



## Complex geophysical research in the northern half of the Bulgarian Black Sea sector

*Orlin Dimitrov<sup>1</sup>, Atanas Vasilev<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Institute of Oceanology – BAS, Parvi May street 40, Varna, Bulgaria, ovdimitrov@gmail.com gasberg@io-bas.bg

**Key words:** seismostratigraphy, neotectonics, faults, gas vents, Black Sea

### Abstract

Results of comprehensive geophysical studies in the Bulgarian sector of the Black Sea are reported. Comparison of the data from neotectonic and geothermal studies and studies of gas shows on the seafloor has been made. Seismo-acoustic and echosounder materials are used, as well as data from the scientific literature and archives. New research information is acquired and conclusions are drawn. An agreement exists between the results from the neo-tectonic analysis and the studies of the gas shows on the seabed. This confirms the reliability of the results. It is also found that gases in the Quaternary deposits play essential role in the neotectonic processes.

## Комплексни геофизични изследвания в северната половина на българския сектор в Черно море

*Орлин Димитров<sup>1</sup>, Атанас Василев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт по океанология – БАН, ул. „Първи май“ №40, Варна, България, ovdimitrov@gmail.com gasberg@io-bas.bg

**Ключови думи:** сеизмостратиграфия, неотектоника, разломи, газови извори, Черно море

### Резюме

Представени са резултати от комплексни геофизични изследвания в българската черноморска акватория. Направена е съпоставка на данните, получени при неотектонски изследвания и при изследвания за газопроявления на морското дъно. Използвани са сеизмоакустични и ехолотни материали, данни от литературни източници и фондови материали. Получена е нова научна информация и са направени изводи. Установено е, че между резултатите, получени при неотектонския анализ и при изследванията за газопроявления на морското дъно, има съответствие. Това потвърждава достоверността на тези резултати.

### Въведение

Представени са комплексни геофизични изследвания на кватернерните седименти в източната част на шелфа и прилежащата горна част на континенталния склон. Разглежданата акватория обхваща участъци от Долнокамчийското понижение, Мизийската плоча и Източна Стара планина. При предишни изследвания е направен неотектонски анализ на основата на сеизмостратиграфията (Dimitrov, Genova, 2004), при който са открити много на брой разломи, като болшинството от тях са в източната периферия на шелфа и в прилежащата горна част на континенталния склон. Определени са геохронологичните времена, през които са били активни и е установено е, че много от новооткритите разломи са били активни пред последните 150 000 години, а това означава, че могат да бъдат сеизмогенни. Направена е обвързка с известните дълбочинни разломи в акваторията и по крайбрежието. В настоящия доклад са съпоставени неотектонските данни с данните от изследвания за газопроявления по морското дъно и са установени зависимости между тях.

### Материали, методика и резултати

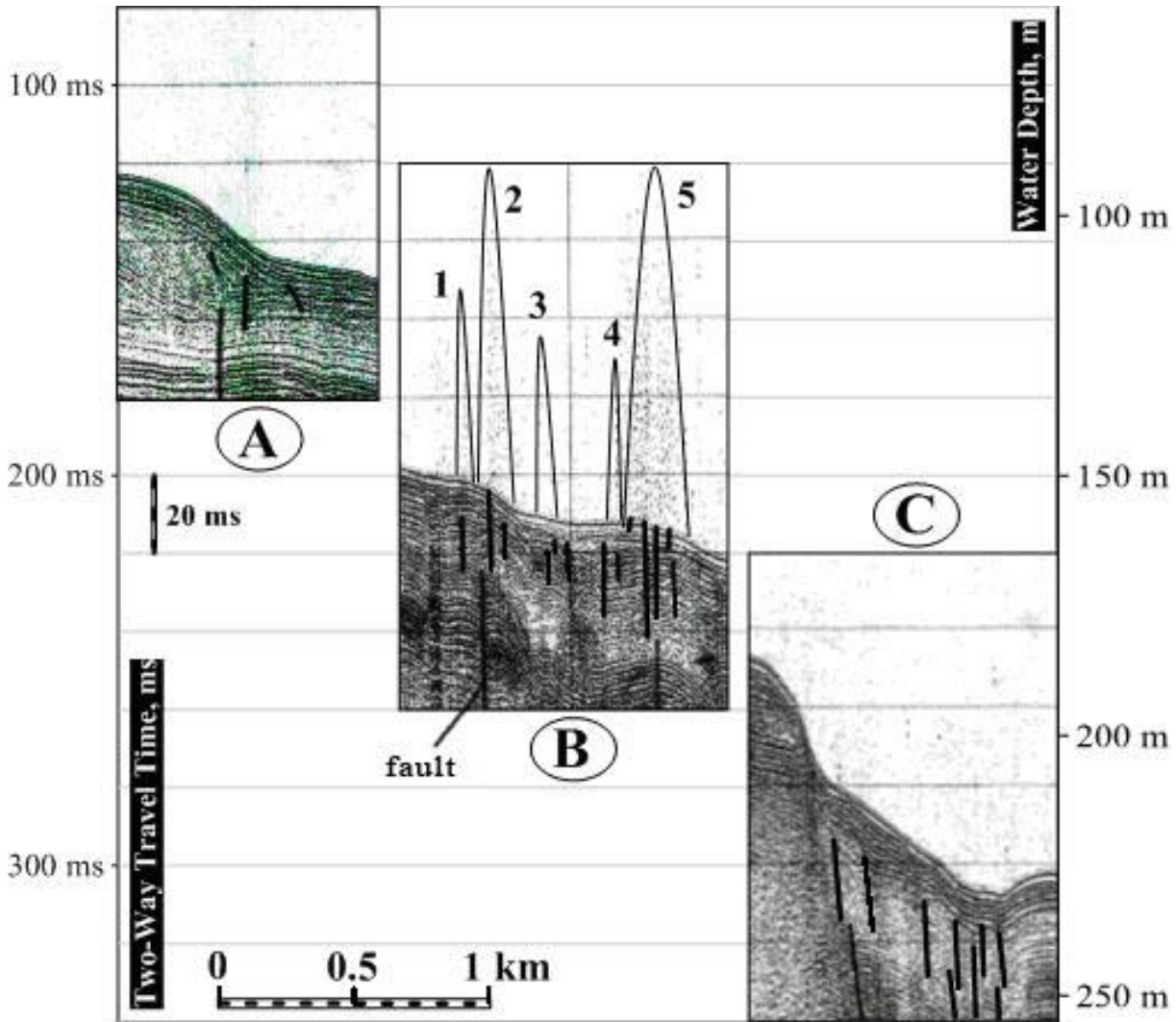
Използвани са сеизмоакустични материали от експедиции на Института по океанология, БАН (Варна), данни от геолого-геофизични проучвания за нефт и газ и данни, получени при анализиране на ехолотни профили и от източници, посочени в литературата. С цел постигане на по-голяма точност са направени допълнителни по-детайлни неотектонски изследвания, при които е акцентирано на максимално точно определяне доколко разломните повърхности се доближават до морското дъно (фиг. 1). При неотектонските изследвания (Dimitrov, Genova, 2004) в източната част на шелфа и в прилежащата горна част на континенталния склон е открита разломна зона. В периферията на шелфа са фиксирани няколко разломни сегмента, които представляват отделни части от един голям ССИ-ЮЮЗ разлом (фиг. 2 – АI, АII, АIII, АIV). Сегментите АIII и АIV „извиват“ съответно в най-северната и в най-южната си част. Между „извивките“ е фиксиран друг разломнен сегмент F. Разломните повърхности (разломните линии) на сегментите АI, АII,



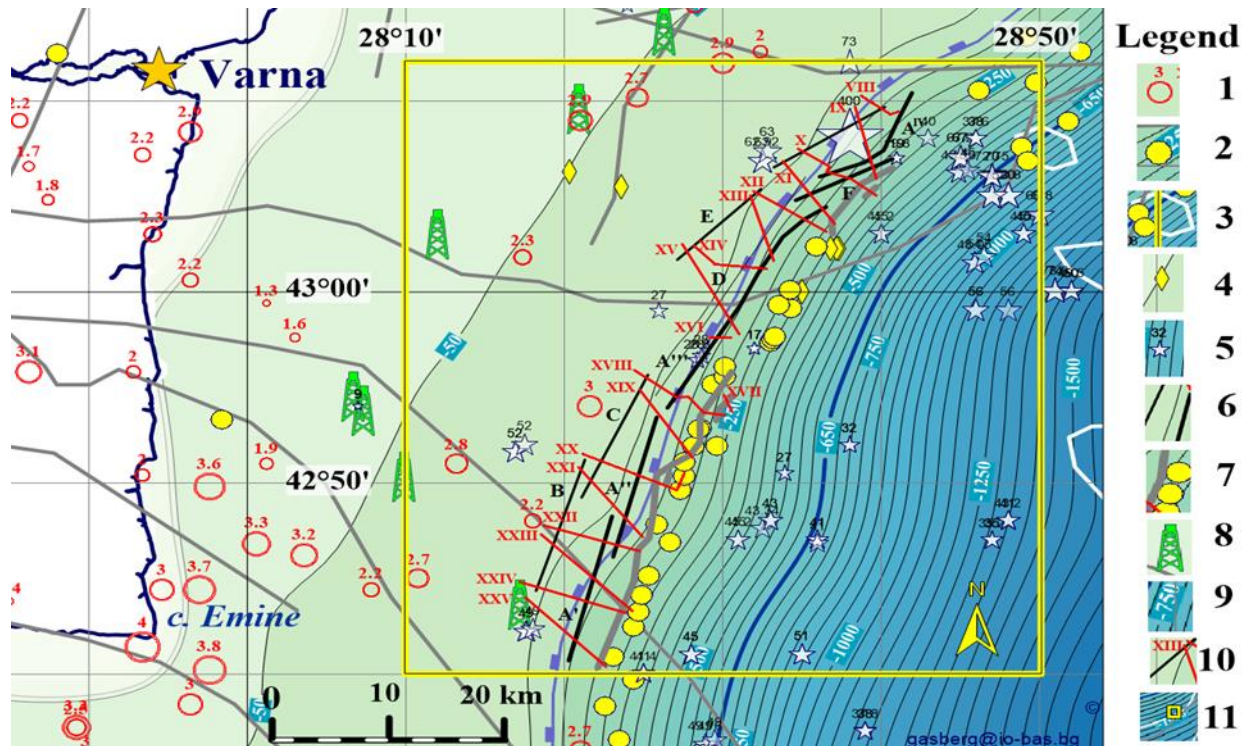
AIII, AIV и F не достигат до морското дъно. На изток от главния разлом в горната част на континенталния склон е установено наличието на множество разломи, наречено вътрешна разломна зона (фиг. 2). Траекториите на профилите от XIII до XVI в източна посока прекъсват непосредствено след разломния сегмент AIII и по сеизмоакустични материали не може да се установи дали източно от този сегмент има разломи. Поради това вътрешната разломна зона е разделена на две части – северна и южна. В частта ѝ, фиксирана по времевите разрези на профилите от XVII до XXII, разломните повърхности достигат до морското дъно, а в частта ѝ, фиксирана по времевите разрези на профилите от IX до XI не достигат. Разглежданата акватория е изследвана за газопроявления по морското дъно. При съпоставянето на траекториите на сеизмоакустичните профили и фиксираните разломи с местоположенията на газовите факели (фиг. 2), установяваме, че над разломните сегменти, съставлящи главния разлом (AI, AII, AIII, AIV и F), не са фиксирани газови факели. При вътрешната разломна зона в частта ѝ, фиксирана с профилите от XVII до XXII, са фиксирани газови факели, а в частта ѝ, фиксирана с профилите от IX до XI, не се наблюдават такива. (Dimitrov, Vasilev, 2016). Събраната научна информация дава основание за нови анализи и изводи относно тектонските процеси в региона. (Dimitrov, Vasilev, 2016).

### **Изводи**

Съпоставяйки местоположенията на разломите и на газопроявленията над морското дъно и проследявайки разпространението на разломните повърхности (разломните линии) по времевите разрези установяваме, че газови факели има над разломите, чиито разломни повърхности или достигат до морското дъно (излизат на дъното) или се доближават до него на разстояние <4 м. Газовите факели са фиксирани и в площта между двете части на вътрешната разломна зона (фиг. 2). След комплексния анализ на описаните факти е достигнато до заключението, че разломи има и в площта, намираща се между двете части на вътрешната разломна зона и че тук разломните повърхности или достигат до морското дъно, или се доближават до него на разстояние <4 м. Анализът показва, че в горната част на континенталния склон между данните, получени при неотектонските изследвания, извършен на основата на сеизмостратиграфията и данните, получени при изследванията за газопроявления по морското дъно, има съответствие. Следователно достоверността на тези данни е твърде голяма.



Фигура. 1. Времеви разрез с фиксирани по тях разломи и газопроявления. А-времеви разрез на профил XX и разлом АПІ; В-времеви разрез на профил XX, разломи принадлежащи към южната част на вътрешната разломна зона, и газопроявления със средна (№№1,3,4) и с голяма интензивност (№№2,5) (газови факели); С-времеви разрез на профил IX , разломни повърхности на разломите, принадлежащи към северната част на вътрешната разломна зона и газопроявления с малка интензивност. (Dimitrov O., A. Vasilev 2016)



Фигура 2. Газопроявления и разломи в северната половина на българския сектор в Черно море (Dimitrov, Vasilev, 2016): 1 – епицентър на земетресение и неговия магнитуд; 2 – единични газови извори (газови факели); 3 – зони с BSR (Bottom Simulating Reflectors) на сеизмичните записи; предполагаеми райони с газови хидрати, установени по проект BLASON; 4 – групови газови извори; 5 – геотермични станции със стойности на топлинния поток, mW/m<sup>2</sup>; 6 – разломи в горната част на седиментния разрез; 7 – вътрешна разломна зона; 8 – сондажи и линия, фиксираща границата между геоложки структури; 9 – изобати; 10 – сеизмични профили; 11 – район с открити газови хидрати в дълни седиментни проби. Използвани са данни от: Dimitrov, Genov (2004); Egorov et al. (2011); Finetti et al. (1988); Shnyukov, Ziborov (2004); Vassilev (2006); <http://www.heatflow.und.edu/Global2010.csv>; <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/>; <http://www.heatflow.und.edu/data.html>

## ЛИТЕРАТУРА

- Dimitrov, O., A. Vassilev. Comprehensive analysis of data from geophysical studies in the Western Black Sea. – C. R. Acad. Bulg. Sci. 69, 10, 1333-1340, 2016
- Dimitrov, O., I. Genov. Active faults in the south-eastern part of the Moesian Plate and the Lower-Kamchia Drop. – C. R. Acad. Bulg. Sci., 57, 6, 83–87, 2004
- Egorov, V. N., Y. G. Artemov, S. B. Gulin, Methane Seeps in the Black Sea. Sevastopol, ECOSEA-Hydrophysics, 405 p. 2011 (in Russian with an English abstract).
- Finetti, I., G. Bricchi, A. Del Ben, M. Pipan, Z. Xuan, Geophysical study of the Black Sea. – In: Monograph on the Black Sea. *Bullettino di Geophysica Teorica ed Applicata*, 30, 117–118, 197–324. 1988
- Gufeld, I. L., Earth's degassing and seismicity. – *Earth Sciences*, 2, 25–32, 2007 (in Russian).
- Rodkin, M. V., The dynamics of the Earth's firmament. – *Earth and Universe*, 4, 25–30, 2007 (in Russian).
- Shnyukov, E. F., A. P. Ziborov, Mineral Resources of the Black Sea. Kiev, National Academy of Sciences of Ukraine, 280 p. 2004 (in Russian with an English abstract).
- Trotskyuk, V., M. Bolshakov, Analysis of the genetic composition of hydrocarbons. – In: Geodekyan, A., V. Trotskyuk, I. Monahov (Eds.). *Oil and Gas Genetic Studies of the Bulgarian Sector of the Black Sea*. Sofia, BAS, 201–203, 1984 (in Russian).
- Vassilev, A., Optimistic and pessimistic model assessments of the Black Sea gas hydrate. – C. R. Acad. Bulg. Sci., 59, 5, 543–550. 2006
- <http://www.heatflow.und.edu/Global2010.csv> (2010 compilation: 35,523 onshore and 23,013 offshore terrestrial data; last visited: 23.02.2014)
- <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/> <http://www.heatflow.und.edu/data.html>