



Информация за изпълнение на етап на проект

Наименование на конкурса:
Конкурс за финансиране на фундаментални научни изследвания по обществени предизвикателства – 2018 г. Обществено предизвикателство: Енергия и енергийна ефективност; ефективно оползотворяване на природни ресурси
Основна научна област:
Науки за земята
№ на договор:
КП-06-ОПР04/7 18.12.2018
Начална и крайна дата на проекта:
18.12.2018 – 27.08.2022
Заглавие на проекта:
Геотермична еволюция на морски находища на газови хидрати – Палеоделтата на Дунав, Черно море (ГЕОХидрат)
Базова организация:
Институт по океанология „Проф. Фритьоф Нансен“ – БАН, Варна (ИО-БАН)
Партньорски организации:
Ръководител на научния колектив (академична длъжност, научна степен, име):
доц. Атанас Василев
Общ размер на отпуснатото финансиране за първи етап:
60 000.00 лв.
Интернет страница на проекта (ако има такава):
http://geohydrate.free.bg/
Научни публикации по проекта:
ПУБЛИКАЦИИ
U. Tinivella et al. (A. Vasilev) 2019. Gas Hydrate: Environmental and Climate Impacts. Geosciences, 9, 443, 1-7, doi:10.3390/geosciences9100443. <i>CiteScore 2018 (Scopus): 1.82, rank 49/182, Q2 (Open Access)</i>
Н. Ботушаров, Р. Пехливанова , 2019. Приложения на топлинния поток в западната част на Черно море за моделиране на геотермичната еволюция и формиране на газови хидрати. Списание на българското геологическо дружество, 80, 3, 99–101. ISSN 0007-3938; <i>Web of science (ESCI) from 2017</i>
T. Minshull et al. (A. Vasilev) 2020. Hydrate occurrence in Europe: A review of available evidence. Marine and Petroleum Geology, 111, 735-764, ISSN 0264-8172, doi: 10.1016/j.marpetgeo.2019.08.014. Impact Factor 2018: 3.538; CiteScore 2018: 3.970; SCImago Journal Rank (SJR): 1.459, Q1 (Open Access)
Botoucharov, N., A. Vasilev, I. Genov, O. Dimitrov, D. Dimitrov , 2020. Basin subsidence and thermal maturity of tertiary sediments in Bulgarian exclusive economic zone - preconditions for gas hydrate resources. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020, Oil and Gas Exploration, Vol. 1.2, 673-680. doi:10.5593/sgem2020/1.2/s06.085. ISBN 978-619-7603-05-7 (<i>Scientific Society Award for the Best Report</i>)
Genov, I. , 2020. Comment on “Holocene sedimentation in the southwestern Black Sea: Interplay between riverine supply, coastal eddies of the Rim Current, surface and internal waves, and saline underflow through the Strait of Bosphorus” by O. Ankindinova, A. E. Aksu, R. N. Hiscott



[Marine Geology, 420 (2020) 106092]. Review of the Bulgarian Geological Society, 81, 2, 41-52.
Genov, I., Slavova, K., Nonova, T., Koleva-Rekalova, E., 2020. Black Sea Holocene Environmental Setting in Respect of Ostrea Edulis Appearance and Loss. In: Proceeding of 1st International Conference on Environmental Protection and Disaster RISks, Part 2, Az-buki National Publishing House, Sofia, 491-500, doi:10.48365/envr-2020.1.44.
Vasilev, A., N. Botoucharov, P. Petsinski, R. Pehlivanova, I. Genov, O. Dimitrov, D. Dimitrov, D. Yovchev, 2020. Do marine gas hydrate deposits create heat flow anomalies on the seabed? Review of the Bulgarian Geological Society, 81, 3, 181–183. (In Bulgarian with English abstract)
Vasilev, A., N. Botoucharov, P. Petsinski, R. Pehlivanova, 2020. Marine gas hydrates' evolution after Middle Pleistocene: basin analysis of the Danube Fan, Black Sea. Review of the Bulgarian Geological Society, 81, 3, 184–186. (In Bulgarian with English abstract)
Petsinski, P., A. Vasilev, K. Gerilowski, V. Slabakova, E. Botev, M. Tsekov, O. Dimitrov, N. Dobrev, D. Parlichev, 2020. Extreme emissions from shallow water methane seepages Zelenka (Northern Bulgarian Black Sea region) before earthquake Md 4.7 August 5, 2009. Review of the Bulgarian Geological Society, 81, 3, 250-252. (In Bulgarian with English abstract)
Vasilev A., Tsekov M., Petsinski P., Gerilowski K., Slabakova V., Trukhchev D., Botev E., Dimitrov O., Dobrev N., Parlichev D., 2021. New Possible Earthquake Precursor and Initial Area for Satellite Monitoring. Frontiers in Earth Science, Special issue: Achievements and New Frontiers in Research Oriented to Earthquake Forecasting, 8, 752-760, doi: 10.3389/feart.2020.586283. Impact Factor 2019: 2.689; CiteScore 2019: 3.3; SJR: 1.159, Q1 (Open Access)
Böttner, C., Callow, B.J., Schramm, B., Gross, F., Geersen, J., Schmidt, M., Vasilev, A., Petsinski, P., & Berndt, C, 2021. Focused methane migration formed pipe structures in permeable sandstones: Insights from UAV-based digital outcrop analysis in Varna, Bulgaria. Sedimentology. 22 p. (Accepted: 14.03.2021) Impact Factor 2019: 3.405; CiteScore 2019: 3.3; 019 Journal Citation Reports (Clarivate Analytics): 5/47, Q1 (Open Access)
КОНФЕРЕНЦИИ
N. Botoucharov, R. Pehlivanova, 2019. Applications of heat flow in the Western Black Sea to model geothermal evolution and gas hydrate formation. National Conference with international participation "GEOSCIENCES 2019", 6 Dec., Sofia, Poster.
Böttner, C., Callow, B.J., Schramm, B., Gross, F., Vasilev, A., Petsinski, P., Karstens, J., Berndt, C., & Bull, J., 2019. GRAPA –Quantifying features of a fluid flow systems using customer-grade UAV imagery. STEMM-CCS ECR, 04.11.-7.11.2019, Winchester, United Kingdom, Talk.
Vasilev, A., E. Burwicz-Galerie, N. Botoucharov, I. Genov, P. Petsinski, D. Dimitrov, R. Pehlivanova, D. Yovchev, 2020. GEOHydrate Project: Fundamental Research for Modern Marine Technologies. MASRI Online Conference, Varna, 22.05.2020, Talk.
Botoucharov, N, A. Vasilev, I. Genov, O. Dimitrov, D. Dimitrov, 2020. Basin subsidence and thermal maturity of tertiary sediments in Bulgarian exclusive economic zone - preconditions for gas hydrate resources. XXI International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020 Conf., Oil and Gas, Albena, 16-25.08.2020, Talk. (Scientific Society Award for the Best Report)
Василев, А., П. Пецински, Р. Пехливанова, 2020. Изследване на морски газови хидрати – географски особености и регионално значение. Трета международна научна конференция: География, регионално развитие и туризъм 2020, Шумен, 27-29.11.2020, Talk.
Vasilev, A., N. Botoucharov, P. Petsinski, R. Pehlivanova, 2020. Marine gas hydrates' evolution after Middle Pleistocene: basin analysis of the Danube Fan, Black Sea. Geosciences 2020 Conference, Sofia, 03-04.12.2020, Talk.
Vasilev, A., N. Botoucharov, P. Petsinski, R. Pehlivanova, I. Genov, O. Dimitrov, D. Dimitrov, D. Yovchev, 2020. Do marine gas hydrate deposits create heat flow anomalies on the seabed? Geosciences 2020 Conference, Sofia, 03-04.12.2020, Talk.



Petsinski, P., A. Vasilev, K. Gerilowski, V. Slabakova, E. Botev, M. Tsekov, O. Dimitrov, N. Dobrev, D. Parlichev, 2020. Extreme emissions from shallow water methane seepages Zelenka before earthquake Md 4.7 Aug. 5, 2009. Geosciences 2020 Conf., Sofia, 03-04.12.2020, Talk.
Böttner C., B. J. Callow, B. Schramm, F. Gross, J. Geersen, M. Schmidt, A. Vasilev, P. Petsinski, C. Berndt, 2021. Focused methane migration formed pipe structures in permeable sandstones: Insights from UAV-based digital outcrop analysis in Varna, Bulgaria. 81st Conference of the German Geophysical Society, Kiel, Germany, 1-5 March 2021, E-poster.
ПОДАДЕНИ ПУБЛИКАЦИИ
Genov, I., A. Vasilev, 2020. Towards unification of the Black Sea Quaternary seismostratigraphic subdivision. Marine and Petroleum Geology, 7 p. (Submitted: 18.02.2020)
Василев, А., П. Пецински, Р. Пехливанова, 2020. Изследване на морски газови хидрати – географски особености и регионално значение. 3-та международна конф.: География, регионално развитие и туризъм 2020, Шумен, 27-29.11.2020. (Подадена: 09.05.2020)
Пърличев, Д., Н. Добрев, А. Василев, 2020. Нови възможности за краткосрочно прогнозиране на земетресения. Списание на БГД, 8 с. (Подадена: 14.06.2020)
Vasilev, A., E. Burwicz-Galerie, N. Botoucharov, R. Pehlivanova, 2020. Quaternary Gas Hydrates and Gas Seeps – Basin Analysis of the Western Black Sea. 15 International Conf. on Gas in Marine Sediments (GIMS 15), Cádiz, Spain, 18-23.10.2020, 4 p. (Submitted: 20.06.2020)
Vasilev, A., K. Gerilowski, P. Petsinski, V. Slabakova, D. Truhchev, E. Botev, M. Tsekov, O. Dimitrov, N. Dobrev, D. Parlichev, 2020. New earthquake precursor and the first area for satellite monitoring. Nature. (NPG Letter Presubmission: 18.07.2020)
Василев, А., П. Пецински, 2020. Глава 8. Газовые факелы шельфа Болгарии. В: Шнюков, Е. Ф. (ред.) Газовой вулканизм Черного моря. 74 с. (Подана: 28.07.2020)
Vasilev, A., E. Burwicz-Galerie, 2020. Methane emissions from the Danube fan after Middle Pleistocene: model estimation. Frontiers in Earth Science, 10 p. (Submitted: 30.08.2020)
Vasilev, A., 2020. Geothermal inverse problem study of gas hydrates from Danube paleodelta – BEEZ of the Black Sea. EAGE Online Near Surface Geoscience Conf., 4 p. (Submitted: 03.09.2020)
Böttner, C., Callow, B.J., Schramm, B., Gross, F., Geersen, J., Schmidt, M., Vasilev, A., Petsinski, P., Berndt, C., 2020. Chapter 6: Quantifying features of a fluid flow systems using customer-grade UAV imagery. Solid Earth, Faults, fractures, and fluid flow in the shallow crust –Special Issue, European Geosciences Union, Munich, Germany.
Böttner, C., Callow, B.J., Schramm, B., Gross, F., Geersen, J., Schmidt, M., Vasilev, A., Petsinski, P., & Berndt, C., 2020. Above the pipe –Geometry and formation processes of cold seeps in sands and sandstone derived from UAV-based analyses of an Early Eocene methane seep system, near Varna, Bulgaria. Solid Earth, Faults, fractures, and fluid flow in the shallow crust – Special Issue, European Geosciences Union, Munich, Germany.
ПОПУЛЯРНИ (Разпространение на резултати)
Иван Бутовски, 09.10.2019. Съкровище за 16 800 млрд. на дъното на Черно море! Учени: Само запасът от метан в газовите хидрати е равен на brutния ни вътрешен продукт за 407 години. 168 часа , Най-четени, https://www.168chasa.bg/article/4256639
Съкровище за 16 800 млрд. на дъното на Черно море. ТВ България 24 , Гореща тема, Вести – новинарска емисия, 30.10.2019 22:10-22:15; <u>многократно</u>
Съкровище на дъното на Черно море!, 09.10.2019. https://www.dunavmost.com/novini/sakrovishte-za-16-800-miliarda-na-danoto-na-chno-more
Съкровище за 16 800 милиарда на дъното на Черно море! , 09.10.2019. https://vihrogon.bg/съкровище-за-16-800-милиарда-на-дъното-на-че
Съкровище за 16 800 млрд. на дъното на Черно море! , 11.10.2019.



http://www.pan.bg/view_article-5-497367-sykrovishte-za-16-800-mlrd-na-dynoto-na-chno-more.html

Ново изследване ни остави без думи: Съкровище за 16 280 млрд. лежи на дъното на Черно море, 13.11.2020 https://zdravni.eu/%d0%bd%d0%be%d0%b2%d0%be-%d0%b8%d0%b7%d1%81%d0%bb%d0%b5%d0%b4%d0%b2%d0%b0%d0%bd%d0%b5-%d0%bd%d0%b8-%d0%be%d1%81%d1%82%d0%b0%d0%b2%d0%b8-%d0%b1%d0%b5%d0%b7-%d0%b4%d1%83%d0%bc%d0%b8-%d1%81%d1%8a%d0%ba/?fbclid=IwAR27Ia3Fb2aL-LKji4qlB5iTwN0n15IPigzMPSHULgwl2Y_3HOICUlc8Lyo

Интервю на А. Василев за **БТА** на 4 март 2021 11:00-12:30 за постигнати резултати от Етап 1 на ФНИ проект ГЕОХидрат и тяхното значение за развитие на научното направление, икономиката, бита и обществото. Подробно беше обсъдено значението на доказването на основната хипотеза на Етап 1 за образуване на измерими топлинни аномалии в придънните седименти в процеса на формиране на ГХН.

Интервю на А. Василев за **БТА** на 5 март 2021 11:00-11:45 за публикация в специално издание на Frontiers, посветено на изследванията за прогнозиране на земетресения, предлагаща нов прекурсор на земетресения, регистриран за пръв път при най-силното земетресение в Черно море за последните 50 години на 5 авг. 2009. Предимство на прекурсора е възможността за спътников и дистанционен мониторинг.

НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ – Подготвяни; Завършеност, %

A. Vasilev, I. Genov, 2020. Thick higher salinity layer in the upper Black Sea sediments: effects on the GHSZ, production perspectives, geohazard and climate – regional and global (Black Sea gas hydrates – less but better). 40 % (7.7 K Chars, 1.1 K Words, 1/9 Figs, 0 Tbl., 5 Refs)

I. Genov, A. Vasilev, 2020. Towards the unification of the Black Sea Quaternary seismostratigraphic subdivision. 90 % (17.8 K Chars, 3.1 K Words, 4 Figs, 1 Tbl., 19 Refs)

Описание на очакваните резултати по проекта (до 1 стр. в рамките на полето по-долу):



ЕТАП 1

РП 1. Анализ на библиография и данни; сеизмична информация; модел

3. Очаквани резултати (месеци 1-6: 1 публикация, 1 конференция **(1-6: 1 П, 1 К)**)

- 1) Детайлна програма и график на Етап 1 (Е1) на проект ГЕОХидрат;
- 2) Обучение/ръководства за работа със софтуер: сеизмика и газови хидрати (ГХ)
- 3) База данни за модели на ГХ находища (ГХН) в Дунавски фан;
- 4) Модел на ГХН (права задача).

РП 2. Изследване на ТиТП при формиране на ГХН с права геотермична задача

3. Очаквани резултати **(7-15)**

- 1) Моделиране на фактори, определящи аномалии на топлинния поток (ТП) над ГХН;
- 2) 4D резултати от модел на формиране на ГХН.

РП 3. Анализ на модела на формиране на ГХН и публикуване на резултатите

3. Очаквани резултати **(16-18: 1 П, 1 К, ½ монография)**

- 1) методи за определяне на ТП; фон аномалии на ТП; карти;
- 2) анализ на резултатите от РП1 и РП2;
- 3) ГЕОХидрат Е1 отчет – научен и финансов.

ЕТАП 2

РП 4. Софтуер за изследване на ГХН с обратна геотермична задача

3. Очаквани резултати **(19-26)**

- 1) теоретични основи;
- 2) числени методи;
- 3) софтуер;
- 4) ръководство за работа със софтуера (кратък текст с примери).

РП 5. Нов геотермичен подход и методи за изследване на ГХН

3. Очаквани резултати **(27-32)**

- 1) резултати от геотермично изследване на ГХН в палеodelтата на Дунав;
- 2) публикации.

ЕТАП 1 и 2

РП 6. Разпространение на резултати и ангажиране на обществеността

3. Очаквани резултати **(33-36)**

- 1) Интернет страница на ФНИ проект ГЕОХидрат;
- 2) 2 ТВ-предавания;
- 3) 3 медийни публикации;
- 4) монография "4D Geothermy of GHDs: Danube paleodelta";
- 5) Ръкопис на кратка Национална програма за изследване и разработване на морски газови хидрати с Предложение за създаване на Национален институт за иновативни ГХ изследвания; Изпратен ръкопис до българските парламент, правителство и медии; Публикуван ръкопис на сайта на ГЕОХидрат;
- 6) Окончателен отчет по ФНИ проект ГЕОХидрат.

Членове на научния колектив



Базова организация:		
Институт по океанология „Проф. Фритьоф Нансен“ – БАН, Варна (ИО-БАН)		
Ръководител на научния колектив		
1. доц. д-р Атанас Димитров Василев		
Участници:		
2. доц. д-р Орлин Василев Димитров		ДО
3. доц. д-р Иван Димитров Генов		
4. доц. д-р Димитър Петков Димитров		
5. инж. Петър Иванов Пецински		
<i>Софийски университет „Св. Климент Охридски“ Геолого-географски факултет</i>		
6. доц. д-р Никола Димитров Ботушаров		МУ
7. геолог Данаил Янков Йовчев		
8. Росица Иванова Пехливанова		МУ
Партньорска организация:		
НЕ		
Участници:		
НЕ		

¹ Отбележете академичната длъжност, научната степен, име и фамилия на всеки участник като включите и участниците, които са работили по проекта не през целия период за изпълнение на проекта

² Отбележете дали участникът в колектива е млад учен (МУ), постдокторант (ПД), докторанти (ДО) или студенти (СТ), или учен от чужбина (УЧ).



Постигнати резултати от изпълнението на проекта и кратък анализ на тяхната приложимост (до 1 стр. в рамките на полето по-долу)

ЕТАП 1 (с 2 уведомления Е1 е удължен от 18.06.2020 до 28.02.2021)

NB: Неосъществени дейностите и резултати: НЯМА

Допълнителни резултати са постигнати по всички РП (подчертан текст)

РП 1. Анализ на библиография и данни; сеизмична информация; модел

4. Постигнати резултати през Е1 (**1-6: 1 П, 1 К** - месеци 1-6: 1 публикация, 1 конференция)

- 1) Детайлна програма и график на Етап 1 (Е1) на проект ГЕОХидрат;
- 2) Обучение/ръководства за работа със софтуер: сеизмика и газови хидрати (ГХ)
Допълнителни програмни средства и ръководства (18 продукта; 20 GB)
3 академични лиценза за PetroMod®, Schlumberger (~\$5,000,000)
- 3) База данни за модели на ГХ находища (ГХН) в Дунавски фан;
Нови данни за морското ниво и солеността на седиментите през Холоцена
- 4) Модел на ГХН (права задача).
PetroMod® модел за басейнов анализ на Дунавски фан (98 Ma; 150x150x16 км)

П 2. Изследване на ТиТП при формиране на ГХН с права геотермична задача

4. Постигнати резултати през Е1 (**7-15**)

- 1) Моделиране на фактори, определящи аномалии на топлинния поток (ТП) над ГХН;
ГХ и газови сипове в Дунавски фан – вариации през последните 265 Ka
- 2) 4D резултати от модел на формиране на ГХН.
Изходна информация: ~100 000 грид-файла за карти на основни параметри
2 работни станции (най-производителни с-ми за моделиране в ИО-БАН; 11000 лв.)

РП 3. Анализ на модела на формиране на ГХН и публикуване на резултатите

4. Постигнати резултати през Е1 (**16-18: 1 П, 1 К, ½ монография**)

- 1) методи за определяне на ТП; фон аномалии на ТП; карти;
- 2) анализ на резултатите от РП1 и РП2;
Глава от украинска монография за газови сипове в БИИЗ
Нови данни за миграцията на ВВ в Еоценски риф (дрон; Побити камъни)
Предложен нов прекурсор на земетресения (земетресения и екстремални емисии)
- 3) ГЕОХидрат Е1 отчет – научен и финансов. Архив на външни дискове с общ обем 8 TB

РП 6. Разпространение на резултати и ангажиране на обществеността

4. Постигнати резултати през Е1 (**33-36**)

- 1) Интернет страница на ФНИ проект ГЕОХидрат - geohydrate.free.bg;
 - 3) 3 медийни публикации (планирани 3 за целия проект, публикувани 8 през Е1);
- Морските ГХ от палеоделтата на Дунав са достатъчни за енергийна независимост на България за повече от век. Те са с най-благоприятни условия за добив в Европа, а метанът е най-зеленото ВВ гориво. Резултатите са необходими и важни както за България и Европа, така и за развитие на техния научен потенциал, технологична специализация и конкурентна икономика. Новите резултати по проект ГЕОХидрат позволяват да се открият ГХН на карти на ТП; да се определят пътища на миграция; да се оптимизират ресурсни оценки; да се детайлизират геориска и емисиите на метан, свързани с ГХ. Новите резултати са преломна точка за: а) превръщане на геотермията в основен геофизичен метод за търсене и проучване на ГХН и за мониторинга на парникови газове погребвани като ГХ, дори при добив на ГХ; б) корекция на глобалната карта на ТП с отчитане на аномалии от ГХН; в) реинтерпретация на условията за живот на телата с ГХ в Слънчевата система.