

РУСЛАРСКО-ПАЛЕОГЕНСКА (!) ПЕТРОЛНА СИСТЕМА В ДОЛНОКАМЧИЙСКИЯ СЕДИМЕНТЕН БАСЕЙН

Христо Димитров

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700, България, E-mail: hristo_dimitrov@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. Главната цел на изследването е да се анализира доказаната Русларско-Палеогенска (!) петролна система в разреза на Долнокамчийския седиментен басейн (ДКБ). В различни депозони от басейна са установени четири промишлени (Галата, Каварна, Каварна-изток, Калиакра) и три непромишлени (Ново Оряхово, Приселци, Самотино море) газови акумулации, а в десетки от прокараните дълбоки, търсеци сондажи са отчетени въглеродородни проявления и разтворен в пластовите води природен газ. Всички тези факти дават основание да се говори за действаща петролна система, която вероятно се намира в ранен стадий от своето развитие (акумулациите и проявленията са от биогенен газ). Основните задачи в настоящата работа се свеждат до идентифициране, наименоване и картиране (пространствено оконтурване) на петролната система. Графично са представени географския и стратиграфския обхват на системата върху комбинирана карта и обобщен геоложки разрез. Времевият обхват на основните процеси е изразен чрез диаграма на погребването и събитийна диаграма, показващи времевата връзка на основните процеси. На тях са илюстрирани т. нар. „критичен момент“ и времето на съхраняване на акумулираните в капаните въглеродородни продукти. Използваният за целите на изследването подход е изцяло базиран на концепцията на петролните системи и петролните зони (Dow, 1974; Perrodon, 1980; Magoon, 1987, 1988 и 1995; Demaison & Huizinga, 1991; Magoon & Dow, 1994; Magoon and Beaumont, 2003). Правилната интерпретация и картирането на елементите на една петролна зона благоприятства постигането на по-висока ефективност на търсещите работи и се явява предпоставка за оптимизиране и калибриране на данните, заложи при моделирането на геологическото развитие на ДКБ и възникналата в него петролна система.

Ключови думи: петролна система, Долнокамчийски седиментен басейн, газопроявления, газови акумулации

RUSLAR-PALEOGENE (!) PETROLEUM SYSTEM IN DOLNA KAMCHIYA SEDIMENTARY BASIN

Hristo Dimitrov

University of mining and geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700, Bulgaria, E-mail: hristo_dimitrov@mgu.bg

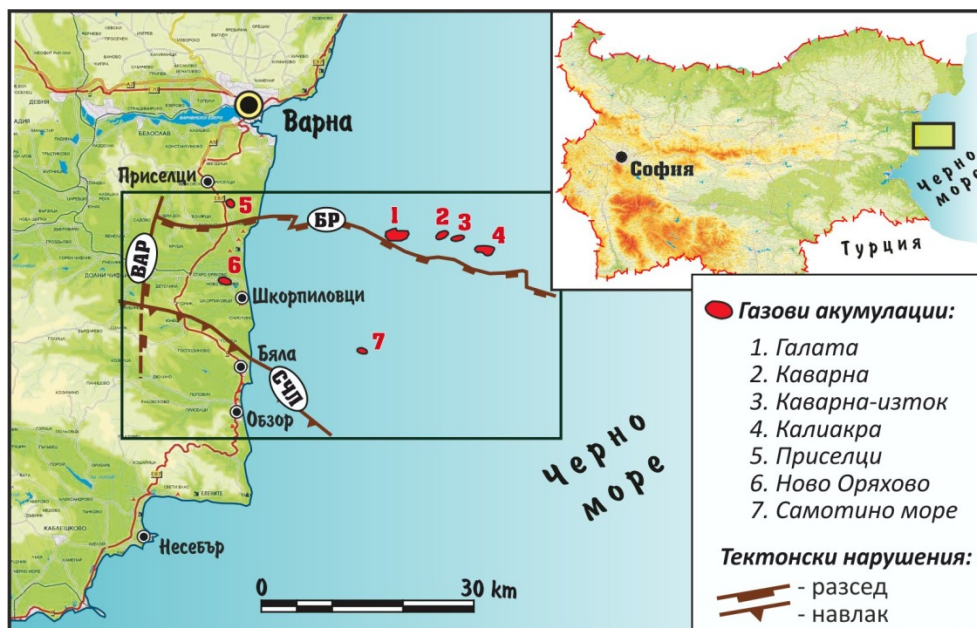
ABSTRACT. The main objective of the research is to analyze the proven Ruslar-Paleogene (!) petroleum system in the section of Dolna Kamchiya sedimentary basin. In various basin depozones four industrial (Galata, Kavarna, Kavarna-East, Kaliakra) and three non-industrial (Novo Oryahovo, Priseltsi, Samotino more) gas accumulations were established, and tens of the cut deep, surveying boreholes we reported shows and natural gas dissolved in the layer waters. All these facts provide the grounds for talking about operational petroleum system that is probably at an early stage of its development (the accumulations and manifestations are of biogenic gas). The main tasks of this paper are about identifying, naming and mapping (spatial outlining) of the petroleum system. The combined map and summarized geologic section graphically present system's geography and stratigraphic extent. The temporal extents of the main processes is presented with burying diagram and event chart showing the time relation between the main processes. They illustrate the so-called "critical moment" and the storage time of the hydrocarbon products accumulated in the traps. The approach that was implemented for the research purposes is entirely based on the concept of petroleum systems and petroleum play (Dow, 1974; Perrodon, 1980; Magoon, 1987, 1988 и 1995; Demaison & Huizinga, 1991; Magoon & Dow, 1994; Magoon and Beaumont, 2003). The accurate interpretation and mapping of the elements of a particular petroleum zone contribute for achieving better effectiveness of the search works and it is a prerequisite for optimizing and calibrating the data set in modelling the geohistorical development of Dolna Kamchiya sedimentary basin and the petroleum system that occurred in it.

Key words: petroleum systems, Dolna Kamchia sedimentary basin, gas shows, gas accumulations

Въведение

Идентифицирането на петролни системи и тяхното детайлно изучаване са изключително важни за насоките на търсещо-проучвателните дейности в един седиментен басейн. Главната цел на изследването е да се анализира доказаната Русларско-Палеогенска (!) петролна система в разреза на Долнокамчийския седиментен басейн (ДКБ). В различни депозони от басейна са установени четири промишлени (Галата, Каварна, Каварна-изток, Калиакра) и три непромишлени (Ново Оряхово, Приселци, Самотино море) газови акумулации (фиг. 1), а в десетки от

прокараните дълбоки, търсеци сондажи са отчетени въглеродородни проявления и разтворен в пластовите води природен газ. Всички тези факти дават основание да се говори за действаща петролна система, която вероятно се намира в ранен стадий от своето развитие (акумулациите и проявленията са от биогенен газ). Основните задачи в настоящата работа се свеждат до идентифициране, наименоване и картиране (пространствено оконтурване) на петролната система. Районът на изследване обхваща на сушата част от Централна Източна България и около 50 km навътре в морето от прилежащата й Западночерноморска акватория (фиг. 1).



Фиг. 1. Обзорна схема на района на изследване и откритите в обхвата му газови акумулации. В елипсите са означени: БР - Близнашки разлом; ВАР - Венелин-Аксаковски разлом; СЧЛ - Старопланинска челна линия

Материали и методика

При идентифицирането и анализирането на петролната система в обхвата на ДКБ, са използвани данните от 104 търсещо-проучвателни, експлоатационни и структурни сондажи. Геохимичната информация, относно качеството и количеството на органичното вещество (ОВ) и типа на керогена, установени във въглеродородогенериращите седименти от разреза на басейна, е по публикации в специализирани геоложки издания. За съставянето на геолого-геофизичен разрез са интерпретирани няколко сеизмични профили. Използваният за целите на изследването методичен подход е изцяло базиран на концепцията на петролните системи и петролните зони (Dow, 1974; Perrodon, 1980; Magoon, 1987, 1988 и 1995; Demaison, Huizinga, 1991; Magoon, Dow, 1994; Magoon, Beaumont, 2003, Allen, Allen, 2005).

Русларско-Палеогенска (!) петролна система

Петролната система се разглежда като една динамична въглеродородогенерираща и акумулираща физико-химична система, която функционира в определен интервал от геоложкото време и има пространствено ограничение. За съществуването на петролната система е необходимо наличието на всичките и елементи и протичането на всички процеси, които трябва да са в подходящо съчетание в геоложкото пространство и време (Demaison & Huizinga, 1991).

Мотивите за именуването на петролната система са продиктувани от наличните факти, касаещи въглеродородогенериращия седиментен комплекс и резервоарните интервали, в които са доказани 7 газови акумулации. Изхождайки от базовата позиция на нефтогазотомичните скали, тяхното хроно- или литостратиграфско име е водещо за наименуване на

системата. Обикновено с тире следва номенклатурното име на резервоара, последвано от символна добавка за ниво на достоверност (доказаност) на системата. Тази процедура е много добре илюстрирана в работата на Magoon, Beaumont (2003). Следвайки примера на цитираните автори, петролната система в ДКБ, е означена като Русларско-Палеогенска (!), тъй като Русларска свита се смята за основния генериращ комплекс. И въпреки, че една от въглеродородните акумулации е в разрез на горнокредни седиментни скали, в името влиза "Палеогенска", защото общото количество газови запаси в колектори с палеогенска, еоценска и олигоценска възраст надвишават около два пъти тези от горнокредния колектор. Следва удивителен знак в скоби, с което се заявява, че системата е доказана.

Елементи на петролната система

Според концепцията за петролните системи, елементите които ги изграждат са: активно генерационно огнище и нефто-газотомични скали (богати на ОВ); скали колектори, скали ефективни покривки и капани за акумулиране на въглеродородните съединения.

Като основни въглеродородогенериращи в разреза на ДКБ се възприемат олигоценските глинестите скали на Русларска свита, която съдържа повишени количества на органично вещество (Chouparova et al., 1993; Sachsenhofer et al., 2009; Georgiev, 2012). Дебелината на свитата на сушата се изменя от няколко десетки метри до над 900 m. От същия порядък са дебелините и в прилежащата акватория, където свитата се установява повсеместно. Вероятното развитие на генерационното огнище е в подълбоководната зона от акваториалната част на ДКБ, където богатите на ОВ глинеисти седименти залягат на по-голяма дълбочина - над 1500 m (фиг. 2).

Отчетеното съдържание на общото количество на органичния въглерод (C_{org}) в Русларска свита е между 0.5 - 2.7%, но в повечето от пробите са установени стойности от

1 до 2% (Sachsenhofer et al., 2009; Georgiev, 2012), което означава че генерационният ѝ потенциал е от задоволителен до добър. По данни на Sachsenhofer et al. (2009), при проведения пиролитичен анализ (Rock-Eval analysis) е установено, че керогенът в повечето от пробите е от III (хумусно ОВ), а в по-малката част от тях и от II тип (хумусно-сапропелово ОВ) и следователно би могъл да генерира основно газ и в по-малки количества нефт.

Проучените колектори в ДКБ са представени от теригенни и карбонатни седиментни скали, с палеогенска възраст, с изключение на тези в газовия залеж Галата, които са привързани към нива от Горната Креда. В газовите акумулации Каварна, Каварна изток и Калиакра колекторните пластове са представени от палеоценски варовици, вероятно принадлежащи на Комаревска свита. В Самотино море колекторите са пясъчници и алевролити със средно-късноеоценска възраст. Новооряховската акумулация е в горноеоценски пясъчници. Газов залеж Приселци е вместен в олигоценски алевролити.

Непроницаемите седиментни скали (покривките) са основно глинести в случаите на Самотино море, Ново Оряхово и Приселци и карбонатни (биокластични и глинести варовици) в разрезите от Галата, Каварна, Каварна изток и Калиакра. Възрастовият им диапазон варира, както при колекторите, от Горна Креда до Олигоцен.

В разреза на ДКБ са съществували условия за формиране на разнообразни по геоморфоложки тип капани. Откритите въгледородни залежи са вместени в капани от структурен (антиклинални с тектонски контрол) и стратиграфски (литоложки ограничени) тип.

Географски обхват на петролната система

Географският обхват на петролната система се проследява по линията, ограничаваща активното генерационно огнище и всички свързани с неговата „продукция“ въгледородни залежи, просмуквания и прояви на повърхността, проявления и притоци в сондажните стволлове. Русларско-Палеогенската (!) петролна система се характеризира със следните параметри: географска дължина - по най-дългата си ос надвишава 60 km; географска ширина - в акваториалната част от ДКБ надхвърля 30 km; ориентировката ѝ най-общо е в посока запад-изток, т.е. следва ориентировката на разположения на юг от ДКБ ороген, а формата е изометрична. (фиг. 2). Коректно е да се отбележи, че границата на географския обхват на системата за частта от сушата е значително по-уверено трасирана, поради големия брой прокарани сондажи, докато в акваторията до известна степен тя е предполагаема и вероятно ще търпи корекции, с прокарането на нови сондажи и установяването на нови въгледородни акумулации.

Стратиграфски обхват на петролната система

Под *стратиграфски обхват* на една петролна система обикновено се схваща хроностратиграфският интервал на образуване на нефто-газотомайчините скали, резервоарите и покривките, т.е. интервалът, в който се вмести генерационното огнище и формираните залежи.

На фиг. 2 е представен геолого-геофизичен разрез, от който би могло да се определи без колебание стратиграфския обхват на разглежданата петролна система - той обхваща седиментни скали от разреза на Горна Креда до Кватернер включително.

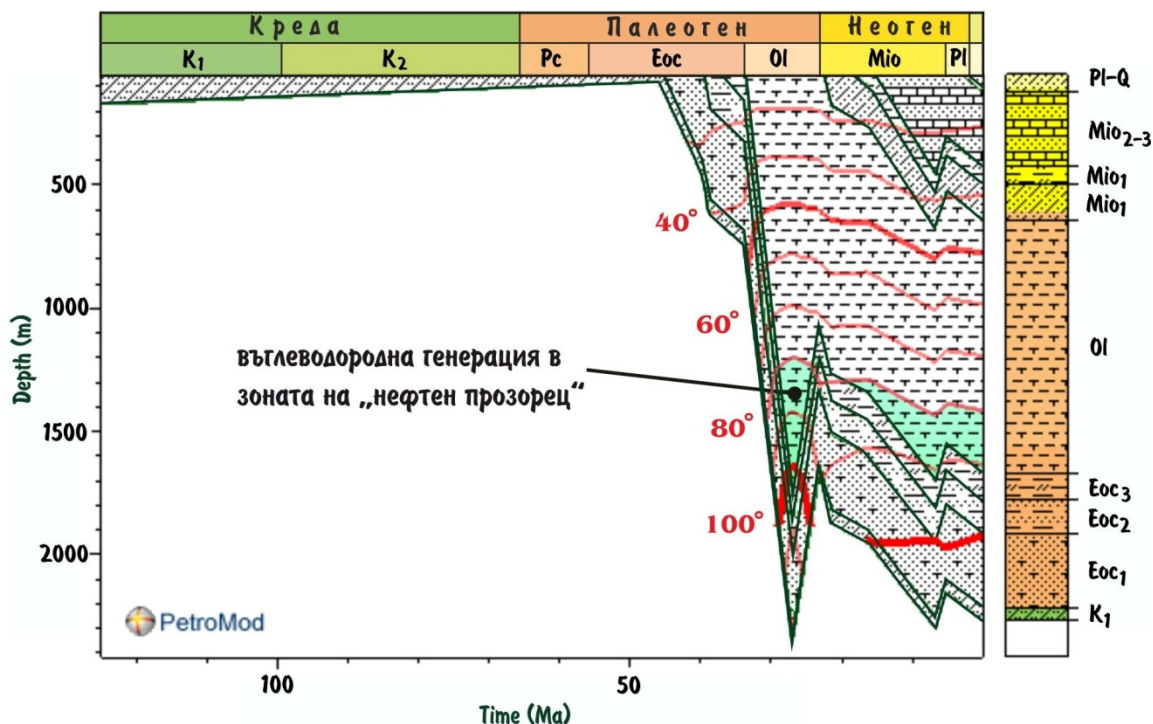
Диаграма на историята на басейновото погребване

Модели на погребването и термалната история на ДКБ за района на сушата са представени в научни разработки от Chouparova et al. (1993) и Botoucharov, Stefanov (2010). В настоящето изследване моделът на басейновото погребване е показан на фигура 3. Избран е условен сондажен разрез, чието местоположение може да се види на фигура 2. Подборът целенасочено е направен за подълбоководната зона, където олигоценските седименти залягат на значително по-големи дълбочини, в сравнение с тези от разреза на сушата и където съществуват условия за развитие на активно генерационно огнище.

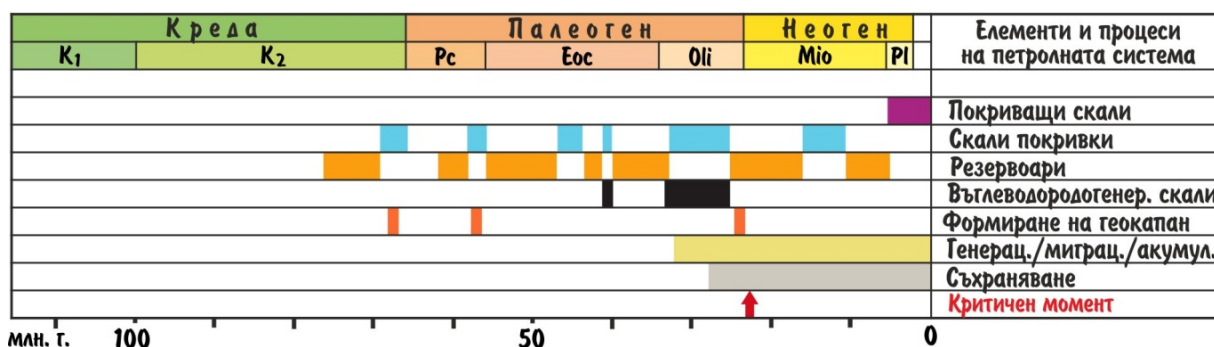
При съставянето на модела на басейновото потъване и оценка на термичната зрялост на ОВ в ДКБ са отчетени, както етапите на седиментация, така и времевите интервали на ерозия, като следствие на тектонски колебания и евстатични изменения. Богатите на органично вещество глинести скали на Русларска свита са влезли в ранен етап на "нефтен прозорец" преди около 28 млн. г. (ранен олигоцен). След това е последвала инверсия на палеобасейна, довела до прекъсване на генерационния процес за около 10 млн. г. Нефто-газотомайчините скали навлизат за втори път в стадий на ранна нефтена генерация в началото на миоценската епоха, която продължава и в наши дни. Това обяснява защо установените до момента акумулации са от биогенен газ.

Събитийна диаграма

Получената събитийна диаграма е показателна затова, че времето на формиране на капаните в обхвата на ДКБ изпреварва времето на генерация, миграция и акумулация на въгледородите. Освен това, след Савската нагъвателна фаза територията на България (в частност изследваният район) не е засегната сериозно от последващи нагъвателни фази, което съвпада с времето на съхраняване на акумулациите и е отлична предпоставка за формиране на залежи. Началото на съхраняване на акумулираните въгледородни продукти в първичния капан, маркира т. нар. "критичен момент" на петролната система. В случая той се отчита към началото на миоценската епоха (преди около 22 млн. г.). Генерираните в олигоценските глинести въгледороди, чрез латерална и вертикална миграция на север и латерална миграция на юг и запад от активното генерационно огнище, са се акумулирали в подходящи капани от структурен (Галата, Каварна, Каварна изток, Калиакра, Самотино море) и стратиграфски (Приселци, Ново Оряхово) тип. В основата на протичащия процес на вторична миграция е стремежът на въгледородите да се движат от по-високи към по-ниски налягания (от по-голяма към по-малка дълбочина). Вторичната вертикална миграция се е извършила по Близнашкия екстензионен, листричен разлом. В зоната на този разлом се получава директен контакт между олигоценските газотомайчини скали и горнокредните и палеоценски карбонатни седиментни скали (фиг. 2).



Фиг. 3. Диаграма на историята на басейновото погребване. Глините на Русларска свита са навлезли в ранен стадий на "нефтен прозорец"



Фиг. 4. Събитийна диаграма, на която са показани елементите на петролната система и времето на протичане на процесите, които я характеризират като действаща. Ключов за системата е т.нар. "критичен момент"

Установени въглеродородни акумулации

Списък с откритите в рамките на ДКБ въглеродородни акумулации и някои основни данни, свързани с тях, е представен в таблица 1. Според руската класификация на залежите по оценени запаси, те влизат в графите "малки" и "много малки". Във всяка една от акумулациите е отчетен сух метанов газ и по този признак, както и според изотопното отношение C^{12}/C^{13} , може да се заключи, че става въпрос за генерация на биогенен газ (Sachsenhofer et al., 2009; Georgiev, 2012), т.е. степента на зрялост на органичното вещество е ниска. Сходството в химичния състав на газовите акумулации подсказва, че въглеродородите са генерирани от едно и също генерационно огнище.

Заклучение

Установените до момента в границите на ДКБ въглеродородни акумулации, проявления и разтворен в пластовите води газ, дават основание да се идентифицира действаща петролна система. Според правилата за

наименуване, заложен в концепцията за петролните системи, тя е определена като Русларско-Палеогенска (!). Сондажните, сеизмичните и геохимичните данни, позволяват да бъде направено географското и стратиграфско привързване на петролната система, която се намира в ранен стадий от своето развитие (акумулациите и проявленията са основно от биогенен газ).

Получените модели на историята на погребване в ДКБ и събитийната диаграма и фиксираният критичен момент на системата (към началото на миоценската епоха - преди около 22 млн. г.) дават основание да се смята, че съществуват много добри предпоставки за формиране на въглеродородни залежи.

Направената интерпретация и картирането на елементите на петролната зона благоприятства постигането на по-висока ефективност на бъдещите търсещо-проучвателни дейности и се явява предпоставка за оптимизиране и калибриране на данните, заложен при моделирането на геосторичното развитие на ДКБ и възникналата в него Русларско-Палеогенска (!) петролна система.

Таблица 1.

Промислени и непромислени газове акумулации, установени до момента в различни депозони от ДКБ

Газова акумулация	Година на откриване	Възраст и литостратиграфска привързаност на колектора	Литоложки тип на колектора	Депозон от ДКБ	Запаси млрд. m ³
Галата	1993 г.	Горна креда (Кайлъшка свита)	карбонатен	предиздатина	1,5
Калиакра	2007 г.	Палеоцен (Комаревска свита ?)	карбонатен	предиздатина	1,2
Каварна	2008 г.	Палеоцен (Комаревска свита ?)	карбонатен	предиздатина	0,9
Каварна изток	2010 г.	Палеоцен (Комаревска свита ?)	карбонатен	предиздатина	0,4
Приселци	1955 г.	Олигоцен (Русларска свита)	теригенен	предиздатина	0,3
Ново Оряхово	1949 г.	Горен еоцен (Авренска свита)	теригенен	фордийп	0,2
Самотино море	1986 г.	Среден еоцен (Авренска свита)	теригенен	над орогения клин	0,1

Литература

- Allen, P. A. & J. R. Allen (2nd ed.). *Basin Analysis: Principles and Application*. Blackwell Scientific Publications, USA, 2005. - 549 p.
- Botoucharov, N., Y. Stefanov. Thermal modelling of the Cretaceous-Neogene history in Dolna Kamchia basin (onshore Bulgaria). *Fourth International Geomodelling Conference, GeoMod 2010, Modelling in Geosciences*, 27-29 September, Lisbon, Portugal, Disc of the Conference Extended Abstracts, 2010. - 1-4.
- Chouparova, E., N. Suzuki, P. Bokov. Modelling of subsidence and thermal history of Paleogene sequence in Dolna Kamchija depression, Western Black Sea basin. *Geologica Balcanica*, 23.4, 1993. - 65-78.
- Demaison, G., B. J. Huizinga. Genetic Classification of Petroleum Systems. - *AAPG Bulletin*, 75, 10, 1991. - 1626 - 1643.
- Dow, W.G. Application of oil-correlation and source rock data to exploration in Williston Basin. *AAPG, Bulletin*, 58, 1974. - 1253-1262.
- Georgiev, G. Geology and Hydrocarbon Systems in the Western Black Sea. *Turkish J. Earth Sci.*, 21, 2012. - 723-754.
- Magoon, L.B. The petroleum system—A Classification Scheme for Research, Resource Assessment, and Exploration (abstract); *AAPG Bulletin*, 71, 1987.- 587 p.
- Magoon, L.B. The petroleum system—A Classification Scheme for Research, Resource Assessment, and Exploration, in Magoon, L.B. (ed.), *Petroleum Systems of the United States*; USGS Bulletin, 1870, 1988. - 2-15.
- Magoon, L. B. The play that complements the petroleum system—a new exploration equation: *Oil & Gas Journal*, 93, 40, 1995. - 85-87.
- Magoon, L. B., W. G. Dow. The petroleum system – from source to trap. – *AAPG Memoir* 60, Tulsa, Oklahoma, 1994. - 645 p.
- Magoon, L. B., E. A. Beaumont. Petroleum Systems. - In: *Exploring for Oil and Gas Traps (Treatise of Petroleum Geology, Handbook of Petroleum Geology Series)*, by Edward A. Beaumont (Author, Editor), Norman H. Foster (Editor), Chapter 3, 2003.
- Perrodon, A. Géodynamique pétrolière. Genèse et répartition des gisements d'hydrocarbures: Paris, Masson-Elf-Aquitaine, 1980. - 381 p.
- Sachsenhofer, R., B. Stummer, G. Georgiev, R. Dellmour, A. Bechtel, R. Gratzner, S. Coric. Depositional environment and hydrocarbon source potential of the oligocene Ruslar formation (Kamchia Depression; Western Black Sea). *Marine and petroleum geology*, 26, 2009. - 57-84.

Статията е рецензирана от доц. д-р Е. Занева-Добранова и препоръчана за публикуване от кат. „Геология и проучване на полезни изкопаеми“.