в Долнокамчийския басейн през средно-късноеоценовата и олигоценовата епоха е очертан един суперцикъл (втори порядък) с продължителност на формиране от 14.1 млн. г. (фиг. 7). Той кореспондира

напълно с развитието на една класическа седиментна секвенция. Този суперцикъл е поделен на 3 цикъла (трети порядък), отговарящи на изграждащите седиментната секвенция системни трактове.

В началото на първия цикъл (системен тракт на ниско ниво) морското ниво в басейна рязко се е понижавало и е било под шелфовия ръб, а в края на цикъла то спира да се понижават и започва бавно да се повишава. Цикълът е с продължителност от 4.2 млн. г. (къснолютецка-бартоновска възраст).

Вторият цикъл (трансгресивен системен тракт) отразява бързо повишаване на морското ниво. Повишаването може ясно да се види от поведението на кривата на диаграмата Шелфът се залива и шелфовото акомодационно пространство значително нараства (трансгресия). Цикълът се формира през късния еоцен (приабонски век) в рамките на 3.3 млн. г.

Третият цикъл (системен тракт на високо ниво) се характеризира с продължаване на тенденцията на повишаване на относителното морско ниво, като то достига най-високите си стойности, след което следва етап на стабилно състояние, а накрая кривата показва режим на бавно понижаване (регресия). Цикълът се образува през олигоцена (рупел-раннохатски век) в продължение на 6.6 млн. г.

Съпоставяне на кривата на изменение на морското ниво в Долнокамчийския басейн с „глобалната“ крива

При съпоставянето на кривата получена от настоящето изследване с кривата на глобално изменение на морското ниво, се отчитат и някои разлики (фиг. 8). Най-отчетлива е

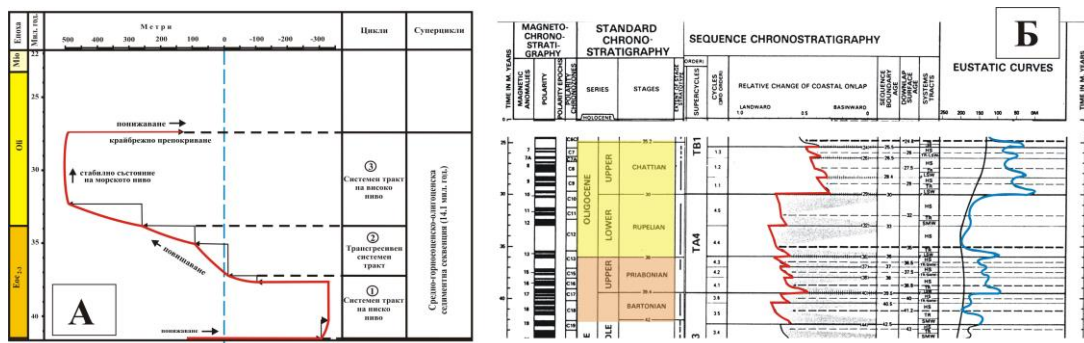
тази в началото на суперцикълъ, която е естествен отговор на изявата на локални тектонски движения, свързани с Илирската орогенеза, моделирала активно съвременния облик на Източните Балканиди.

Заклучение

Установените особености на базалните залягания и препокривания в обхвата на средно-късноеоценско-олигоценската седиментна секвенция, позволиха отделянето на един едноименен суперцикъл формиран в продължение на 14.1 млн. г. Суперцикълът е поделен на

цикли, всеки един, от които се характеризира със специфично изменение на относителното морско ниво. Кривата на относителните изменения на морското ниво може да се раздели на редица времеви интервали свързани с относителното повишаване, стабилност и понижаване на нивото.

Относителните изменения на морското ниво контролират секвентната архитектура и разпространението на литофациесите в Долнокамчийския басейн. Затова и анализът им може да бъде използван за конструирането на басейнов модел.



Фиг. 8. Съпоставяне на кривата на относителните изменения на морското ниво в Долнокамчийския басейн през средно-късноеоценската и олигоценската епоха (А) с кривата от модела на глобалното морско ниво на Haq, et al., 1987 (Б)

Литература

- 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.
- Димитров, Х., Г. Георгиев. 2005. Литофациален анализ на седиментните секвенции в Долнокамчийския седиментен басейн (акваториална част). – *Год. МГУ*, 47, св. I, *Геология и геофизика*, 47-52.
- Николов, Т. 1995а. Съвременен състояние и перспективи на стратиграфията. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 56, 1, 1-30.
- Николов, Т. 1995б. Евстатични колебания на морското ниво в историята на Земята. – *Год. СУ, Геол.* - 1, 88, 5-20.
- Allen, P. A., J. R. Allen. 1990. *Basin Analysis: Principles and Application*. Blackwell Scientific Publ., Oxford, 463 p.
- Bally, A. W. (Ed.) 1987. *Atlas of seismic stratigraphy*. – *AAPG Studies in Geology*, 27.
- Christie-Blick, N., G. S. Mountain, K.G. Miller. 1990. Seismic stratigraphic record of sea level change. – In: *Sea-Level Change*. – *Natl. Acad. Sci. Stud. Geophys.*, 116-140.
- Emery, D., and K.J. Myers. 1996. *Sequence Stratigraphy*. Blackwell Science, Oxford, 297 p.
- Haq, B. U., J. Hardenbol, P. R. Vail. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to Present). – *Science*, 235, 1156-1167.
- Miall, A. D. 1991. Stratigraphic sequences and their chronostratigraphic correlation. – *J. Sediment. Petrol.*, 61, 497-505.
- Miall, A. D. 1992. Exxon global cycle chart: an event for every occasion. – *Geology*, 20, 787-790.
- Miall, A. D. 1996. *The Geology of Stratigraphic Sequences*. Springer, Berlin, 433 pp.
- Octavian, C., A. Willis, A. Miall. 1998. Temporal significance of sequence boundaries – *Sedim. Geology*, 121, 157-178.
- Payton, C.E. (Ed.), 1977. *Seismic Stratigraphy. In Applications to Hydrocarbon Exploration*. – *Mem. Am. Assoc. Pet. Geol.*, 26, 1-516.
- 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.
- Vail, P. R., Audemard, F., Bowman, S.A., Eisner, P.N., Perez-Cruz, C. 1991. The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology an overview. – In: Einsele, G., Ricken, W., and Seilacher, A. (Eds.), *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlin.
- 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.
- Wheeler, H. F. 1958. Time-stratigraphy. – *Bull. of the AAPG*, 42, 5, 1047-1063.