

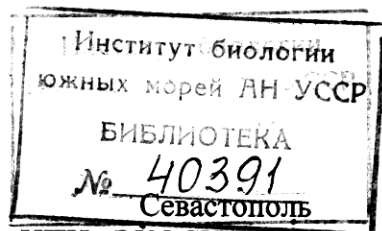
**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ НАУК ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А.О. КОВАЛЕВСКОГО**

В.Н. ЕГОРОВ, Ю.Г. АРТЕМОВ, С.Б. ГУЛИН

МЕТАНОВЫЕ СИПЫ В ЧЕРНОМ МОРЕ

Средообразующая и экологическая роль

Под ред. академика НАН Украины Г.Г. Поликарпова



НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика»

2011

Метановые сипы в Черном море средообразующая и экологическая роль
Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА	9
------------------------------	---

ВВЕДЕНИЕ	11
-----------------	----

**ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

1.1.	История обнаружения струйных метановых газовыделений со дна глубоководной части Черного моря	17
1.2.	Организационная база исследований	23
1.3.	Визуальные наблюдения струйных газовыделений	32
1.4.	Гидроакустические наблюдения струйных газовыделений	37
1.5.	Основные предпосылки применения акустического метода для оценки потока струйного метана	61

**ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА И ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ
РАЙОНИРОВАНИЕ СТРУЙНЫХ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ
В ЧЕРНОМ МОРЕ**

2.1.	Морфометрическая характеристика холодных сипов	90
2.2.	Геолого-географическая и биогеохимическая характеристика Черного моря	96
2.3.	Район палео-дельты реки Днепр	107
2.4.	Акватория севастопольских бухт	112
2.5.	Керченско-Таманский регион	115
2.6.	Грязевые вулканы прогиба Сорокина	120

Метановые сипы в Черном море средообразующая и экологическая роль
Оглавление

2.7.	Грузинский сектор Черного моря	125
2.8.	Западная часть Черного моря и каньон Витязь	130
2.9.	Обобщенные характеристики газовой разгрузки дна Черного моря	133

**ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ГАЗООБМЕНА МЕТАНОВЫХ ПУЗЫРЬКОВ В
ЧЕРНОМ МОРЕ**

3.1.	Модель газообмена в системе «водная среда – пузырьки»	139
3.2.	Параметризация модели по эмпирическим данным	160

**ГЛАВА 4. ПОТОК МЕТАНА ОТ СТРУЙНОЙ
РАЗГРУЗКИ ДНА ЧЕРНОГО МОРЕ**

4.1.	Оценка интенсивности метановых струй по результатам визуальных наблюдений	165
4.2.	Оценка интенсивности потока гидроакустическим методом	167
4.3.	Статистические характеристики потока метановых струй	177
4.4.	Поток метана с площади палео-дельты реки Днепр	183
4.5.	Поток метана с площади палео-дельты реки Дон	186
4.6.	Грязевые вулканы прогиба Сорокина	186
4.7.	Интегральные оценки потока метана от струйных газовыделений в Черном море	187

**ГЛАВА 5. СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ СТРУЙНЫХ
МЕТАНОВЫХ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ**

5.1.	Влияние струйного метана на газовый состав вод	198
------	--	-----

Метановые сипы в Черном море средообразующая и экологическая роль
Оглавление

Черного моря

5.2.	Влияние струйных газовыделений на гидрохимическую структуру вод	208
5.3.	Влияние струйных газовыделений на вертикальное перемешивание вод (совместно с Н.А. Стокозовым)	219
5.4.	Распределение ртути в воде и донных отложениях в местах локализации струйных метановых газовыделений со дна Черного моря	239
5.5.	Влияние струйных газовыделений на структуру звукорассеивающих слоев	249

**ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И РЕСУРСНАЯ РОЛЬ
СТРУЙНЫХ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ**

6.1.	Карбонатные постройки в районах струйных газовыделений Черного моря	254
6.2.	Влияние метановых сипов на бактериальный хемосинтез и трофность вод Черного моря	281
6.3.	Струйные метановые газовыделения как углеводородно ресурсный фактор	285
6.4.	Потенциальная экологическая опасность от струйных метановых газовыделений со дна Черного моря	300

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	309
-------------------	-----

СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.	317
--------------------------------------	-----

ПРИЛОЖЕНИЕ (ТАБЛИЦА СИПОВ)	342
-----------------------------------	-----

PREFACE	9
INTRODUCTION	11
CHAPTER 1. MATERIALS AND METHODS	
1.1. History of discovery of methane gas seeps in the deep-water part of the Black Sea	17
1.2. Organizational base for research	23
1.3. Visual observations of gas seeps	32
1.4. Hydroacoustic observations of gas seeps	37
1.5. The main principles of the acoustic method to estimate the methane flux from gas seeps.	61
CHAPTER 2. PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS AND GEOGRAPHICAL LOCATION OF GAS SEEPS IN THE BLACK SEA	
2.1. Morphometric characteristics of cold seeps	90
2.2. Geological, geographic and biogeochemical characteristics of the Black Sea	96
2.3. Paleo-delta of the Dnieper River	107
2.4. Bays of Sevastopol	112
2.5. Kerch-Taman region	115
2.6. Sorokin Trough mud volcanoes	120
2.7. Georgian sector of the Black Sea	125
2.8. Western Black Sea and the canyon Vityaz	130
2.9. Generalized characteristics of gas discharge from the Black Sea floor	133

**CHAPTER 3. COMPUTER SIMULATION OF GAS
EXCHANGE OF METHANE BUBBLES
IN THE BLACK SEA**

- | | | |
|------|--|-----|
| 3.1. | Model of gas exchange system "seawater - gas bubble" | 139 |
| 3.2. | Parameterization of the model using empirical data | 160 |

**CHAPTER 4. METHANE FLUX FROM GAS SEEPS IN
THE BLACK SEA**

- | | | |
|------|--|-----|
| 4.1. | Assessment of the intensity of methane gas bubble streams based on visual observations | 165 |
| 4.2. | Evaluation of flux by acoustic method | 167 |
| 4.3. | Statistical characteristics of methane flux transported by gas bubble streams | 177 |
| 4.4. | Methane flux from the area of the paleo-Dnieper delta | 183 |
| 4.5. | Methane flux from the area of paleo-Don delta. | 186 |
| 4.6. | Sorokin Trough mud volcanoes | 186 |
| 4.7. | Integral estimates of methane flux originated from gas bubble streams in the Black Sea | 187 |

**CHAPTER 5. THE ENVIRONMENT-FORMING ROLE
OF METHANE GAS SEEPS**

- | | | |
|------|--|-----|
| 5.1. | Effect of bubbling methane on the gas composition of Black Sea waters | 198 |
| 5.2. | Effect of gas bubble streams on the hydrochemical structure of water | 208 |
| 5.3. | Effect of gas bubble streams on the vertical mixing of waters. (in cooperation with N.A. Stokozov) | 219 |
| 5.4. | Spatial distribution of mercury in water and sediments at | 239 |

	the location of methane gas seeps in the Black Sea	
5.5.	Effect of gas bubble streams on the structure of sound scattering layers	249
CHAPTER 6. ECOLOGICAL AND RESOURCE ROLE OF GAS BUBBLE STREAMS		
6.1.	Carbonate build-ups in areas of gas bubble streams in the Black Sea	254
6.2.	Effect of methane seeps on bacterial chemosynthesis and trophicity of Black Sea waters	281
6.3.	Methane gas seeps as a hydrocarbon resource factor	285
6.4.	Potential ecological hazards of methane gas seeps in the Black Sea	300
CONCLUSION		309
REFERENCES		317
ANNEX (TABLE OF SEEPS)		342