

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА



# ОСТРІВ ЗМІЇНИЙ

**Науковий проект**

**Монографії**

**Інформаційні джерела**

**Історія та археологія**

**Рослинний і тваринний світ**

**Абіотичні характеристики**

**Екосистема прибережних вод**

Керівник наукового проекту і головний редактор  
доктор фізико-математичних наук, професор **В. А. Сминтина**

Редакційна колегія:

**В. О. Іваниця** (заступник головного редактора),  
**В. І. Медінець, М. О. Подрезова, О. В. Сминтина**

Одеса  
“Астропринт”  
2008

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
ODESA NATIONAL I. I. MECHNIKOV UNIVERSITY



# ZMIINYI ISLAND

**Scientific project**

**Monographs**

**Informational Sources**

**History and Archaeology**

**Flora and Fauna**

**Abiotic Characteristics**

**Ecosystem of Coastal Waters**

Supervisor of the scientific project and editor-in-chief

**V. A. Smyntyna**, DrSc (Physics and Mathematics), Professor

Editorial board:

**V. O. Ivanytsia** (deputy editor-in-chief),

**V. I. Medinets, M. O. Podrezova, O. V. Smyntyna**

Odesa  
“Astroprint”  
2008

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА



# ОСТРІВ ЗМІЇНИЙ

Екосистема прибережних вод

Монографія

Одеса  
“Астропринт”  
2008

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
ODESA NATIONAL I. I. MECHNIKOV UNIVERSITY



# ZMIINYI ISLAND

## Ecosystem of Coastal Waters

Monograph

Odesa  
"Astroprint"  
2008

УДК 52:551:556(262.5)(477.74)  
ББК 28.082.40+28.082.50(922.8)  
О44

**Острів Зміїний. Науковий проект  
Монографії**

*Інформаційні джерела  
Історія та археологія  
Рослинний і тваринний світ  
Абіотичні характеристики  
Екосистема прибережних вод*

**Острів Зміїний. Екосистема прибережних вод**

Автори:

**В. А. Сминтина**, д-р фіз.-мат. наук, проф. (передмова, вступ); **В. І. Медінець**, канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник (вступ, розд. 2, 3, 4, резюме); **І. О. Сучков**, канд. геол.-мінерал. наук, доц. (розд. 1); **Н. О. Федорончук**, канд. геол. наук, доц. (розд. 1); **Н. В. Тюленєва** (розд. 1); **Є. І. Газетов** (розд. 2, 3); **В. В. Прошенко** (розд. 3); **Н. В. Ковальова**, канд. біол. наук, ст. наук. співробітник (розд. 4.1, 4.3); **О. П. Конарева** (розд. 4.1); **С. В. Медінець** (розд. 4.1); **Н. В. Дерезюк** (розд. 4.2, додаток 1); **А. М. Новіков** (розд. 4.3); **Ф. П. Ткаченко** д-р біол. наук, доц. (розд. 4.4, додаток 2); **В. М. Чічкін** (розд. 4.5, додаток 3); **С. М. Снігірєв** (розд. 4.5, 4.6, додатки 3–6); **В. В. Заморєв**, канд. біол. наук, доц. (розд. 4.6); **Я. Г. Мерєцький** (додатки 4, 6)

Відповідальний редактор: канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співробітник  
**В. І. Медінець**

Рецензенти:

д-р біол. наук, проф. **Г. Г. Мінічева**  
д-р геол.-мінерал. наук, проф. **В. О. Ємельянов**  
д-р геогр. наук, проф. **Ю. С. Тучковенко**  
канд. біол. наук, доц. **С. Є. Дятлов**

*Рекомендовано до друку вченою радою ОНУ імені І. І. Мечникова  
Протокол № 3 від 18 листопада 2008 року*

**Острів Зміїний. Екосистема прибережних вод** : монографія / В. А. Сминтина, В. І. Медінець, І. О. Сучков [ та ін. ] ; відп. ред. В. І. Медінець ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. — Одеса : Астропринт, 2008. — XII, 228 с., [10] арк. іл. — (Наук. проект “Острів Зміїний” / керівник проекту В. А. Сминтина).  
ISBN 978–966–190–149–9

Монографія присвячена особливостям екосистеми прибережних вод і прилеглого до о. Зміїного шельфу Чорного моря. Узагальнені матеріали геологічних, гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних досліджень, які були проведені в районі о. Зміїного науковцями Одеського національного університету в 2003–2007 рр. Розглянуті сучасний стан і зміни гідролого-гідрохімічного режиму прибережних вод, особливості формування і функціонування унікальних біологічних процесів і біорізноманіття прибережної екосистеми. Наведено результати досліджень донних відкладень прилеглого шельфу Чорного моря. Розглянуті результати новітніх досліджень фітопланктону, макрзообентосу, бактеріопланктону, іхтіофауни та водоростей-макрофітів у прибережних водах о. Зміїного.

УДК 52:551:556(262.5)(477.74)  
ББК 28.082.40+28.082.50(922.8)

ISBN 978–966–190–058–4 (проект)  
ISBN 978–966–190–149–9

© Одеський національний університет  
імені І. І. Мечникова, 2008

UDC 52:551:556(262.5)(477.74)  
BBC 28.082.40+28.082.50(922.8)  
O 44

**Zmiinyi Island. Scientific project  
Monographs**

*Informational Sources  
History and Archaeology  
Flora and Fauna  
Abiotic Characteristics  
Ecosystem of Coastal Waters*

***Zmiinyi Island. Ecosystem of Coastal Waters***

Authors:

**V. A. Smyntyna**, DrSc (Physics and Mathematics), Prof. (Preface, Introduction);  
**V. I. Medinets**, Cand. Sc (Physics and Mathematics), Senior Researcher  
(Introduction, Parts 2, 3, 4, Resume); **I. O. Suchkov**, Cand. Sc (Geology and  
Mineralogy), Associate Professor (Part 1); **N. O. Fedoronchuk**, Cand. Sc (Geology),  
Associate Professor (Part 1); **N. V. Tyuleneva** (Part 1); **Ye. I. Gazyetov** (Parts 2, 3),  
**V. V. Proshenko** (Part 3), **N. V. Kovalyova**, Cand. Sc (Biology), Senior Researcher  
(Parts 4.1, 4.3); **O. P. Konareva** (Part 4.1); **S. V. Medinets** (Part 4.1); **N. V. Derezyuk**  
(Part 4.2, Appendix 1); **A. M. Novikov** (Part 4.3); **F. P. Tkachenko**, DrSc (Biology),  
Associate Professor (Part 4.4, Appendix 2); **V. M. Chichkin** (Part 4.5, Appendix 3);  
**S. M. Snigirev** (Parts 4.5, 4.6, Appendixes 3, 4, 5, 6); **V. V. Zamorov**, Cand. Sc  
(Biology), Associate Professor (Part 4.6); **Ya. G. Meretskyy** (Appendixes 4.6)

Executive Editor: **V. I. Medinets**, Cand. Sc (Physics and Mathematics),  
Senior Researcher

Reviewers:

**Minicheva G. G.**, DrSc (Biology), Professor  
**Yemelyanov V. O.**, DrSc (Geology and Mineralogy), Professor  
**Tuchkovenko Yu. S.**, DrSc (Geography), Professor  
**Dyatlov S. Ye.**, Cand. Sc (Biology), Associate Professor

*Recommended for print by the Academic Board of Odesa National I. I. Mechnikov University  
Minutes № 3 of the 18<sup>th</sup> of November 2008*

**Zmiinyi Island. Ecosystem of Coastal Waters** : monograph / V. A. Smyntyna,  
O44 V. I. Medinets, I. O. Suchkov [et al.] ; execut. ed. V. I. Medinets ; Odesa National  
I. I. Mechnikov University. — Odesa : Astroprint, 2008. — XII, 228 p., [10] l. ill. —  
(Scientific project “Zmiinyi Island” / project supervisor V. A. Smyntyna).  
ISBN 978–966–190–149–9

Monograph is dedicated to peculiarities of the coastal waters ecosystem and the Black Sea shelf adjacent to Zmiinyi Island. Materials of geological, hydrological, hydrochemical and hydrobiological studies carried out in the Zmiinyi Island area by the researchers of Odesa National University in 2003–2007 are generalized. Current state and changes in the coastal waters' hydrology and hydrochemistry, peculiarities of formation and functioning of the unique biological processes and biodiversity of coastal ecosystem are considered. Results of bottom sediments' studies in the adjacent Black Sea shelf are shown. Results of new studies of phytoplankton, macrozoobenthos, bacterioplankton, fish and algae-macrophytes in the coastal waters of the Zmiinyi Island are considered.

UDC 52:551:556(262.5)(477.74)  
BBC 28.082.40+28.082.50(922.8)

ISBN 978–966–190–058–4 (draft)  
ISBN 978–966–190–149–9

© Odesa National I. I. Mechnikov  
University, 2008

## ЗМІСТ

---

<i>Передмова</i> .....	1
<i>Preface</i> .....	10
<i>Вступ</i> .....	18
<i>Розділ 1</i>	
<b>МОРСЬКІ ГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	23
1.1. Загальні відомості про донні відклади прилеглого шельфу .....	23
1.1.1. Основні джерела надходження осадового матеріалу ...	23
1.1.2. Умови формування донних відкладів .....	26
1.1.3. Мінералогічна характеристика донних відкладів .....	28
1.2. Методологія досліджень .....	29
1.3. Літологічна характеристика сучасних донних відкладів .....	31
1.3.1. Гранулометричний склад донних відкладів .....	31
1.3.2. Мінералогічний склад донних відкладів .....	41
1.4. Основні риси сучасного процесу осадконакопичення району о. Зміїного. ....	43
<i>Розділ 2</i>	
<b>ГІДРОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОРСЬКИХ ВОД БІЛЯ о. ЗМІЙНОГО</b> .....	51
2.1. Методики, періоди та обсяги проведених досліджень .....	52
2.2. Результати досліджень та їх аналіз .....	56
2.2.1. Рівень моря .....	56
2.2.2. Хвилювання моря .....	59
2.2.3. Спостереження гідрологічного режиму морських вод в районі між дельтою Дунаю і о. Зміїним у 2003 р. ....	60

2.2.4. Прозорість морських вод біля о. Зміїного у 2004–2007 рр. ....	63
2.2.5. Температурний режим морських вод біля о. Зміїного ....	66
2.2.6. Солоність морських вод біля о. Зміїного ....	68
2.2.7. Вивчення вертикальних профілів температури та солоності вод біля о. Зміїного ....	70

*Розділ 3*

<b>ГІДРОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	78
3.1. Матеріали та методи досліджень .....	79
3.2. Первинні дані для аналізу. ....	79
3.3. Аналіз результатів спостережень .....	96
3.3.1. Водневий показник. ....	96
3.3.2. Розчинений кисень .....	96
3.3.3. Біогенні речовини .....	97
3.4. Висновки .....	100

*Розділ 4*

<b>ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	102
4.1. Бактеріопланктон .....	102
4.1.1. Матеріали та методи досліджень .....	104
4.1.2. Результати та їх обговорення .....	104
4.2. Фітопланктон .....	113
4.2.1. Матеріали та методики досліджень .....	114
4.2.2. Результати досліджень та їх обговорення .....	115
4.2.3. Висновки .....	125
4.3. Фотосинтетичні пігменти .....	126
4.3.1. Матеріали та методи досліджень .....	127
4.3.2. Результати та їх обговорення .....	127
4.4. Водорості-макрофіти .....	138
4.5. Макрзообентос .....	144
4.5.1. Матеріали і методики .....	145



4.5.2. Результати досліджень	147
4.6. Іхтіофауна	159
4.6.1. Матеріал і методи дослідження	161
4.6.2. Результати досліджень та їх обговорення	162
4.6.3. Висновки	171
<i>Резюме</i>	175
<i>Summary</i>	182
<i>Список посилань</i>	189
<i>Додаток 1</i>	
Список видів фітопланктону, що спостерігалися на акваторії поблизу о. Зміїного в 2004–2007 рр.	208
<i>Додаток 2</i>	
Флористичний склад водоростей-макрофітів прибережжя о. Зміїного	219
<i>Додаток 3</i>	
Список видів бентосу, зареєстрованих в прибережних водах біля о. Зміїного	222
<i>Додаток 4</i>	
Перелік зареєстрованих біля о. Зміїного видів ракоподібних, які занесені до Червоної книги України (ЧКУ), Червоної книги Чорного моря (ЧКЧМ) та Протоколу про збереження біорізноманіття до Бухарестської Конвенції (ПЗБ)	(див. кольорову вклейку)
<i>Додаток 5</i>	
Таксономічний склад іхтіофауни акваторії о. Зміїного, її еколого-зоогеографічна характеристика й зустрічальність видів	224
<i>Додаток 6</i>	
Перелік зареєстрованих біля о. Зміїного видів риб, які занесені до Червоної книги України (ЧКУ), Червоної книги Чорного моря (ЧКЧМ) та Протоколу про збереження біорізноманіття до Бухарестської Конвенції (ПЗБ) та до Бернської Конвенції (БК)	(див. кольорову вклейку)

---

CONTENTS

---

*Preface (Ukr.)* ..... 1

*Preface (Engl.)* ..... 10

*Introduction* ..... 18

*Part 1*

**MARINE GEOLOGICAL STUDIES** ..... 23

    1.1. General Information About Bottom Sediments  
        of the Adjacent Shelf ..... 23

        1.1.1. Main Sources of Bottom Sediments ..... 23

        1.1.2. Conditions of Bottom Sediments Forming ..... 26

        1.1.3. Mineralogical Characteristics of Bottom Sediments ..... 28

    1.2. Methodology of Studies ..... 29

    1.3. Lithological Characteristics of Modern Bottom Sediments ..... 31

        1.3.1. Bottom Sediments Grain Size ..... 31

        1.3.2. Mineralogical Composition of Bottom Sediments ..... 41

    1.4. Main Features of Current Process of Sediments Accumulation  
        in the Zmiinyi Island Area ..... 43

*Part 2*

**HYDROLOGICAL STUDIES OF MARINE WATERS NEAR  
THE ZMIINYI ISLAND** ..... 51

    2.1. Methodologies, Periods and Scope of the Studies Done ..... 52

    2.2. Results of Studies and Their Analysis ..... 56

        2.2.1. Sea Level ..... 56

        2.2.2. State of the Sea ..... 59

        2.2.3. Observations of Hydrological Regime of Sea Waters  
            in the Area Between the Danube Delta and the Zmiinyi  
            Island 2003 ..... 60

2.2.4. Transparency of Sea Water Near the Zmiinyi Island in 2004–2007 .....	63
2.2.5. Temperature Regime of Sea Water Near the Zmiinyi Island .....	66
2.2.6. Salinity of Sea Water Near the Zmiinyi Island .....	68
2.2.7. Studies of Vertical Profiles of Water Temperature and Salinity Near the Zmiinyi Island .....	70

*Part 3*

<b>HYDROCHEMICAL STUDIES .....</b>	<b>78</b>
3.1. Materials and Methods of Studies .....	79
3.2. Primary Data for Analysis .....	79
3.3. Analysis of Results of Observations .....	96
3.3.1. Hydrogen Index .....	96
3.3.2. Dissolved Oxygen .....	96
3.3.3. Nutrients .....	97
3.4. Conclusions .....	100

*Part 4*

<b>HYDROBIOLOGICAL STUDIES .....</b>	<b>102</b>
4.1. Bacterioplankton .....	102
4.1.1. Materials and Methods of Studies .....	104
4.1.2. Results and Their Discussion .....	104
4.2. Phytoplankton .....	113
4.2.1. Materials and Methods of Studies .....	114
4.2.2. Results of Studies and Their Discussion .....	115
4.2.3. Conclusions .....	125
4.3. Photosynthetic Pigments .....	126
4.3.1. Materials and Methods of Studies .....	127
4.3.2. Results and Their Discussion .....	127
4.4. Algae — Macrophytes .....	138
4.5. Macrozoobenthos .....	144
4.5.1. Materials and Methodologies .....	145

4.5.2. Results of Studies .....	147
4.6. Ichthyofauna .....	159
4.6.1. Materials and Methods of Studies .....	161
4.6.2. Results of Studies and Their Discussion .....	162
4.6.3. Conclusions .....	171
<i>Resume</i> .....	175
<i>Summary</i> .....	182
<i>References</i> .....	189
<i>Appendix 1</i>	
List of Phytoplankton Species Observed in the Water Area Near the Zmiinyi Island in 2004-2007 .....	208
<i>Appendix 2</i>	
Floristic Composition of the Algae-Macrophytes at the Zmiinyi Island Coast .....	219
<i>Appendix 3</i>	
List of Benthic Species Registered in the Coastal Waters Near the Zmiinyi Island .....	222
<i>Appendix 4</i>	
List of Crustaceans Registered Near the Zmiinyi Island and Enlisted in the Red Data Book of Ukraine (RDBU), Black Sea Red Data Book (BSRDB) and the Biodiversity Conservation Protocol to Bucharest Convention (BCP) .....	(see colour plate)
<i>Appendix 5</i>	
Ichthyofauna Taxonomic Composition in the Zmiinyi Island Water Area, its Ecological & Zoogeographic Characteristics and Occurrence of Species .....	224
<i>Appendix 6</i>	
List of Registered near the Zmiinyi Island Fish Species Enlisted in the Red Data Book of Ukraine (RDBU), Black Sea Red Data Book (BSRDB), Biodiversity Conservation Protocol to Bucharest Convention (BCP) and Bern Convention (BC) .....	(see colour plate)

## Передмова

Острів Зміїний є одним з найважливіших геополітичних об'єктів сучасної Незалежної України, перлиною у скарбниці історико-культурної спадщини нашої Батьківщини, унікальним природно-географічним об'єктом, історія культурного освоєння якого сягає своїм корінням античності. Неповторність природного й культурного середовища острова, своєрідність його ролі на міжнародній арені в історичній ретроспективі та в наш час, виключне багатство природних ресурсів його шельфу визначають високе стратегічне значення острова Зміїного в ментальній карті сучасної України та роблять всебічне дослідження острова актуальним для подальшої розбудови нашої держави.

Геологічний вік порід, з яких складений острів Зміїний, вражає: він є єдиним місцем у межах території Причорноморської западини, де на денну поверхню виходять нижні горизонти осадового чохла, що утворилися у палеозої близько 400 млн років тому. У межах острова доступні також для безпосереднього вивчення гірські породи, які сформувалися в силурійський та девонський часи.

Єдиний на північно-західному шельфі Чорного моря, розташований на відстані близько 40 км від гирла р. Дунай острів Зміїний являє собою крайню південно-західну ділянку території сучасної України та має площу 20,5 га. Максимальна висота його над рівнем моря — 41,3 м, найбільша довжина — 682 м.

Відносна ізольованість острова, тривала недоторканість його природного середовища створили сприятливі умови для утворення унікальних комплексів рослинного й тваринного світу, характерні риси яких пов'язані із специфічністю умов існування на обмеженому просторі серед солоних водойм.

На острові Зміїному зареєстровано перебування всього 241 виду птахів, з яких 37 видів занесені в Червону книгу України. Серед птахів, які мігрують через острів, значна кількість таких, які знаходяться під глобальною загрозою зникнення у Європі. На острові зареєстровано 13 видів одонатофауни з 4 родин і 9 родів, у тому числі *Scutigera coleoptrata*, який внесено до Червоної книги України. Один з видів павуків — *Pardosa luctinosa luctinosa* — являє собою реліктовий вид літоральної фауни Сарматського моря.

Сучасна флора острова Зміїного представлена 197 видами насінних рослин із 136 родів, 46 родин, трьох класів, двох відділів, 71 видом лишайників та одним видом папоротей. Вид рястка відігнута *Ornithogalum refractum* занесений до Червоної книги України, Червоної книги Чорного моря та охороняється на місцевому рівні. На острові присутній реліктовий вид лишайників *Tornabea scutellifera*, занесений до Європейського Червоного списку та до Червоної книги України, а також ряд рідкісних для території України видів.

Екосистема прибережних вод острова Зміїного з точки зору біорізноманітності є унікальною у північно-західній частині Чорного моря, адже тут зустрічаються такі види гідробіонтів, які давно вже зникли у прибережній смузі вздовж чорноморського узбережжя. В районі острова зареєстровано 272 види водоростей семи відділів, загальний список фітопланктону складають 78 видів діатомових водоростей, 72 дінофітових (з них голі перидинеї — 21), 56 зелених, 23 синьо-зелених, 16 видів кокколитофорид і 13 золотавих, 4 види евгленових. Поблизу острова Зміїного зареєстровано 55 видів макрозообентосу. П'ять видів рідкісних крабів внесено до Червоної книги України і 7 видів — до Червоної книги Чорного моря. 11 видів ракоподібних, що мешкають біля острова, занесені в Протокол про збереження біорізноманіття та ландшафтів Чорного моря до Конвенції про захист Чорного моря від забруднення, ратифіковані Законом України № 685-V від 22.02.2007 р.

Унікальною видовою біорізноманітністю характеризується також іхтіофауна, яка налічує 49 видів риб. У прибережних водах зареєстровано три види риб, які занесені до Червоної книги України (морський коник чорноморський *Hippocampus guttulatus microstephanus*, умбринна світла *Umbrina cirrosa*, білуга *Huso huso*) та 17 видів риб, включених до Червоної книги Чорного моря. 7 видів охороняються з 1979 року Бернською конвенцією про охорону дикої флори і фауни. 13 видів риб, зареєстрованих у прибережних водах о. Зміїного, включені до списку зникаючих та рідкісних видів Протоколу про збереження біорізноманітності та ландшафтів Чорного моря.

У прибережних водах о. Зміїного зареєстровані три види чорноморських дельфінів (*Delphinus delphis*, *Phocoena phocoena*, *Tursiops truncatus*), які занесені в список зникаючих та рідкісних видів Протоколу про збереження біорізноманітності та ландшафтів Чорного моря. Два з цих видів, “білобочка” та “афаліна чорноморська”, включені також до Червоної книги України.

Отже, острів Зміїний та прилегла до нього частина шельфу Чорного моря постають районом зосередження біологічної різноманітності, яка не має аналогів в межах сучасної України за кількістю рідкісних видів та за унікальною видовою композицією й, відтак, може виступати джерелом зберігання, відтворення й збагачення генофонду флори і фауни північно-західної частини Чорного моря.

Історія культурного освоєння острова Зміїного розпочинається в античну добу, коли тут поєдналися міфи й реальність. Перші історичні згадки про острів Зміїний, що сьогодні являє собою крайню південно-західну ділянку території України, сягають VII ст. до РХ, коли він увійшов до мережі торговельних і комунікаційних магістралей причорноморських колоній і малоазійських метрополій та став найвідомішим місцем вшанування “найкращого з ахейців”, героя троянського міфологічного циклу Ахілла.

Як вважали античні греки, саме тут знаходився вхід до Тартару, підземного царства мертвих, де душі поставали перед володарем потойбічного світу Аїдом. З перших століть нової ери острів втрачає свій екстериторіальний статус, здобуваючи значення прикордонного маркера Римської імперії, по суті, будучи закінченням Дунайського лімесу.

В більш пізні часи острів належав різним історичним державним утворенням, серед яких Візантія, Київська Русь і Галицьке князівство, італійські торговельні республіки, Османська Порта та її балканські васали, Російська імперія, Румунія, СРСР. За свою довгу історію острів мав багато назв: Левке, острів Ахілла, Філоксій, Фідонісі, Левка, Ілан-Ада, Шерпілор, Зміїний. Протягом всього часу свого використання острів Зміїний залишається об'єктом прискіпливої уваги відразу декількох держав на кожному історичному етапі свого освоєння.

Протягом цих буремних двох з половиною тисяч років історії острова простежується дотримання єдиного принципу використання його території не для життя, а для служіння — спочатку богам, а згодом державі. Започаткування постійного проживання на острові та формування складу постійних мешканців острова припадає на час Незалежності України. У лютому 2007 р. рішенням Верховної Ради України розташований на острові жилий комплекс отримав статус селища з назвою Біле в складі Кілійського району Одеської області. На острові сформована інфраструктура, яка спрямована на забезпечення належних умов проживання місцевого населення, постійно діють поштова й банківська

установи, будується новий житловий і науковий комплекси, медичний центр, планується будівництво храму, активно розгортаються дії з розвитку індустрії туризму й дайвінгу.

На добу Незалежності України припадає й фактичне усвідомлення унікальності острова Зміїного, яке ознаменувалося серією законодавчих актів, спрямованих на підтримку й захист природної й культурної спадщини острова. Указом Президента України № 1341/98 від 09.11.1998 р. острів Зміїний з прилеглою 500-метровою акваторією оголошений загальнозоологічним заказником й пам'яткою природи загальнодержавного значення, що мають особливу природоохоронну та наукову цінність. Завдяки унікальному геологічному походженню острова його внесено до реєстру геологічних пам'ятників України. Історико-археологічні комплекси острова Зміїного входять до Державного реєстру національного надбання (пам'ятки історії, монументального мистецтва та археології) за охоронним № 2194. У 2002 році острів включено до реєстру територій Європи, важливих для охорони птахів і територій, на яких вони мешкають.

З метою створення належних умов для проживання людей і провадження господарської та інших видів діяльності на острові, з урахуванням його унікальності та природоохоронного статусу, в 2002 році було розроблено і затверджено Постановою Кабінету Міністрів України №713 від 31.05.2002 р. “Комплексну програму подальшого розвитку інфраструктури та впровадження господарської діяльності на о. Зміїний й континентальному шельфі”. Постановою Уряду України від 27 грудня 2006 р. №1807 дію Програми було продовжено до 2011 року. Виконуючи покладені вищезгаданою Постановою Кабінету Міністрів України завдання, Міністерство освіти і науки (МОН) України своїм наказом від 19.08.2002 р. № 440 призначило Одеський національний університет імені І. І. Мечникова (ОНУ імені І.І. Мечникова) базовою організацією МОН щодо виконання наукових досліджень на острові та прилеглому шельфі Чорного моря.

Історія наукових досліджень, що їх проводили вчені Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (Імператорського Новоросійського університету) багата на непересічні постаті та визначні результати. Початківцями були ще професори Рішельєвського ліцею. Так, О. Д. Нордман разом із професором М. Н. Мурзакевичем здійснив у 1840 році подорож на Фідонісі і, таким чином, став першим натуралістом, який відвідав цей острів. Археологічні знахідки М. Н. Мурзакевича значно доповнили відомості про історію острова. Його праця



“Монеты, отысканные на острове Фидониси” дала початок історичним, археологічним та нумізматичним дослідженням на острові. Надалі їх продовжили та розвинули відомі історики й археологи Одеського (Новоросійського) університету — П. К. Брун, Е. Р. фон Штерн, М. Ф. Болтенко, П. О. Каришковський, С.А. Булатович та ін.

У 1956 році гідробіологічні дослідження в шельфовій зоні острова провів студент Одеського державного університету імені І. І. Мечникова Г. А. Соляник, який проходив практику на Одеській біологічній станції. З 1973 року свої орнітологічні дослідження на острові проводить доцент кафедри зоології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова А.І. Корзюков. На острові організується науковий орнітологічний стаціонар університету, на якому ведуться спостереження за міграцією птахів.

Проблемними питаннями регіональної геології району о. Зміїний в межах північно-західного шельфу Чорного моря та вирішенням їх шляхом наукових досліджень зі стратиграфії, літології, геоекології, геохімії займалися геологи та географи Одеського університету. Праці професора І. М. Сулімова присвячені перспективам розробки нафтогазоносності шельфу Чорного моря навколо о. Зміїного. Професор Ю. Д. Шуйський в своїх роботах обґрунтовує доцільність інтерпретації Зміїного як острова, а не як скелі. Співробітники геолого-географічного факультету ОНУ імені І. І. Мечникова П. І. Жанталай, Я. М. Біланчин, І. О. Сучков та М. Й. Тортік брали участь у складі кількох експедицій університету на острів з метою дослідження умов ґрунтоутворення та картографування ґрунтового покриву цього унікального клаптика суходолу у Чорному морі.

Моніторингом острівних та морських екосистем, дослідженням біоценозів з метою зберегання біологічної різноманітності в районі острова в різні роки займалися природознавці ОНУ імені І. І. Мечникова. Праці професорів М. М. Зеленецького, К. О. Виноградова, В. О. Іваниці, В. Д. Севастьянова, науковців А. І. Корзюкова, В. В. Заморова, Т. В. Гудзенко, М. М. Джуртубаєва, Т. В. Васильєвої, В. І. Мединця, Н. В. Ковальової та інших співробітників Одеського національного університету імені І. І. Мечникова з приводу острова Зміїного широко відомі в наукових колах.

З 2002 року в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова розпочинається принципово новий етап дослідження острова Зміїного, пов'язаний з проведенням регулярних стаціонарних дослідницьких робіт на острові.

Першим кроком Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, як головної організації МОН України щодо виконання завдань програми подальшого розвитку інфраструктури та впровадження господарської діяльності на о. Зміїний й континентальному шельфі, було розроблення нормативно-правової бази для створення науково-дослідної станції “Острів Зміїний” (НДСОЗ). У 2002 році ОНУ імені І. І. Мечникова розробив пакет базових документів, регламентуючих функціонування НДСОЗ, на базі яких було розроблено і затверджено наказом Міністра освіти і науки (від 13.12.2002 р. № 706) Положення про НДСОЗ. Розташована на острові НДСОЗ входить до складу Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень (директор центру В. І. Медінець) науково-дослідної частини (проректор професор В. О. Іваниця) Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Другим завданням, яке передбачалось Програмою, було утворення навчально-наукового комплексу із станцією фонового моніторингу. Наказом Міністра освіти і науки від 13.12.2002 р. № 706 в ОНУ імені І. І. Мечникова було створено навчально-науковий комплекс, до складу якого входять НДСОЗ, станція фонового моніторингу, геолого-географічний, біологічний та історичний факультети університету.

В період з 2003 року до цього часу на о. Зміїному науковцями ОНУ імені І. І. Мечникова на базі створеної НДСОЗ проводяться дослідження з геоботаніки, ґрунтознавства, геології, гідрології, гідрохімії, гідробіології, мікробіології, орнітології, археології, астрономії та ін. За цей час Одеський національний університет виступає виконавцем 7 наукових проектів на загальну суму 1,7 млн грн, які виконуються на замовлення Міністерства освіти і науки України та Державного фонду фундаментальних досліджень.

Протягом 2003–2008 років на острові Зміїному було здійснено близько 60 міждисциплінарних наукових експедицій вчених Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, в ході яких були відібрані декілька десятків тисяч зразків за всіма напрямками досліджень. Сплата всіх витрат по оренді судна, витрат на транспортування і відрядження співробітників, придбання реактивів та необхідного обладнання проводилась за рахунок спеціального фонду бюджету ОНУ імені І. І. Мечникова. Сумарні витрати за 2003–2008 роки склали близько 1 млн грн.

Вагома частина результатів, отриманих в ході комплексних експедиційних досліджень острова й прилеглих морських вод науковцями

Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, є резонансними, унікальними та принципово новими.

Вперше була складена карта ґрунтів території острова та проведена оцінка їх сучасного еколого-геохімічного стану.

В ході спостереження за мігруючими птахами вперше для території України було відмічено 9 видів птахів. Вперше на острові знайдено павука-пігмея *Oedothorax apicatus*. Вперше встановлено таксономічний склад метеликів острова Зміїного. Як новий для науки був описаний один з виявлених видів кліщів — *Antennoseius ponticus*.

У рослинному покриві острова були знайдені 35 видів флори, які попередніми дослідниками не вказувалися. Вперше проведено вивчення лишайників острова. На острові Зміїний знайдено 71 вид лишайників, з них 3 види є новими для території України.

Вперше для району о. Зміїного зареєстровано присутність особливої групи мікроводоростей, що складається з 23 потенційно токсичних видів, які щорічно розвивалися в акваторії о. Зміїного у 2003–2006 роках. Вперше був складений детальний список видів іхтіофауни й бентосу, які зустрічаються в прибережних водах біля о. Зміїного. Вперше для північно-західної частини Чорного моря і для морських вод України взагалі був зареєстрований в прибережних водах о. Зміїного бичок паганеллюса *Gobius paganellus*. Вперше оцінені запаси мідій та рапанів, досліджені видові й кількісні характеристики бактеріопланктону прибережних вод, вивчений склад донних відкладів.

На запити Міністерства освіти і науки України, Міністерства закордонних справ України, Міністерства охорони навколишнього природного середовища, Одеської обласної державної адміністрації, Одеської обласної ради та Одеського обласного комунального підприємства “Острівне” на основі результатів експедиційних досліджень науковцями Одеського національного університету імені І. І. Мечникова були підготовані матеріали про стан природних і біологічних ресурсів о. Зміїного та прилеглої частини Чорного моря. Ці матеріали застосовуються для реалізації адміністративно-господарських заходів щодо розбудови інфраструктури о. Зміїного, використання у міжнародних переговорах з проблеми визначення статусу о. Зміїного, обґрунтування обсягів фінансування і здійснення природоохоронних заходів на о. Зміїному, ефективного використання і захисту природних ресурсів острова та планування заходів щодо збереження біологічної різноманітності морської прибережної екосистеми та підвищення природоохоронного статусу загальнодержавного загально-зоологічного заказника “Острів Зміїний”.

Окремої уваги заслуговують дослідження історії й археології острова Зміїного, що їх проводили молоді науковці Одеського національного університету імені І. І. Мечникова під керівництвом професора О. В. Сминтини. Наукова новизна одержаних ними результатів зумовлюється, насамперед, використанням специфічного підходу до історичної інтерпретації фактів, явищ та подій, що базується на розробленій керівником наукової групи теорії освоєння жилого простору. Цикл робіт авторки в цій галузі відзначений Премією Президента України для молодих вчених, стипендіями Верховної Ради України й Кабінету Міністрів України, фінансувався в рамках грантів Президента України для молодих вчених.

Визначним внеском у дослідження острова Зміїного є науковий доробок співробітників Наукової бібліотеки ОНУ імені І. І. Мечникова (директор НБ М. О. Подрезова), які зібрали інформацію про літературу, присвячену острову Зміїний, від стародруків XVI століття до сучасних видань. Вони розглянули джерела права, наукові юридичні публікації, твори античних авторів, свідчення мандрівників, картографічні матеріали та довідкові видання, які містять значний обсяг інформації з археології, історії, географії та інших наук. Вперше знайдені, досліджені й передані для використання до Міністерства закордонних справ архівні документи для сприяння захисту інтересів України щодо острова Зміїного, за що Міністерство закордонних справ України письмово висловило подяку Одеському національному університету імені І. І. Мечникова.

Наукова новизна, актуальність та важливість результатів наукових досліджень, отриманих науковцями Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, висунула на порядок денний питання про їх узагальнення та широке оприлюднення з метою укріплення національної безпеки та авторитету України на міжнародній арені.

Міждисциплінарний комплексний науковий проект “Острів Зміїний” Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (автор ідеї та керівник проекту проф. В. А. Сминтина) являє собою оригінальну групу п’яти проблемних монографічних наукових видань, які підсумовують результати наукових досліджень острова співробітниками університету до 2008 року:

Острів Зміїний. Інформаційні джерела (відповідальний редактор М. О. Подрезова).

Острів Зміїний. Історія і археологія (відповідальний редактор О. В. Сминтина).

Острів Зміїний. Рослинний і тваринний світ (відповідальний редактор В. О. Іваниця)

Острів Зміїний. Абіотичні характеристики (відповідальний редактор В. І. Медінець).

Острів Зміїний. Екосистема прибережних вод (відповідальний редактор В. І. Медінець).

Більшість отриманих унікальних результатів і матеріалів, що наведені в монографіях наукового проекту “Острів Зміїний”, публікується вперше.

Керівник проекту глибоко вдячний всім науковцям, аспірантам і студентам Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, а також співробітникам інших організацій, які брали участь в експедиціях на о. Зміїний, забезпечували функціонування науково-дослідної станції “Острів Зміїний”, що допомогло отримати унікальні дані, викладені у науковому проекті “Острів Зміїний”.

Керівник наукового проекту “Острів Зміїний”  
ректор Одеського національного  
університету імені І. І. Мечникова,  
лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,  
заслужений діяч науки і техніки України,  
д-р фіз.-мат. наук, професор **В. А. СМІНТИНА**

---

## Preface

---

The Zmiinyi Island is one of the most important geopolitical objects of contemporary independent Ukraine, a pearl in treasury of historical and cultural heritage of our Motherland, a unique natural and geographic object, which history of cultural development comes back to the ancient world. Singularity of natural and cultural environment, originality of its role in the international arena in historical retrospective and nowadays, exclusive richness of natural resources on its shelf determine high strategic value of the Zmiinyi Island in a mental map of current Ukraine and make comprehensive research of the island relevant for further development of our country.

Geological age of solids comprising the Zmiinyi Island is impressive: this is the only place within the territory of the Black Sea basin, where lower horizons of sedimentary cover, created in the Palaeozoic about 400 million years ago, come out to the day. Rocks formed in the Silurian and Devonian times are also available for direct study within the island.

Being the only island in the north-west shelf of the Black Sea, located approximately 40 km far from the mouth of the Danube, the Zmiinyi is the utmost south-west site of modern Ukraine, its area being 20,5 Ha. Its maximal height over the sea level is 41,3 m, extreme length is 682 m.

Relative isolation of the island and durable integrity of its environment created favourable conditions for the unique flora and fauna complexes formation, whose peculiarities are connected with specificity of existence within restricted space among saline water bodies.

241 bird species were registered on the Zmiinyi Island, out of them 37 were Red Data Book of Ukraine species and 9 species were registered in Ukraine for the first time. Among the birds migrating through the island, there is a significant part of globally endangered in Europe. 13 species of odonatofauna of 4 families and 9 gena including *Scutigera coleoptrata*, entered into the Red Data Book of Ukraine were registered on the island. One of spiders species — *Pardosa luctinosa luctinosa* — is epiobiotic species of the Sarmatian sea littoral fauna.

Modern flora of the Zmiinyi Island is represented by 197 species of seed plants of 136 gena, 46 families, three classes, two sections, 71 species of lichen and one species of fern. Species *Ornithogalum refractum* is entered into the Red Data Book of Ukraine, Black Sea Red Data Book and protected at the

local level. Epiobiotic species of lichen *Tornabea scutellifera* entered into the European Red List and the Red Data Book of Ukraine can be found on the island, as well as a number species that are rare for the territory of Ukraine.

From the biodiversity viewpoint the ecosystem of the Zmiinyi Island coastal waters is unique in the north-west part of the Black Sea, since there are such species of hydrobionts, which disappeared in the coastal line of the Black Sea coast long before. In the area of the island the following was registered: 272 algae species belonging to seven sections, general list of phytoplankton consists of 78 species of diatoms, 72 dynophitic (among them 21 bare peridineans), 56 green algae, 23 cyanobacteriae, 16 species of coccolithophora and 13 golden algae, 4 species of euglenic ones. 55 species of macrozoobenthos were found near the Zmiinyi Island. Five species of rare crabs were entered into the Red Data Book of Ukraine and 7 species — to the Black Sea Red Data Book. 11 species of cancriforms dwelling not far from the island were entered in the Black Sea Biodiversity and Landscape Conservation Protocol to the Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution, ratified by Law of Ukraine No. 685-V dated 22.02.2007.

Fish fauna, containing 49 fish species is also characterized by unique diversity of species. Three fish species entered into the Red Data Book of Ukraine (the Black Sea horse *Hippocampus guttulatus microstephanus*, light drum *Umbriina cirrosa*, beluga *Huso huso*) and 17 fish species included into the Black Sea Red Data Book were registered in the coastal waters. 7 species are being protected since 1979 under Bern Convention on Wildlife Protection. 13 fish species registered in of the Zmiinyi Island coastal waters were included into the list of disappearing and rare species of the Black Sea Biodiversity and Landscape Conservation Protocol to the Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution.

Three species of the Black Sea dolphins (*Delphinus delphis*, *Phocoena phocoena*, *Tursiops truncates*), entered in the list of disappearing and rare species the Black Sea Biological Diversity and Landscapes Preservation Protocol were registered in coastal waters of the Zmiinyi Island. Two of these species, common dolphin and Black Sea bottlenose dolphin, are also included into the Red Data Book of Ukraine

Thus, the Zmiinyi Island and the adjacent part of the Black Sea shelf are the area of biological diversity concentration without analogues within contemporary Ukraine with respect of the number of rare species and the unique species composition. Therefore the area could be a source of preservation, recreation and enrichment of flora and fauna gene pool of the north-western Black Sea.

History of cultural development of the Zmiinyi Island began in the ancient times, when myths and reality combined here. First historical references concerning the Zmiinyi Island, which today is an utmost south-west area of the territory of Ukraine, reach VIIth century BC, when it was included to the chain of trade and communication ways of the Black Sea colonies and Minor Asia metropolis and became the most famous place to honour “the best of the Achaeans”, the hero of Trojan mythological cycle — Achilles.

Ancient Greeks believed that it was here where the gateway to the Tartarus, the underworld of dead, where souls appeared before the lord of the other world Hades, was situated. From first centuries of new era the island lost its exterritorial status, getting the meaning of a boundary marker of the Roman Empire being in essence the completion of the Danube limes.

Later the island belonged to various historical state formations as follows: Byzantium, Kievan Rus and Galich, Italian trade republics, the Ottoman Porte and its Balkan vassals, the Russian Empire, Romania and USSR. For its long history the island had a lot of different names: Levke, Achill’s Island, Phylloxy, Phidonisi, Levka, Ilan-Ida, Sherpilor, Zmiinyi. In all times when it was used the Zmiinyi Island has remained an object of captious attention of several states on every historical stage of its exploration.

During these stormy two and a half thousand years of the island’s history, observation of a single principle of its territory usage not for life, but for devotion — first to God, then to State — has been retraced. Establishment of permanent residence on the island and formation of permanent residents of the island relates to time of Independence of Ukraine. In February 2007 Verkhovna Rada of Ukraine granted the status of an urban settlement Bile of Kiliya District, Odesa Region, to the residential complex located on the island. Infrastructure, aimed at provision of duly life conditions for local population has been formed on the island; post and bank establishments are working stably, new residential, scientific and medical centres are being built, building of church is planned, tourism and diving are being actively developed.

The period of Independence of Ukraine includes also actual realization of unique character of the Zmiinyi, marked by a number of legislation acts, aimed at support and protection of natural and cultural heritage of the island. By the Decree of President of Ukraine No. 1341/98 dated 09.11.1998 the Zmiinyi Island with adjacent 500 meter water area was declared general zoological reserve and natural monument of National significance having special nature conservation and scientific value. Due to unique geological origin of the island it was entered to the Register of geological monuments of Ukraine. Historical-archaeological complexes of the Zmiinyi Island form a part of



the State Register of National Heritage (historic monuments, monumental art and archaeology) under protection number 2194. In 2002 the island was included to the Register of European territories important for protection of birds and their life environment.

To create adequate living conditions for people and implement economic and other activities on the island, taking into account its uniqueness and conservation status, in 2002 the “Complex Program on Further Development of Infrastructure and Implementation of Economical Activity on The Zmiinyi Island and Continental Shelf” was developed and approved by the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 713 dated 31.05.2002. By the Decree of government of Ukraine No. 1807 dated 27.12.2006 the validity term of the program was prolonged till 2011. Fulfilling the tasks, assigned by the aforesaid Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine, the Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine by Order No. 440 dated 19.08.2002 appointed Odesa National I. I. Mechnikov University as the main institution of MES dealing with scientific researches on the island and the adjacent Black Sea shelf.

The history of studies conducted by the researchers of Odesa National I. I. Mechnikov University (Imperial Novorossiya University) is full of unique persons and remarkable results. The professors of Richelieu lyceum were originators. For instance, O. D. Nordman together with professor M. N. Murzakevych made a journey to Phidonisi and in that way became the first naturalist that visited the island. Archaeological discoveries of M. N. Murzakevych expanded the knowledge on the history of the island. His work “The Coins Found on Phidonisi Island” initiated historical, archaeological and numismatic studies on the island. They were further continued and evolved by famous historians and archaeologists of Odesa (Novorossiya) University — P. K. Brun, E. R. von Stern, M. F. Boltenko, P. O. Karyshkovskyy, S. A. Bulatovych and others.

In 1956 hydrobiological studies of the shelf area were carried out by the student of Odesa State I. I. Mechnikov University G. A. Solyanik, who did the practical work at Odesa biological research station. From 1973 A. I. Koryukov, assistant professor of zoology chair of the ONU, conducted his ornithological studies on the island. The Ornithological Research Station of the University was organised on the island to observe migration of birds.

Geologists and geographers of the ONU studied the problem issues of the regional geology of Zmiinyi area within the territory of the north-west Black Sea shelf and their solving by means of scientific researches in stratigraphy, sedimentology, geocology and geochemistry. The works by Profes-

sor I. M. Sulimov are dedicated to development of oil-and-gas content of the Black Sea shelf around the Zmiinyi Island. Professor Y. D. Shuyskyy grounds appropriateness of considering Zmiinyi an island, not a rock. Members of geological and geographical faculty of the ONU named after I. I. Mechnikov — P. I. Zhantalay, Y. M. Bilanchyn, I. O. Suchkov and M. Y. Tortyk participated in several surveys on the island with the aim to study the conditions of soil formation and to map soil cover of this unique piece of dry land in the Black Sea.

At different times the naturalists of the ONU named after I. I. Mechnikov conducted monitoring of island and sea ecosystems and studied biocoenoses with the purpose to preserve biological diversity in the island area. The works of professors M. M. Zelenetskyy, K. O. Vynogradov, V. O. Ivanytsia, V. D. Sevastyanov, researchers A. I. Korzyukov, V. V. Zamorov, T. V. Gudzenko, M. M. Dzhurtubayev, T. V. Vasylyeva, V. I. Medinets, N. V. Kovalova and other staff members of Odesa National I. I. Mechnikov University are widely known in scientific spheres.

Since 2002 a fundamentally new stage in research of the Zmiinyi Island, connected with implementation of regular stationary studies on the island has been commenced by Odesa National I. I. Mechnikov University.

The first step of Odesa National I. I. Mechnikov University as the Ministry of Education and Science appointed leading organisation to fulfil the tasks of the programme of further infrastructure development and introduction of economic activities on the Zmiinyi Island and continental shelf, was the development of legal basis for creation of scientific research station “The Zmiinyi Island” (SRSZI). In 2002 the Odesa National I. I. Mechnikov University has developed a set of basic documents regulating functioning of the SRSZI, on which basis Provision on the SRSZI was developed and approved by the Order of the Ministry of Education and Science (dated 13.12.2002 No.706). Being located on the island, the SRSZI is included into the structure of the Regional Centre for Integrated Monitoring and Ecological Studies (Head of the centre is V. I. Medinets) of scientific research branch (Vice Rector Professor V. O. Ivanytsia) of Odesa National I. I. Mechnikov University.

The second assignment, stipulated by the Program, consisted in creation of educational scientific complex with the background monitoring station. By the order of the Minister of Education and Science dated 13.12.2002 No.706 the scientific research complex comprising the SRSZI, background monitoring station, geological and geographical, biological and historical faculties of the university was established at the Odesa National I. I. Mechnikov University.

Within the period from 2003 up to the present time researchers the Odesa National I. I. Mechnikov University on the basis of the SRSZI have been carrying out investigations and studies in geobotany, soil science, geology, hydrology, hydrochemistry, hydrobiology, microbiology, ornithology, archaeology, astronomy, etc. on the Zmiinyi Island. During this time Odesa National I. I. Mechnikov University has been acting as an executor of seven scientific projects for the general amount of 1,7 million UAH, which were carried out upon the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine and State Fund of Fundamental Researches.

During 2003-2008 about 60 interdisciplinary research surveys were carried out by the researchers of Odesa National I. I. Mechnikov University on the Zmiinyi Island, in the course of which several tens of thousands samples on all directions of the studies were collected. Payment of all expenses, connected with the rent of ship, costs on transportation and business trips of officials, purchase of reagents and all necessary equipment was made using the special budget fund of the Odesa National I. I. Mechnikov University. Total expenses for 2003-2008 years made about 1 million UAH.

Significant part of the results, obtained by the researchers of Odesa National I. I. Mechnikov University during the complex surveys of the island and adjacent sea waters are resonant, unique and principally new.

For the first time a soil map of the island territory was made and the current ecological and geochemical conditions assessed.

In the process of birds migration monitoring 9 bird species was registered within the territory of Ukraine for the first time. For the first time pygmy spider *Oedothorax apicatus* was found on the island. For the first time the taxonomic structure of the Zmiinyi butterflies was determined. One of the discovered types of mites — *Antennoseius ponticus* was described as the new for the science.

35 types of flora, which had never been indicated by researchers, were discovered in the island cover. For the first time study of the island lichens was carried out. 71 species of lichens were found on the Zmiinyi Island, 3 of which were new for the territory of Ukraine.

For the first time presence of a special group of microalgae consisting of 23 potentially toxic species that developed annually in the Zmiinyi water area in 2003-2006 was registered in the island area. For the first time the detailed list of fish fauna and benthos species found in coastal waters around the Zmiinyi Island was made. First for the north-west part of the Black Sea and for the sea waters of Ukraine as a whole, *Gobius paganellus* was registered in coastal waters of the Zmiinyi Island. For the first time mussels and rapa whelk resources

were assessed, typical and quantitative characteristics of bacterial plankton of coastal waters were researched and composition of bottom sediments were studied.

On requests of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Ministry of Foreign Affairs of Ukraine, Ministry of Natural Environment Protection, Odesa Regional State Administration, Odesa Regional Council and Odesa Regional Utilities Enterprise “Ostrivne” on the basis of results from the surveys the researchers of the Odesa National I. I. Mechnikov University prepared materials about the state of natural and biological resources of the Zmiinyi and adjacent part of the Black Sea. These materials are used for implementation of administrative and economic measures concerning development of infrastructure of the Zmiinyi Island, for the international negotiations on the matter of determination of status of the Zmiinyi Island, substantiation of financing amount and execution of natural protection measures on the Zmiinyi Island, sustainable use and protection of the natural resources, as well as planning of measures related to preservation of biological diversity of marine coastal ecosystem and upgrading the conservation status of the general state zoological reserve “Zmiinyi Island”

Special attention should be paid to research of history and archaeology of the Zmiinyi Island, conducted by young scientists of Odesa National I. I. Mechnikov University under supervision of Professor O.V. Smyntyna. Scientific novelty of the results received by them, first of all is conditioned by application of a specific approach to historical interpretation of facts and events, based on the theory of living space exploitation, developed by the head of the research group. Cycle of works of the author in this sphere, awarded with premium for young scientist by President of Ukraine and scholarships from Verkhovna Rada of Ukraine and Cabinets of Ministers of Ukraine, was funded within grants of President of Ukraine for young scientists.

An outstanding contribution to the studies of the Zmiinyi Island is the scientific work of the staff of the Scientific Library of Odesa National I. I. Mechnikov University (Director of the library — M. O. Podrezova), who gathered information about literature, devoted to the Zmiinyi Island from old printings of the XVI century to modern publications. They considered law sources, scientific legal publications, works of ancient authors, statements of travellers, cartographic materials and reference works, containing significant scope of information in archaeology, history, geography and other sciences. Archive documents for promotion of protection of interests of Ukraine concerning the Zmiinyi Island were first found, researched and transferred for usage to the Ministry of Foreign Affairs of Ukraine and the

Ministry expressed their gratitude to Odesa National I. I. Mechnikov University in writing.

Scientific novelty, urgency and importance of the results of the studies received by the scientists of Odesa National I. I. Mechnikov University put the question concerning their generalisation and wide publicity with a purpose to strengthening of safety and authority of Ukraine in the international arena.

Interdisciplinary integrated scientific project “The Zmiinyi Island” of Odesa National I. I. Mechnikov University (author of idea and head of the project is V. A. Smyntyna) represents an original group consisting of five problematic monographic scientific publications, summarizing results of research surveys of the island by the University staff up to 2008:

The Zmiinyi Island. Information Sources (executive editor M. O. Podrezova).

The Zmiinyi Island. History and Archaeology (executive editor O. V. Smyntyna).

The Zmiinyi Island. Flora and Fauna (executive editor V. O. Ivanytsia).

The Zmiinyi Island. Abiotic Characteristics (executive editor V. I. Medinets).

The Zmiinyi Island. Ecosystem of Coastal Waters (executive editor V. I. Medinets).

The majority of unique results and materials received and provided in the monographs of the scientific project “The Zmiinyi Island” are being published for the first time.

Head of the project is deeply thankful to all scientists, postgraduates and students of Odesa National I. I. Mechnikov University the staff members of other organisations, who participated in surveys on the Zmiinyi Island, provided functioning of scientific and research station “The Zmiinyi Island” that helped to obtain unique data presented in the scientific project “The Zmiinyi Island”.

Head of the scientific project “The Zmiinyi Island”  
Rector of Odesa National I. I. Mechnikov University  
Laureate of a State Premium of Ukraine in the field  
of science and technology,  
Honoured Worker of science and technology of Ukraine,  
DrSc (physics and mathematics), Professor **V. A. SMYNTYNA**

## Вступ

Морські наукові дослідження району Чорного моря поблизу о. Зміїного було почато у ХХ сторіччі в рамках здійснення масштабних досліджень (гідролого-гідрохімічних, геологічних, біологічних і т. ін.) на шельфі північно-західної частини Чорного моря [5, 7]. Але екосистема прибережних вод о. Зміїного залишалася слабо вивченою. Перші експедиційні дослідження у прилеглому до о. Зміїного районі провели вчені Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова (ОНУ ім. І. І. Мечникова) спільно зі спеціалістами державного підприємства “Південморгеологія” у 1996–1997 рр. [16, 17] та безпосередньо дослідження прибережних до о. Зміїного вод вперше провели вчені Одеської філії Інституту біології південних морів під керівництвом академіка Ю. П. Зайцева [4, 5] у 1997 р. Починаючи з 2003 р. регулярні комплексні дослідження острова і прибережної морської екосистеми та прилеглої частини шельфу Чорного моря проводились науковцями ОНУ ім. І. І. Мечникова, що дало змогу отримати суттєво нові результати, частина з яких була невідома раніше [1–3, 6–15, 18–24]. Головним результатом попередніх досліджень було установлення того факту, що у прибережній зоні острова сформовані специфічні унікальні співтовариства літофільних організмів, що відносяться до різних систематичних груп. У науковців з’явилась унікальна можливість вперше провести дослідження відособленої морської екосистеми, яка ще не зазнала значного антропогенного тиску.

Наукові дослідження прибережної морської екосистеми о. Зміїного ОНУ ім. І. І. Мечникова проводив у 2003–2007 рр. [18, 19] в рамках наступних науково-дослідних проектів, що фінансувались з бюджету Міністерства освіти і науки України:

– “Проведення комплексного обстеження та розробка системи інтегрованого екологічного моніторингу і довгострокових наукових досліджень о. Зміїний та прилеглого шельфу” (2003–2005 рр.);

– “Розробка методів збереження продуктивності морської екосистеми в регіоні о. Зміїний з урахуванням впливу дальнього атмосферного переносу забруднень” (2003–2004 рр.);

– “Системні дослідження екосистем о. Зміїний та прилеглої частини Чорного моря для визначення і обґрунтування створення ефектив-

ної інфраструктури та доцільно збалансованого екологічно безпечного сталого розвитку господарської діяльності в сучасних гідролого-гідрохімічних і метеорологічних умовах” (2006–2008 рр.).

Треба відмітити, що держбюджетні кошти виділялися в основному на зарплатню виконавців. Сплата всіх витрат на оренду судна, на транспортування і відрядження співробітників, придбання реактивів та необхідного обладнання, розробку проектної документації та здійснення капітального ремонту орендованих приміщень проводилася за рахунок власних коштів ОНУ ім. І. І. Мечникова. В 2003 р. експедиційні дослідження і доставка експедицій на о. Зміїний здійснювалися на орендованому судні Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії [18]. З 2004 р. транспортування експедицій на острів та проживання на острові здійснювалося на комерційній основі за рахунок університету, для чого укладались договори з одеським комунальним підприємством “Острівне”.

В період з 2003 р. до цього часу в прибережних водах о. Зміїного проводяться дослідження гідрологічного і гідрохімічного режиму, стану донних відкладень та морських живих ресурсів, з особливою увагою до іхтіофауни та бентосу [1–3, 6–15, 18–24]. У виконанні досліджень [18, 19] брали участь спеціалісти з екології, гідробіології, мікробіології, іхтіології, гідрології, гідрохімії, морської геології та ін. З квітня 2005 р. почато безперервний режим роботи науково-дослідної станції. Щоденно виконуються спостереження за температурою, прозорістю, електропровідністю, рН, вмістом розчиненого кисню, біогенних сполук фосфору та азоту, фотосинтетичних пігментів. Регулярно виконується відбір проб фітопланктону, іхтіофауни, макрозообентосу та мікрофлори. Відібрані зразки консервуються і транспортуються для подальшого аналізу в лабораторіях ОНУ ім. І. І. Мечникова. За 2003–2007 рр. виконано 50 цільових експедицій, в яких прийняло участь більш як 80 науковців, аспірантів і студентів університету. Відібрано кілька десятків тисяч зразків по всіх напрямках досліджень. В співробітництві з Одеським центром Південного науково-дослідного інституту рибного господарства проведені роботи з вивчення запасів мідії та рапани [1].

В основу методології досліджень екосистеми прибережних вод покладений системний підхід, коли одночасно вивчаються основні характеристики біоценозу і абіотичної складової екосистеми. В процесі досліджень було розроблено і втілено програму постійних довгострокових спостережень і моніторингу, завдяки якій вперше були отримані дані про гідрологічний, гідрометеорологічний і гідробіологічний ре-

жим прибережних вод о. Зміїного, а протягом періоду з червня 2005 р. до грудня 2006 р. вперше отримані безперервні ряди даних з гідрології, гідрохімії, гідробіології, метеорології, що дає змогу оцінити річні цикли багатьох параметрів прибережних вод та атмосферних процесів [19]. Вперше було проведено вивчення детального складу іхтіофауни і бентосу прибережної зони о. Зміїного [20–22], оцінено загальні запаси мідій і хижака рапани у дослідженій прибережній зоні о. Зміїного [1], детально досліджено видовий склад фітопланктону і кількісні характеристики бактеріопланктону прибережних вод [3, 9, 11], вивчено склад донних відкладень [24].

Науковцями університету розроблено програму дій щодо збереження продуктивності прибережних вод унікальної морської екосистеми біля о. Зміїного та обґрунтування створення в районі о. Зміїного морських охоронюваних територій, насамперед національного морського природного парку. Впровадження розробленої програми вирішить проблеми активного захисту природного середовища о. Зміїного і його прибережних вод, а також дасть змогу:

- зберегти унікальну ділянку кам'янистого морського дна, не типову для північно-західної частини моря;
- захистити біорізноманіття морської флори і фауни, включаючи рідкісні види, що внесені до Червоної книги України та Червоної книги Чорного моря;
- обмежити антропогенний вплив на екосистему, насамперед неконтрольований вилов мідій, риб, ракоподібних тощо;
- створити природний полігон для проведення наукових досліджень та спостережень за змінами морської ізольованої екосистеми;
- впровадити суворо науковий підхід до організації контрольованого екологічного туризму;
- сприяти залученню зарубіжних фахівців до проведення досліджень в унікальному куточку Чорного моря.

Для реалізації основних завдань створеної програми запропоновано детальний план дій і заходів, спрямованих на збереження існуючої продуктивності, якості водного середовища і біорізноманіття.

В даній монографії узагальнені матеріали геолого-геохімічних, гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних досліджень, які були проведені в прибережних водах о. Зміїного у 2003–2007 рр. науковцями ОНУ ім. І. І. Мечникова.

Монографія за своєю структурою складається з вступу і чотирьох розділів: “Морські геологічні дослідження”, “Гідрологічні досліджен-



ня морських вод біля о. Зміїного”, “Гідрохімічні дослідження” і “Гідробиологічні дослідження”.

В першому розділі наведено інформацію про історію морських геологічних досліджень, узагальнені дані про стан донних відкладень, їх характеристики, описані основні риси сучасного процесу накопичення відкладень на шельфі Чорного моря в районі о. Зміїного.

В другому розділі приведені та аналізуються власні результати гідрологічних досліджень морських вод біля о. Зміїного, які проводились науковцями ОНУ ім. І. І. Мечникова і включали в себе спостереження за прозорістю, рівнем і хвилюванням моря та особливостями гідрологічного режиму району між дельтою Дунаю і о. Зміїним. Великі обсяги інформації отримані в процесі досліджень температурного і солонісного режиму прибережних до острову вод Чорного моря.

В розділі “Гідрохімічні дослідження” наведені й проаналізовані дані про основні гідрохімічні показники, такі як водневий показник, розчинений кисень і біогенні речовини. Обговорюється вплив Дунаю на прилеглий до дельти район Чорного моря і, відповідно, на екосистему прибережних до о. Зміїного морських вод.

В розділі “Гідробиологія”, який є найбільшим в монографії, розглянуті результати спостережень за кількісними і якісними характеристиками бактеріопланктону, фітопланктону, макрзообентосу, іхтіофауни та водоростей-макрофітів. Розділ, присвячений аналізу змін фотосинтетичних пігментів, які в сучасній екології використовуються як індикатор якості і вірогідності евтрофікаційних процесів в морських екосистемах, є дуже своєчасним з точки зору оцінки евтрофікаційного статусу прибережних морських вод.

Основну частину матеріалів, представлених в монографії, підготували співробітники Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень ОНУ ім. І. І. Мечникова, в структурі якого діє науково-дослідна станція “Острів Зміїний”, а саме: к. ф.-м. н. Медінець В. І., к. б. н. Ковальова Н. В., Дерезюк Н. В., Конарева О. П., **Чічкін В. М.**, Снігирьов С. М., Газетов Є. І., Прошенко В. В., Медінець С. В.; Мерецький Я. Г. В написанні монографії приймали також участь співробітники геолого-географічного факультету к. г.-м. н. Сучков І. О., к. г. н. Федорончук Н. О., Тюленева Н. В. та біологічного факультету — к. б. н. Заморів В. В. і д. б. н. Ткаченко Ф. П.

Результати спостережень і аналізів зразків, які наводяться в монографії, отримані за безпосередньої участі спеціалістів, які забезпечували функціонування науково-дослідної станції “Острів Зміїний” та про-

ведення аналізів в берегових лабораторіях. Серед них Писаренко В. В., Вострикова І. В., Милева А. П., Покась А. С., Абакумов О. М., Новіков А. М., Дяченко І. К., Сорокоумов А. О., Піцик В. З. та інші. Всім вищевказаним особам колектив авторів монографії висловлює свою подяку.

Особливу вдячність автори висловлюють с. н. с. Конаревій О. П. та м. н. с. Солтис І. Є. за їх допомогу в підготовці рукопису монографії до опублікування.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ ім. І.І. МЕЧНИКОВА

## Розділ 1

### МОРСЬКІ ГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Актуальність дослідження складу донних відкладів визначається тим, що донні відклади є кінцевою ланкою в транспортуванні матеріалу з континентів у море. В них поряд із природними хімічними сполуками можуть накопичуватися і забруднюючі речовини. Крім того, донні відклади і самі можуть бути джерелом забруднення при процесі реседиментації, а також десорбції хімічних елементів. Ці процеси визначаються, в першу чергу, речовинним складом донних відкладів. Таким чином, умови седиментації визначають загальний стан геологічного середовища.

В цілому літологічний тип донних відкладів визначає склад і структуру донних біоценозів. У межах району знаходиться геохімічний бар'єр "ріка — море", відбувається розвантаження твердої фази, розчинених і завислих речовин річкового стоку. Це може викликати погіршення якості геологічного середовища регіону й істотно впливати на умови існування біоти.

У границях району основними теригенними факторами, що обумовлюють склад донних відкладів, є твердий стік р. Дунаю і матеріал, що потрапляє в морське середовище при руйнуванні о. Зміїного. Детальне вивчення речовинного складу донних відкладів дозволяє відокремлювати діючі чинники осадотворення та оцінити їх внесок у формування геологічного середовища.

#### 1.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ДОННІ ВІДКЛАДИ ПРИЛЕГЛОГО ШЕЛЬФУ

##### *1.1.1. Основні джерела надходження осадового матеріалу*

Район дослідження розташований в межах Дунайської теригенно-мінералогічної провінції північно-західного шельфу Чорного моря, яка виділяється багатьма вченими, що займалися питаннями геології цього регіону [2, 5, 6, 13–15]. Північно-західне Причорномор'я являє собою алювіальну рівнину, де на протязі четвертинного періоду в ре-

зультаті епейрогенічних коливань та екстатичних коливань рівня моря відбувалося неодноразове перемивання і перевідкладення сформованих осадових порід. Рельєф придунайського шельфу являє собою змінений субаеральний передголоценовий рельєф приморської рівнини, опущений внаслідок трансгресії нижче рівня моря. Регресії і трансгресії утворенням накладених терас і дельт впливали на формування рельєфу протягом усього пліоцен-четвертинного часу. Під час трансгресій відбувалося абразивне нівелювання поверхонь шельфу і поступове згладжування рельєфу. В стратиграфічному відношенні становлять інтерес четвертинні відклади, які тут розповсюджені дуже широко. Стратиграфічне розчленування порід четвертинної системи цього регіону наведене у табл. 1.1.

Остання значна перерва в осадонакопиченні в придунайському районі шельфу відповідає кінцю верхнього плейстоцену — новоевксинському часу, коли берегова лінія простягалась південніше о. Зміїного, тому морські новоевксинські відклади тут відсутні. З початку голоцену в результаті наступу моря починає формуватись трансгресивний цикл чорноморських відкладів, що залягають на континентальних причорноморських утвореннях. Вік чорноморських відкладів за даними радіовуглеводного аналізу [9] — не більше 9280 рр., хоча в пізніших працях нижня границя голоцену датується 10–10,5 тис. рр. (табл. 1.1).

В цей час в результаті поступової трансгресії відновився зв'язок Чорноморського басейну з Середземним морем, тому у чорноморських відкладах починають з'являтися солоноводні форми фауни. Характерними для чорноморського горизонту є стулки молюсків *Cardium edule*, *Chione gallina*, *Mytillus galloprovincialis* та ін.

Умови осадонакопичення на північно-західному шельфі Чорного моря в голоцені пов'язані з низкою факторів, з яких головними є геологічна будова території, її неотектонічний режим, структурно-геоморфологічний план, фізико-географічні умови, гідродинамічний режим [10, 12, 14–17].

Характерною особливістю осадотворення цього району є переважне надходження осадового матеріалу з Дунаю [10]: тут сформована потужна дельта з багатьма гирлами, які то замулюються і відмирають, то знову прориваються, і постачання осадового матеріалу по ним відновлюється. Вже у межах самої дельти постійно відбувається проміжне перевідкладення і перемивання осадового матеріалу, що потім надходить на шельф. Гирлова область Дунаю займає площу більше 7000 км<sup>2</sup>,

Таблиця 1.1

Регіональна стратиграфічна шкала четвертинних відкладів північно-західної частини Чорного моря [4]

Система	Відділ	Розділ	Ланка	Морська формація				Вік нижньої границі (в тис. років)						
				Надгори-зонт	Горизонт, індекс	Підгоризонт, індекс	Шар							
ЧЕТВЕРТИННА Q	Голоцен Н				Чорноморський $\check{m}$		Верхньочорноморський $\check{m}_2$	Джемєтинський $dh$	4–4,1					
							Нижньочорноморський $\check{m}_1$	Каламітський $kl$	6,2–7,1					
								Витязівський $vz$	8,5–8.9					
								Бугазський $bz$	10–10,5					
	Плейстоцен	Неоплейстоцен Р			Тиренський $tr$	Новоевксинський $nx$	Верхньоноевксинський $nx_2$		18					
							Нижньоноевксинський $nx_1$		30					
						Сурозький $sr$			55					
									75					
						Вилківський $vl$			100					
									120					
						Карангатський $kg$			170					
									190					
		Еоплейстоцен Е	Середня Р II			Евксинський $ex$	Ашейський $as$			215				
							Пшадський $ps$			280				
							Шапсузький $sp$			380				
										480				
			Нижня Р I							Чаудинський $cd$	Туапсинський $tp$			650
														695
														790
														910
	Верхня Е I					Омпаретський $om$			1080					
									1280					
						Цхалцмндський $ch$			1460					
									1580					
									1900					
	Нижня Е I				Гурійський $gr$	Хварбетський $hv$			3700					

складається вона з дельти й узмор'я. Узмор'я являє собою прибережну смугу довжиною приблизно 180 км і шириною 8–10 км. Ця смуга є великою геохімічною бар'єрною зоною, що контролює седиментаційний процес при змішуванні річкових і морських вод.

Наступним джерелом осадового матеріалу, що утягується у процеси осадонакопичення на шельфі, є інтенсивна абразія берегів, які на великому протязі складені суглинистими і глинистими породами четвертинного і рідше неогенового віку. В постачанні шельфу уламковим матеріалом частка абразійного матеріалу, за підрахунками Ю. Д. Шуйського [19], складає менше 50 %.

### *1.1.2. Умови формування донних відкладів*

Важливими факторами, які визначають умови осадонакопичення цього району шельфу, є не тільки геолого-географічні, а й гідродинамічні, які певною мірою визначають процеси формування полів відкладів. Добре відомо [3, 5, 7], що на сортування відкладів на мілководді мають вплив хвильові процеси, течії, особливості рельєфу дна і берегової смуги. Але внесок їх далеко не рівноцінний. Специфіка літодинамічних процесів в мілководній зоні неприливних морів, якою і є північно-західний шельф Чорного моря, визначається тим, що головним енергетичним фактором тут є хвилювання, і весь теригенний уламковий матеріал, починаючи з валунів і закінчуючи крупним алевритом, переміщується під впливом придонних хвильових сил. Саме процесами хвилювання утворюється вздовжбереговий потік наносів, який формує різні підводні та надводні акумулятивні форми, не кажучи вже про те, що часто хвильова абразія в прибіжній зоні відповідає за постачання уламкового матеріалу в море.

Результати досліджень багатьох вчених [3, 5, 7] показали, що в неприливних морях вже на глибинах біля 20–30 м процеси хвильового переміщення піщаного матеріалу в придонному шарі затухають і починається відкладення мулового матеріалу, а процеси хвильової абразії та ерозії не розвиваються на глибинах більш 10 м. Таким чином, практично весь теригенний матеріал йде на побудову геологічних тіл в узбережній смузі, тобто основними факторами впливу на утворення відкладів в прибережній частині є хвилювання та течії. Під впливом цих та інших факторів і формуються поля сучасних морських відкладів.

В межах досліджуваного району північно-західного шельфу розповсюджені відклади різноманітного літологічного складу: черепашни-

ки, піски, алеврити, мули. Л. В. Іщенко [5] виділив літологічні зони, які закономірно змінюють одна одну по мірі віддалення від берега:

- зона середньозернистих кварцових пісків;
- зона дрібнозернистих кварцових пісків;
- зона алевритових мулів;
- зона теригенно-біогенних утворень;
- зона алевритових і пелітових мулів.

За нашими даними, ця картина часто порушується під впливом різноманітних факторів: гідродинамічного становища, особливостей рельєфу морського дна, кількості твердого річного стоку та ін. Це призводить до порушення зональності розподілу типів донних відкладів. До того ж у відкладах майже скрізь присутні стулки молюсків і черепашковий детрит, що призводить до загрубіння розмірного складу відкладів. Біогенне осадонакопичення згладжує і маскує виділені зони літологічних типів донних відкладів, і в прибережній частині шельфу у відкладах скрізь з'являється черепашкова складова. Це насамперед пов'язано з гідродинамічною розмірністю стулок молюсків та черепашкового детриту.

Сучасні донні відклади району Чорного моря від узмор'я Кілійської дельти Дунаю до о. Зміїного характеризуються зональним розподілом. У прибережній смузі дельти шириною від 0,6 до 3,5 км розташована зона пісків, сіро-зелених, добре сортованих, переважно дрібнозернистих. Прибережні піски в різних співвідношеннях змішані з крупним алевритом і, як правило, збагачені домішкою слюди і хлориту.

Зона сіро-зелених мулистих пісків і алевритових мулів формує суцільну смугу, що простягається паралельно берегу на відстані 1–1,5 км від нього на ізобатах 3–7 м з характерними підвищеннями ухилів дна. Зі збільшенням кількості глинистого матеріалу на глибинах 7–10 м формується широка смуга мулів із послідовним зниженням кількості алевритових компонентів. Виділені різновиди донних відкладів утворюються за рахунок твердого стоку Дунаю і займають прибережну смугу шириною до 7–10 км.

За межами зони мулів на ізобатах 15–20 м розташована зона черепашників, відома за назвою “мідієвого поля” [12]. Близько границі із зоною мулів переважає черепашково-детритовий матеріал, що формує контурну підзону поля черепашників. Черепашники складаються з товстостінних стулок і детриту молюсків. Теригенні компоненти цих відкладів відрізняються від прибережних пісків за гранулометричним і мінералогічним складом. Псамітовий матеріал погано сортований, склад піщаних фракцій переважно кварцовий.

Гранулометричний склад відкладів характеризується чіткою диференціацією матеріалу за гідравлічною крупністю з послідовним формуванням літологічних різновидів ряду “пеліт — алеврит — псаміт”. Погіршення сортування теригенної частини відкладів переважно пов’язане з перемінним співвідношенням двох суміжних фракцій ряду. Вплив третього компоненту найбільш чітко виявляється в перехідних піщано-алевритових відкладах з присутністю біогенних карбонатів псефітової розмірності.

В результаті аналізу багатовимірних зв’язків між компонентами відкладів нами виділені дві сукупності ознак відкладів:

— Група тонкорозмірних класів (менше 0,25 мм) генетично пов’язана зі стоком Дунаю і характеризується сильним впливом глибини моря. Позитивна залежність від глибин найбільше помітна для дрібнозернистого піску (0,1–0,25 мм). Фракція дрібного піску має розбавлюючий вплив на розподіл фракцій пеліто-алевритової розмірності. Дрібноалевритова фракція (0,01–0,05 мм) концентрує основну частину органічного вуглецю.

— Група крупнорозмірних фракцій відокремлюється від тонкорозмірних класів по переважанню карбонатного матеріалу (карбонати накопичуються у фракціях крупніше 0,25 мм). Речовинно-генетична єдність цієї групи компонентів обумовлена розвитком власне морської седиментації.

Карбонатна складова в різному ступені збагачує всі літологічні різновиди відкладів. Присутність карбонатів контролює сортування перехідних різновидів відкладів від пелітових мулів до пісків. Стійке накопичення карбонатів зберігається на рівні 40 % незалежно від кількості пелітового матеріалу.

### *1.1.3. Мінералогічна характеристика донних відкладів*

В мінералогічному відношенні досліджуваний район шельфу відноситься до епідот-гранат-амфібол-ільменітової теригенно-мінералогічної провінції, якій відповідає дунайська епідот-гранат-амфіболова живляча провінція суші — величезна площа водозбору р. Дунаю [13]. Ця шельфова теригенно-мінералогічна провінція фактично займає територію авандельти р. Дунаю. Східна її границя проходить південніше о. Зміїного в напрямку лиману Сасик. У важкій фракції відкладів цієї провінції переважають гранати альмандинового типу, мінерали групи епідоту, рогова обманка і слюди, часто хлоритизовані, часто зустріча-



ються також ставроліт, турмалін, ільменіт, лейкоксен і магнетит. Вірогідно, джерелами теригенних мінералів були амфіболіти, гранатовміщуючі сланці та неогенові пісковики, розповсюджені в басейні р. Дунаю. У формуванні теригенно-мінералогічної асоціації цієї провінції приймали участь також верхньочетвертинні суглинисті та лесовидні породи, які розмивалися в узбережно-морській зоні.

Отже, найбільш типовими відкладами, покриваючими досліджувану область шельфу, за виключенням підводних височин та узбережних зон, де відкладається пісок і черепашковий детрит, є глинисті та карбонатні мули і черепашники. В цій області шельфу переважає теригенне і біогенне осадконакопичення. Найбільш значним джерелом постачання теригенного матеріалу в даному районі шельфу є твердий стік р. Дунаю. Вагомим джерелом живлення також є узбережно-морські четвертинні відклади, що розмиваються в результаті морської абразії.

## 1.2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження сучасних донних відкладів прилеглої до о. Зміїного частини шельфу Чорного моря проводилися у 2003 р. в рамках програми науково-дослідних робіт “Проведення комплексного обстеження та розробка системи інтегрованого екологічного моніторингу і довгострокових наукових досліджень о. Зміїний та прилеглої шельфу”, що виконувалися співробітниками ОНУ імені І. І. Мечникова. Проведення цих робіт фінансувалося Міністерством освіти і науки України.

В 2003 р. були проведені 4 експедиції, в ході яких виконувалися морські геологічні дослідження, що містили в собі відбір проб донних відкладів, їх польовий опис і відбір проб для подальшого вивчення в стаціонарній лабораторії. Проби сучасних донних відкладів були відібрані в травні—вересні 2003 р. з борту експедиційного судна “Циклон” Дунайської гідрометобсерваторії дночерпаком із площею захоплення 0,1 м<sup>2</sup>. Проби відбирались безпосередньо в межах полігону, що прилягає до о. Зміїного, а також в дельті та на узмор’ї р. Дунаю. Всього було відібрано 128 проб донних відкладів (схему розташування станцій представлено на рис. 2.1, 2.2, розділ 2 “Гідрологічні дослідження” цієї монографії).

Починаючи з 2003 р. у стаціонарній лабораторії проводився гранулометричний аналіз донних відкладів, а також вибірково мінералогічний аналіз деяких фракцій донних відкладів і мінералогічний аналіз важкої фракції відкладів району авандельти р. Дунаю — о. Зміїного.

Гранулометричний аналіз проводився за стандартними методиками [8, 15], що дозволяють розділити зразок на 11 розмірних фракцій:

- псефітові фракції с граничними розмірами часток >10 мм, 10–5 мм, 5–2 мм, 2–1 мм;
- псамітові фракції с граничними розмірами часток 1–0,5 мм, 0,5–0,25 мм, 0,25–0,1 мм;
- алевритові фракції с граничними розмірами часток 0,1–0,05 мм, 0,05–0,01 мм;
- пелітові фракції с граничними розмірами часток 0,01–0,005 мм та 0,005 мм.

Для гранулометричного аналізу [8, 15], використовувалися зразки донних відкладів вагою 150–200 г (у вологому стані). Паралельно визначалася вологість зразків (відношення ваги вільної вологи, що міститься в зразку, до ваги сухого кістяка), для цього маса зразка складала 50–80 г.

Підготовка зразків до аналізу включала замочування зразка в слабкому розчині аміаку (1 мл аміаку на 1 л води) не менш ніж на добу, що необхідно для поліпшення диспергації часток. Подальший аналіз проводився з використанням дистильованої води. Гранулометричний аналіз проводився комбінованим методом: псефітові і псамітові фракції, а також крупний алеврит виділялися просіюванням у водному середовищі, більш дрібні фракції – багаторазовим відмучуванням, при цьому час відмучування визначався температурним режимом і розмірністю виділеної фракції.

Для контролю аналізів проводився розрахунок загальної ваги сухого зразка. Результати аналізу вважалися достовірними при збіжності розрахункової ваги сухого зразка і суми всіх фракцій.

Результати гранулометричного аналізу підлягали подальшій обробці та інтерпретації: будувалися гістограми вмісту гранулометричних фракцій, наведені в даній роботі, кумулятивні криві, по яких визначалися гранулометричні квартилі та медіанні діаметри, розраховувалися коефіцієнти асиметрії, визначались літологічні характеристики відкладів та ступень їх сортування.

Мінералогічний аналіз проводився по гранулометричних фракціях під бінокулярним мікроскопом у відбитому світлі. В основному аналізу підлягали дрібнопіщані та крупноалевритові фракції.

Повний напівкількісний мінералогічний аналіз важкої фракції з приблизним визначенням мінералів проводився для деяких дрібнопіщаних і крупноалевритових відкладів гирлової частини р. Дунаю. Підготовка проб включала виділення розмірної фракції <0,5 мм (оскіль-

ки більш крупні фракції в цих районах не містять важких мінералів), її гравітаційне збагачення, розділення у важкій рідині (у бромформі з  $\rho=2,87 \text{ г/см}^3$ ), розділення важкої фракції на магнітну, електромагнітну та немагнітну фракції. Подальший аналіз проводився пофракційно шляхом підрахунку зерен мінералів під бінокулярним мікроскопом. Після цього розраховувався вміст важких мінералів у відкладах.

### 1.3. ЛІТОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ

За результатами польового вивчення та гранулометричного аналізу проб для району шельфу, що прилягає до о. Зміїного, були виділені літологічні типи донних відкладів, основними з яких є:

- черепашники з різною часткою гравійно-галечного, піщаного та пелітового матеріалу;
- дрібнозернисті піски з великою кількістю черепашково-детритового матеріалу, іноді з домішкою пеліту;
- алевро-пелітові мули з різною часткою черепашкової складової.

Всі відклади району погано відсортовані, за виключенням черепашників з гравієм і галькою, які розповсюджені навколо острова, що обумовлюється накладенням різнорідних седиментаційних процесів на цій території.

#### 1.3.1. Гранулометричний склад донних відкладів

Детальна типізація донних відкладів з їх гранулометричним складом та ступенем сортування наведена у табл. 1.2.

В гранулометричному відношенні черепашники з гравієм і галькою, а іноді з домішкою дрібнозернистого піску, більш ніж на 80 % складені псефітовими фракціями, в різних пробах — від 82,7 до 99,8 % (рис. 1.1). Вміст псамітової складової в цих породах коливається в діапазоні 0,1–4,2 %, а в різновидах з домішкою дрібнозернистого піску — 10,8–14,5 %.

Алевриту в таких черепашниках міститься до 1,6 %, пеліту — до 8,1 %. Сортування черепашників з гравієм і галькою за рахунок крупності уламкового матеріалу середнє та добре (коефіцієнт сортування  $S_0$  коливається в межах 1,38–1,68), а різновидів з домішкою дрібнозернистого піску — середнє та погане ( $S_0$  1,60–2,37), що наглядно ілюструється прикладами кумулятивних кривих таких відкладів (рис. 1.2).

Таблиця 1.2

## Літологічні типи донних відкладів шельфу району о. Зміїного

Літологічний тип		Середній вміст гранулометричних фракцій, %				Середній ступінь сортування
		псефіт >1 мм	псаміт 1–0,1 мм	алеврит 0,1–0,01 мм	пеліт < 0,001 мм	
Черепашники	чисті	87,07	5,36	1,57	6,00	2,21
	с гравієм і галькою	94,28	2,14	0,64	2,94	1,52
	с гравієм і галькою, з домішкою різнозернистого піску	84,53	12,55	0,74	2,17	2,01
	с домішкою дрібнозернистого піску	68,60	22,19	2,72	6,49	4,60
	с домішкою дрібнозернистого піску і пеліту	58,48	18,83	4,11	18,57	13,26
	с домішкою пеліту	75,52	7,47	5,03	11,98	3,52
	дрібнопіщанисті	53,72	38,21	2,78	5,29	5,13
	дрібнопіщанисті з домішкою пеліту	49,28	34,11	3,71	12,90	6,59
Піски	дрібнозернисті, раковинно-детритові	37,17	57,54	1,72	3,58	4,18
	дрібнозернисті, раковинно-детритові, з домішкою пеліту	38,63	41,78	4,22	15,37	5,87
Мули	крупноалевритові черепашкові, з домішкою пеліту	34,83	7,31	45,55	12,31	7,71
	пелітові, з домішкою черепашок і дрібного алевриту	23,38	5,18	16,10	55,34	11,79
	пелітові, з домішкою дрібного алевриту	2,17	5,04	13,32	79,48	2,33

Черепашники з домішками дрібнозернистого піску і пеліту (рис. 1.3) більш ніж на 45 % складені псефітовими фракціями, відсортовані такі відклади погано.

Різновиди з домішкою дрібнозернистого піску містять від 58 до 81 % псефіту, 14–29 % псаміту, 1–5 % алевриту та від 3 до 10 % пеліту. Ступінь їх сортування  $S_0$  коливається в межах 2,53–6,83. Різновиди з домішкою



Рис. 1.1. Гістограми середнього відносного масового вмісту гранулометричних фракцій (%) в черепашниках з гравієм, іноді з домішкою різнозернистого піску

дрібнозернистого піску і пеліту містять від 47 до 75 % псефіту, 10–30 % псаміту, 2–7 % алевриту та 11–28 % пеліту, ступень сортування  $S_0$  від 2,78 до 34,16. Різновиди з домішкою пеліту на 74–78 % складені псефітом та на 10-15 % — пелітом, в них також присутні від 5 до 9 % псаміту та 2–9 % алевриту. Ступінь сортування коливається в межах 2,76–4,09.

Черепашники дрібнопіщанисті в окремих місцях мають домішку пеліту. Вони більш ніж на 45 % складені псефітом та більш ніж на 30 % — піском, переважно дрібнозернистим (рис. 1.4).

Їх різновиди мають такий гранулометричний склад: в черепашниках дрібнопіщанистих вміст псефіту складає від 48 до 62 %, псаміту — 31–46 %, алевриту до 4 %, пеліту до 10 %; черепашники дрібнопіщанисті з домішкою пеліту складені на 45–53 % псефітом, 31–39 % псамітом,

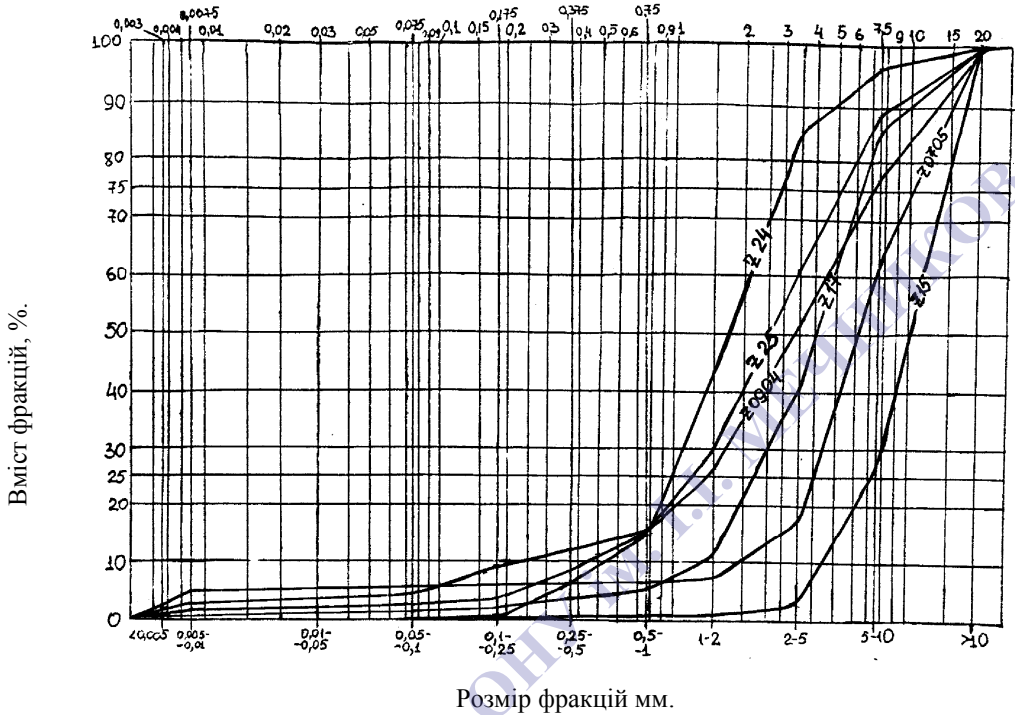


Рис. 1.2. Кумулятивні криві гранулометричного складу черепашників з гравієм, іноді з домішкою різнозернистого піску

12–14 % пелітом, в них також міститься 3–4 % алевриту. Всі вони погано відсортовані, що ілюструється прикладами їх кумулятивних кривих (рис. 1.5), хоча різновиди без домішки пеліту мають дещо кращий ступінь сортування ( $S_0$  4,23–6,56) порівняно з різновидами з домішкою пеліту ( $S_0$  5,48–8,49).

Черепашково-детритові дрібнозернисті піски представлені двома різновидами — з домішкою пеліту і без неї. Всі вони більш ніж на 40 % складені піском, переважно дрібнозернистим (рис. 1.6), та більш ніж на 30 % — псефітом, а саме черепашково-детритовим матеріалом. Обидва різновиди погано сортовані ( $S_0$  3,50–5,87). Гранулометричний склад таких пісків виглядає наступним чином: псефіту в них міститься від 31 до 44 %, псаміту — від 42 до 64 %, пеліту 2–9 %, а в різновидах з домішкою пеліту — 15 %, також в них присутній алеврит у кількості 1–4 %. Приклади кумулятивних кривих гранулометричного складу таких пісків представлені на рис. 1.7.

Алевро-пелітові мули в даному районі представлені наступними різновидами: це крупноалевритові черепашкові мули з домішкою

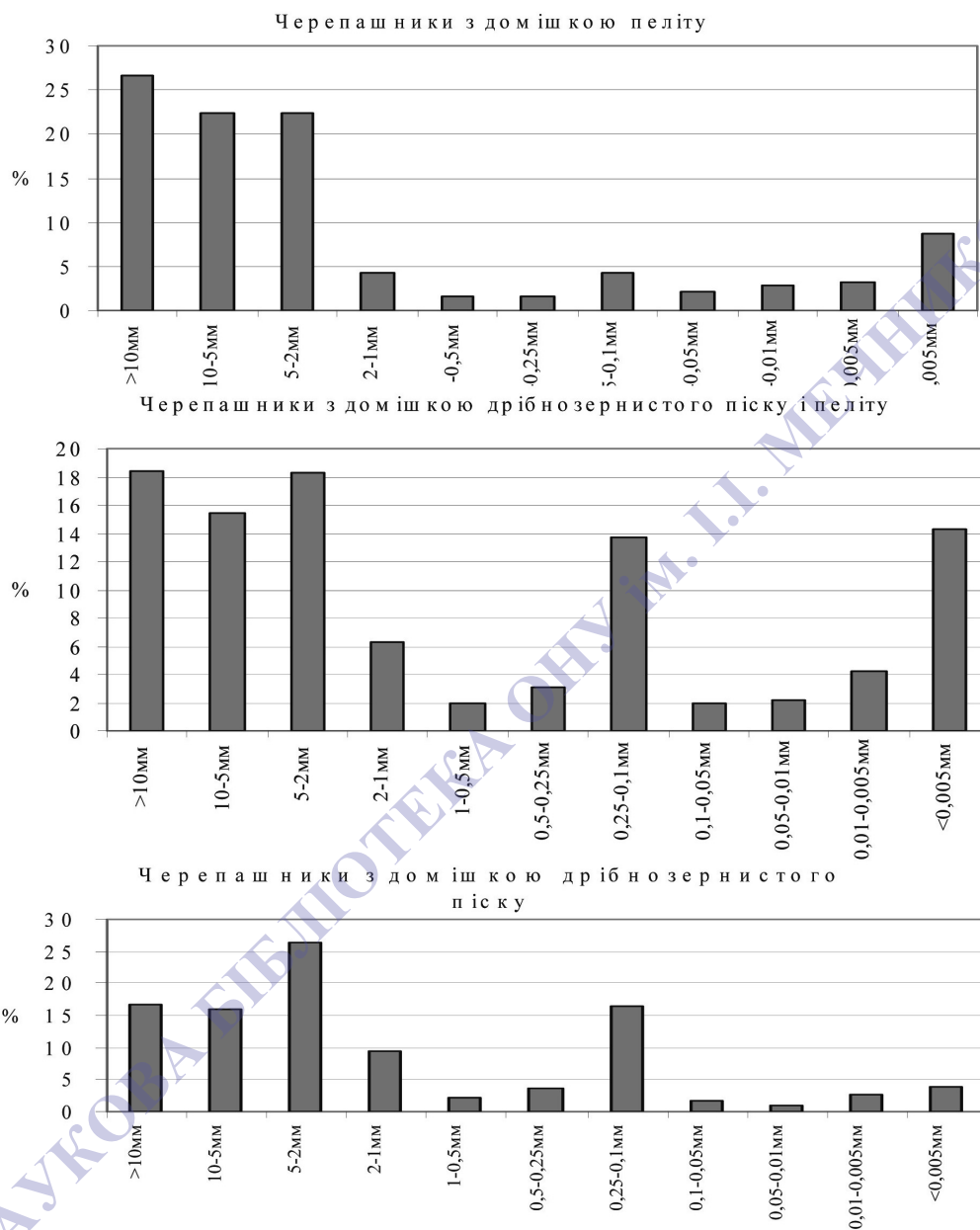


Рис. 1.3. Гістограми середнього відносного масового вмісту гранулометричних фракцій (%) в черепашниках з домішками дрібнозернистого піску і пеліту

пеліту, пелітові мули з домішкою дрібного алевриту, а іноді черепашок. Їх гранулометричний склад наведений у табл. 1.2 і ілюструється гістограмами розподілу гранулометричних фракцій (рис. 1.8). Ступінь сортування таких мулів погана, серед них краще відсортовані ті різновиди,

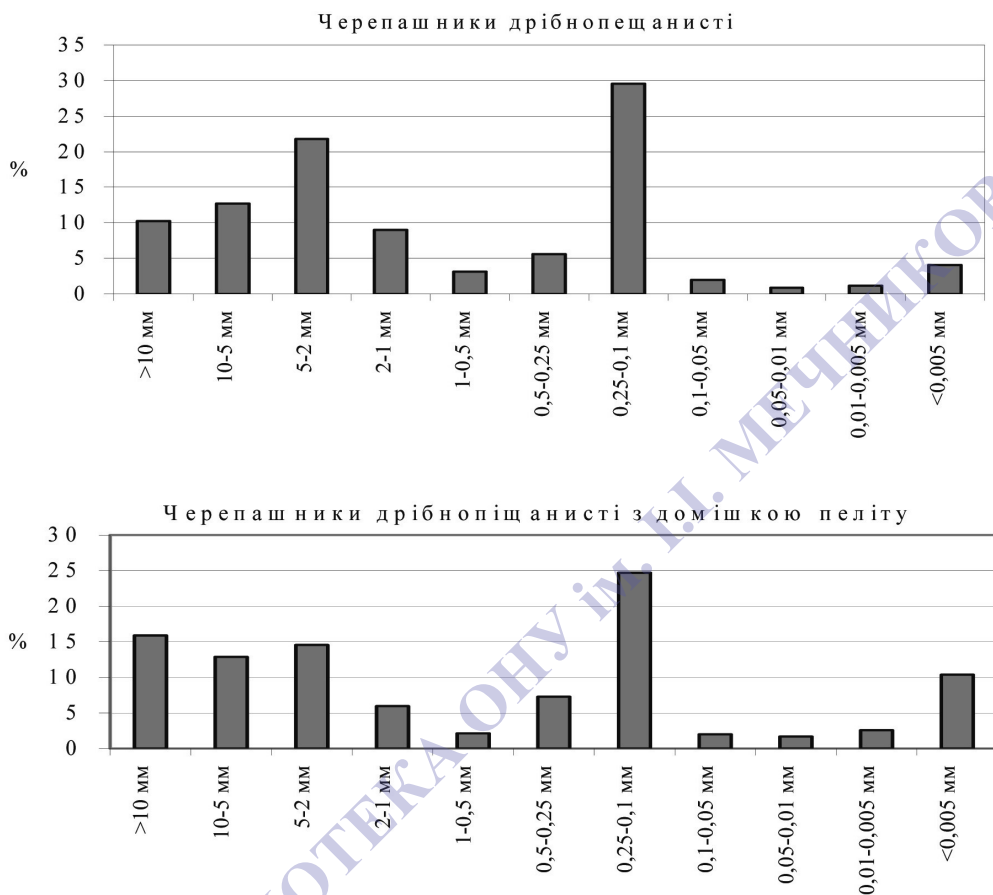


Рис. 1.4. Гістограми середнього відносного масового вмісту гранулометричних фракцій (%) в дрібнопещанистих черепашниках, іноді з домішкою пеліту

що майже не мають черепашкової складової ( $S_0$  2,33), гірше відсортовані крупноалевритові черепашкові мули ( $S_0$  7,71), вкрай погано — пелітові мули з домішкою черепашок та дрібного алевриту ( $S_0$  11,79). Приклади кумулятивних кривих таких мулів показані на рис. 1.5.

Порівнюючи сучасні донні відклади району о. Зміїного з відкладами узмор'я р. Дунаю можна відзначити наступне.

Черепашники району острова відрізняються значною різноманітністю на відміну від черепашників узмор'я Дунаю, які представлені лише дрібнопещанистими різновидами з домішкою пеліту. Це можна пояснити тим фактором, що в узбережній зоні відбувається потужне накопичення дрібнопещаного матеріалу, який виноситься Дунаєм, тому чистих черепашників тут майже не зустрічається. Дрібний і тонкий теригенний матеріал виноситься далі в море і накопичується на



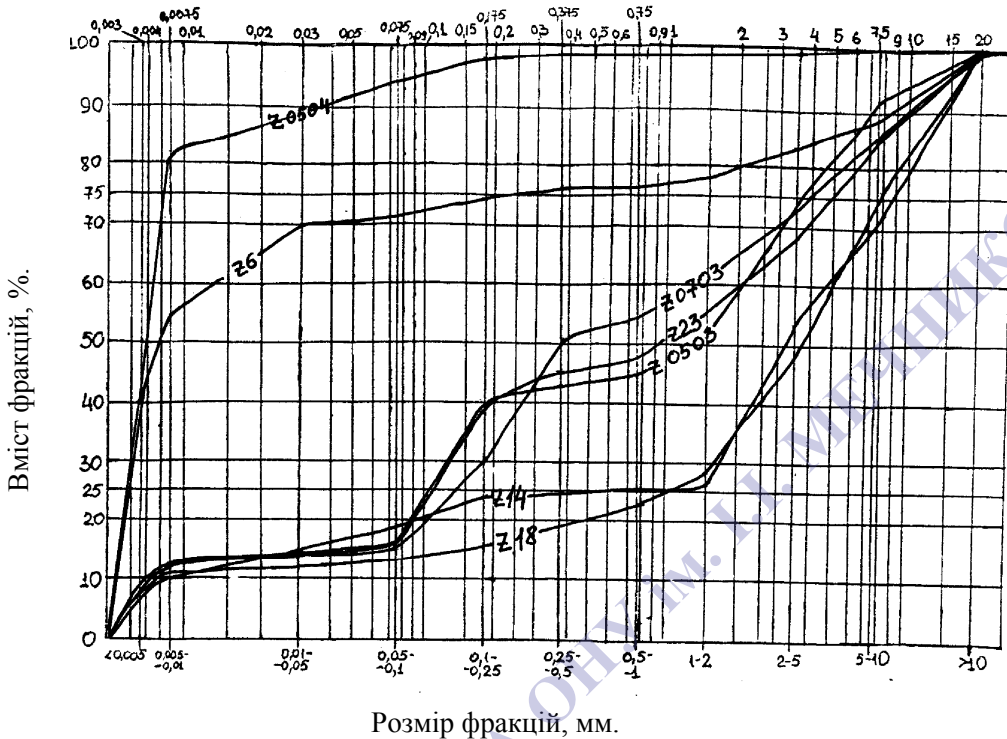


Рис. 1.5. Кумулятивні криві гранулометричного складу черепашників дрібно-піщанистих з домішкою пеліту та мулів пелітових з домішкою алевриту і черепашок (Z0504, Z6 — мули; Z14, Z18, Z23, Z0503, Z0703 — черепашники)

більших глибинах, в тому числі і в районі о. Зміїного. Гранулометричний склад дрібнопіщанистих черепашників придунайського району шельфу майже не відрізняється від гранулометричного складу таких же черепашників району о. Зміїного і складає в середньому 54 % псефіту, 31 % псаміту, 4 % алевриту і 11 % пеліту. Ступень їх сортування також близький до ступеню сортування дрібнопіщанистих черепашників району острова і коливається в діапазоні  $S_0$  5,11–6,32.

Піски узмор'я Дунаю, на відміну від пісків району острова, не є черепашково-детритовими. Вони також дрібнозернисті і містять домішки алевриту або черепашок. В гранулометричному відношенні вони більш ніж на 65 % складені псамітом (в середньому — 74 %), переважно дрібнозернистим, іноді в підпорядкованій кількості присутній середньозернистий псаміт. Різновиди з домішкою черепашок містять близько 25 % псефіту, а різновиди з домішкою алевриту — близько 13 % останнього. Такі піски містять також до 6 % пелітового матеріалу. Піски

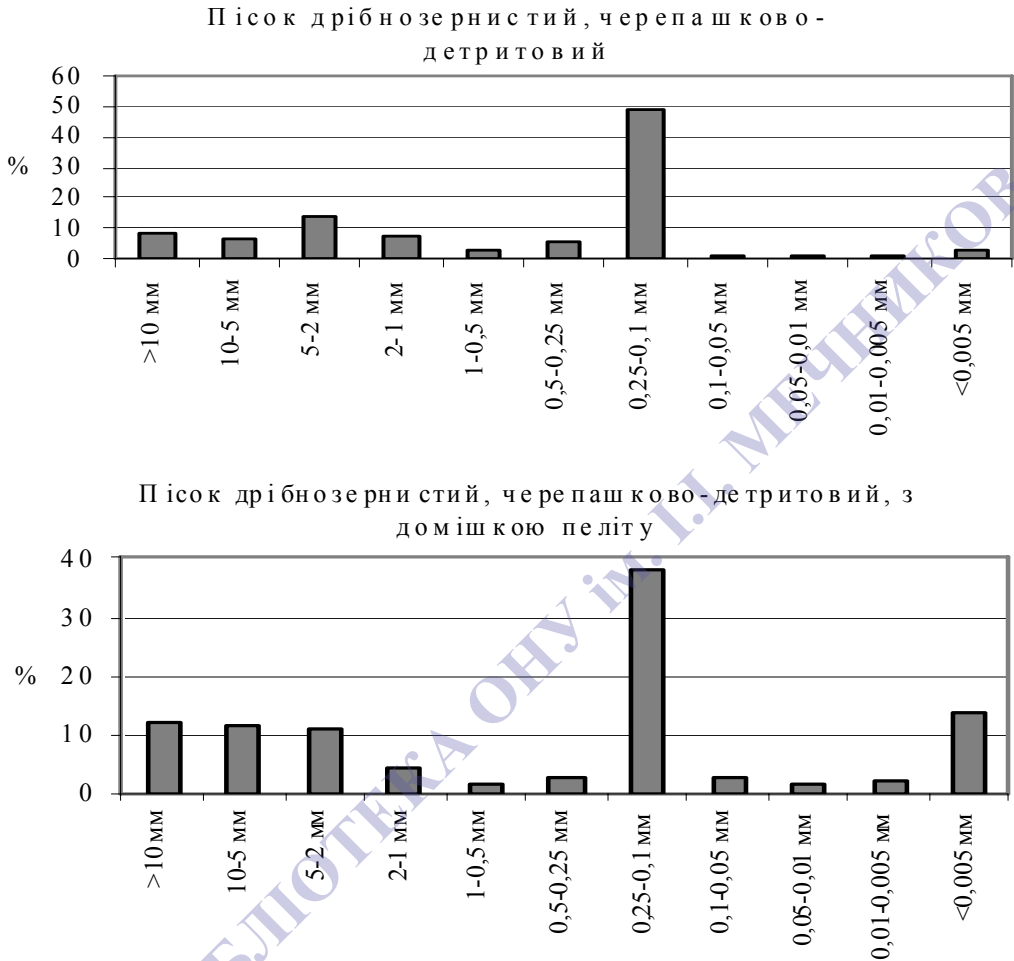


Рис. 1.6. Гістограми середнього відносного масового вмісту гранулометричних фракцій (%) в пісках дрібнозернистих, черепашково-детритових, іноді з домішкою пеліту

узмор'я мають різний ступень сортування — від доброго до поганого,  $S_0$  коливається від 1,31 до 3,26.

Алевро-пелітові мули узмор'я Дунаю, на відміну від мулів району острова, майже не містять черепашкової складової. Вони представлені дрібноалевро-пелітовими і пеліто-алевритовими різновидами. Такі мули, в залежності від різновиду, складені на 31–61 % пелітом та на 39–68 % алевритом, в них міститься до 9 % піщаного дрібнозернистого матеріалу, псефітова розмірна фракція майже відсутня (до 0,6 % відкладу). Ступінь сортування таких мулів завжди поганий, хоча не перевищує  $S_0$  4,11.

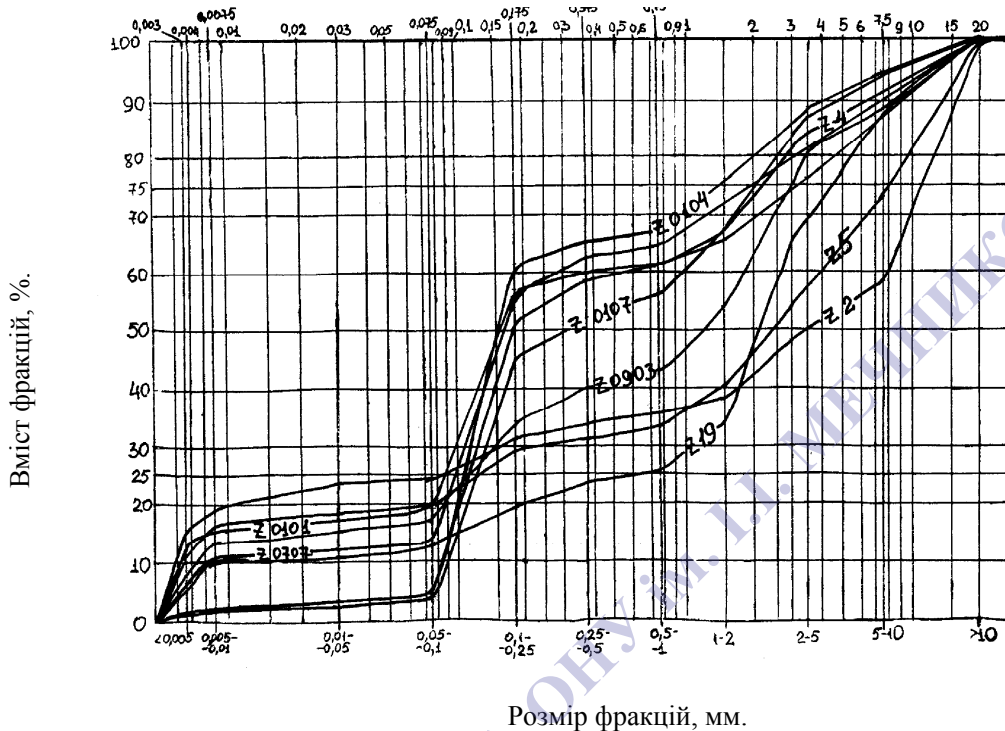


Рис. 1.7. Кумулятивні криві гранулометричного складу пісків дрібнозернистих, іноді з домішкою пеліту, та черепашників з домішкою пеліту і піску (Z0101, Z0104, Z0107, Z0707, Z4 — піски; Z2, Z5, Z19, Z0903 — черепашники)

В придунайській частині шельфу також зустрічаються погано сортовані пелітові мули з домішками черепашок та середньо- і дрібнозернистого піску, які на 42 % складені пелітом, майже на 30 % — псефітом, на 21 % псамітом і до 7 % — алевритом. Крім таких мулів зустрічаються також крупноалевритові відклади з домішкою дрібнозернистого піску, що містять близько 78 % алевриту і 21 % псаміту, в незначній кількості (1,5 %) присутній пелітовий матеріал і майже відсутній псефітовий.

Таким чином, сучасні донні відклади району о. Зміїного відрізняються від більш мілководної зони цієї частини шельфу великою кількістю біогенного матеріалу переважно крупнопсефітової розмірності, більшим поширенням мулового матеріалу пелітової розмірності, різким зменшенням частки алевриту у відкладах і майже повною відсутністю крупно- та середньозернистого піщаного матеріалу, виключаючи невеличке поле розповсюдження продуктів руйнування порід о. Зміїного.

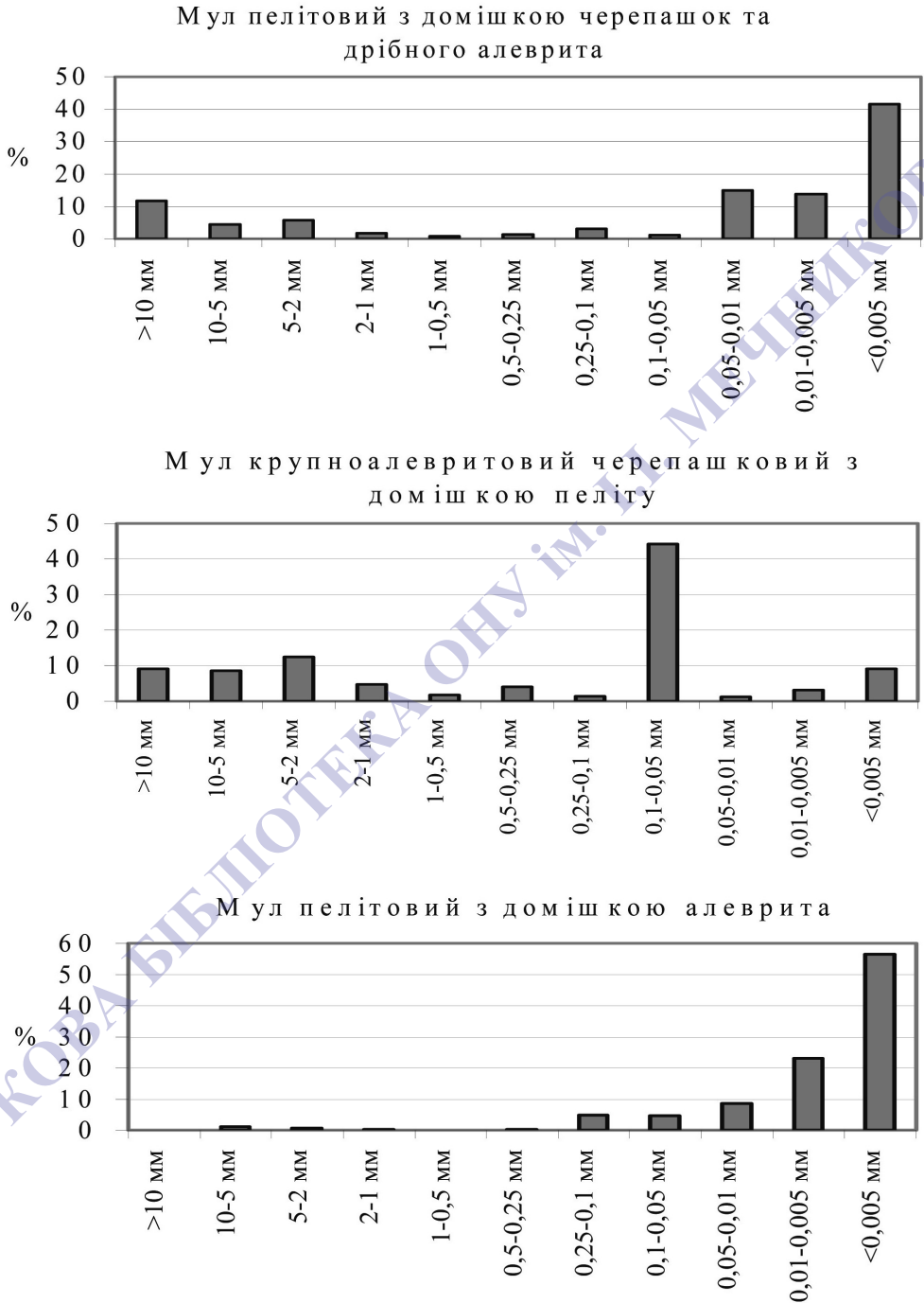


Рис. 1.8. Гістограми середнього відносного масового вмісту гранулометричних фракцій (%) в алевро-пелітових мулах з різною кількістю черепашкової складової

Наведені риси цілком вписуються в загальні закономірності формування донних відкладів в шельфових зонах, що розташовані неподалік від крупних річкових дельт, якою є дельта Дунаю.

Характерним є те, що у відкладах району острова в дуже невеликій кількості присутній алевритовий матеріал, поряд із значним вмістом дрібнопіщаного і пелітового. Можна припустити, що алевритовий матеріал з цієї зони виноситься на ще більші глибини, а тут відкладається дрібнозернистий пісок, який безумовно також є продуктом виносів Дунаю. Що стосується значної кількості пелітового мулу у відкладах з присутністю дрібного піску (рис. 1.3, 1.4, 1.6), то він може бути результатом загального замулення цієї частини шельфу [17, 18], в тому числі і техногенного, і не мати прямого зв'язку з дунайським стоком.

### 1.3.2. Мінералогічний склад донних відкладів

Псефітові фракції відкладів складені черепашково-детритовим матеріалом, і лише навколо о. Зміїного зустрічається кластогенний матеріал — уламки порід острова. Черепашкова складова у відкладах представлена в основному цілими та подрібненими стулками молюсків *Mytillus galloprovincialis*, рідко зустрічаються *Cardium edule*, *Chione gallina* та інші характерні для північно-західного шельфу форми.

В піщаних фракціях мають місце як біогенні, так і теригенні компоненти. Крупно- та середньозернисті піщані фракції в основному представлені дрібним черепашковим детритом, крім невеличкого поля навколо острова, де крупно- і середньозернистий пісок представлений продуктами руйнування острова. Більш поширений у відкладах дрібнозернистий пісок, як і крупний алеврит, складений теригенними компонентами.

В мінералогічному відношенні піщані і алевритові фракції складені в основному кварцом, карбонатами, в меншому ступені польовими шпатами, слюдами, халцедоном.

*Кварц* представлений в переважній більшості овальними і округлими зернами різного ступеню обкатаності. Колір їх частіш за все прозорий, часто молочно-білий, рідше зустрічаються жовтуваті озалізовані зерна, характерна тріщинуватість. Рідко зустрічаються зерна кварцу з газово-рідкими включеннями, а також з включеннями дрібноагрегатного апатиту та голочок рутилу.

*Кальцит* присутній у формі призм, сплюснених таблиць та витягнутих стовбчастих зерен зі слідами руйнування.

*Слюди* в основному представлені мусковітом, часто хлоритизованим, та гідратованим біотитом. Представлені вони пластинчатими зернами з гострокутними та рваними краями.

*Важкі мінерали* складають не більш 1 % відкладень. Серед них переважають гранати альмандинового типу, мінерали групи епідоту (переважно цоїзит і кліноцоїзит), рогова обманка і слюди, часто зустрічаються також ставроліт, турмалін, ільменіт, лейкоксен і магнетит, рідше рутил, циркон, сфен, дістен, апатит [1, 2, 6, 16], за нашими даними також хлорит і піроксени.

Мінералогічний аналіз зразків відкладів з авандельти Дунаю (станції з індексом D, рис. 2.1, розділ 2, “Гідрологічні дослідження” цієї монографії) показав, що важка фракція відкладів в середньому на 38 % складена гранатами, на 17 % — хлоритом, 9 % — піроксенами, 8 % — амфіболами і 8 % — ільменітом, в ній також міститься близько 4,5 % ставроліту, 4,5 % епідоту, 3,5 % турмаліну, 2 % рутилу з лейкоксомом, 1,2 % циркону. Інші важкі мінерали присутні в кількості менш ніж 1 % важкої фракції або в знакових кількостях. Приблизно така ж мінералогічна асоціація у спектрі важких мінералів притаманна і відкладам району о. Зміїного з тією відмінністю, що на схід від острова, за даними М. Г. Барковської [2], відбувається різке збільшення мінералів метаморфічної групи (кварцу, калієвого польового шпату, циркону, альмандину, ставроліту, турмаліну, дістену), пов’язане з розмивом узбережно-морських пізньочетвертинних відкладів, збагачених цими мінералами. Виключення становить невелике поле навколо острова, де в важкій фракції присутні також мінерали, що є продуктами руйнування гірських порід острова.

*Гранати* у відкладах шельфу представлені слабо обкатаними, частіш кутастими зернами, рідко кристалами з притупленими ребрами, рожевого, світло-рожевого, рожевувато-лілового і червонуватого забарвлення. Окрім альмандинів зустрічаються, хоча і рідко, піроп і андрадит. Гранати часто містять рудні включення.

*Епідот* зустрічається у вигляді зерен неправильної форми, близької до кубічної, погано обкатаних, жовтувато-зеленого кольору.

*Рогова обманка* представлена переважно витягнуто-призматичними зернами та зернами неправильної форми різного ступеню обкатаності. Пофарбування коричнювато-зелене, темно-зелене з синюватим відливом.

Зерна *ставроліту* безформні кутасті, рідше призматичні, обкатані та слабко обкатані, жовто-коричневого кольору з дрібними вм’ятинами і

раковистим зламом. Практично завжди зерна ставроліту мають точкові рудні включення.

*Турмалін* зустрічається у вигляді зерен та уламків призматичних кристалів, часто добре обкатаних. Зустрічаються також витягнуті слабо обкатані призматичні зерна. Кольори турмаліну зеленувато-жовті, лілово-коричневі, рідше сині; характерною рисою, що відрізняє турмалін, є різка псевдоабсорбція, тому в окремих положеннях вони виглядають чорними. Рідко зустрічаються зерна з зональним пофарбуванням.

Глинисті фракції складені головним чином монтморилонітом та каолінітом.

#### 1.4. ОСНОВНІ РИСИ СУЧАСНОГО ПРОЦЕСУ ОСАДКОНАКОПИЧЕННЯ РАЙОНУ О. ЗМІЙНОГО

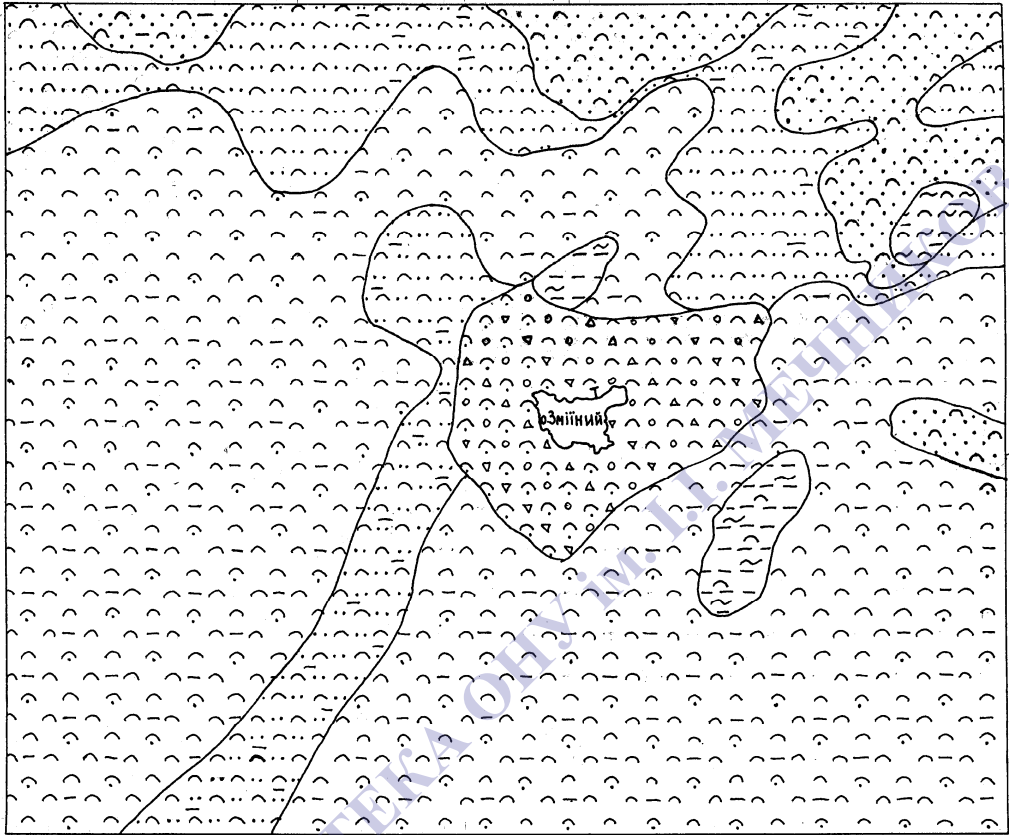
Аналіз просторового розподілу виділених літологічних типів сучасних донних відкладів даного району дозволив виділити наступні закономірності.

На підводному продовженні острова до глибин 12–15 м уламковий та черепашковий матеріал практично не затримується і зноситься на більші глибини. Цьому, вочевидь, сприяє інтенсивна хвильова гідродинаміка неглибокої зони навколо острова, особливо в штормові періоди, оскільки острів знаходиться у відкритому морі. Накопичення осадового матеріалу починається з глибин більше 15 м, де, за даними В. П. Зенковича [3], у Чорному морі припиняється вплив хвильових процесів (в період штормів — 15–20 м). В цілому глибини моря в межах досліджуваного полігону досягають 37 м.

За даними гранулометричного та мінералогічного аналізу нами побудована схема розповсюдження по площі полігону літологічних типів донних відкладів (рис. 1.9).

Більша частина району, за виключенням невеликих ділянок на півночі та сході та двох маленьких ділянок неподалік від острова, складена цільними та детритовими черепашниками з різною часткою гравійно-галечного, піщаного та пелітового матеріалу. Такі черепашники розповсюджені на різних глибинах, починаючи з 26 м.

Менші глибини в межах полігону являють собою підводне продовження о. Зміїного, тут розвинуті черепашники з продуктами руйнування корінних порід острова — щебенем, гравієм і галькою, а з західної сторони ще й з домішкою різнозернистого піску, переважно крупно-



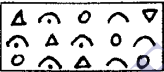

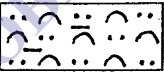
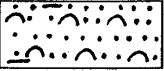
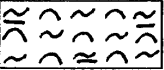
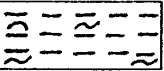
-  - черепашники з гравієм і галькою, місцями з домішкою різно-зернистого піску;
-  - черепашники, місцями з домішками дрібнозернистого піску і пеліту;
-  - черепашники дрібнопіщанисті, іноді з домішкою пеліту;
-  - піски дрібнозернисті, черепашково-детритові, іноді з домішкою пеліту;
-  - мули крупноалевритові, черепашкові, з домішкою пеліту;
-  - мули пелітові з домішкою алевриту, іноді з домішкою черепашок.

Рис. 1.9. Літологічна схема сучасних донних відкладів району о. Зміїного



та середньозернистого. Розташовані ці відклади на глибинах від 13 до 34 м. Поле таких черепашників за формою приблизно повторює контури острова.

Серед черепашників, крім вказаних, основними літологічними різновидами є черепашники дрібнопіщанисті та черепашники з домішками дрібнозернистого піску та пеліту.

Дрібнопіщанисті черепашники зустрічаються на глибинах моря від 30 до 35,5 м і розповсюджені двома полями. Одне займає північну периферію полігону, в східній частині примикає до північно-східного виступу підводного продовження острова. Більша частина дрібнопіщаних черепашників цього поля не має інших домішок, хоча деінде з'являється домішка пеліту.

Інше поле починається від підводного закінчення північно-західного виступу острова і далі простягається на південний захід через всю територію полігону. В межах цього поля скрізь присутня домішка пелітового матеріалу (від 10 до 30 % відкладу).

Решта черепашників представлена різновидами з домішками дрібнозернистого піску та пеліту. Територіально такі черепашники займають площі північніше підводного продовження острова, на заході та південному сході району. За площею розповсюдження вони переважають над рештою літологічних типів сучасних донних відкладів. Зустрічаються вони на глибинах понад 26 м. Домішки пеліту та піску в різних місцях району мають різний внесок.

Дрібнозернисті черепашково-детритові піски зустрічаються на глибинах 32–34 м і складають невеличкі поля по периферії полігону на півночі, північному сході та сході. На північному заході такі піски мають пелітовий домішок.

Алевро-пелітові мули займають невеличкі поля в найбільш глибоких частинах району. Представлені вони крупноалевритовими та пелітовими різновидами з різною часткою черепашкового матеріалу і без нього.

Крупноалевритовий черепашковий мул зустрінутий в одному місці району, а саме на північному сході по лінії простягання північно-східного виступу острова та його підводного продовження. Він складає "вікно" серед черепашково-піщаних відкладів з домішкою пеліту. Цей мул також містить домішку пеліту. Глибини моря тут складають 32,5 м.

Пелітові мули розташовані на найбільших глибинах полігону — 36,5–37 м. Вони розвинуті на двох невеличких ділянках в центральній частині району, поблизу о. Зміїного, на північ та південний схід від його

підводного закінчення. Ці мули містять домішки дрібного алевриту, а на південно-східній ділянці — й черепашок.

Що стосується ступеню сортування донних відкладів, то він зазвичай поганий, за виключенням зони підводного продовження острова, де розповсюджені грубоуламкові відклади. До такого ступеню сортування призводить накладення різногенетичних седиментаційних процесів, кожному з яких притаманне відкладення матеріалу окремих розмірних фракцій у відкладах. Тут має місце біогенна седиментація, що призводить до накопичення великої кількості черепашкового та детритового матеріалу псефітової розмірності, та відкладення потужних алювіальних виносів ріки Дунаю, шлейф яких простягається на величезну відстань від самої дельти. Крім того, поблизу о. Зміїного накопичуються продукти руйнації острова у вигляді грубоуламкового матеріалу — щебеня, гравію, гальки, а також крупного та середньозернистого піску.

Для аналізу розповсюдження складових частин донних відкладів нами побудовані карти розповсюдження окремих компонентів осадків (рис. 1.10, 1.11). Аналізуючи розподіл по площі різногенетичних компонентів донних відкладів та оцінюючи вклад різних джерел надходження осадкового матеріалу, можна відзначити наступні закономірності.

Біогенна складова у вигляді черепашково-детритового матеріалу у відкладах присутня скрізь. На переважній більшості території вона складає основу сучасних донних відкладів — від 45 до 75 % осадкового матеріалу (рис. 1.10). Лише на невеличких полях на півночі, сході та північному сході вона міститься в підпорядкованій кількості — до 45 % осадкового матеріалу. Максимуми концентрації черепашкової складової (більше 85 %) притаманні зоні навколо острова, а саме його підводному продовженню.

Теригенна складова донних відкладів у досліджуваному районі представлена галькою, гравієм і грубозернистим піском поблизу острова, а на решті території полігона — дрібнозернистим піском, пелітом і в незначному ступені — алевритом.

Кількість теригенних компонентів, що надходять за рахунок руйнування корінних порід острова, істотна на невеликій ділянці поблизу острова, потім їхній вміст різко зменшується. Уламки порід острова розповсюджені на підводному продовженні острова та у його підніжжя, з північної сторони острова — до глибин приблизно 30 м, а з південної — 34 м.

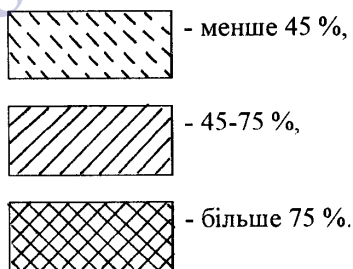
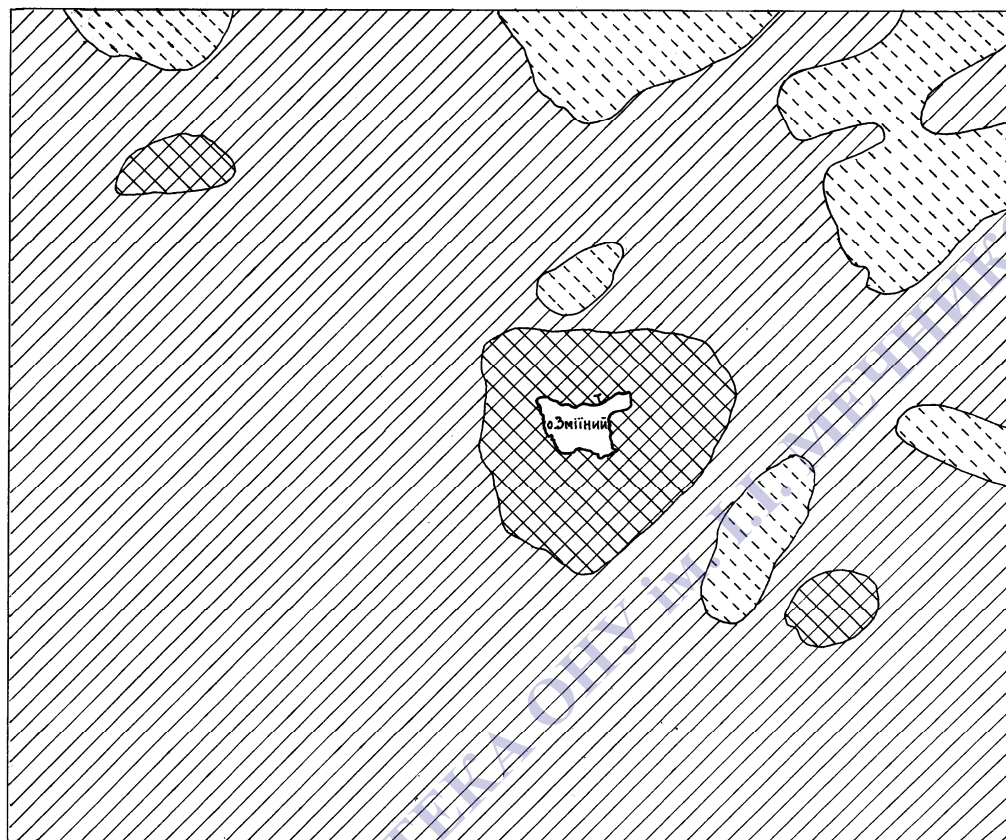


Рис. 1.10. Вміст черепашкової складової в донних відкладах району о. Зміїного

Решта теригенної складової є результатом надходження осадового матеріалу з двох джерел живлення — твердого стоку р. Дунаю та розмиву пізньочетвертинних узбережно-морських відкладень [2].

Оскільки теригенна складова у відкладах району знаходиться в підпорядкованій кількості завдяки накладенню потужної біогенної седиментації, ми спробували проаналізувати розподіл за площею розмірних фракцій відкладів, виключивши черепашкову складову, а саме перера-

хувавши результати гранулометричного аналізу на три компоненти — псаміт, алеврит і пеліт (рис. 1.11).

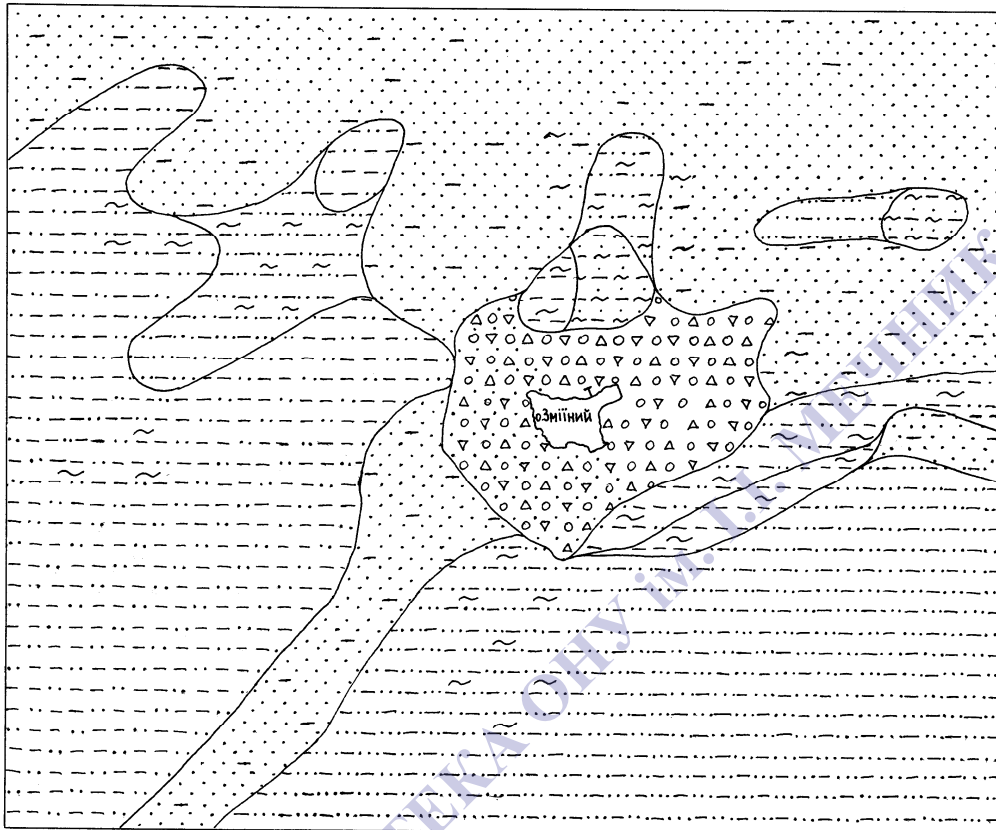
Аналіз отриманих в результаті цього даних показав наступне.

Середньо- та крупнозернистий пісок присутній лише у межах поля грубоуламкових відкладів на підводному продовженні острова та на його підніжжі. Його джерелом безумовно є корінні породи острова, що піддаються руйнуванню під впливом морської абразії.

Що стосується дрібнозернистого піску, то в суттєвій кількості він присутній у відкладах майже скрізь. В північній, східній та південно-східній частинах району він формує основу теригенної складової у відкладах, а в західній і південно-західній — знаходиться у підпорядкованій кількості.

Дрібнозернистий пісок цього району може бути як продуктом розмиву пізньочетвертинних узбережно-морських відкладів, так і поступати з твердого стоку р. Дунаю шляхом сальтації, вірогідніше за все завдяки придонним гідродинамічним процесам.

Про ці два джерела постачання свідчать виділені теригенно-мінералогічні асоціації — асоціація дунайського виносу з характерним набором мінералів (слюди, хлорит, амфіболи, цоїзит, кліноцоїзит, плагіоклази, уламки порід) та асоціація, притаманна узбережно-морським четвертинним відкладам (кварц, циркон, альмандин, ставроліт, турмалін, дістен) [2]. Виділені асоціації більш-менш розмежовуються між собою територіально: на захід від острова переважає асоціація дунайського виносу, а на схід від нього збільшується частка мінералів, характерних для узбережно-морських четвертинних відкладів. Чіткого літологічного контролю між продуктами надходження матеріалу з цих двох джерел не простежується, хоча деякі його риси все ж таки присутні, якщо брати до уваги направленість річкового стоку Дунаю та, ймовірно, придонний гідродинамічний режим району навколо острова. Так, шлейф майже не замулених дрібнопіщаних відкладів, що простягається від південно-західного виступу підводного продовження острова і простежується через всю територію, може бути результатом відхилення сальтаційного потоку виносів Дунаю. Крім того, північна частина району складена піщаними відкладами у теригенному спектрі компонентів, а в напрямку з півночі на південний захід частка дрібнозернистого піску зменшується, і, відповідно, збільшується роль мулового матеріалу. Імовірно, острів створює гідродинамічну тінь для потоку, що несе теригенний матеріал від дельти Дунаю, і в північній частині полігону відкладається піщаний матеріал.



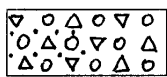
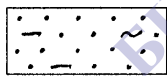
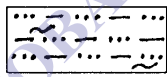
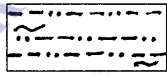
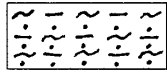
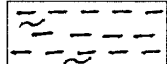
- 
- гравійно-галечні відклади, місцями з домішкою різнозернистого піску;
- 
- піщані дрібнозернисті відклади, іноді з домішкою пеліту та алевриту;
- 
- піщані дрібнозернисті мулисті відклади, іноді з домішкою алевриту;
- 
- мули пелітові дрібнопіщаністі, іноді з домішкою алевриту;
- 
- мули алевро-пелітові з домішкою дрібнозернистого піску;
- 
- мули пелітові з домішкою алевриту.

Рис. 1.11. Схема розподілу розмірних фракцій донних відкладів (без врахування черепашкової складової) в районі о. Зміїного

Алевритовий матеріал зустрічається місцями в різних у гранулометричному відношенні відкладах як незначні домішки. В істотній кількості він зустрічається лише на двох невеличких ділянках алевро-пелітових мулових відкладів. Алевритова складова, як і дрібнопіщана, є теригенною і пов'язана з суспензійними виносамі р. Дунаю. Скоріш за все, більша частина алевриту з цього району виноситься далі на більші глибини.

Пелітовий матеріал формує широку зону замулення в південній та південно-східній частинах району. При цьому в південно-східній частині він у кількісному відношенні переважає над дрібнопіщаною фракцією, тут формуються пелітові мулові дрібнопіщані відклади. В південно-східній частині району пеліт знаходиться в підпорядкованій кількості порівняно з дрібнозернистим піском, в цій зоні утворюються дрібнопіщані мулісті відклади. Збільшення вмісту пелітової складової у відкладах південніше острова вірогідніше за все пов'язане з утворенням тіньової зони за островом з послабленим гідродинамічним режимом. Присутність у відкладах пелітового матеріалу поряд із дрібнопіщаним і майже повна відсутність при цьому алевриту свідчать про те, що пеліт є результатом суто морського седиментогенезу з характерним загальним замуленням цієї частини шельфу [17], в тому числі і техногенним.

Таким чином, сучасні донні відкладення шельфу, що примикає до о. Зміїного, сформовані в результаті накладення біогенних і теригенних процесів седиментації. Практично на всій території району біогенні процеси переважають, і формуються цільночерепашкові і черепашково-детритові відклади з різною кількістю дрібнопіщаного, пелітового, рідше — алевритового матеріалу. Основними джерелами надходження теригенного матеріалу в цей район шельфу є твердий стік р. Дунаю, продукти розмиву узбережно-морських верхньочетвертинних відкладів і в підпорядкованому значенні продукти руйнування корінних порід о. Зміїного.

## Розділ 2

ГІДРОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОРСЬКИХ ВОД  
БІЛЯ О. ЗМІЙНОГО

Північно-західна частина Чорного моря — район, в який поступає основна частина прісної води з річками. Завдяки винесенню річками значної кількості органічного матеріалу і біогенних речовин, а також за відносною мілководістю ( $< 40$  м), цей район Чорного моря є унікальним за своєю біологічною продуктивністю. Особливо це характерно для морського району, прилеглого до дельтової частини р. Дунаю [1].

О. Зміїний розташований у північно-західній частині Чорного моря навпроти гирла Дунаю практично в зоні змішування річкових і морських вод. Як показано нами в [9], найкоротша відстань від острова до материка (район гирла Бистре) складає біля 35 км. При переважаючих для району в зимовий період північно-східних вітрах, а також північно-західних і північних — влітку, в досліджуваному районі існує система південно-західних течій [10]. Порушується ця система досить рідко при тривалій ( $> 5$  діб) дії вітру південно-західного напрямку. При таких ситуаціях розвивається північно-східний переніс, який в деяких випадках є причиною апвелінгу глибинних морських вод у районі між дельтою Дунаю і о. Зміїним.

Сумісна дія вітрів і стоку найбільшої у Європі р. Дунаю (183–291 км<sup>3</sup>/рік [1]) поряд з впливом південно-західної гілки загальної чорноморської течії обумовлюють особливі риси гідрологічного режиму району моря поблизу о. Зміїного.

Спостереження в прибережних водах о. Зміїного дають змогу виявити частоту і інтенсивність адвекції дунайських річкових вод до острова та оцінити вплив річки Дунаю на морську прибережну екосистему.

Довгостроковою метою наших гідрологічних досліджень є виявлення особливостей коротко- та довгострокової мінливості, трендів солоності, температури, прозорості та рівня моря в прилеглих до острова водах Чорного моря, а також виявлення причин зареєстрованих змін. Основною задачею досліджень 2003–2007 рр., які виконувались в рамках науково-дослідних проєктів, що фінансувалися Міністерством освіти і науки України [13], було накопичення і первинний аналіз

отриманої інформації, що дало змогу оцінити сучасний стан абіотичної компоненти прибережної морської екосистеми поблизу о. Зміїного та приступити до аналізу короткострокових і середньострокових змін в цьому біологічно унікальному районі моря.

## 2.1. МЕТОДИКИ, ПЕРІОДИ ТА ОБСЯГИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Гідрологічні дослідження району Чорного моря, прилеглого до о. Зміїного, були розпочаті науковцями ОНУ ім. І. І. Мечникова у червні 1996 р., продовжені навесні (17–25 травня) і восени (9–19 вересня) 1997 р. в рамках виконання “Програми комплексних геолого-геофізичних, еколого-геологічних і сейсмо-прогностичних досліджень у районі о. Зміїний” спільно з державним геологічним підприємством “Одесморгеологія” на науково-дослідному судні “Аргон” [7, 8].

У 2003 р. в рамках виконання науково-дослідного проекту “**Проведення комплексного обстеження та розробка системи інтегрованого екологічного моніторингу і довгострокових наукових досліджень о. Зміїний та прилеглого шельфу**”, який фінансувався Міністерством освіти і науки України, науковцями університету спільно з Дунайською гідрометобсерваторією було проведено 4 експедиції, у ході яких були виконані 176 станцій в Чорному морі між дельтою Дунаю і о. Зміїним (рис. 2.1), в тому числі — 134 морські станції безпосередньо на полігоні навколо о. Зміїного (рис. 2.2). Морські станції виконувалися по маршруту руху судна на розрізах від порту Усть-Дунайськ до о. Зміїного, на полігоні біля острова, на розрізі від о. Зміїного до устя Дунаю в районі Старостамбульського русла і потім на розрізі, спрямованому на північ вдовж дельтової частини Дунаю до порту Усть-Дунайськ.

Полігон біля о. Зміїного являв собою прямокутник  $3' \times 3'$  ( $3,9 \times 5,6$  км), обмежений координатами  $45^{\circ}13,75' - 45^{\circ}16,75'$  пн. ш. і  $30^{\circ}10,65' - 30^{\circ}13,65'$  с. д., в якому виконувалися сім розрізів у напрямку “захід—схід” і тринадцять — в напрямку “північ—південь”. Максимальне віддалення станцій від острова було 3,2 км.

Крім того, для регулярного контролю гідрологічної ситуації в прибережних водах біля острова додатково майже щоквартально (в залежності від погодних умов) на протязі 2003–2007 рр. виконувалися п’ять прибережних (100–150 м від берега) станцій (рис. 2.2) і щоденні гідрологічні спостереження в районі причалу о. Зміїного (рис. 2.3).



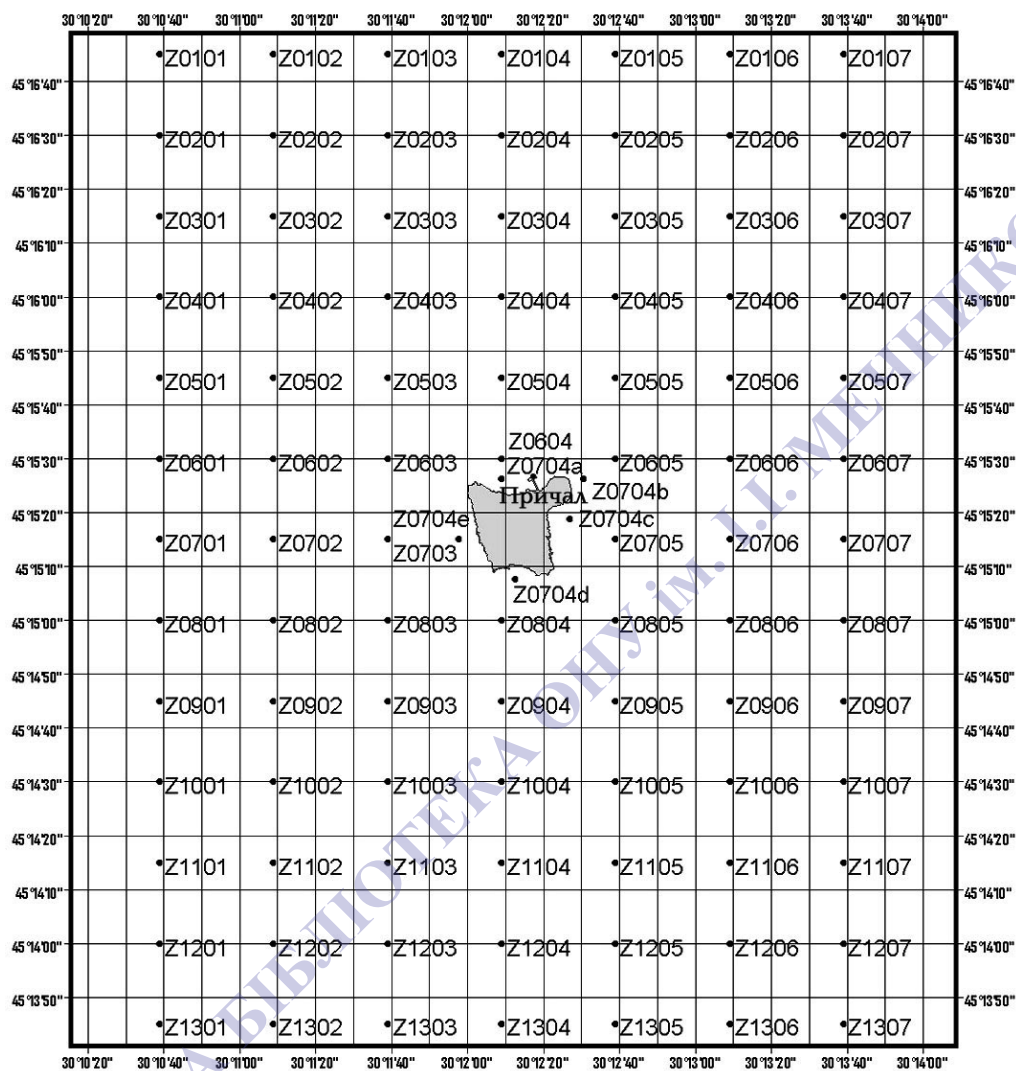


Рис. 2.2. Схема станцій комплексних екологічних спостережень на полігоні біля о. Зміїного

Всього у 2003 р. було виконано біля 3700 спостережень за гідрологічними та гідрохімічними показниками морських вод. Детальна інформація наведена у табл. 2.1.

З червня по листопад 2004 р., з квітня 2005 р. по грудень 2006 р. і з квітня по грудень 2007 р. на острові і шельфі о. Зміїного штатним персоналом науково-дослідної станції “Острів Зміїний” Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова проводилися щоденні спостереження за гідрологічними і гідрохімічними показниками. Загальна

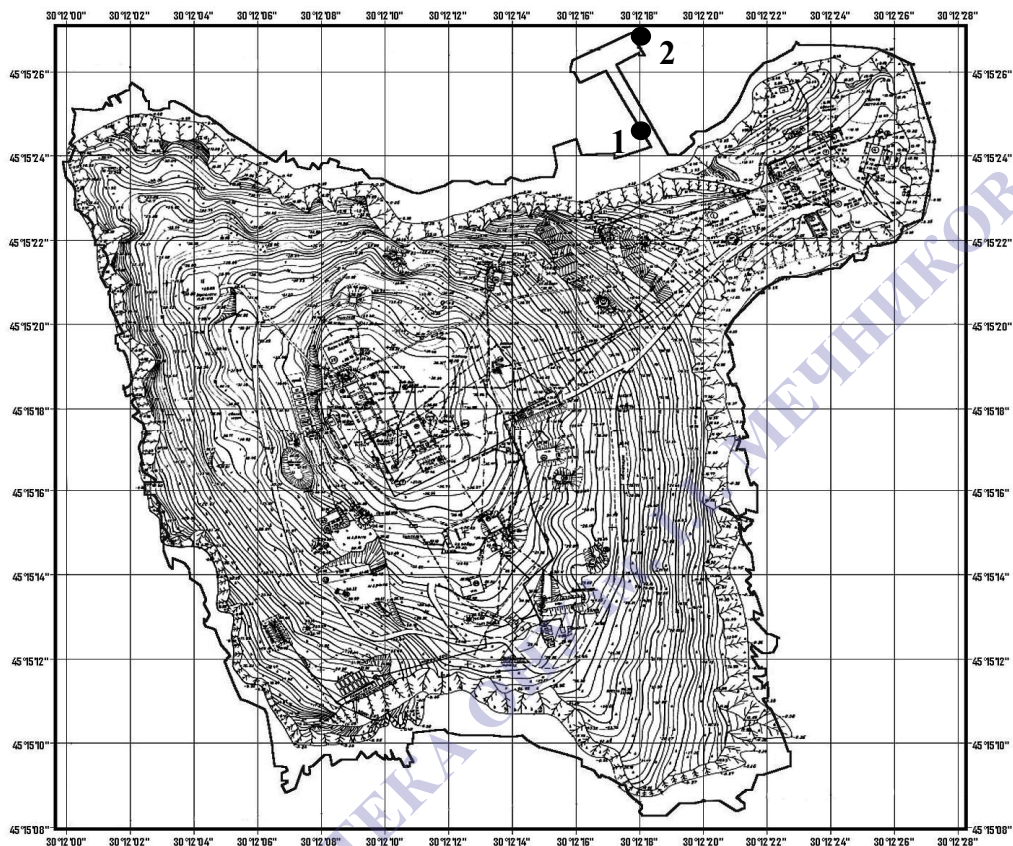


Рис. 2.3. Схема розташування гідрологічних постів спостережень на о. Зміїному (1 – рівень моря, 2 – інші гідрологічні показники)

кількість гідрологічних і гідрохімічних визначень і проб у 2004–2007 рр. склала понад 30700 (табл. 2.2).

Щоденні спостереження за гідрологічними показниками проводились двічі на добу (8.00 та 20.00) за наступними методами:

– **Глибина** спостережень визначалася сонаром “Lawrence LCX-15<sub>СТ</sub>”, з точністю 0,1 м відповідно з керівництвом з експлуатації приладу [3].

– **Параметри хвилювання** визначалися візуально в балах і метрах відповідно до вимог настанови [5]. До складу параметрів хвилювання входили стан поверхні моря, тип хвилювання, напрямок, висота і період хвиль.

– **Рівень моря** визначався згідно зі стандартними методиками [6] о 9 і 21 годині за місцевим часом. Для визначення абсолютної висоти нуля гідрологічної рейки, що використовується для виміру рівня моря, було проведено геодезичну зйомку методом прокладки замкнутого

Таблиця 2.1

**Кількість спостережень за гідрологічними і гідрохімічними параметрами у 2003 р.**

Сезон	Прозорість	Кольоровість	Температура води	pH	Розчинений кисень	Солоність	Мінеральний фосфор	Загальний фосфор	Нітриги	Нітраги	Амонійний азот	Загальний азот	Кремнієва кислота
Травень	40	40	116	108	108	108	69	69	69	69	69	69	—
Червень—липень	36	36	106	87	94	94	87	87	87	87	87	87	—
Серпень	81	66	203	71	182	182	74	74	74	74	74	74	74
Вересень	34	34	80	22	68	68	24	24	24	24	24	24	24
Всього у 2003 році	191	176	505	318	452	452	254	254	254	254	254	254	98

Таблиця 2.2

**Кількість спостережень за гідрологічними і гідрохімічними параметрами на полігоні о. Зміїного у 2004–2007 рр.**

Рік	Рівень моря	Прозорість	Параметри хвилювання	Температура води	pH	Розчин. кисень	Електропровідність	Мінеральний фосфор	Загальний фосфор	Нітриги	Нітраги	Загальний азот
2004	126	167	468	595	583	1162	585	67	67	-	-	68
2005	410	273	2452	1005	1005	2008	1005	106	106	14	106	106
2006	501	360	3335	1355	473	2669	1347	135	135	135	135	134
2007	367	253	2255	914	481	1824	913	98	98	98	98	98

тахеометричного ходу електронним тахеометром SOKKIA Set-600 з використанням опорних точок державної геодезичної мережі. В результаті виконаних геодезичних робіт було встановлено, що нульова відмітка вимірювальної рейки на о. Зміїному має висотну відмітку 0,82 м у Балтійській системі висот (БСВ).

– **Прозорість води** визначалася методом білого диска (диск Секкі) у відповідності з рекомендаціями [11]. При спостереженнях визначалася “глибина зникнення” та “глибина появи” диска. Середнє з цих двох значень і є відносною прозорістю.

– **Кольоровість води** визначалася за допомогою шкали кольоровості згідно методичних рекомендацій [11].

– **Температура води** вимірювалася глибоководними термометрами (ТГ), які були встановлені на морських батометрах БМ-48, відповідно до методичних рекомендацій [11]. Точність визначення температури складала 0,01 °С.

– **Електропровідність води** визначалася портативними кондуктометрами “НІ9033” відповідно до інструкції з експлуатації [12]. Точність визначення складала 0,001 mSm.

– **Хлорність** визначалась аргентометричним методом згідно методики [8].

– **Солоність** морської води (*S*) у 2003 р. розраховувалася по залежності між хлорністю та солоністю на підставі даних Л. Б. Друмевої для Чорного моря [4]:  $S = 0,202 + 1,759 Cl + 0,002 Cl_2$ .

– **Солоність** морської води у 2004–2007 рр. розраховувалася відповідно отриманої нами залежності між електропровідністю та солоністю за результатами порівняльних вимірів солоності й електропровідності води в цьому районі в експедиціях 2003 р., які виконувалися спільно з Дунайською гідрометобсерваторією на науково-дослідному судні “Циклон”.

## 2.2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Комплекс гідрологічних досліджень включав в себе спостереження за рівнем моря, характеристиками хвилювання, гідрооптичними параметрами та солонісно-температурним режимом морських вод району Чорного моря, прилеглого до о. Зміїного.

### 2.2.1. Рівень моря

Систематичні спостереження за коливаннями рівня Чорного моря були початі з 70-х рр. 19 сторіччя [2] і продовжуються до цього часу на мережі станцій України, Росії та інших причорноморських країн. За результатами цих спостережень були виявлені особливості багаторіч-

ної, річної і сезонної мінливості рівня моря. Всі рівневі спостереження приводились до єдиного нуля поста моря. За єдиний нуль поста для Чорного моря прийнято горизонт, який лежить на 500 см нижче нуля Кронштадтського футштока. За даними спостережень 1923–1985 рр. на мережі станцій було показано, що середній рівень Чорного моря склав 476 см, тобто –24 см відповідно Балтійської системи висот (БС). Відомо [2], що звичайно на сезонні і річні коливання рівня моря впливають такі фактори, як поверхневий стік з басейну моря, випарювання, атмосферні опади, водообмін з іншими морями. Більш короткострокові зміни рівня пов'язані з впливом вітру, нерівномірністю розподілу атмосферного тиску, щільністю води та ін.

Аналіз результатів щоденних спостережень на о. Зміїному (рис. 2.4) показав, що рівень моря на протязі року має добре виражений сезонний хід з мінімумами восени–взимку (з жовтня до лютого) та максимумами навесні (березень–травень) та влітку (червень–серпень). За весь період наших спостережень з 12.09.2004 р. до 24.12.2007 р. максимальна амплітуда коливань рівня моря складала 46 см.

Мінімальне значення рівня моря (–25 см БС) було зареєстровано 29 січня 2006 р., а максимальне (+21 см БС) — 10 травня та 8 червня 2005 р. Середній рівень моря на о. Зміїному за весь період наших спостережень склав біля –1 см.

Враховуючи великі зміни рівня моря впродовж декількох днів, для аналізу річних і довгострокових змін нами були розраховані середньомісячні значення рівня моря та інших гідрологічних характеристик, які наведені в табл. 2.3.

Порівняння середньомісячних рівнів моря на о. Зміїному та на гідрометеорологічному посту “Приморське”, дані з якого були люб'язно надані нам Дунайською гідрометобсерваторією (рис. 2.5), показало, що хід середньомісячних значень рівнів моря на двох різних постах спостережень має дуже тісний взаємозв'язок. Але звертає на себе увагу існуюча асинхронність в змінах рівня моря в двох точках моря, які відстоять одна від одної на відстань біля 53 км. Наприклад, навесні 2005 р. рівень моря на о. Зміїному був на 4–8 см вище, ніж на посту “Приморське”, а потім на протязі другої половини 2005 р. і на початку 2006 р. (серпень 2005 р. — квітень 2006 р.) рівень моря біля о. Зміїного стабільно був нижчим, ніж у Приморському. Друга половина 2006 р. і 2007 р. характеризувалися протилежним співвідношенням: рівень моря біля о. Зміїного практично весь час був вищим, ніж у Приморському. Вірогідними причинами цієї асинхронності можуть бути розбіжності вітрового режиму,

Таблиця 2.3

## Рівень і хвилювання моря на о. Зміїному у 2004–2007 рр.

Місяць	Рік	Рівень моря, см БС	Стан поверхні моря, бал	Висота хвиль, м	Період хвиль, сек.	Швидкість вітру, м/с
6	2004	—	—	—	—	3,8
7	2004	—	—	—	—	3,8
8	2004	—	—	—	—	4,4
9	2004	–4	—	—	—	4,9
10	2004	–11	—	—	—	5,0
11	2004	–10	—	—	—	6,1
4	2005	11	1,4	0,4	2,3	3,6
5	2005	12	1,6	0,4	1,9	3,4
6	2005	13	2,0	0,5	1,9	4,1
7	2005	10	1,9	0,5	2,1	4,1
8	2005	8	2,0	0,6	3,4	3,9
9	2005	2	2,9	1,1	4,6	4,4
10	2005	2	3,0	0,7	2,4	6,6
11	2005	–1	2,9	0,9	3,1	5,9
12	2005	–2	2,2	0,8	3,7	5,0
1	2006	–9	3,6	1,6	4,0	8,3
2	2006	–11	2,3	0,8	2,3	5,3
3	2006	–1	2,3	0,8	2,4	5,6
4	2006	7	2,0	0,4	2,2	3,1
5	2006	10	1,9	0,4	3,4	3,7
6	2006	10	2,0	0,4	2,9	3,9
7	2006	6	2,3	0,8	2,5	4,9
8	2006	1	1,8	0,3	2,3	3,6
9	2006	–8	2,6	0,8	3,2	5,4
10	2006	–6	2,8	1,0	3,4	5,1
11	2006	–9	2,6	0,7	2,8	5,1
12	2006	–6	2,6	0,9	2,8	4,8
4	2007	–5	1,3	0,4	1,9	3,7
5	2007	–7	1,3	0,3	1,3	3,2
6	2007	–2	2,1	0,4	2,7	4,2
7	2007	–8	1,7	0,3	2,2	3,3
8	2007	–12	2,3	0,6	1,8	4,0
9	2007	–15	2,5	0,8	2,1	5,2
10	2007	–17	2,7	0,8	2,7	4,9
11	2007	–13	2,9	1,2	2,7	6,0
12	2007	–11	3,4	1,3	3,7	5,6

баричного поля тощо. Порівняння отриманих нами даних з історичними [2] показало, що за останні 50–60 рр. рівень Чорного моря в районі о. Зміїного зріс на 23 см, тобто сучасний темп зростання рівня моря складає біля 0,4–0,5 см на рік.

### 2.2.2. Хвилювання моря

Морський транспорт, гідротехнічне будівництво, планування і проведення морських робіт та будь-яка діяльність на острові і прилеглому шельфі вимагають знання характеристик хвилювання, а саме амплітуди та періоду коливань.

Характерною рисою вітрового хвилювання є високий ступінь його змін в часі і просторі. Найбільш детально характеристики хвилювання Чорного моря узагальнені в роботі [2]. Район о. Зміїного є дуже цікавий з точки зору спостережень за параметрами хвилювання, тому що, по-перше, необхідні данні для прогнозування руйнування берегової смуги острова, по-друге — це безпека мореплавства і функціонування причального комплексу.

Щоб отримати оперативну інформацію та накопичити дані про характеристики хвилювання за більш великі періоди часу для використання в прогнозуванні і розробці рекомендацій з розвитку інфраструктури острова, нами на протязі 2005–2007 рр. були проведені спостереження за напрямком та висотою хвиль. Точка спостережень, на якій проводились також і інші гідрологічні спостереження, була вибрана в районі причального комплексу. Результати наших щоденних спостережень за висотою хвиль наведено на рис. 2.6. Максимальні висоти хвиль, які були зареєстровані у 2005–2007 рр., склали 4 м (20 січня та 2 липня 2006 р.). Середня висота хвиль за весь період спостережень складала біля 0,7 м. Як було показано в роботі [14], сезонні зміни середньомісячних значень висоти хвиль у період 04.2005 р. — 12.2007 р. відбувалися синхронно зі змінами швидкості вітру (табл. 2.3, рис. 2.7). Деяка невідповідність змін висоти хвиль і швидкості вітру пояснюється характером розташування поста спостережень “Причал” за хвилюванням (рис. 2.3). Проте через малі розміри острова і переважаючі напрямки вітру в цьому районі Чорного моря цими невідповідностями можна нехтувати, або коригувати їх спостереженнями за параметрами хвилювання в інших частинах острова при вітрах південних румбів.

Тип хвилювання у вищезгаданий період спостережень в переважній більшості випадків був вітровим — 90 %. Бризи відмічаються

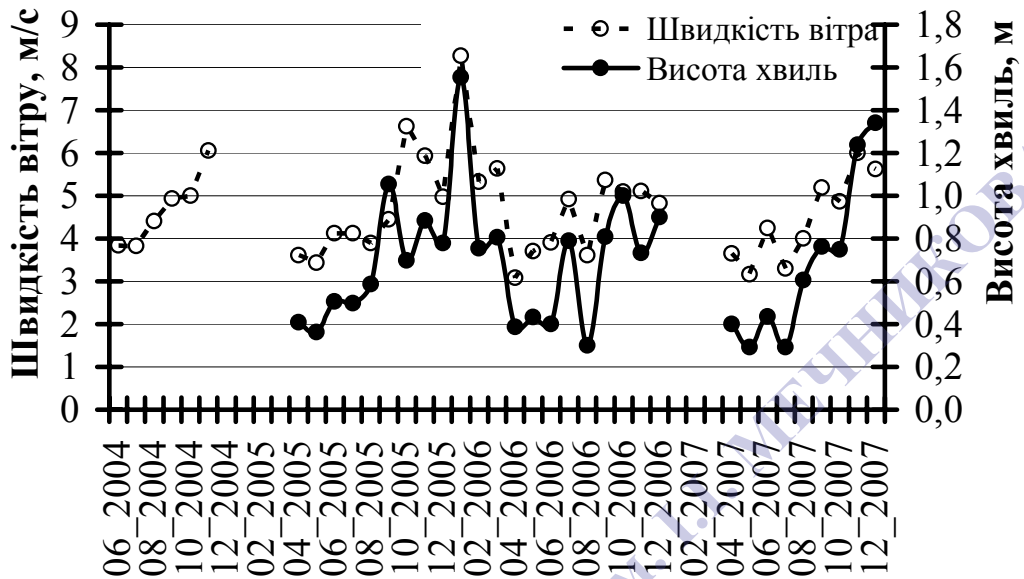


Рис. 2.7. Зміни швидкості вітру і висоти хвиль біля о. Зміїного у 2004–2007 рр.

в 6 % випадків, штиль в 4 %. Стан поверхні моря охоплює за вказаний період всю шкалу від 0 до 9 балів. Найбільш жорстокі шторми відбувалися в холодний період року. Повторюваність напрямків хвилювання у вказаний період складала: північних румбів — 46 %; західних і східних — 20 і 19 %, відповідно. Хвилювання південних румбів, через вищезгадану особливість розташування точки спостережень, не приводиться.

### 2.2.3. Спостереження гідрологічного режиму морських вод в районі між дельтою Дунаю і о. Зміїним у 2003 р.

У 2003 р. за програмою комплексних експедиційних досліджень ОНУ ім. І. І. Мечникова по маршруту експедицій від порту Усть-Дунайська до о. Зміїного проводилися спостереження за наступними гідрологічними параметрами: глибина моря, видимість білого диску (прозорість), кольоровість, температура води, а також профілі температури і солоності.

Середні значення гідрологічних параметрів, які були отримані нами в експедиціях 2003 р., наведені у табл. 2.4.

Аналіз наведених в табл. 2.4 даних показав, що температура води в 2003 р. в досліджуваному районі мала досить виражену сезонну динаміку. У поверхневому шарі температура води послідовно змінювалася



Таблиця 2.4

Середні значення гідрологічних параметрів у 2003 р.

Період	Прозорість, м	Кольоровість, бал	Температура води (на поверхні і у дна), °С	Солоність води (на поверхні і у дна), ‰	Глибина верхня границя термокліну, м
23–30 травня	6,0	6	$\frac{19,12 \pm 0,10}{7,03 \pm 0,10}$	$\frac{14,78 \pm 0,15}{18,08 \pm 0,16}$	7
23 червня – 4 липня	2,6	15	$\frac{21,85 \pm 0,20}{7,04 \pm 0,09}$	$\frac{15,04 \pm 0,40}{18,47 \pm 0,24}$	8
19–26 вересня	4,0	7	$\frac{25,23 \pm 0,09}{8,21 \pm 0,10}$	$\frac{15,94 \pm 0,17}{17,86 \pm 0,07}$	19
23–30 серпня	7,5	6	$\frac{19,27 \pm 0,08}{10,78 \pm 0,21}$	$\frac{17,19 \pm 0,05}{18,12 \pm 0,08}$	24

в наступних межах: у травні — 17,8–19,6 °С, у червні-липні — 20,6–22,4 °С, у серпні — 24,7–26,3 °С і у вересні — 18,7–20,0 °С. Максимальну температуру, яка складала 26,3 °С, було зареєстровано 23 серпня 2003 р. У придонному шарі на протязі від травня до вересня температура води мінялася в межах 6,7–8,6 °С.

При розгляді температурних профілів сезонна динаміка накопичення тепла в шарі морської води від поверхні до шару стрибка температури була очевидна (рис. 2.8). Показано, що з травня по вересень 2003 р. відбувалося поступове заглиблення шару стрибка температури води: верхня межа термокліну в травні була на глибині 7 м, у червні-липні — 8 м, у серпні — 19 м і у вересні — 24 м.

Таким чином, можна зробити висновок, що з травня по серпень 2003 р. проходило заглиблення верхнього квазіоднорідного шару (ВКШ) води внаслідок акумуляції теплової енергії у верхньому 8-метровому шарі води, а в серпні-вересні, внаслідок посилення вітрової активності, — ВКШ заглибився до 24 м.

До цікавих явищ, що були спостережені у період досліджень, можна віднести виявлення апвелінгу 3 липня 2003 р. на відстані 12 км від острова і 23 км від Старостамбульського гирла р. Дунаю (рис. 2.9). Різниця температур води у поверхні біля острова і в зазначеній точці склала 8,1 °С.

Причиною подібного явища в даному випадку є п'ятиденний вітер південно-західного напрямку зі швидкістю від 4,2 м/с 28 червня до 12 м/с 1 липня 2003 р. Слід зазначити, що вітер такої сили, що дув протягом п'яти діб, розвинув апвелінг, що поширився тільки на 23 км від

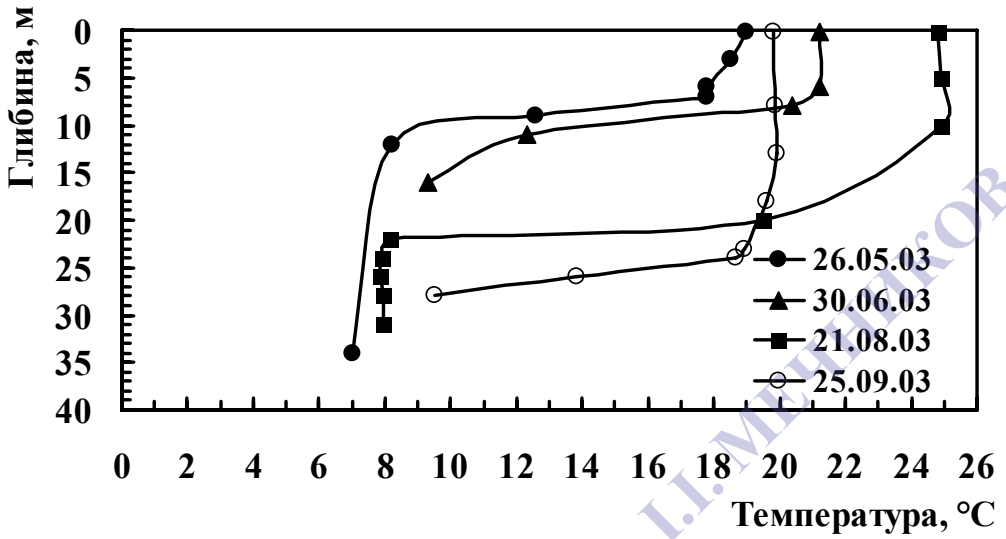


Рис. 2.8. Вертикальний розподіл температури води в травні-вересні 2003 р.

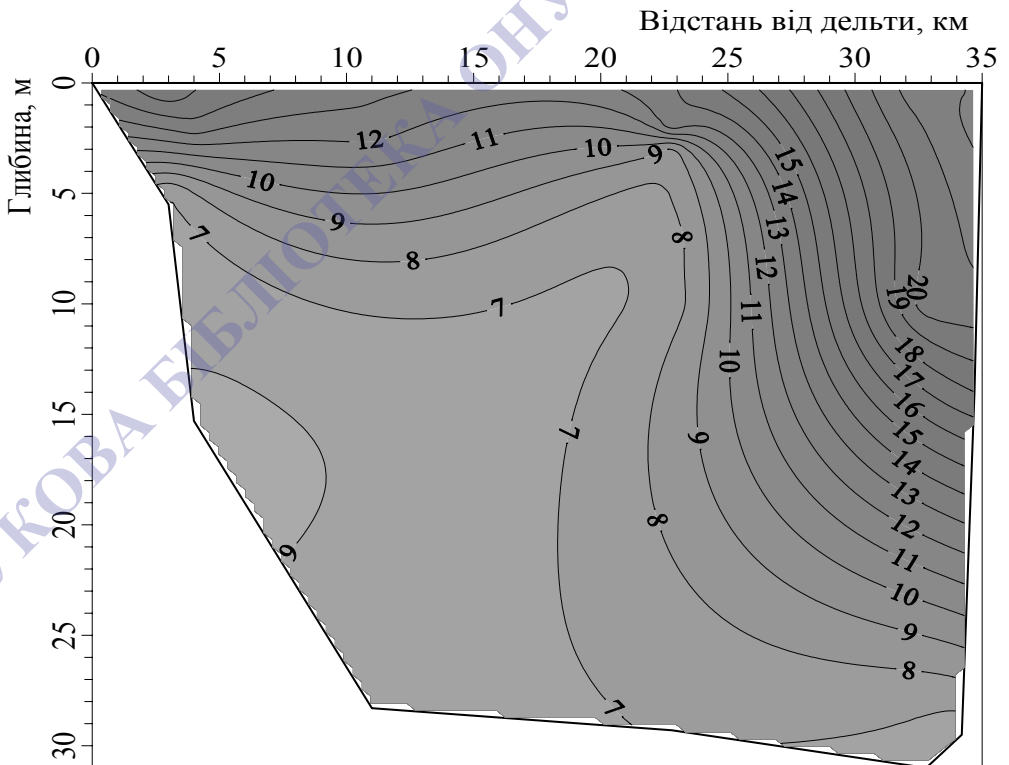


Рис. 2.9. Розподіл температури води на гідрологічному розрізі між о. Зміїним і Старостамбульським гирлом 2–3 липня 2003 р.

берега і не досяг острова. Для літа подібне явище швидше за все з'явилося виключенням, однак даний приклад ілюструє вплив на гідрологічний режим морфометричних особливостей морського дна і близькості до берега досліджуваного району.

#### **2.2.4. Прозорість морських вод біля о. Зміїного у 2004–2007 рр.**

Відомо [2], що прозорість морської води є однією з основних оптичних характеристик, яка визначає глибину проникнення фотосинтетичної складової світла і тим самим впливає на інтенсивність фотосинтезу в поверхневому шарі моря.

У 2004–2007 рр. через відсутність плавзасобів дослідження характеристик гідрологічного і гідрохімічного режимів на полігоні о. Зміїного обмежувались спостереженнями на прибережних станціях і на причалі острова (рис. 2.2 і 2.3). Прибережні станції виконувалися на відстані не більш як 250 м від острова (рис. 2.2). Спостереження на станції причального комплексу стали проводитися регулярно і у стандартні терміни, охоплюючи всі сезони року. Середні значення гідрологічних параметрів за 2004–2007 рр. зведені в табл. 2.5.

Видимість білого диска (прозорість) коливалася у 2004–2007 рр. в межах від 1,0 до 9,5 м. Відзначається збільшення цієї величини в осінній період, що спостерігалось й у 2003 р., та відповідає багаторічним спостереженням.

Результати щоденних спостережень за прозорістю морської води, проведених вахтовим персоналом науково-дослідної станції “Острів Зміїний” на точці “Причал” (рис. 2.3), наведено на рис. 2.10. Звісно [2], що прозорість залежить не тільки від оптичних характеристик власне морської води, але і від хімічного складу та наявності завислих речовин у водній масі. В конкретних гідрологічних ситуаціях адвекція річкової води з Дунаю, що містить значну кількість завислого матеріалу, або “цвітіння” води внаслідок масового розвитку фітопланктону можуть суттєво зменшити прозорість води.

За результатами щоденних спостережень виділяються періоди, в які прозорість води зменшується до 1,0–1,5 м (травень 2005 р., травень–червень 2006 р., червень–липень 2007 р.). Наприкінці осені, взимку та на початку весни прозорість зростає до 6,0–8,0 м. Мінімальні значення прозорості морської води (1 м) зареєстровані 20 липня 2005 р. та 6 червня 2006 р. Сезонні мінімуми в основному співпадають з максимумами біомаси та чисельності фітопланктону в цьому районі (дивись розділ 4.2

Таблиця 2.5

Середньомісячні значення основних гідрологічних параметрів на станції “Причал” (рис. 2.3) у 2004–2007 рр.

Рік	Мі-сяць	Про-зорість води, м	Температура води у поверхні		Солоність у поверхні	
			Температура води у дна, °С		Солоність у дна, ‰	
2004	6	5,1±0,4	$\frac{21,64 \pm 0,22}{19,88 \pm 0,38}$		$\frac{12,633 \pm 0,108}{12,924 \pm 0,103}$	
			7	3,6±0,1	$\frac{21,90 \pm 0,31}{18,47 \pm 0,39}$	
	8	5,3±0,2			$\frac{23,84 \pm 0,14}{20,60 \pm 0,41}$	
			9	5,6±0,3	$\frac{20,91 \pm 0,19}{20,85 \pm 0,18}$	
	10	7,1±0,3			$\frac{17,41 \pm 0,19}{17,40 \pm 0,18}$	
			11	6,3±0,7	$\frac{14,81 \pm 0,15}{15,02 \pm 0,16}$	
2005	4	3,2±0,3			$\frac{11,53 \pm 0,15}{9,30 \pm 0,27}$	
			5	5,2±0,3	$\frac{16,01 \pm 0,32}{14,92 \pm 0,31}$	
	6	2,8±0,2			$\frac{20,87 \pm 0,11}{20,02 \pm 0,14}$	
			7	3,8±0,3	$\frac{24,03 \pm 0,20}{23,09 \pm 0,18}$	
	8	5,5±0,2			$\frac{25,89 \pm 0,13}{25,61 \pm 0,11}$	
			9	5,0±0,4	$\frac{22,93 \pm 0,17}{22,82 \pm 0,17}$	
	10	6,9±0,5			$\frac{18,59 \pm 0,27}{18,58 \pm 0,27}$	
			11	7,0±0,5	$\frac{13,42 \pm 0,22}{13,49 \pm 0,20}$	
	12	7,1±0,4			$\frac{9,26 \pm 0,19}{9,42 \pm 0,19}$	
2006	1	7,6±0,3	$\frac{7,12 \pm 0,18}{7,12 \pm 0,18}$		$\frac{14,807 \pm 0,104}{14,893 \pm 0,094}$	
			2	7,3±0,4	$\frac{2,98 \pm 0,16}{3,40 \pm 0,16}$	
	3	6,2±0,5			$\frac{4,40 \pm 0,13}{4,31 \pm 0,10}$	

Закінчення таблиці 2.5

Рік	Мі-сяць	Про-зорість води, м	Температура води у поверхні	Солоність у поверхні
			Температура води у дна, °С	Солоність у дна, ‰
	4	3,9±0,3	$\frac{9,82 \pm 0,24}{6,99 \pm 0,26}$	$\frac{13,110 \pm 0,125}{14,636 \pm 0,085}$
	5	3,0±0,3	$\frac{15,40 \pm 0,35}{12,75 \pm 0,24}$	$\frac{13,455 \pm 0,105}{14,183 \pm 0,039}$
2006	6	2,5±0,2	$\frac{21,20 \pm 0,35}{19,07 \pm 0,30}$	$\frac{14,469 \pm 0,104}{15,197 \pm 0,086}$
	7	7,6±0,2	$\frac{23,25 \pm 0,11}{22,70 \pm 0,11}$	$\frac{15,827 \pm 0,057}{16,041 \pm 0,055}$
	8	4,2±0,1	$\frac{25,70 \pm 0,11}{25,39 \pm 0,12}$	$\frac{14,617 \pm 0,074}{15,089 \pm 0,071}$
	9	6,8±0,2	$\frac{21,30 \pm 0,10}{21,16 \pm 0,10}$	$\frac{15,716 \pm 0,056}{15,837 \pm 0,057}$
	10	6,7±0,5	$\frac{17,66 \pm 0,20}{17,76 \pm 0,19}$	$\frac{16,313 \pm 0,105}{16,556 \pm 0,087}$
	11	5,8±0,4	$\frac{12,12 \pm 0,18}{12,12 \pm 0,19}$	$\frac{17,379 \pm 0,131}{17,456 \pm 0,131}$
	12	5,4±0,7	$\frac{9,60 \pm 0,09}{9,89 \pm 0,10}$	$\frac{15,759 \pm 0,154}{16,198 \pm 0,114}$
2007	4	3,7±0,4	$\frac{11,49 \pm 0,31}{10,64 \pm 0,23}$	$\frac{15,557 \pm 0,300}{16,123 \pm 0,160}$
	5	4,8±0,4	$\frac{16,07 \pm 0,45}{11,13 \pm 0,23}$	$\frac{16,744 \pm 0,147}{17,897 \pm 0,141}$
	6	4,1±0,3	$\frac{23,03 \pm 0,20}{20,74 \pm 0,38}$	$\frac{16,530 \pm 0,138}{17,472 \pm 0,095}$
	7	3,7±0,2	$\frac{23,59 \pm 0,22}{22,55 \pm 0,18}$	$\frac{17,558 \pm 0,144}{18,355 \pm 0,065}$
	8	5,2±0,2	$\frac{25,55 \pm 0,14}{25,19 \pm 0,11}$	$\frac{17,981 \pm 0,069}{18,105 \pm 0,053}$
	9	5,1±0,2	$\frac{21,75 \pm 0,29}{21,71 \pm 0,29}$	$\frac{17,785 \pm 0,034}{17,862 \pm 0,033}$
	10	5,2±0,4	$\frac{18,13 \pm 0,18}{18,23 \pm 0,17}$	$\frac{17,870 \pm 0,071}{18,103 \pm 0,041}$
	11	6,0±0,4	$\frac{12,29 \pm 0,35}{12,42 \pm 0,33}$	$\frac{18,031 \pm 0,086}{18,177 \pm 0,084}$
	12	6,0±0,5	$\frac{8,35 \pm 0,11}{8,41 \pm 0,13}$	$\frac{17,404 \pm 0,121}{17,582 \pm 0,104}$

цієї монографії) та випадками зменшення солоності морських вод біля о. Зміїного (дивись розділ 2.2.5), що свідчить про надходження до цього району розпріснених вод Дунаю. Але для того щоб виявити, який з факторів є визначальним в кожному випадку значного пониження прозорості, треба провести більш детальні дослідження взаємозв'язків прозорості, солоності та кількісних характеристик фітопланктону. При цьому найбільш ефективним методом могло би бути використання приладів безперервної реєстрації досліджуваних параметрів.

Порівняння розрахованих нами середньомісячних значень прозорості з середніми даними за 1953–1993 рр. [1], які наведені на рис. 2.11, показали, що у 2004, 2005 та 2007 рр. середньомісячні значення прозорості змінювалися подібно до багаторічних даних. При цьому спостерігався мінімум прозорості у весняно-літній період та суттєве підвищення її з серпня по грудень. Але в цілому 2006 р. виглядає аномальним: в період з березня по червень прозорість була в 2 рази нижче багаторічних даних за 1950–1993 рр. [1], а в липні та вересні у 2 рази вище, ніж за багаторічними даними. При цьому у липні 2006 р. середньомісячна прозорість води біля острова була 7,6 м, що безумовно є ознакою адвекції чистих вод з центральних районів моря, що підтверджується також і підвищенням солоності в цей період. Середньорічне значення прозорості за 2006 р. (коли ми мали повний річний ряд спостережень) складало 5,6 м і було на 0,3 м вищим, ніж за багаторічними даними [1].

### *2.2.5. Температурний режим морських вод біля о. Зміїного*

Температура морської води є найважливішим параметром, який визначає практично всі геофізичні і біологічні процеси в морській екосистемі.

У 2004–2007 рр. дослідження температурного режиму морських вод біля о. Зміїного проводилися на точці “Причал” (рис. 2.2). Спостереження на станції причального комплексу проводилися регулярно на двох горизонтах (поверхня и придонний шар) у стандартні терміни, які охоплювали всі сезони року (рис. 2.12 і 2.13).

Температура поверхневих вод коливалася у 2004–2007 рр. від 1,1 °С (2 лютого 2006 р.) до 28,5 °С (4 серпня 2005 р.). Спостерігався сезонний хід з максимумами в червні–серпні та мінімумами — в січні–березні. Зміни температури води у придонному шарі були подібними. Максимальна температура у придонному шарі води спостерігалася у серпні кожного року. Абсолютний максимум температури в придонному шарі

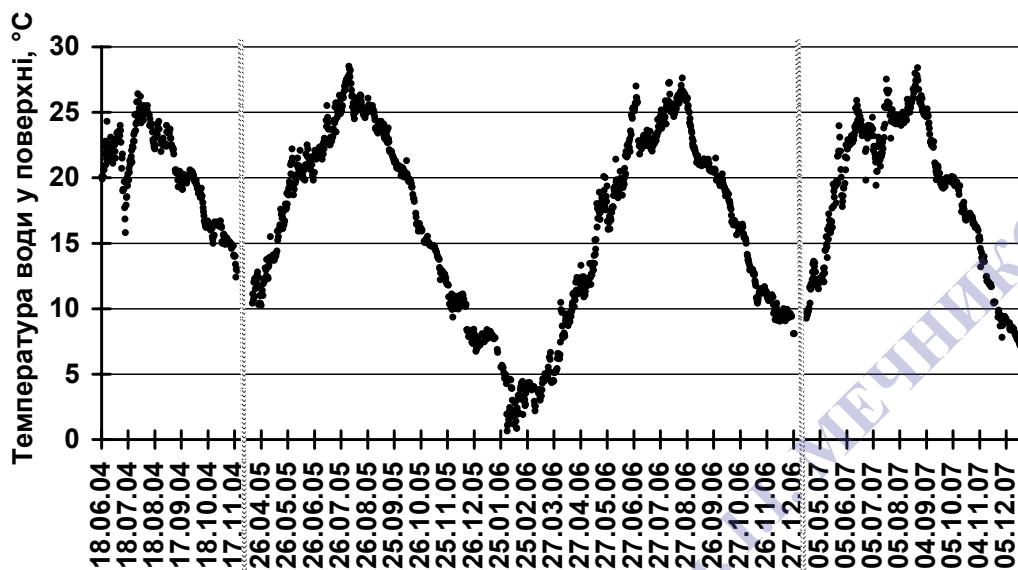


Рис. 2.12. Результати щоденних спостережень за температурою морської води (поверхневий шар) у 2004–2007 рр.

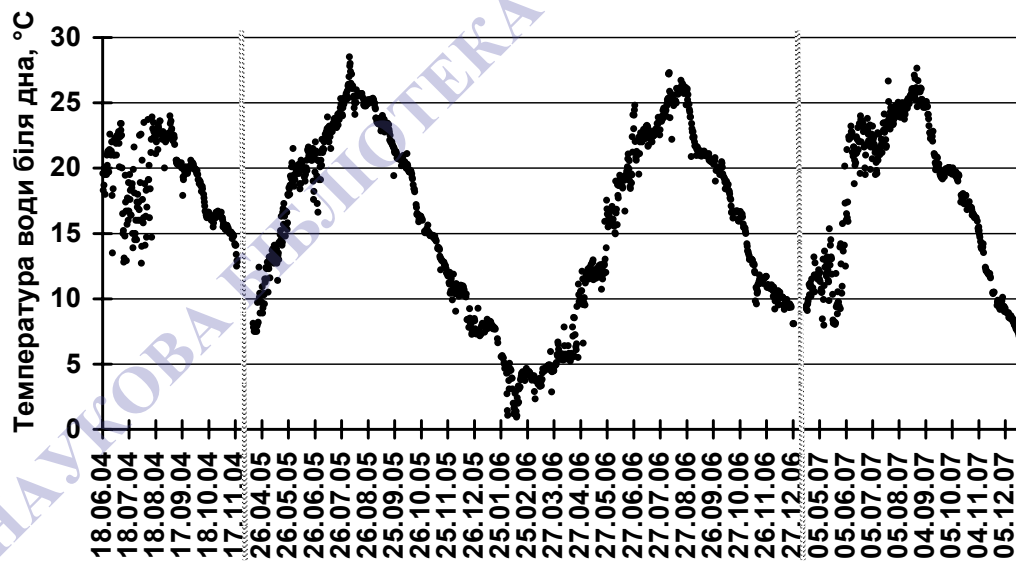


Рис. 2.13. Результати щоденних спостережень за температурою морської води (придонний шар) у 2004–2007 рр.

був зареєстрований 4 серпня 2005 р. і складав  $28,5^{\circ}\text{C}$ . Абсолютний мінімум температури спостерігався 12 лютого 2006 р. і склав  $0,92^{\circ}\text{C}$ .

На основі первинних даних, представлених на рис. 2.12 і 2.13, нами були проаналізовані середньомісячні температури в поверхневому і придонному шарах води у 2004–2007 рр., які наведено на рис. 2.14 і 2.15. Аналіз отриманих нами даних по температурі поверхні моря в районі о. Зміїного показав, що за останні 4 роки, порівняно з історичними даними [1], спостерігається підвищення температури поверхневих вод Чорного моря приблизно на  $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$ .

У 2004–2007 рр. відзначаються більш високі середньомісячні значення температури поверхневого шару води в порівнянні з історичними даними [1]: різниця від  $0,5^{\circ}\text{C}$  у липні — до  $6,0^{\circ}\text{C}$  у листопаді. Межі коливань середньомісячних значень температури поверхневого шару води у 2004–2007 рр. склали  $2,98\text{--}25,89^{\circ}\text{C}$ . Зміни середньомісячних температур в придонному шарі води були подібними, з максимумом у серпні 2005 р. ( $25,6^{\circ}\text{C}$ ) та мінімумом у лютому 2006 р. ( $3,40^{\circ}\text{C}$ ).

Це свідчить про тенденції підвищення температури води в досліджуваному районі Чорного моря, які пов'язані, на нашу думку, насамперед з глобальним потеплінням клімату взагалі, і підтверджується зробленим нами в розділі 4 роботи [9] висновком про суттєві кліматичні зміни за даними спостережень за температурою повітря на о. Зміїному.

### **2.2.6. Солоність морських вод біля о. Зміїного**

Систематичні спостереження за солоністю вод Чорного моря були початі з 70-х рр. 19-го сторіччя [2] і продовжуються до цього часу на мережі станцій України, Росії та інших причорноморських країн. За результатами цих спостережень було виявлено особливості багаторічних, річних і сезонних змін солоності поверхневих і глибинних вод моря.

Аналіз результатів щоденних спостережень за солоністю прилеглих до о. Зміїного морських вод (рис. 2.16 і 2.17) показав, що солоність як поверхневих, так і придонних вод в районі о. Зміїного на протязі року має добре виражений сезонний хід з максимумами в жовтні та мінімумами у квітні–травні. Мінімальне значення солоності  $10,4\text{‰}$  було зареєстровано у поверхневих водах 20 липня 2005 р., а максимальне —  $19,1\text{‰}$  22 жовтня 2005 р. В придонних шарах води максимум солоності  $19,6\text{‰}$  спостерігався 22 травня 2007 р., а мінімум  $11,8\text{‰}$  був зафіксований 23 червня 2004 р. Крім того, необхідно відмітити, що на



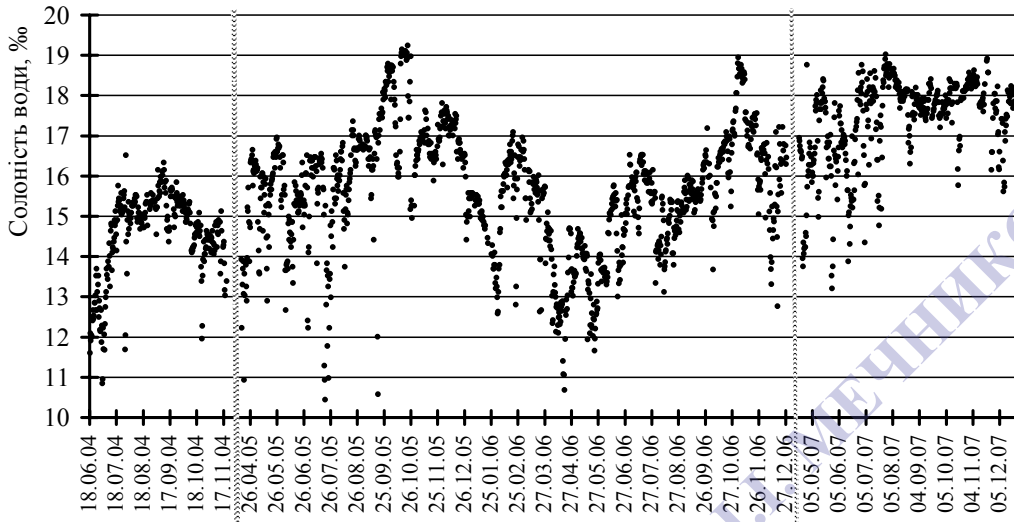


Рис. 2.16. Результати щоденних спостережень за солоністю поверхневих шарів морської води біля о. Зміїного у 2004–2007 рр.

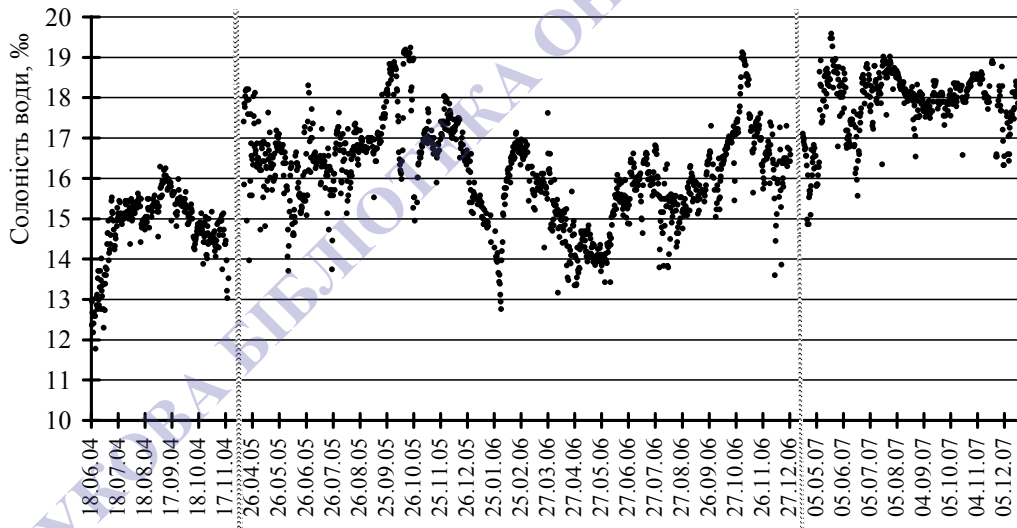


Рис. 2.17. Результати щоденних спостережень за солоністю придонних шарів морської води біля о. Зміїного у 2004–2007 рр.

протязі доби відмічались значні зміни солоності, що є свідомством наявності короткоперіодних коливань солоності і потребує оснащення гідрологічного посту безперервними автоматичними реєстраторами, що дозволить більш детально і точно реєструвати гідролого-гідрохімічні зміни морської води.

За період наших спостережень в районі о. Зміїного спостерігалось стале зростання солоності як поверхневих, так і придонних шарів води приблизно на 2–3 ‰ за 4 роки. Це може бути обумовлено значним зменшенням притоку прісних вод в північно-західну частину Чорного моря внаслідок змін водного балансу рр. Дунаю, Дністра і Дніпра та/або змін в системі течій західної частини Чорного моря. Остаточний висновок можна буде зробити лише після додаткових досліджень.

За отриманими первинними даними нами були розраховані середньомісячні значення солоності в верхньому 8-м шарі води за весь період наших спостережень, які наведено на рис. 2.18.

Аналіз представлених на рис. 2.18 даних показав, що у 2004–2007 рр. середньомісячні значення солоності практично в усі місяці перевищують дані, які наведено в роботі [1]. Особливо це характерно для маловодних 2005 та 2007 рр. Тобто, порівняння наших даних з історичними показує стале зростання солоності в останні роки, практично в усі сезони року.

Необхідно відмітити значну короткочасну мінливість солоності (рис. 2.16, 2.17), причини якої до кінця не зрозумілі. Це може бути результатом постійної флуктуації гідрофронтів опріснених і морських вод в районі о. Зміїного, або надходження прісних вод з тіла острова. Для остаточного висновку необхідно оснащення гідрологічного посту безперервним автоматичним реєстратором солоності та проведення додаткових спостережень навколо острова.

### ***2.2.7. Вивчення вертикальних профілів температури та солоності вод біля о. Зміїного***

Для оцінки інтенсивності процесів обміну теплом та формування біопродуктивного шару морської води нами на протязі роботи наукової станції проводились спостереження за мінливістю температурно-солоностних профілів у товщі води біля о. Зміїного. Найбільш детально ці спостереження проводилися у 2005 р., коли було виконано значну кількість прибережних станцій на видаленні до 250 м від острова (рис. 2.19).

Інформація, яка отримана на прибережних станціях спостережень, проілюстрована на рис. 2.20, на якому приведені вертикальні розподіли температури і солоності з глибиною у 2003–2007 рр. навколо острова. Аналіз даних показав, що протягом року стрибок температури та/або солоності спостерігався на глибинах: у лютому — від 5 до 15 м;

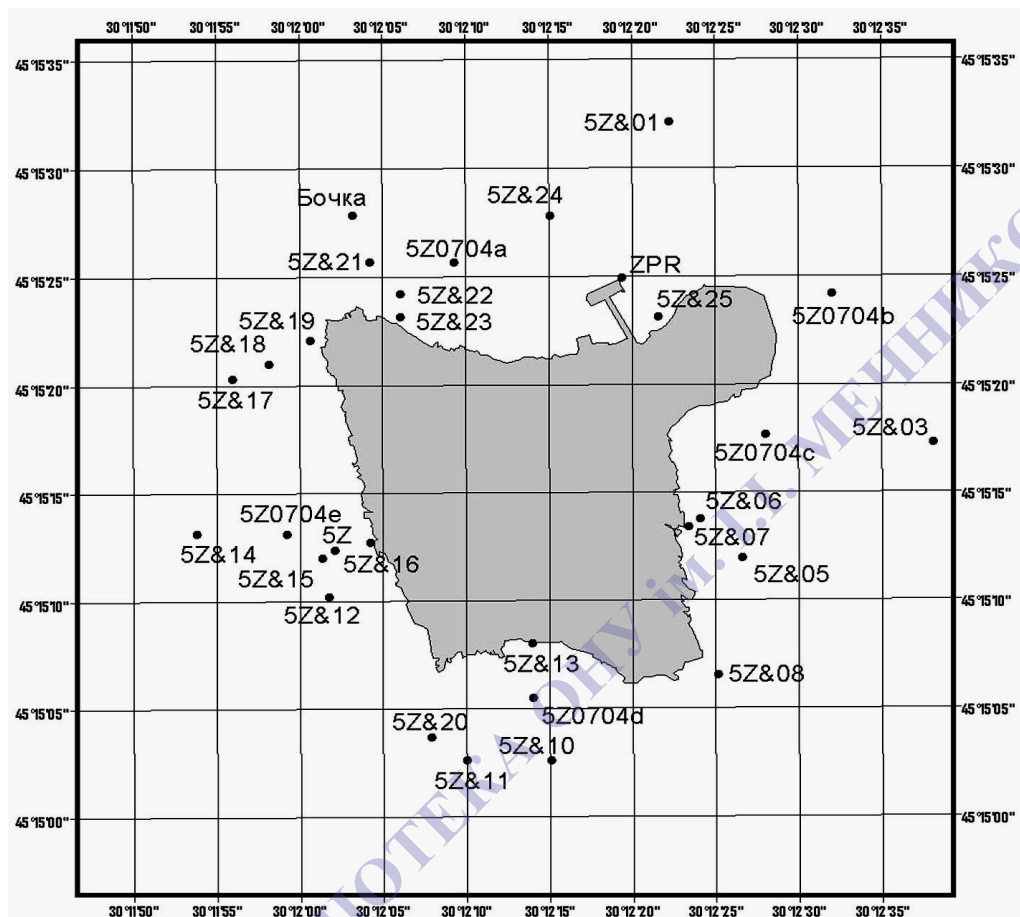
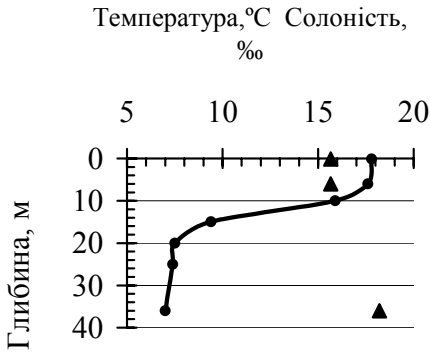


Рис. 2.19. Розташування прибережних морських станцій біля о. Зміїного

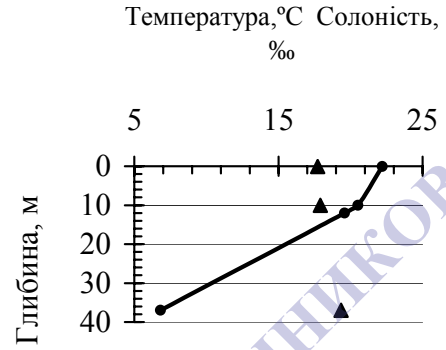
у квітні — від 3 до 5 м; у травні — від 5 до 14 м; у червні — від 10 до 15 м; у липні — від 13 до 20 м; у серпні — не менш як 18 м; у вересні — грудні — глибше 20 м. Таким чином, повторюються закономірності, виявлені нами в процесі виконання експедицій 2003 р. (дивись розділ 2.2.3).

Максимальні вертикальні градієнти температури, які були зареєстровані на прибережних станціях, були наступними: у 2003 р. — 5,67 °С/м (21.08.2003 р. на глибинах 20–22 метрів), у 2004 р. — 2,59 °С/м (27.07.2004 р. на глибинах 5–8 метрів), у 2005 р. — 6,50 °С/м (30.05.2005 р. на глибинах 15–16 метрів), у 2006 р. — 3,75 °С/м (05.06.2006 р. на глибинах 7–8 метрів), у 2007 р. — 10,77 °С/м (27.05.2007 р. на глибинах 1–8 метрів).

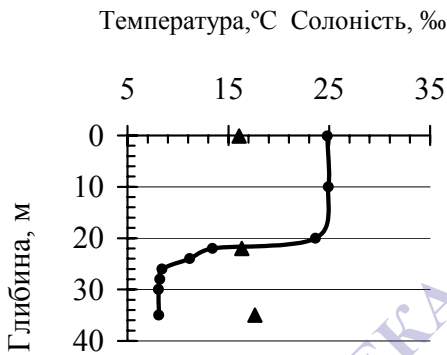
Максимальні вертикальні градієнти солоності були наступними: у 2003 р. — 0,521 ‰/м (30.06.2003 р. на глибинах 0–9 метрів),



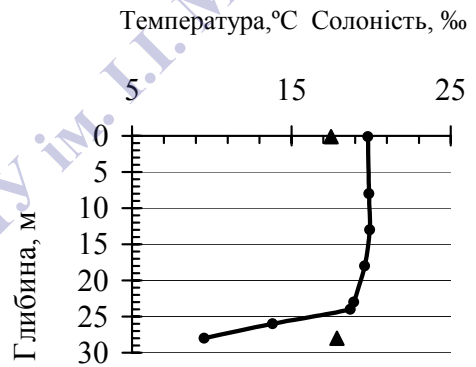
Станція Z0504 - 25.05.2003 р.



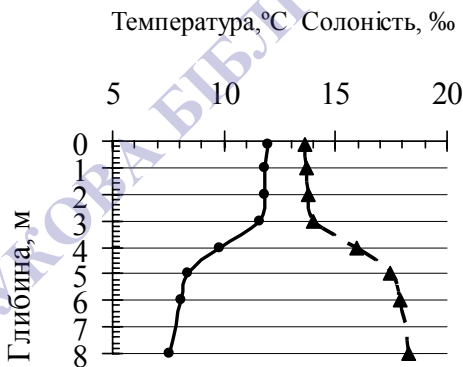
Станція Z1304 - 02.07.2003 р.



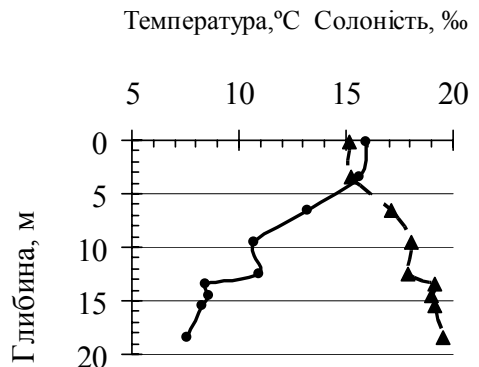
Станція Z0504 - 22.08.2003 р.



Станція Z1301 - 25.09.2003 р.

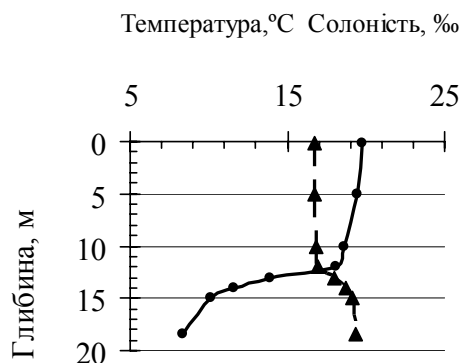


Станція "Причал" - 20.04.2005 р.

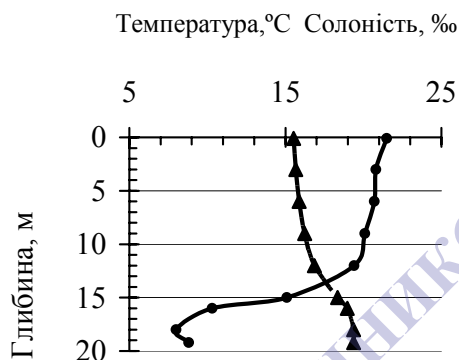


Станція Z0603 - 14.05.2005 р.

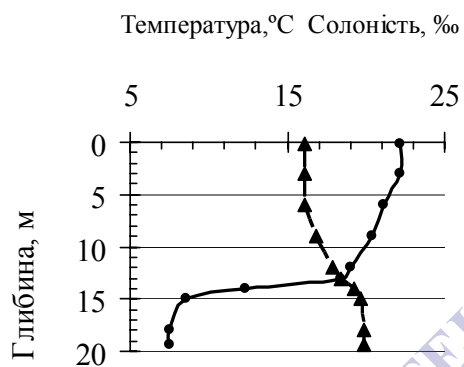
Рис. 2.20. Розподіл температури (суцільна лінія) і солоності (пунктирна лінія — трикутники) з глибиною на полігоні о. Зміїного у 2003–2007 рр.



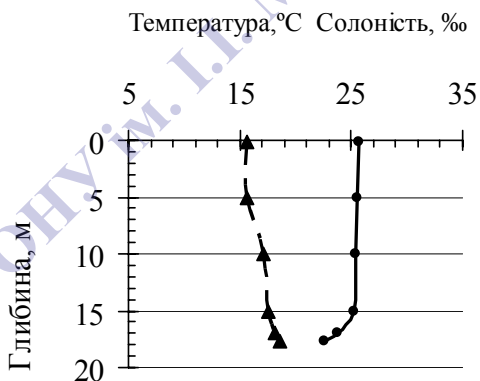
Станція 5Z609 - 28.05.2005 р.



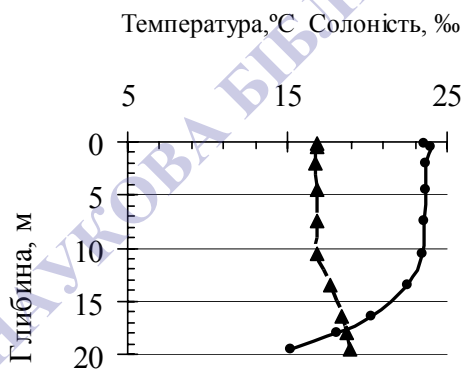
Станція Z0603 - 16.06.2005 р.



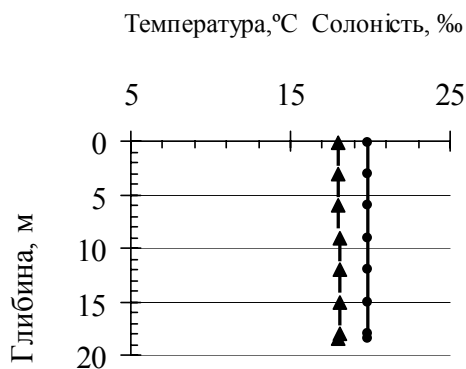
Станція Z0603 - 28.06.2005 р.



Станція Z0704e - 16.08.2005 р.

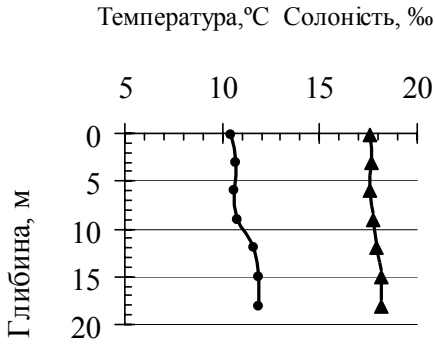


Станція Z0603 - 17.09.2005 р.

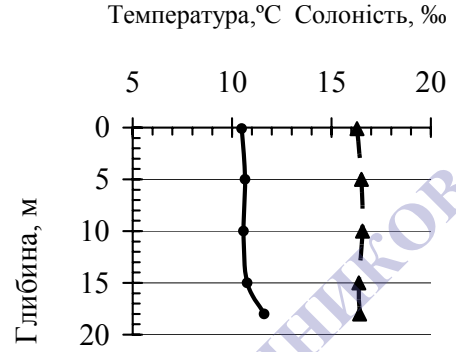


Станція Z0603 - 14.10.2005 р.

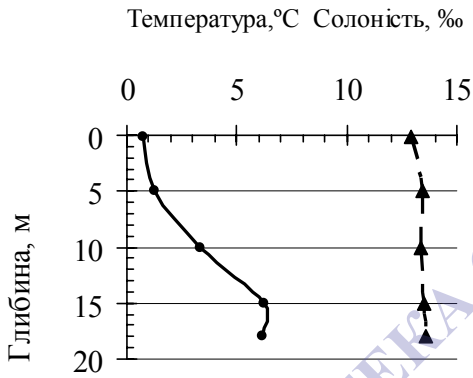
Рис. 2.20. (продовження)



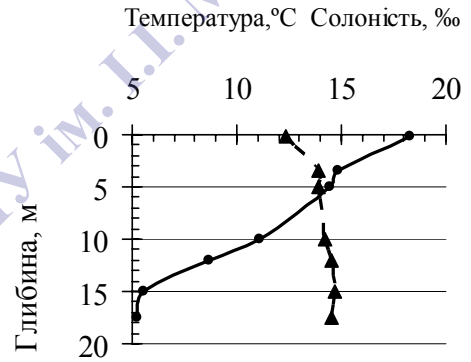
Станція Z0603 - 29.11.2005 р.



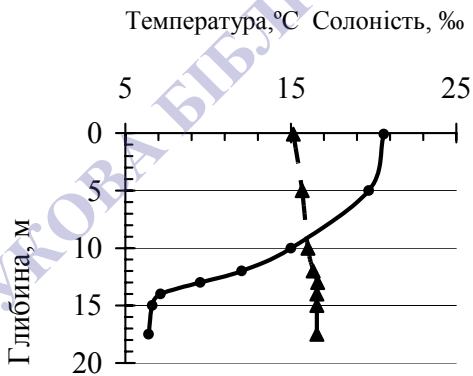
Станція Z0603 - 23.12.2005 р.



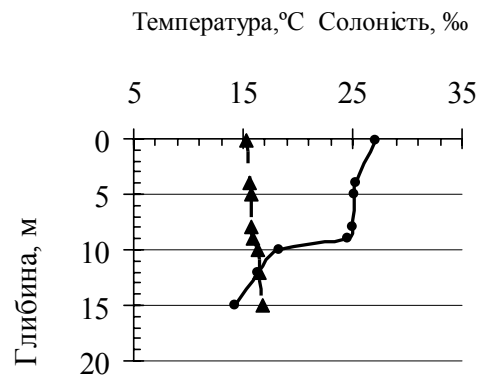
Станція Z0603 - 02.02.2006 р.



Станція Z0603 - 15.05.2006 р.

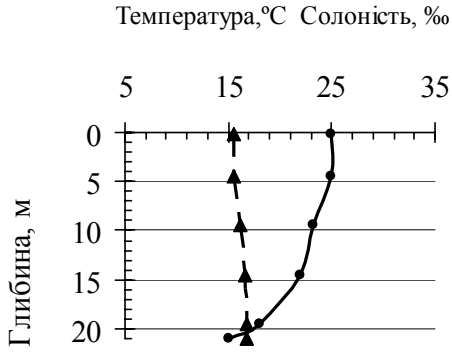


Станція Z0603 - 16.06.2006 р.

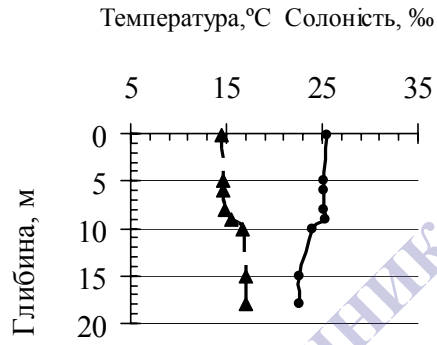


Станція Z0603 - 29.06.2005 р.

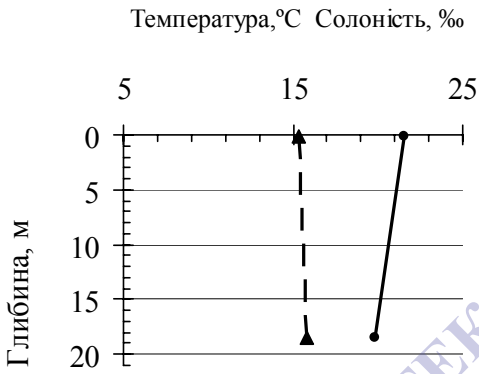
Рис. 2.20. (продовження)



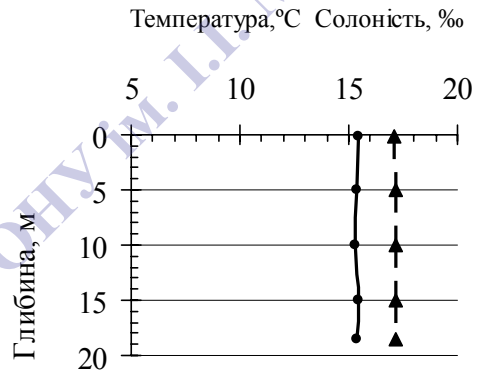
Станція Z0603 - 30.07.2006 р.



Станція Z0603 - 13.08.2006 р.



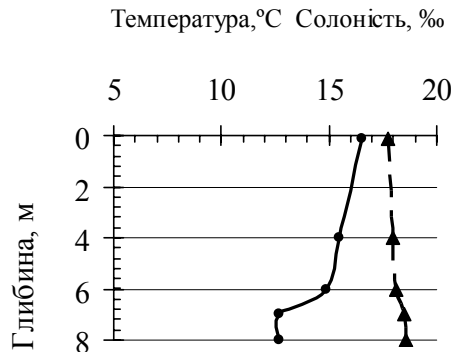
Станція Z0603 - 15.09.2006 р.



Станція Z0603 - 01.11.2006 р.

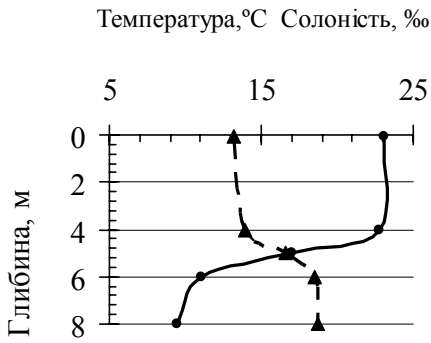


Станція "Причал" - 28.04.2007 р.

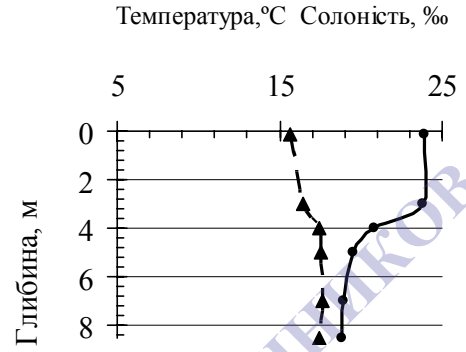


Станція "Причал" - 15.05.2007 р.

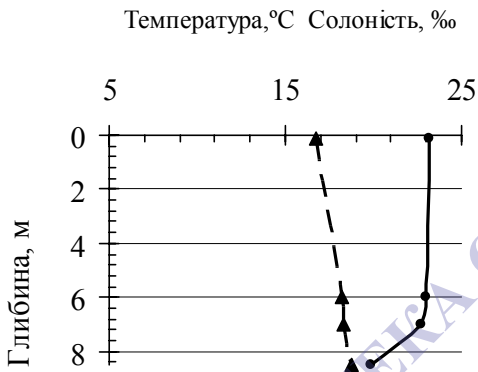
Рис. 2.20. (продовження)



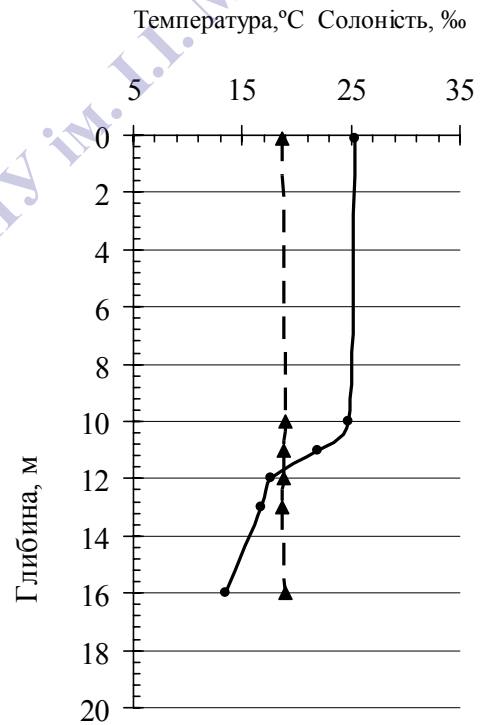
Станція "Причал" - 28.05.2007 р.



Станція "Причал" - 14.06.2007 р.



Станція "Причал" - 03.07.2007 р.



Станція Z0603 - 27.07.2007 р.

Рис. 2.20. (закінчення)



у 2004 р. — 0,814 ‰/м (29.07.2004 р. на глибинах 0–5 метрів), у 2005 р. — 4,868 ‰/м (20.07.2005 р. на глибинах 4,5–5,5 метрів), у 2006 р. — 2,099 ‰/м (19.06.2006 р. на глибинах 4–5 метрів), у 2007 р. — 3,192 ‰/м (20.07.2007 р. на глибинах 3–4 метри).

Цікавим фактом, який було виявлено в ході експедиції 2003 р., є зменшення солоності безпосередньо біля острова в 100–150 м від берега. У періоди 23–30 травня, 23 червня — 4 липня, 19–26 серпня і 23–30 вересня 2003 р. при середніх глибинах 10,4 м середня солоність біля острова на дні була 13,40 ‰, тоді як на усьому полігоні на горизонтах 10–12 м середня солоність складала 18,05 ‰. Середня солоність поверхневого шару води поблизу острова у порівнянні з більш віддаленими станціями також була менша: 12,35 і 15,83 ‰, відповідно.

Поясненням цього може бути наше припущення про приток значної кількості слабомінералізованої води з острова по тріщинах у породах, що складають острів. Нашаруванням на ці процеси може бути також і вплив опрісненої води, принесеної від устя р. Дунаю та її застій за рахунок тіньових ефектів, викликаних взаємодією острова та системи течій навколо нього. Так, у 2005 р. наприкінці червня реєструвалась лінза холодної глибинної води зі сталими солоностними характеристиками північніше причального комплексу уздовж північно-західного та західного узбережжя острова, яка виникла при різкій зміні напрямку вітру з північних румбів на південні та зберігала свої гідрологічно-гідрохімічні характеристики протягом декількох діб. За глибиною ця лінза поширювалась від поверхні до дна (до глибин 8–10 м), а горизонтальні розміри цієї лінзи досягали розміру острова.

## Розділ 3

## ГІДРОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Формування гідрохімічних умов у північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ) обумовлюється факторами як природного, так і антропогенного походження. Найбільший вплив на гідрохімічний режим цієї частини моря у 1950–60 рр. спричиняв, у першу чергу, стік рр. Дунаю, Дніпра, Дністра та Південного Бугу [2]. У багатоводні роки під впливом річкових вод знаходяться до 70 % площі ПЗЧМ, а у маловодні — до 20–30 % [6].

Внаслідок циркуляції вод у західній частині моря річкові води спричиняють прямий чи опосередкований вплив на формування гідрохімічного режиму та визначають хімічні основи біологічної продуктивності. У період повені навіть у маловодні роки зона трансформованих річкових вод може займати до 50 % площі поверхневого шару ПЗЧМ. Дунай, як найбільша річка басейну Чорного моря, спричиняє найбільший вплив на гідрохімічні показники, особливо на вміст біогенних речовин у морській воді [6].

З кінця 1960-х рр. у формуванні гідрохімічних умов ПЗЧМ головну роль починає відігравати зростання потоку біогенних речовин внаслідок антропогенної діяльності, що спричиняє інтенсифікацію процесів евтрофікації. Аналогічні явища в останні десятиріччя спостерігались практично на всіх водоймищах світу — озерах, річках, внутрішніх морях та в прибережних зонах. Особливо це просліджується у районах з дуже розвинутою промисловістю та інтенсивним сільським господарством, які стимулюють підвищення змиву добрив з водозбірної площі річок, збільшення кількості скидів у водойми слабо очищених та неочищених стоків як промислового, так і комунального походження. Результатом цього стало збільшення вмісту біогенних речовин у поверхневому стоці, а як наслідок — і у морі [9].

Багаторічними дослідженнями встановлено, що гідрохімічний режим ПЗЧМ за останні 50 рр. зазнав значних змін. Збільшилась максимальна концентрація розчиненого кисню, збільшилися межі коливань вмісту мінеральних та органічних сполук азоту та фосфору [9].

Метою гідрохімічного розділу наших досліджень є виявлення особливості змін та визначення трендів основних гідрохімічних характе-

ристик, таких як водневий показник, кисень та біогенні речовини в прилеглих до острова водах Чорного моря та виявлення причин зареєстрованих короткострокових і середньострокових змін в цьому біологічно унікальному районі моря.

### **3.1. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Як первинні матеріали дослідження були використані дані гідрохімічних спостережень за 2003–2007 рр., які проводились співробітниками Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень ОНУ ім. І. І. Мечникова при виконанні програми моніторингу прибережних вод на о. Зміїному.

Відбір проб на стаціонарній станції біля причалу для визначення гідрохімічних характеристик проводився на двох горизонтах (поверхневому і придонному) за допомогою батометра БМ-48 двічі на добу. Відбір проб на визначення біогенних речовин виконувався за допомогою батометра “Гідробіос” кожні п’ять діб. Відбір проб води на морських станціях навколо о. Зміїного проводився на двох горизонтах — поверхневому та придонному.

Визначалися наступні гідрохімічні параметри: водневий показник, розчинений кисень, електропровідність та біогенні речовини (фосфати, фосфор загальний, нітрити, нітрати та азот загальний).

Відбір проб та визначення гідрохімічних параметрів виконувалися за стандартними методиками [4, 7, 8].

### **3.2. ПЕРВИННІ ДАНІ ДЛЯ АНАЛІЗУ**

На протязі 2003–2007 рр. нами проводились регулярні спостереження за основними гідрохімічними характеристиками поверхневих і придонних вод біля о. Зміїного. Детально особливості гідрохімічного режиму морських вод біля о. Зміїного у 2003 р. були описані у статті [3]. Середні значення показників гідрохімічного режиму у 2003 р. наведені в табл. 3.1.

Результати спостережень 2004–2007 рр., які проводились на постійній точці “Причал” за водневим показником, розчиненим киснем і сполуками азоту і фосфору на двох горизонтах (поверхневому і придонному), наведено на рис. 3.1–3.14.

Таблиця 3.1

Осередненні по експедиціях значення гідрохімічних параметрів на полігоні біля о. Зміїного у 2003 р.

Експедиція	Горизонт відбору	pH, од. рН	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Мінеральний фосфор, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітритний азот, мгN/л	Нітратний азот, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
23–30 травня	Поверхневий	8,4	124	10,51	0,009	0,024	0,008	0,127	0,572
	Придонний	8,3	88	9,41	0,005	0,011	0,004	0,039	0,319
23 червня — 4 липня	Поверхневий	8,4	130	10,45	0,027	0,034	0,005	0,005	0,941
	Придонний	7,9	74	7,94	0,033	0,044	0,034	0,037	0,783
19–26 серпня	Поверхневий	8,3	114	8,53	0,006	0,014	0,001	0,020	0,636
	Придонний	8,0	70	7,39	0,004	0,010	0,001	0,191	0,587
23–30 вересня	Поверхневий	8,3	98	8,17	0,023	0,039	0,005	0,009	0,384
	Придонний	8,0	55	5,40	0,030	0,040	0,008	0,010	0,310

Середньомісячні значення гідрохімічних параметрів у прибережних водах біля о. Зміїного у 2004–2007 рр. наведені у табл. 3.2, граничні (максимальні і мінімальні) значення гідрохімічних параметрів — у табл. 3.3. Середні значення гідрохімічних параметрів у прибережних водах біля о. Зміїного у 2003–2007 рр. наведені у табл. 3.4. Аналіз результатів спостережень за солоністю води наведено у розділі 2 цієї монографії, тому в цьому розділі солоність не аналізується.

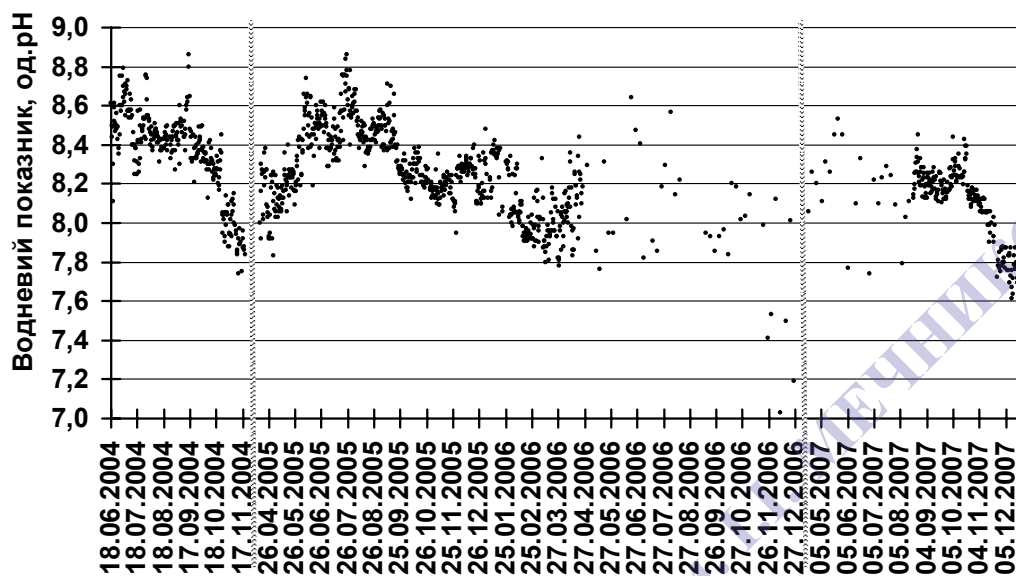


Рис 3.1. Результати спостережень за величиною водневого показника у поверхневих водах у 2004–2007 рр.

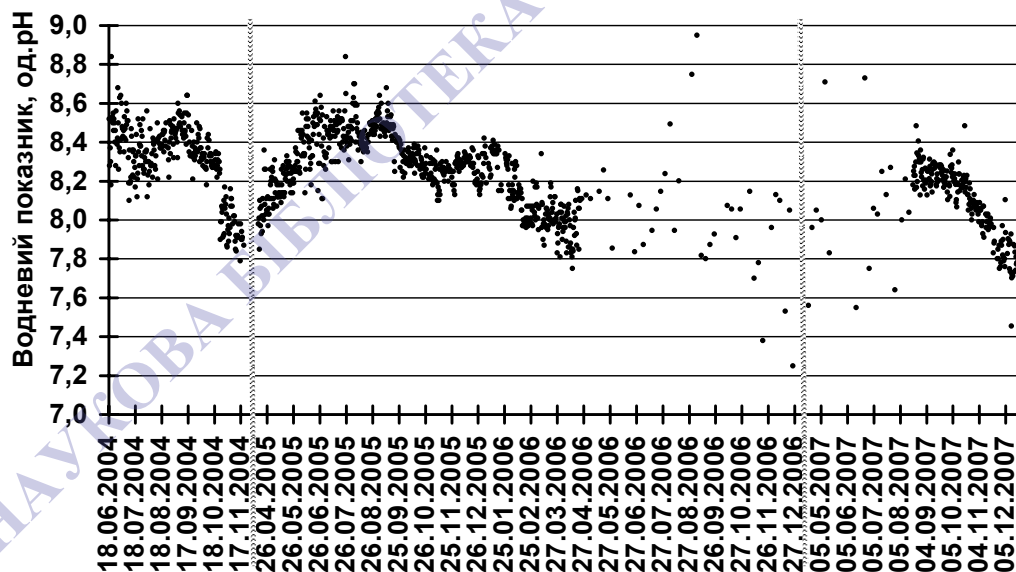


Рис. 3.2. Результати спостережень за величиною водневого показника у придонних водах у 2004–2007 рр.

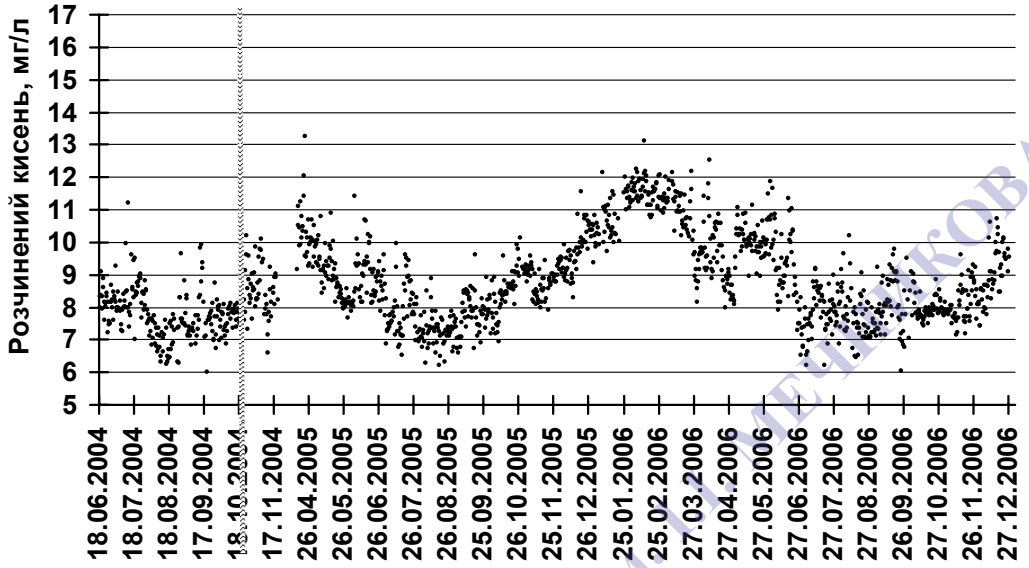


Рис. 3.3. Результати спостережень за вмістом кисню у поверхневих водах у 2004–2006 рр.

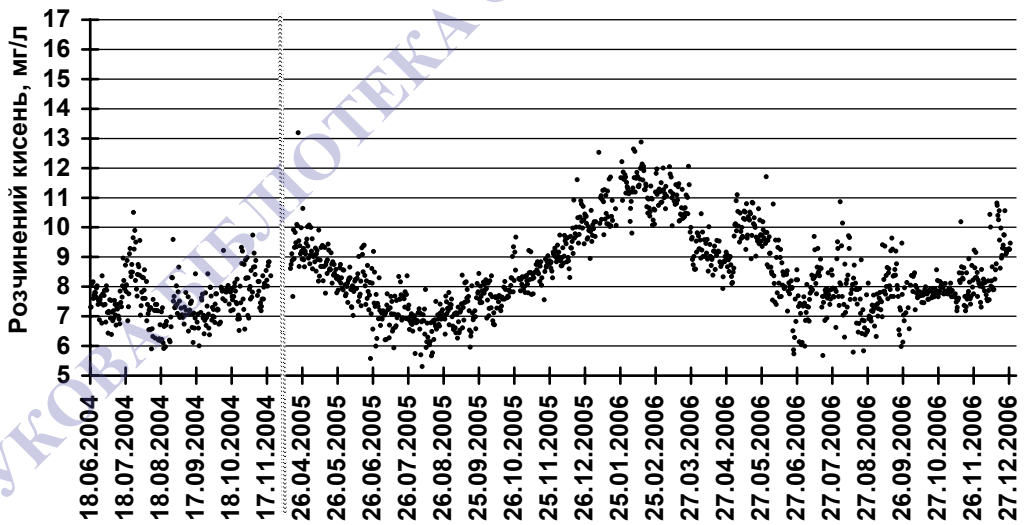


Рис. 3.4. Результати спостережень за вмістом кисню у придонних пробах у 2004–2006 рр.

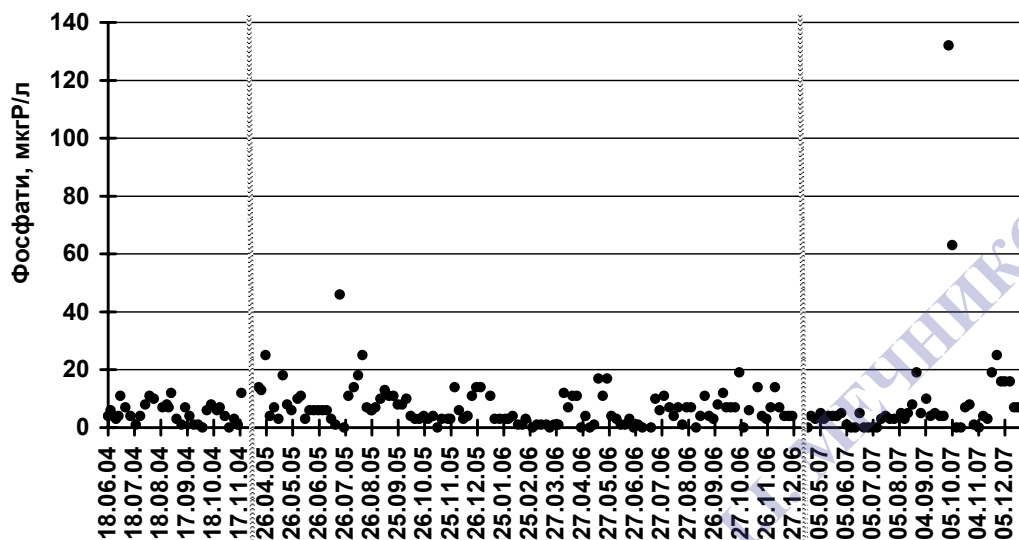


Рис. 3.5. Результати спостережень за вмістом фосфатів у поверхневих водах у 2004–2007 рр.

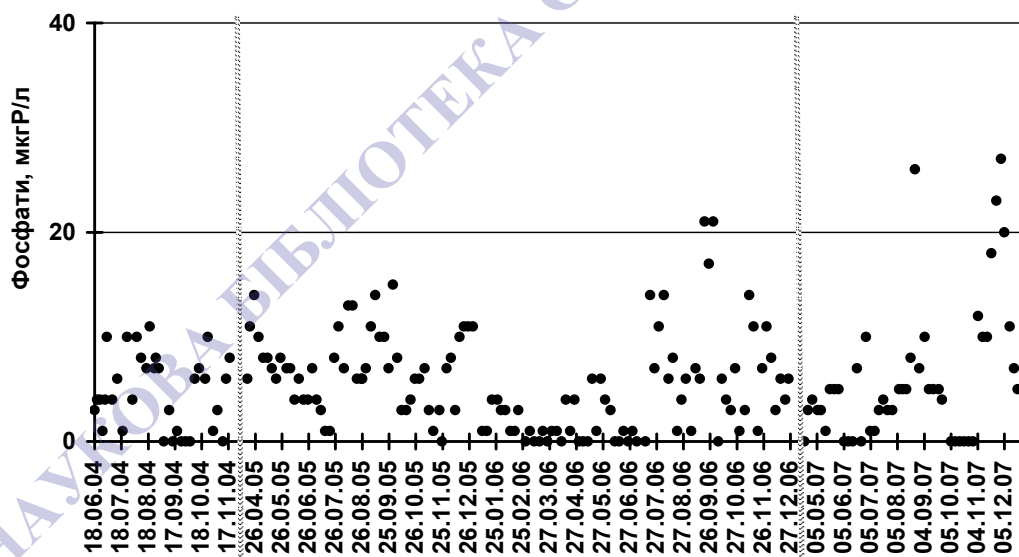


Рис. 3.6. Результати спостережень за вмістом фосфатів у придонних водах у 2004–2007 рр.

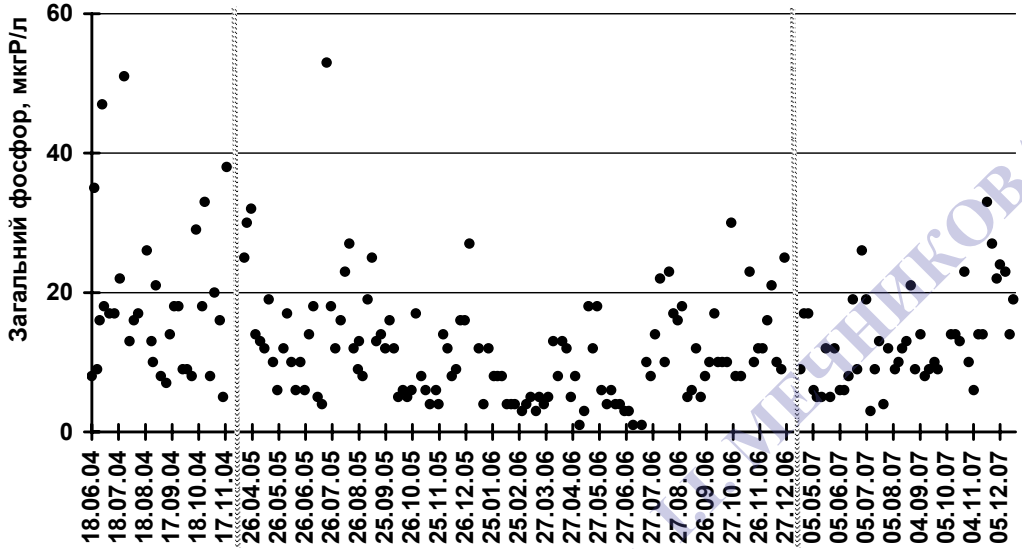


Рис. 3.7. Результати спостережень за вмістом загального фосфору у поверхневих водах у 2004–2007 рр.

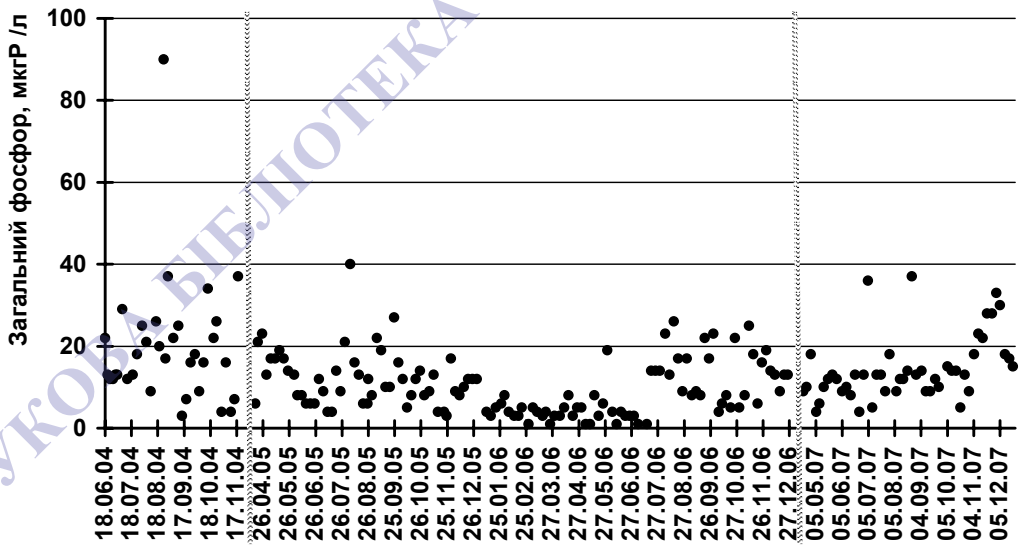


Рис. 3.8. Результати спостережень за вмістом загального фосфору у придонних водах у 2004–2007 рр.



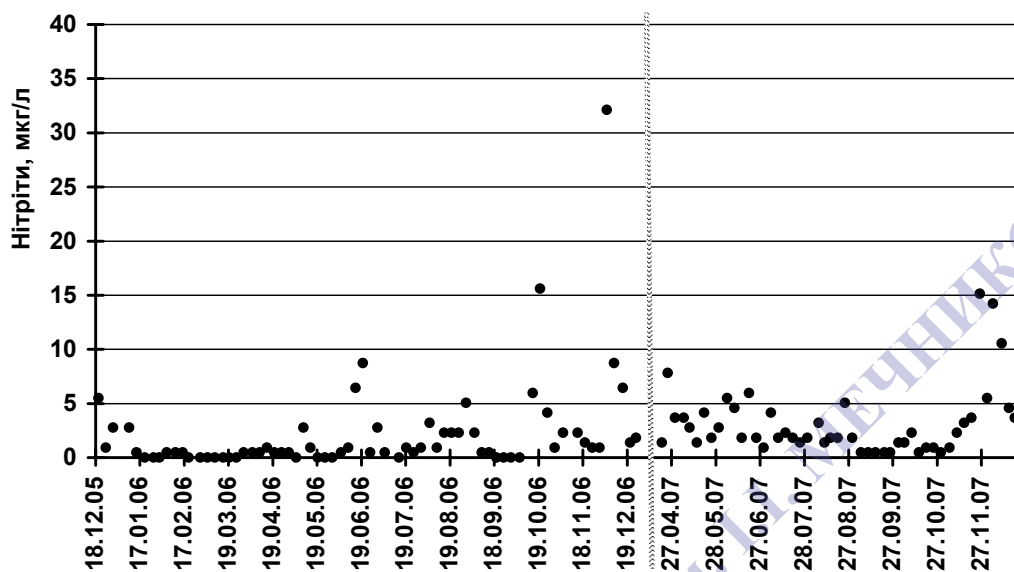


Рис. 3.9. Результати спостережень за вмістом нітритів у поверхневих водах у 2005–2007 рр.

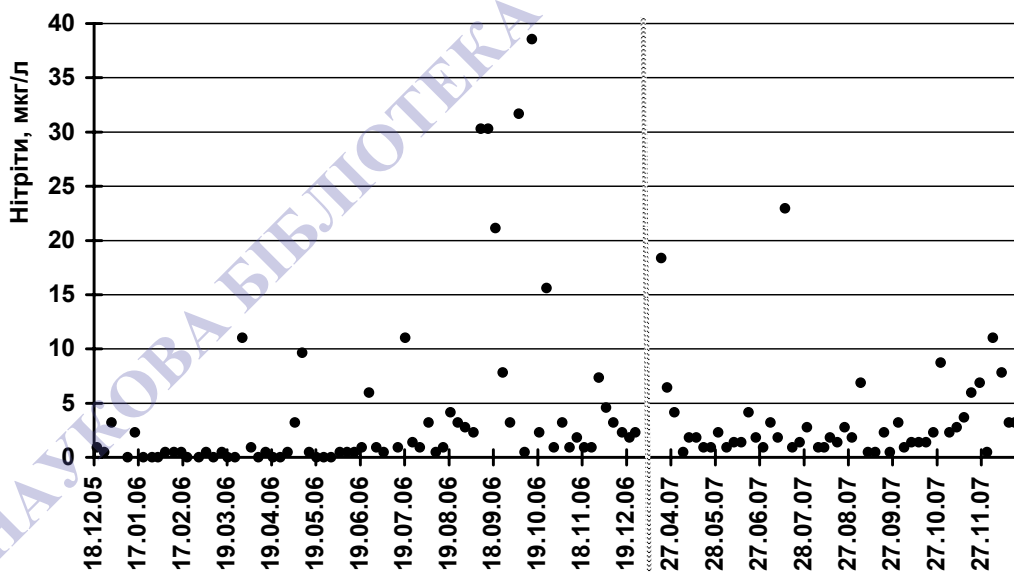


Рис. 3.10. Результати спостережень за вмістом нітритів у придонних водах у 2005–2007 рр.

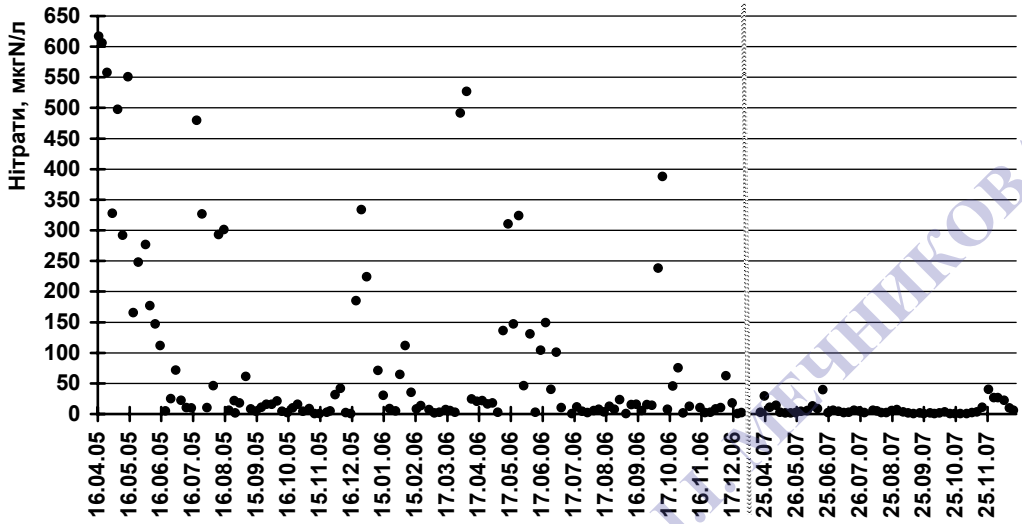


Рис. 3.11. Результати спостережень за вмістом нітратів у поверхневих водах у 2005–2007 рр.

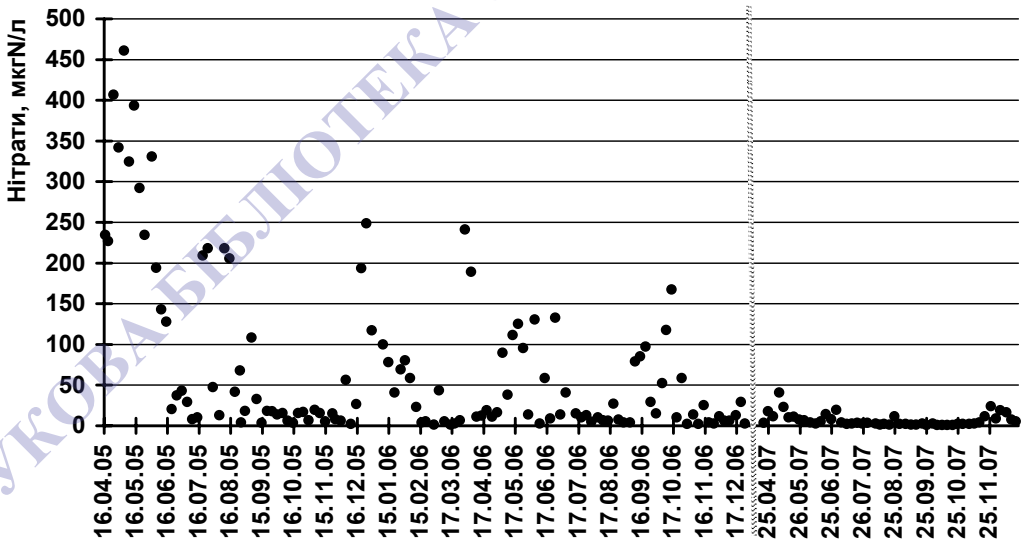


Рис. 3.12. Результати спостережень за вмістом нітратів у придонних водах у 2005–2007 рр.

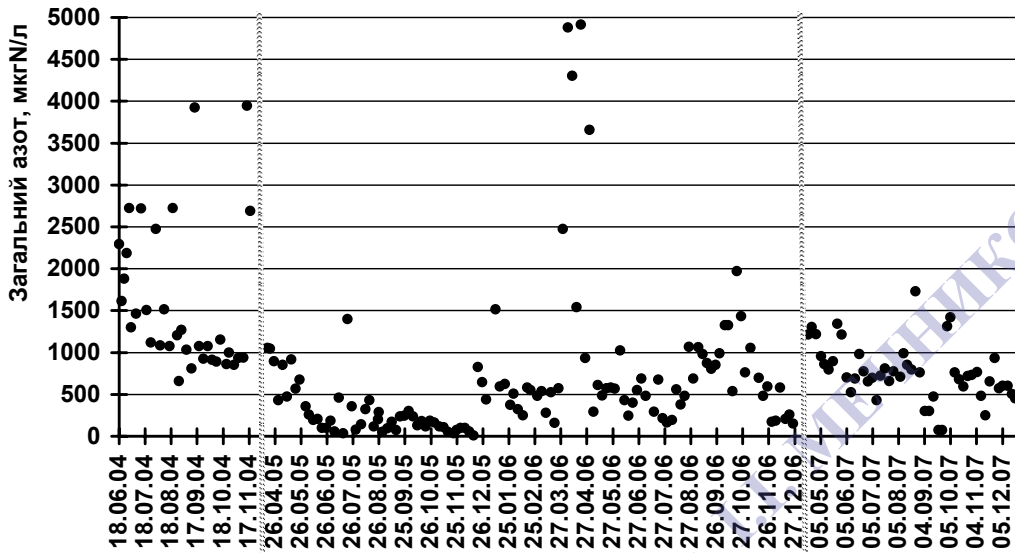


Рис. 3.13.. Результати спостережень за вмістом загального азоту у поверхневих водах у 2004–2007 рр.

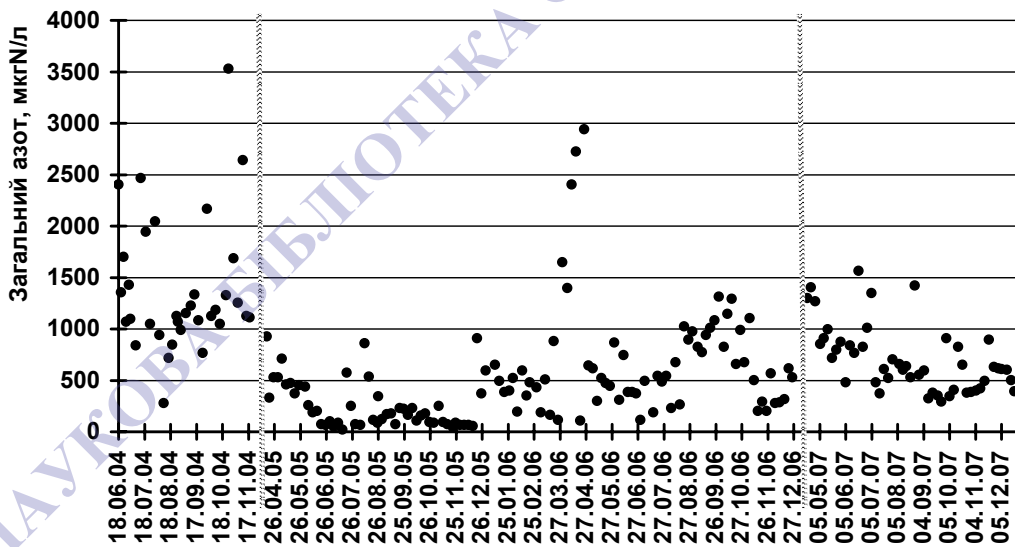


Рис. 3.14. Результати спостережень за вмістом загального азоту у придонних водах у 2004–2007 рр.

Таблиця 3.2

**Середні значення гідрохімічних параметрів на полігоні біля о. Зміїного  
у 2004 – 2007 рр.**

Рік	Шар	Місяць	pH, од. рН	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Фосфати, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітрити, мгN/л	Нітрати, мгN/л	Загальний азот, мгN/л	
2004	Поверхневий	VI	8,52	100,4	8,10	0,004	0,023	–	–	2,140	
		VII	8,54	104,2	8,30	0,006	0,023	–	–	1,763	
		VIII	8,43	93,2	7,20	0,009	0,017	–	–	1,362	
		IX	8,48	95,9	7,70	0,003	0,012	–	–	1,474	
		X	8,26	90,7	8,00	0,005	0,017	–	–	0,944	
		XI	7,95	92,9	8,50	0,004	0,020	–	–	2,127	
	Придонний (8 м)	VI	8,48	93,4	7,70	0,003	0,014	–	–	1,591	
		VII	8,38	95,2	7,90	0,006	0,018	–	–	1,573	
		VIII	8,38	90,1	7,10	0,008	0,031	–	–	0,853	
		IX	8,45	89,1	7,20	0,001	0,015	–	–	1,289	
		X	8,26	86,8	7,70	0,005	0,019	–	–	1,650	
2005	Поверхневий	IV	8,16	111,7	10,3	0,014	0,025	–	0,526	0,857	
		V	8,20	106,0	9,00	0,008	0,012	–	0,350	0,697	
		VI	8,51	114,3	8,90	0,007	0,011	–	0,116	0,201	
		VII	8,54	106,0	7,90	0,011	0,018	–	0,143	0,398	
		VIII	8,49	99,0	7,30	0,012	0,015	–	0,098	0,221	
		IX	8,44	102,9	7,80	0,010	0,016	–	0,019	0,186	
		X	8,25	103,6	8,50	0,004	0,009	–	0,009	0,169	
		XI	8,18	97,7	8,80	0,004	0,007	–	0,008	0,080	
		XII	8,26	101,8	9,80	0,009	0,014	0,002	0,131	0,345	
		Придонний (8 м)	IV	8,09	98,7	9,40	0,010	0,016	–	0,302	0,579
			V	8,21	102,3	8,70	0,008	0,017	–	0,341	0,493
			VI	8,42	100,8	7,90	0,006	0,009	–	0,128	0,189
VII	8,46		95,4	7,10	0,005	0,010	–	0,087	0,176		
VIII	8,47		93,1	6,80	0,008	0,014	–	0,081	0,304		
IX	8,46		96,5	7,30	0,011	0,017	–	0,032	0,173		
X	8,30		96,3	7,80	0,005	0,010	–	0,011	0,142		
XI	8,24		95,2	8,50	0,003	0,008	–	0,012	0,102		
XII	8,28		101,3	9,60	0,009	0,010	0,002	0,107	0,344		

Продовження табл. 3.2

Рік	Шар	Місяць	pH, од. рН	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Фосфати, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітрити, мгN/л	Нітрати, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
2006	Поверхневий	I	8,29	105,3	10,8	0,004	0,009	0,001	0,036	0,723
		II	8,03	107,5	11,6	0,002	0,004	0	0,035	0,438
		III	7,99	106,6	10,8	0,001	0,004	0	0,085	0,758
		IV	8,12	109,9	9,60	0,008	0,010	0,001	0,105	3,371
		V	8,01	116,1	9,90	0,007	0,008	0,001	0,131	0,525
		VI	8,44	116,4	9,30	0,002	0,004	0,003	0,088	0,557
		VII	8,05	104,7	7,80	0,005	0,007	0,001	0,006	0,366
		VIII	8,35	108,2	7,80	0,006	0,018	0,003	0,010	0,562
		IX	7,92	105,1	8,10	0,005	0,008	0,001	0,011	0,928
		X	8,06	103,6	8,00	0,009	0,014	0,039	0,126	1,227
		XI	7,87	94,5	8,10	0,007	0,013	0,002	0,007	0,600
		XII	7,77	102,3	9,00	0,007	0,016	0,010	0,019	0,277
	Придонний (8м)	I	8,31	106,5	10,8	0,003	0,005	0	0,074	0,498
		II	8,10	105,4	11,2	0,002	0,003	0	0,019	0,410
		III	8,04	105,1	10,7	0,001	0,003	0,002	0,050	0,585
		IV	7,99	101,5	9,10	0,002	0,005	0	0,043	1,704
		V	8,11	114,1	9,90	0,002	0,006	0,003	0,072	0,541
		VI	8,03	100,5	8,10	0,001	0,003	0,002	0,058	0,386
		VII	8,07	104,0	7,80	0,006	0,009	0,003	0,017	0,452
		VIII	8,45	106,8	7,70	0,006	0,018	0,002	0,010	0,678
		IX	8,37	101,6	7,80	0,012	0,014	0,016	0,052	0,991
		X	8,03	101,5	7,80	0,003	0,008	0,015	0,068	0,931
		XI	7,79	93,6	8,00	0,008	0,015	0,003	0,010	0,478
		XII	7,93	100,6	8,80	0,005	0,012	0,003	0,011	0,406
2007	Поверхневий	IV	8,18	—	—	0,002	0,014	0,004	0,014	1,246
		V	8,37	—	—	0,004	0,007	0,003	0,004	1,010
		VI	8,05	—	—	0,001	0,012	0,003	0,012	0,721
		VII	8,20	—	—	0,002	0,010	0,002	0,004	0,683
		VIII	8,76	—	—	0,008	0,012	0,003	0,005	0,973
		IX	8,72	—	—	0,005	0,010	0,001	0,001	0,244
		X	8,70	—	—	0,030	0,052	0,001	0,001	0,888
		XI	8,01	—	—	0,010	0,019	0,005	0,011	0,617
XII	8,14	—	—	0,013	0,021	0,008	0,018	0,547		

Закінчення табл. 3.2

Рік	Шар	Місяць	pH, од. pH	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Фосфати, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітрити, мгN/л	Нітрати, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
2007	Придонний (8м)	IV	7,90	—	—	0,002	0,012	0,010	0,011	1,325
		V	8,36	—	—	0,004	0,009	0,001	0,017	0,858
		VI	8,32	—	—	0,003	0,009	0,002	0,009	0,915
		VII	8,11	—	—	0,002	0,016	0,005	0,003	0,673
		VIII	8,79	—	—	0,010	0,016	0,002	0,004	0,734
		IX	8,77	—	—	0,006	0,011	0,002	0,002	0,389
		X	8,62	—	—	0,013	0,028	0,003	0,001	0,558
		XI	7,97	—	—	0,014	0,024	0,004	0,009	0,570
XII	8,19	—	—	0,014	0,023	0,005	0,011	0,545		

Таблиця 3.3

Граничні значення гідрохімічних параметрів на полігоні біля о. Зміїного у 2004 – 2007 рр.

Рік	Шар	Місяць	pH, од. pH	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Мінеральний фосфор, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітритний азот, мгN/л	Нітратний азот, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
2004	Поверхневий	VI	8,11	91,1	7,21	0,003	0,008	—	—	1,614
			8,75	110,4	9,08	0,006	0,047	—	—	2,726
		VII	8,25	83,5	7,00	0,001	0,013	—	—	1,119
			8,79	133,4	11,2	0,011	0,051	—	—	2,718
		VIII	8,31	80,7	6,25	0,007	0,010	—	—	0,660
			8,53	123,6	9,65	0,012	0,026	—	—	2,726
		IX	8,21	75,6	6,00	0,001	0,007	—	—	0,811
			8,86	126,8	9,92	0,007	0,018	—	—	3,924
		X	7,90	80,9	6,87	0	0,008	—	—	0,854
			8,50	113,0	10,2	0,008	0,033	—	—	1,155
		XI	7,74	77,8	6,61	0	0,005	—	—	0,932
			8,15	112,0	10,1	0,012	0,038	—	—	3,945

Продовження табл. 3.3

Рік	Шар	Місяць	pH, од. рН	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Мінеральний фосфор, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітритний азот, мгN/л	Нітратний азот, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
2004	Придонний (8 м)	VI	8,18	84,6	6,77	0,001	0,012	—	—	1,069
			8,84	105,1	8,36	0,004	0,022	—	—	2,403
		VII	8,10	78,0	6,38	0,001	0,012	—	—	0,839
			8,64	124,0	10,5	0,010	0,029	—	—	2,467
		VIII	8,12	77,0	5,90	0,007	0,009	—	—	0,280
			8,56	122,9	9,59	0,011	0,090	—	—	1,126
IX	8,21	75,7	6,00	0	0,003	—	—	0,767		
	8,64	107,9	8,65	0,003	0,025	—	—	2,166		
X	7,90	73,1	6,52	0	0,004	—	—	1,047		
	8,47	104,8	9,32	0,010	0,034	—	—	3,529		
XI	7,79	72,3	6,94	0	0,004	—	—	1,112		
	8,16	107,0	9,73	0,008	0,037	—	—	2,640		
2005	Поверхневий	IV	7,92	99,6	9,16	0,004	0,014	—	0,327	0,430
			8,38	145,5	13,3	0,025	0,032	—	0,616	1,054
		V	7,83	95,2	7,68	0,003	0,006	—	0,165	0,473
			8,43	124,7	10,9	0,018	0,019	—	0,550	0,918
		VI	8,19	98,9	7,88	0,003	0,006	—	0,005	0,100
			8,74	143,7	11,4	0,011	0,017	—	0,276	0,359
		VII	8,29	87,2	6,53	0	0,004	—	0,010	0,036
			8,86	135,0	9,96	0,046	0,053	—	0,479	1,399
		VIII	8,29	71,6	6,22	0,006	0,008	—	0,001	0,050
			8,68	112,6	8,90	0,025	0,027	—	0,301	0,430
		IX	8,22	87,8	6,59	0,008	0,012	—	0,004	0,072
			8,71	125,4	9,61	0,013	0,025	—	0,061	0,301
X	8,12	88,6	6,94	0,003	0,005	—	0,002	0,115		
	8,39	120,6	10,1	0,010	0,017	—	0,021	0,237		
XI	7,95	82,2	7,90	0	0,004	—	0,001	0,036		
	8,35	111,5	9,58	0,014	0,014	—	0,031	0,115		
XII	8,10	90,5	8,29	0,003	0,008	0,001	0	0,007		
	8,40	116,9	11,6	0,014	0,027	0,006	0,333	0,825		

Продовження табл. 3.3

Рік	Шар	Місяць	pH, од. рН	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Мінеральний фосфор, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітритний азот, мгN/л	Нітратний азот, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
2005	Придонний (8 м)	IV	7,85	84,9	7,67	0,006	0,006	—	0,226	0,330
			8,36	146,1	13,2	0,014	0,023	—	0,406	0,925
		V	8,06	89,6	7,78	0,006	0,014	—	0,234	0,373
			8,37	113,6	10,1	0,008	0,019	—	0,460	0,710
		VI	8,11	67,2	5,57	0,004	0,006	—	0,020	0,065
			8,64	124,3	9,40	0,007	0,013	—	0,331	0,438
		VII	8,26	78,8	5,93	0,001	0,004	—	0,008	0,022
			8,84	109,9	8,36	0,011	0,021	—	0,218	0,574
		VIII	8,30	73,4	5,30	0,006	0,006	—	0,004	0,065
			8,70	103,8	7,90	0,013	0,040	—	0,218	0,861
		IX	8,22	80,6	5,96	0,007	0,010	—	0,003	0,072
			8,68	112,1	8,44	0,015	0,027	—	0,108	0,230
X	8,21	86,3	6,71	0,003	0,005	—	0,003	0,086		
	8,39	115,5	9,67	0,008	0,014	—	0,017	0,230		
XI	8,10	80,9	7,55	0	0,003	—	0,005	0,043		
	8,36	100,5	9,30	0,007	0,017	—	0,020	0,251		
XII	8,13	90,4	8,31	0,003	0,008	0	0,002	0,057		
	8,37	118,5	11,6	0,011	0,012	0,003	0,248	0,911		
2006	Поверхневий	I	8,03	91,3	9,71	0,003	0,004	0	0,005	0,373
			8,48	116,6	12,1	0,011	0,012	0,003	0,071	1,513
		II	7,88	99,5	10,7	0	0,003	0	0,007	0,251
			8,30	116,8	13,1	0,004	0,008	0,001	0,112	0,581
		III	7,78	94,9	8,15	0	0,003	0	0,001	0,158
			8,33	117,9	12,2	0,001	0,005	0,001	0,492	2,475
		IV	7,83	92,7	7,98	0	0,005	0,001	0,016	0,932
			8,44	139,4	12,5	0,012	0,013	0,001	0,527	4,913
		V	7,76	94,5	8,08	0	0,001	0	0,003	0,294
8,31	137,6		11,5	0,017	0,018	0,003	0,324	0,610		
VI	8,02	88,3	6,53	0	0,003	0,001	0,003	0,244		
	8,64	144,8	11,9	0,003	0,006	0,009	0,149	1,026		
VII	7,82	82,7	6,22	0	0,001	0	0,001	0,165		
	8,29	123,6	9,18	0,011	0,014	0,001	0,012	0,674		
VIII	8,15	89,9	6,46	0,001	0,010	0,001	0,003	0,194		
	8,57	140,2	10,2	0,007	0,023	0,005	0,023	1,069		
IX	7,85	77,8	6,03	0	0,005	0	0,001	0,803		
	7,95	127,7	9,80	0,011	0,012	0,002	0,016	1,062		



Продовження табл. 3.3

Рік	Шар	Місяць	pH, од. рН	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Мінеральний фосфор, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітритний азот, мгN/л	Нітратний азот, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
2006	Поверхневий	X	<u>7,84</u> 8,20	<u>84,6</u> 117,0	<u>7,03</u> 9,08	<u>0</u> 0,019	<u>0,008</u> 0,030	<u>0</u> 0,206	<u>0,001</u> 0,388	<u>0,538</u> 1,973
		XI	<u>7,41</u> 8,15	<u>78,7</u> 106,6	<u>7,15</u> 9,63	<u>0,003</u> 0,014	<u>0,008</u> 0,023	<u>0,001</u> 0,002	<u>0,002</u> 0,012	<u>0,172</u> 1,051
		XII	<u>7,03</u> 8,12	<u>78,7</u> 132,1	<u>7,42</u> 10,7	<u>0,004</u> 0,014	<u>0,009</u> 0,025	<u>0,001</u> 0,032	<u>0,001</u> 0,063	<u>0,151</u> 0,581
	Придонний (8 м)	I	<u>8,11</u> 8,42	<u>95,9</u> 122,0	<u>9,52</u> 12,5	<u>0,001</u> 0,004	<u>0,003</u> 0,008	<u>0</u> 0,002	<u>0,041</u> 0,100	<u>0,387</u> 0,653
		II	<u>7,96</u> 8,30	<u>91,9</u> 117,5	<u>9,80</u> 12,9	<u>0</u> 0,003	<u>0,001</u> 0,005	<u>0</u> 0,001	<u>0,001</u> 0,059	<u>0,194</u> 0,595
		III	<u>7,81</u> 8,34	<u>92,8</u> 116,5	<u>8,59</u> 12,1	<u>0</u> 0,001	<u>0,001</u> 0,005	<u>0</u> 0,011	<u>0,001</u> 0,241	<u>0,115</u> 1,650
		IV	<u>7,75</u> 8,16	<u>86,9</u> 115,5	<u>7,94</u> 10,5	<u>0</u> 0,004	<u>0,003</u> 0,008	<u>0</u> 0,001	<u>0,011</u> 0,189	<u>0,108</u> 2,941
		V	<u>7,85</u> 8,26	<u>90,5</u> 140,2	<u>8,10</u> 11,7	<u>0</u> 0,006	<u>0,001</u> 0,019	<u>0</u> 0,010	<u>0,014</u> 0,125	<u>0,301</u> 0,868
		VI	<u>7,84</u> 8,13	<u>65,5</u> 132,5	<u>4,95</u> 10,8	<u>0</u> 0,003	<u>0,001</u> 0,004	<u>0</u> 0,006	<u>0,003</u> 0,133	<u>0,115</u> 0,746
		VII	<u>7,87</u> 8,24	<u>76,7</u> 130,0	<u>5,67</u> 9,69	<u>0</u> 0,014	<u>0,001</u> 0,014	<u>0</u> 0,011	<u>0,005</u> 0,041	<u>0,186</u> 0,545
		VIII	<u>7,95</u> 8,75	<u>80,7</u> 145,5	<u>5,79</u> 10,9	<u>0,001</u> 0,014	<u>0,009</u> 0,026	<u>0</u> 0,004	<u>0,004</u> 0,027	<u>0,230</u> 1,026
		IX	<u>7,80</u> 8,95	<u>77,4</u> 125,7	<u>5,98</u> 9,63	<u>0,001</u> 0,021	<u>0,008</u> 0,023	<u>0,002</u> 0,030	<u>0,004</u> 0,097	<u>0,775</u> 1,313
		X	<u>7,91</u> 8,07	<u>81,1</u> 109,6	<u>6,57</u> 8,57	<u>0</u> 0,007	<u>0,004</u> 0,022	<u>0</u> 0,038	<u>0,002</u> 0,168	<u>0,660</u> 1,291
		XI	<u>7,79</u> 8,15	<u>79,4</u> 110,0	<u>7,18</u> 10,2	<u>0,001</u> 0,014	<u>0,006</u> 0,025	<u>0,001</u> 0,007	<u>0,002</u> 0,025	<u>0,201</u> 1,105
		XII	<u>7,25</u> 8,13	<u>78,5</u> 137,6	<u>7,31</u> 10,8	<u>0,003</u> 0,008	<u>0,009</u> 0,014	<u>0,002</u> 0,005	<u>0,003</u> 0,029	<u>0,280</u> 0,617

Закінчення табл. 3.3

Рік	Шар	Місяць	pH, од. рН	Розчинений кисень, %	Розчинений кисень, мг/л	Мінеральний фосфор, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітритний азот, мгN/л	Нітратний азот, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
2007	Поверхневий	IV	8,06	-	-	0	0,009	0,001	0,003	1,212
			8,26			0,004	0,017	0,008	0,029	1,305
		V	8,11	-	-	0,003	0,005	0,001	0,001	0,796
			8,53			0,005	0,012	0,004	0,014	1,341
		VI	7,74	-	-	0	0,006	0,001	0,002	0,524
			8,33			0,005	0,026	0,006	0,039	0,983
		VII	8,09	-	-	0	0,003	0,001	0,002	0,430
			8,29			0,004	0,019	0,004	0,006	0,811
		VIII	7,79	-	-	0,003	0,009	0,001	0,002	0,710
			8,45			0,019	0,021	0,005	0,007	1,729
		IX	8,10	-	-	0,004	0,008	0,001	0,001	0,072
			8,28			0,010	0,014	0,001	0,003	0,473
	X	8,08	-	-	0	0,010	0,001	0,001	0,595	
		8,44			0,132	0,176	0,002	0,003	1,420	
	XI	7,72	-	-	0	0,006	0,001	0,001	0,251	
		8,17			0,025	0,033	0,015	0,040	0,932	
	XII	7,61	-	-	0,007	0,014	0,004	0,006	0,452	
		7,88			0,016	0,024	0,014	0,027	0,603	
	Придонний (8 м)	IV	7,56	-	-	0	0,009	0,004	0,003	1,270
			8,05			0,004	0,018	0,018	0,018	1,406
		V	7,83	-	-	0,001	0,004	0	0,007	0,717
			8,71			0,005	0,013	0,002	0,041	0,997
		VI	7,55	-	-	0	0,004	0,001	0,003	0,481
			8,73			0,010	0,013	0,004	0,020	1,564
VII		7,64	-	-	0,001	0,005	0,001	0,002	0,373	
		8,27			0,004	0,036	0,023	0,004	1,348	
VIII		8,00	-	-	0,005	0,009	0,001	0,001	0,531	
		8,48			0,026	0,037	0,003	0,012	1,420	
IX		8,10	-	-	0,004	0,009	0	0,001	0,294	
		8,32			0,010	0,014	0,007	0,003	0,595	
X	8,00	-	-	0	0,005	0,001	0,001	0,344		
	8,48			0,089	0,126	0,009	0,003	0,911		
XI	7,75	-	-	0,010	0,018	0,002	0,002	0,402		
	8,09			0,023	0,028	0,007	0,024	0,897		
XII	7,46	-	-	0,005	0,015	0	0,005	0,395		
	8,10			0,027	0,033	0,011	0,019	0,617		

Таблиця 3.4

**Середні значення гідрохімічних параметрів в прибережних водах біля о. Зміїного у 2003–2007рр.**

Період спостере- жень	Шар	pH, од. рН	Розчинений ки- сень, %	Розчинений ки- сень, мг/л	Фосфати, мгР/л	Загальний фосфор, мгР/л	Нітрити, мгN/л	Нітраги, мгN/л	Загальний азот, мгN/л
V–IX 2003	Поверхне- вий	8,34	113,6	9,08	0,016	0,030	0,005	0,054	0,670
	Придонний	8,15	76,4	7,57	0,017	0,028	0,010	0,068	0,510
VI–XI 2004	Поверхне- вий	8,42	96,8	7,97	0,006	0,019	–	–	1,531
	Придонний (8 м)	8,34	91,2	7,61	0,005	0,019	–	–	1,396
IV–XII 2005	Поверхне- вий	8,38	104,8	8,60	0,009	0,014	0,003	0,128	0,311
	Придонний (8 м)	8,36	97,6	8,05	0,007	0,013	0,002	0,105	0,259
I–XII 2006	Поверхне- вий	8,11	107,0	9,16	0,005	0,009	0,006	0,063	0,849
	Придонний (8 м)	8,12	103,6	8,91	0,004	0,008	0,004	0,046	0,672
IV–XII 2007	Поверхне- вий	8,55	–	–	0,009	0,018	0,003	0,007	0,761
	Придонний (8 м)	8,56	–	–	0,008	0,017	0,003	0,007	0,704
Взагалі за вказані вище періоди 2003–2007 рр.	Поверхне- вий	8,39	106,5	8,91	0,009	0,017	0,005	0,065	0,820
	Придонний	8,36	99,5	8,48	0,008	0,016	0,006	0,057	0,696

### 3.3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

#### 3.3.1. Водневий показник

Аналіз даних спостережень за водневим показником в поверхневих і придонних прибережних водах о. Зміїного (рис. 3.1 та 3.2) показують добре виражений сезонний хід з максимумами влітку—восени та мінімумами взимку. Значення водневого показника за період досліджень змінювалося у досить широких межах: від 7,03 (10.12.2006 р.) до 8,86 (16.09.2004 р. та 25.07.2005 р.) у поверхневому шарі води та від 7,25 (25.12.2006 р.) до 8,95 (5.09.2006 р.) — у придонному.

Мінімальні середньомісячні значення водневого показника у водах біля острова у 2004 р. спостерігалися в листопаді, у 2005 р. — у квітні, у 2006 р. — у листопаді—грудні і у 2007 р. — у квітні та листопаді, а максимальні середньомісячні значення — влітку та на початку осені, починаючи з червня до вересня — жовтня в усі роки спостережень.

Порівняння отриманих нами середньомісячних значень рН з історичними даними показало, що вони практично співпадають з даними за 1986—1997 рр. для цього району [6] і з даними для морських вод, які наведено в роботі [11] для північно-західної частини Чорного моря за 1977—2001 рр.

При цьому необхідно відмітити, що за нашими даними за період спостережень 2003—2007 рр. в районі о. Зміїного спостерігався стабільний тренд зниження водневого показника як в поверхневих, так і в придонних шарах води.

#### 3.3.2. Розчинений кисень

Аналіз даних спостережень за вмістом розчиненого кисню в поверхневих і придонних прибережних водах о. Зміїного показує добре виражений сезонний хід з максимумами взимку і повесні та мінімумами влітку і восени.

Концентрації розчиненого у воді кисню за період досліджень у 2004—2006 рр. на станції “Причал” (глибина біля 8 м) змінювалася у досить широких межах від 6,00 мг/л (20.09.2004 р.) до 13,30 мг/л (22.04.2005 р.) у поверхневому шарі води та від 5,30 мг/л (07.08.2005 р.) до 13,20 мг/л (22.04.2005 р.) у придонному шарі.

Але спостереження за вмістом кисню в придонних шарах води на станціях, які періодично проводились на відстані до 150—200 м від острова, (глибини 20—25 м) показали, що мінімальні концентрації розчиненого

у воді кисню за періоди досліджень (табл. 3.4) у 2003–2006 рр. в прибережних водах біля о. Зміїного досягали величин: у 2003 р. — 3,10 мг/л (25.09.2003 р.), у 2004 р. — 5,90 мг/л (10.08.2004 р.), у 2005 р. — 2,10 мг/л (17.09.2005 р.), у 2006 р. — 4,90 мг/л (15.05.2006 р.). Такі концентрації є характерними для зон дефіциту кисню. Тобто в зоні загально-зоологічного заказника, в якому охороняються донні організми, такі як червонокнижні краби, періодично спостерігався дефіцит кисню, який супроводжувався заморними явищами, що було підтверджено біологічними спостереженнями. Цей факт вимагає впроваджувати постійну систему спостережень за кисневим режимом придонних шарів води в морській зоні загальнодержавного загально-зоологічного заказника “Острів Зміїний”.

Порівняння отриманих нами середньомісячних концентрацій розчиненого кисню з історичними даними показало, що вони практично співпадають з даними за 1986–1997 рр. для цього району [6] і з даними для морських поверхневих вод, які наведені в роботі [9] для північно-західної частини Чорного моря за 1977–2001 рр., та з середніми даними по сезонах для цього району за 1963–1985 рр. [1].

### 3.3.3. Біогенні речовини

#### Фосфати

Аналіз даних спостережень за вмістом фосфатів в поверхневих і придонних прибережних водах о. Зміїного (рис. 3. 5 і 3. 6) не виявили чіткого сезонного ходу, хоча в періоди з серпня по листопад 2006 р. і з вересня по грудень 2007 р. спостерігалось підвищення концентрацій фосфатів.

Концентрації фосфатів в водній товщі в районі о. Зміїного на протязі всього періоду досліджень змінювалися, в основному, в межах від 0 до 20–25 мкгР/л. Абсолютний максимум вмісту фосфатів був зареєстрований біля острова 01.10.2007 р. і складав 132 мкгР/л у поверхневому шарі та 89 мкгР/л у придонному шарі води на глибині 8 метрів.

Порівняння з історичними даними за 1973–1985 рр. [5] показує зменшення середніх значень концентрацій фосфатів у 2003–2007 рр. в районі о. Зміїного приблизно в 3 рази, хоча разові підвищення до 63 і 132 мкгР/л, які спостерігалися 1 та 5 жовтня 2007 р., відповідно, свідчать про існування джерел біогенного забруднення чи то на острові, чи то від суден, які підходять до острова. Ці факти виправдовують необхідність включення в постійну систему спостережень за вмістом

живильних речовин в прибережній екосистемі о. Зміїного, тобто в морській частині існуючого загальнодержавного загально-зоологічного заказника.

### *Загальний фосфор*

Аналіз представлених на рис. 3.7 і 3.8 результатів спостережень за вмістом загального фосфору у поверхневих і придонних водах біля о. Зміїного у 2004–2007 рр. показав, що концентрації загального фосфору змінювались у межах від 1 (0.05.2006, 5.07.2006, 15.07.2006 р.) до 176 мкгР/л (01.10.2007 р.) у поверхневому шарі та від 1 (28.02.2006, 25.03.2006, 5.05.2006, 10.06.2006 р.) до 126 мкгР/л (01.10.2007 р.) — у придонному шарі води.

Мінімальні та максимальні значення концентрації загального фосфору за весь період досліджень (табл. 3.3) у 2004–2007 рр. в прибережних водах біля о. Зміїного були наступними: у 2004 р. — 3 мкгР/л (15.09.2004 р.) та 90 мкгР/л (25.08.2004 р.), у 2005 р. — 3 мкгР/л (25.11.2005 р.) і 53 мкгР/л (20.07.2005 р.), у 2006 р. — 1 мкгР/л (декілька випадків) та 30 мкгР/л (25.10.2006 р.), у 2007 р. — 3 мкгР/л (10.07.2007 р.) та 176 мкгР/л (01.10.2007 р.), відповідно.

Сезонна динаміка концентрацій загального фосфору подібна динаміці концентрацій фосфатів. Порівняння з історичними даними за 1973–1985 рр. [5] показало, що у 2003–2007 рр. середньомісячні концентрації загального фосфору значно зменшились.

### *Нітрити*

Аналіз отриманих даних щодо вмісту нітритів в поверхневому та придонному шарах води на станції “Причал” (рис. 3.9 і 3.10) показав, що межі змін концентрацій нітритів були від 0 (багато випадків у січні–квітні 2006 р. та у вересні 2007 р.) до 207 мкгN/л (10.10.2006 р.) в поверхневому шарі та від 0 (багато випадків у січні–квітні 2006 р. та у вересні 2007 р.) до 38 мкгN/л (15.10.2006 р.) у придонному шарі на глибині 8 метрів.

По роках мінімальні та максимальні значення концентрації нітритного азоту у поверхневих шарах води за періоди досліджень (табл. 3.3) у прибережних водах біля о. Зміїного (рис. 2.2 у главі 2) спостерігалися наступні: у 2003 р. — 0 мкгN/л (декілька випадків) і 66 мкгN/л (02.07.2003 р.), у 2006 р. — 0 мкгN/л (декілька випадків) і 207 мкгN/л (10.10.2006 р.), у 2007 р. — 0 мкгN/л (декілька випадків) і 23 мкгN/л (15.07.2007 р.), відповідно.

За даними результатів наших спостережень можна зробити висновок, що чіткої сезонної динаміки виявити не вдалося, хоча для придонного шару спостерігається більша динаміка концентрацій нітритів на протязі всього року. При цьому необхідно відмітити, що всі максимальні концентрації нітритів зафіксовані восени, як на поверхні, так і у придонному шарі води. Що стосується мінімальних значень концентрацій нітритів, то як у теплий, так і в холодний періоди року спостерігалися випадки, коли концентрації нітритів були нижчими за порогові значення методу визначення. Середньомісячні концентрації нітритів (табл. 3.2) практично співпадають з середньорічними історичними даними для 1981–1985 рр., що наведені у роботі [1].

### *Нітрати*

Аналіз представлених на рис. 3.11 і 3.12 результатів спостережень за концентраціями нітратів у поверхневому та придонному шарах води показав, що вони змінюються в межах від 0 до 617 мкгN/л в поверхневому шарі та від 0 до 461 мкгN/л у придонному шарі води на глибині 8 метрів.

По роках максимальні значення концентрації нітратів у прибережних водах о. Зміїного за періоди досліджень (табл. 3.4) розподіляються наступним чином: у 2003 р. — 330 мкгN/л (29.05.2003 р.), у 2005 р. 617 мкгN/л (17.04.2005 р.), у 2006 р. — 527 мкгN/л (05.04.2006 р.), у 2007 р. — 41 мкгN/л (06.05.2007 р.).

Сезонний хід нітратного азоту у 2005 і 2006 рр. мав чітко виражений характер: максимуми — навесні та на початку літа, мінімуми — восени та на початку зими. На протязі 2007 р. концентрації нітратів значно зменшились у порівнянні з минулими роками. Також необхідно відмітити, що у поверхневих шарах води концентрації нітратів практично у всі сезони були у 1,5–2 рази вищими, ніж у придонних шарах води.

За весь період спостережень відмічалось поступове зменшення концентрацій нітратів в прибережних водах біля острова, як у поверхневих, та і в придонних шарах води. При цьому концентрації нітратів, які реєструвалися у 2005 р., значно перевищували історичні дані 1970–1980 рр. для цього району [1, 5]. Причиною таких високих концентрацій, на нашу думку, може бути або забруднення прибережних вод з джерел на острові, або вплив річкового стоку, з яким виноситься багато біогенних речовин.

Слід відмітити, що концентрації нітратів у 2006–2007 рр. були значно меншими, ніж у 2005 р., а середні концентрації нітратів у 2007 р.

були близькими до середньо багаторічних значень 1986–1987 рр. для району, що досліджується [6].

#### *Азот загальний*

Аналіз розподілу концентрації загального азоту в поверхневих і придонних шарах води на станції “Причал” біля о. Зміїного у 2004–2007 рр. (рис. 3.13 і 3.14) показав, що вони змінювалися в межах від 7 (15.12.2005 р.) до максимальної концентрації 4900 мкгN/л (20.04.2006 р.) у поверхневому шарі та від 22 (15.07.2005 р.) до 3500 мкгN/л у придонному шарі води на глибині біля 8 метрів.

По роках мінімальні та максимальні значення концентрації загального азоту розподілялися наступним чином: у 2003 р. — 51 мкгN/л (02.07.2003 р.) і 1800 мкгN/л (29.06.2003 р.), у 2004 р. — 280 мкгN/л (10.08.2004 р.) і 3900 мкгN/л (15.11.2004 р.), у 2005 р. — 7 мкгN/л (15.12.2005 р.) і 1400 мкгN/л (20.07.2005 р.), у 2006 р. — 110 мкгN/л (20.04.2006 р.) і 4900 мкгN/л (20.04.2006 р.), у 2007 р. — 72 мкгN/л (21.09.2007 р.) і 1730 мкгN/л (25.08.2007 р.), відповідно.

Стабільного сезонного ходу за 2004–2007 рр. не виявлено, хоча весною практично кожного року, крім 2007 р., спостерігалися різкі підвищення концентрації нітратів у поверхневому шарі води. Мінімальні концентрації звичайно спостерігалися в кінці літа — на початку осені. У сезонному ході загального азоту максимум спостерігається навесні, а мінімум восени. Так само, як і для нітратів, відмічається факт значно вищих концентрацій загального азоту в морських водах біля о. Зміїного у 2004 р. у порівнянні з 2005–2007 рр., в які спостерігалось їх зменшення у декілька разів.

Цікавим є факт значного підвищення концентрації усіх біогенних речовин у липні 2005 р., коли одночасно спостерігалось значне зниження солоності поверхневого шару води та значне зменшення прозорості води (див. розділ 2 цієї монографії). Тобто в даному випадку можна з високою вірогідністю стверджувати, що на збільшення вмісту біогенних речовин у липні 2005 р. в прибережних водах о. Зміїного головним чином впливали опріснені річкові води Дунаю.

### **3.4. ВИСНОВКИ**

На закінчення можна зробити наступні висновки:

1. Результати спостережень за такими гідрохімічними показниками, як водневий показник, розчинений кисень та солоність, показали іс-



нування сезонних змін, які обумовлені, насамперед, циклічністю природних морських процесів і адвекцією опріснених вод Дунаю. Середні значення і межі коливань вищезгаданих гідрохімічних показників практично співпадають з літературними даними минулих років.

2. Результати спостережень за біогенними речовинами показали дуже великий діапазон змін їх концентрацій, але практичну відсутність стабільного сезонного ходу, тобто значно меншу залежність вмісту сполук азоту і фосфору від природних процесів. Різкі підйоми значень концентрацій, що спостерігалися, обумовлені, на нашу думку, в основному впливом антропогенної діяльності на острові та адвекцією опріснених водних мас, які поступають в район о. Зміїного з річковим стоком Дунаю. При цьому відмічено зменшення середніх концентрацій фосфатів за останні 20 років у 3–4 рази, хоча значення концентрацій сполук азоту практично не змінились. Мінімуми концентрацій біогенних сполук, які спостерігались в весняно-осінні періоди, пов'язані, насамперед, з розвитком процесів первинної продукції органічної речовини в процесі фотосинтезу.

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ОНУ

## Розділ 4

### ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Системні дослідження стану екосистеми прибережних до о. Зміїного вод Чорного моря неможливо провести без детального вивчення сформованого приострівного морського біоценозу.

Для оцінки його стану на протязі 2003–2007 рр. науковцями університету проводились спостереження за такими основними складовими біоценозу, як бактеріопланктон, фітопланктон, бентос, водорості-макрофіти та іхтіофауна.

Малі розміри самого острова і прилеглої до нього прибережної зони визначають значну уразливість прибережної морської екосистеми, особливо в умовах масштабного господарського освоєння о. Зміїного і прилеглого шельфу. При нерегульованому впливі існуюча природна рівновага може бути швидко зруйнована, і унікальна екосистема може бути безповоротно загублена.

Найбільш актуальним завданням було визначення масштабів окремого негативного впливу природних і антропогенних факторів на основні складові екосистеми прибережних вод. За нашою думкою, найбільш вразливими ланками екосистеми є бентос, іхтіофауна і водорості-макрофіти прибережних вод. Мова може йти про неконтрольований вилов риби і молюсків внаслідок збільшення кількості відвідувачів острова, збільшення скидів забруднення в прибережні води, збільшення фактору занепокоєння для червонокнижних видів гідрофауни і т. ін. Вивчення наслідків антропогенного впливу окремих видів господарчої діяльності неможливо без знання сучасного стану природного унікального біоценозу.

В нижченаведених розділах розглянуті результати досліджень основних складових біоценозу прибережної морської екосистеми біля о. Зміїного.

#### 4.1. БАКТЕРІОПЛАНКТОН

Бактеріопланктон — це важливий показник трофності та екологічного стану морських вод. Мікробіологічні дослідження в Чорному морі почалися ще наприкінці 19-го століття [1, 3], але вони носили епізо-

дичний характер, і лише з 1932 р. розпочалося систематичне вивчення мікробного життя Чорного моря. В цей період було зібрано перші дані про кількість мікроорганізмів, що враховуються методом прямого лічення на мембранних ультрафільтрах [9].

Протягом наступних десятиріч широкі дослідження чорноморської мікрофлори проводилися А. Е. Криссом зі співробітниками [10], М. Н. Лебедевою [11], Ю. І. Сорокіним [15], в результаті яких одержано кількісні та якісні характеристики, а також вивчено функціонування як окремих груп мікроорганізмів, так і бактеріальної спільноти в цілому.

Значний вклад до вивчення бактеріопланктону та гіпонейстону Чорного моря внесли роботи А. В. Цибань [17], присвячені екологічним особливостям розповсюдження бактеріального населення північно-західної частини Чорного моря. Ці дослідження, проведені в 60-ті рр. минулого століття, показали величезний вплив на ступінь розвитку бактеріального життя річкового стоку, що несе завислу та розчинену органічну речовину і біогенні елементи. Загальне число бактерій в районах, прилеглих до гирл Дунаю, Дністра і Дніпра, протягом всіх сезонів року було в 5–10 разів більше, ніж у відкритій частині моря та прибережних водах [17].

Починаючи з 70-х рр. минулого століття продовження робіт в цьому напрямку здійснювалося авторами представленого розділу [2, 4, 12, 16]. Проведені дослідження показали, що до середини 1990-х рр., коли відбувалися процеси інтенсивної евтрофікації морської акваторії, чисельність бактерій у всій північно-західній частині Чорного моря постійно зростала. Узагальнені матеріали за цей період характеризують сезонну динаміку і вплив різних абіотичних факторів на чисельність бактеріопланктону [5, 16, 18–21]. На жаль, наприкінці минулого сторіччя протягом п'яти років спостереження за бактеріопланктоном північно-західної частини Чорного моря не відбувалися. Тому надто актуальним було поновлення вивчення кількісних характеристик бактерій придунайського району моря, що відбулося на початку XXI сторіччя у рамках науково-дослідної тематики ОНУ ім. І. І. Мечникова [6–8]. Ці дослідження тривають дотепер у регіональному центрі інтегрованого моніторингу ОНУ ім. І. І. Мечникова відповідно до програми комплексного екологічного моніторингу морських вод в районі о. Зміїного.

Метою наших досліджень є визначення сучасного стану бактеріопланктону, його сезонних і просторових коливань та виявлення змін, що відбулися за останні десятиліття.

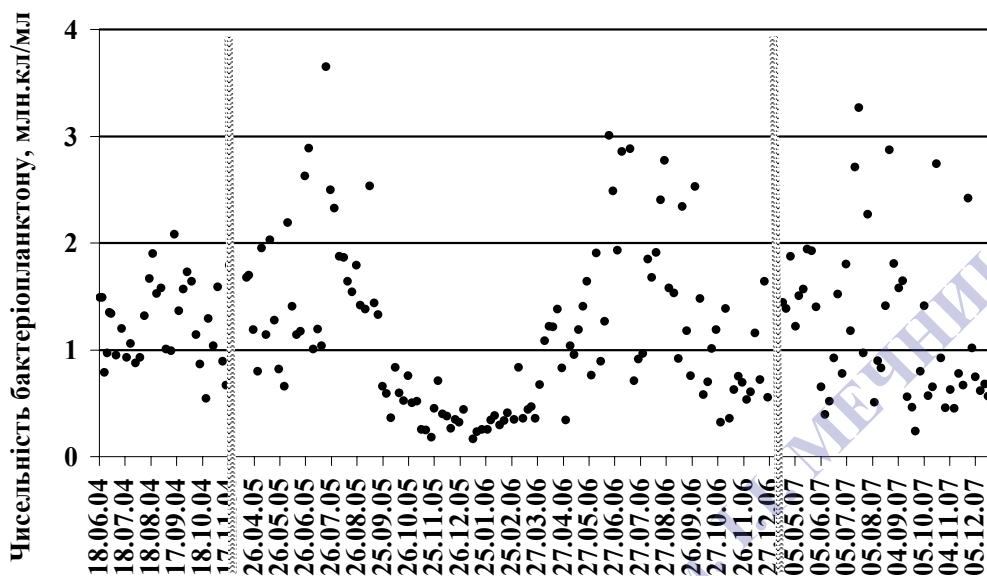
#### 4.1.1. Матеріали та методи досліджень

Матеріалом для аналізу послужили дані систематичних спостережень в 2004 — 2007 рр. на науково-дослідній станції “Острів Зміїний” та результати чотирьох експедицій, що проходили в травні, червні-липні, серпні та вересні 2003 р. на дослідницькому судні “Циклон”. Протягом п’яти років було виконано 650 вимірювань чисельності бактеріопланктону поверхневих та придонних вод. На стаціонарній станції о. Зміїний проби відбиралися регулярно з інтервалом 5 діб з поверхневого та придонного (глибина 8 м) горизонтів. Морську воду об’ємом 5–10 мл фільтрували через мембранний фільтр з діаметром пір 0,2 мкм. Облік чисельності бактеріопланктону проводили методом мікроскопіювання по Разумову [13] при збільшенні 1200 на мікроскопі Olympus BH-2.

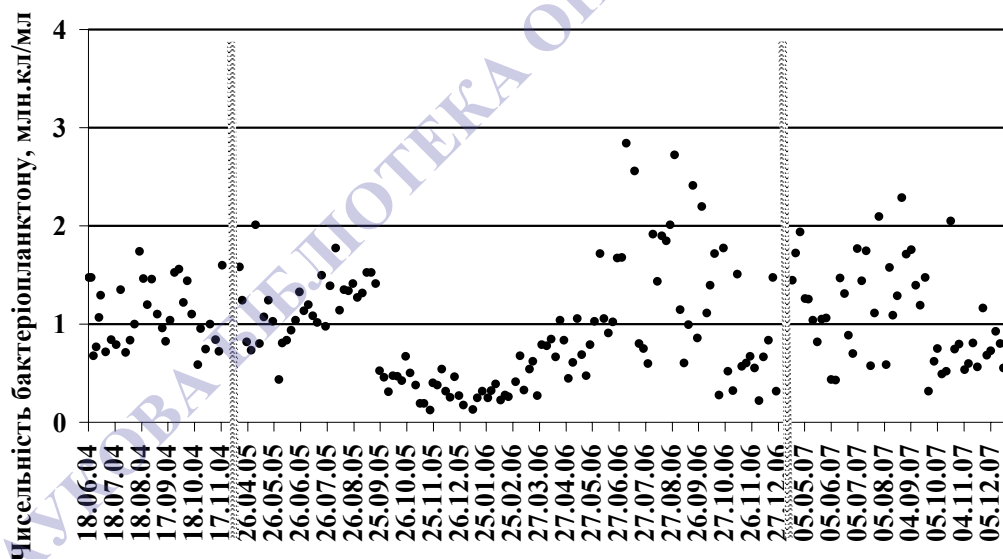
#### 4.1.2. Результати та їх обговорення

За період досліджень біля о. Зміїного діапазон змін чисельності бактеріопланктону в поверхневому шарі вод складав  $(0,16...3,65) \cdot 10^6$  кл/мл, а в придонному шарі  $(0,25...1,51) \cdot 10^6$  кл/мл, що є характерним для мезотрофних та евтрофних морських вод (рис. 4.1.1). В середньому вміст бактерій на поверхні був в 1,2 рази більше, ніж на глибині 8 м, що, вірогідніше всього, обумовлено гідролого-гідрохімічними умовами середовища (табл. 4.1.1). В січні — березні бактерії розподілялися по всій водній товщі порівняно рівномірно, але починаючи з квітня, коли проявилася температурна стратифікація, з’явилися відмінності, які досягали максимальних градієнтів в травні — липні. В серпні, при повному прогріві водної товщі, різниця між шарами починала згладжуватися та повністю зникала в вересні — жовтні.

Сезонна динаміка чисельності бактеріопланктону є найбільш чітко вираженою в поверхневому шарі вод, при цьому в кожний з років, що досліджувалися, вона мала певні особливості (рис. 4.1.2). Вегетаційний період 2004 р. характеризувався відносно низьким рівнем розвитку бактеріопланктону, середньомісячна чисельність якого не перевищувала значень, які були характерними для мезотрофних вод моря ( $<1,5$  млн кл/мл). Літній максимум розвитку бактеріопланктону приходився на серпень та співпадав за часом з даними багаторічних спостережень наприкінці минулого століття [20]. Разом з тим особливістю сезонної динаміки 2004 р. з’явився осінній пік чисельності бактерій, який у порівнянні з даними минулих років змістився з жовтня на листопад.



(I)



(II)

Рис. 4.1.1. Чисельність бактеріопланктону в поверхневих (I) та придонних (II) водах моря біля о. Зміїного у 2004–2007 рр.

Таблиця 4.1.1

Сезонні зміни граничних та середніх значень чисельності бактеріопланктону ( $10^6$  кл./мл) в поверхневих та придонних водах Чорного моря біля о. Зміїного в 2004–2007 рр.

Місяць	Поверхневий шар		Придонний шар	
	Граничні	Середні	Граничні	Середні
Січень	0,16–0,34	0,25	0,13–0,32	0,25
Лютий	0,29–0,41	0,35	0,22–0,41	0,31
Березень	0,36–0,84	0,52	0,27–0,79	0,54
Квітень	0,34–1,87	1,31	0,45–1,94	1,19
Травень	0,76–2,03	1,40	0,48–2,01	1,03
Червень	0,39–3,01	1,42	0,35–1,72	1,04
Липень	0,71–3,65	1,60	0,58–2,56	1,16
Серпень	0,51–2,87	1,64	0,59–2,72	1,51
Вересень	0,24–2,53	1,25	0,32–2,01	1,22
Жовтень	0,32–2,74	0,91	0,27–2,05	0,87
Листопад	0,25–2,42	0,89	0,12–2,19	0,70
Грудень	0,26–1,64	0,67	0,17–1,47	0,59

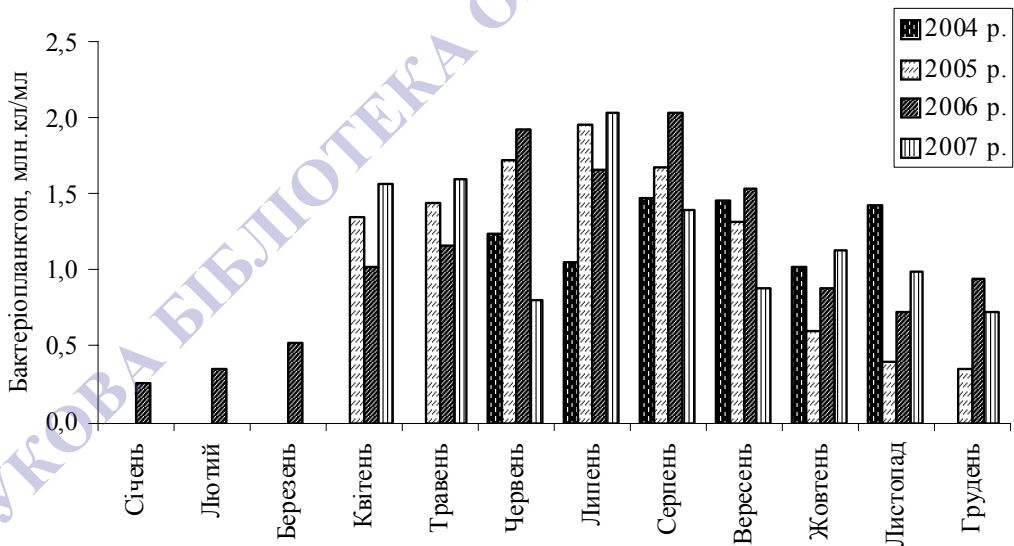


Рис. 4.1.2. Сезонна динаміка чисельності бактеріопланктону в поверхневих водах моря біля берегів о. Зміїного в 2004–2007 рр.

В 2005 р. середньомісячна чисельність бактеріопланктону в літній період була вищою за таку в 2004 р. та досягала значень, що є характерними для евтрофних морських вод. Однак восени 2005 р. кількість бактерій значно зменшилася та стала нижчою, ніж в 2004 р. В результаті коливань, що спостерігалися, середня чисельність бактерій у вегетаційний період 2004 та 2005 рр. виявилася однаковою та відповідала рівню мезотрофних морських вод.

Повний цикл спостережень (з січня по грудень) за динамікою бактеріопланктону був виконаний в 2006 р., в результаті чого було показано, що мінімум середньомісячної чисельності мікроорганізмів відповідав січню та лютому ( $(0,25...0,35) \cdot 10^6$  кл/мл). Навесні відбувалося поступове збільшення кількості бактерій (від  $0,52 \cdot 10^6$  кл/мл в квітні до  $1,17 \cdot 10^6$  кл/мл в травні), але їх вміст не перевищував значень, що є характерними для мезотрофних морських вод. В літні місяці 2006 р. чисельність бактеріопланктону зросла у порівнянні з весною в 2 рази та стала відповідати рівню евтрофних морських вод. Середньомісячний максимум чисельності бактерій, що був зафіксований в серпні 2006 р. ( $2,03 \cdot 10^6$  кл/мл), виявився найвищим за останні три роки. Осінній період також характеризувався високою чисельністю, навіть в грудні не спостерігалось її звичайного зниження, а навпаки, сталося невеличке збільшення, що відобразилося на зростанні середньорічної кількості бактерій в 2006 р. у порівнянні з попереднім роком.

Особливістю сезонної динаміки бактеріопланктону в 2007 р. була його велика чисельність у весняний період. На відміну від попередніх років спостережень, коли вміст бактерій навесні не перевищував рівню мезотрофних вод, в квітні — травні 2007 р. їх кількість відповідала евтрофним морським водам  $\{(1,57...1,59) \cdot 10^6$  кл/мл}. Середньомісячний максимум 2007 р. був зафіксований в липні, а далі спостерігалось суттєве зниження кількості бактерій, що вплинуло на середньорічну чисельність, яка виявилася трохи нижчою, ніж в попередньому році (табл. 4.1.2).

Коливання чисельності бактерій, що зв'язані з сезонними змінами в екосистемі, на протязі чотирьох років досліджень на стаціонарній станції о. Зміїного відбувалися в однакових діапазонах. Відмінності середньорічних значень, що були зафіксовані, не створюють суттєвого впливу на функціонування мікробного угруповання, і тому можна вважати, що в період наших досліджень стан бактеріопланктону прибережної зони о. Зміїного залишався стабільним.

Таблиця 4.1.2

**Граничні та середні значення чисельності бактеріопланктону ( $10^6$  кл/мл)  
північно-західної частини Чорного моря біля о. Зміїного у вегетаційний період  
2003–2007 рр.**

Період спостережень	Поверхневий шар		Придонний шар	
	Граничні	Середні	Граничні	Середні
V–IX 2003 р.	0,20–4,67	1,28	–	
VI–XI 2004 р.	0,55–2,08	1,28	0,35–2,19	1,08
IV–XI 2005 р.	0,25–3,65	1,20	0,12–2,01	0,89
IV–XI 2006 р.	0,32–3,01	1,26	0,27–2,72	1,10
IV–XI 2007 р.	0,24–3,27	1,23	0,32–2,29	1,11

Зіставлення результатів, що були отримані нами в 2004–2007 рр., та багаторічних досліджень бактеріопланктону [20] показало, що існують як загальні закономірності, так і значні відмінності в сезонній динаміці його кількісних характеристик. В даний час, як і 20 років тому, мінімальні значення чисельності спостерігаються в січні — лютому, а максимум припадає на серпень (рис. 4.1.3). Однак наприкінці минулого століття висока чисельність бактеріопланктону ( $1,56...2,86$ )· $10^6$  кл/мл, що є характерною для евтрофних морських вод, реєструвалася на протязі більшої частини року, починаючи з березня та закінчуючи листопадом. Тоді як на початку XXI століття чисельність бактерій, що є властивою евтрофним морським водам, реєструвалася вже тільки в червні — серпні та була в 1,5 рази нижчою, ніж наприкінці 1980-х рр. Середньорічна чисельність бактеріопланктону в даний час є в 2 рази нижчою, ніж наприкінці минулого століття.

На чисельність бактеріопланктону в придунайському районі моря дуже впливає річковий виток, і наші експедиційні дослідження 2003 р. в основному підтвердили закономірності, що були встановлені раніше [4, 17, 21]. Вивчення просторового розподілу бактерій показало, що на узмор'ї Дунаю вміст бактерій в середньому за вегетаційний період 2003 р. був в 2 рази більший, ніж біля о. Зміїного, та відповідав категорії евтрофних вод (табл. 4.1.3). Максимальна чисельність бактеріопланктону в пригирловій зоні була визначена в травні, та, вірогідніше за все, обумовлена впливом паводку, який спричинив зниження солоності на узмор'ї до 11–13 ‰ [6]. Однак вже на відстані 15 км від гирла солоність поверхневих вод зросла до 14 ‰, а чисельність бактеріопланктону знизилася до  $0,72 \cdot 10^6$  кл/мл. Такий же порядок величин чисельності бактерій був характерний в травні також і для району розташування о. Зміїного. Чітка тенденція зниження чисельності бактерій



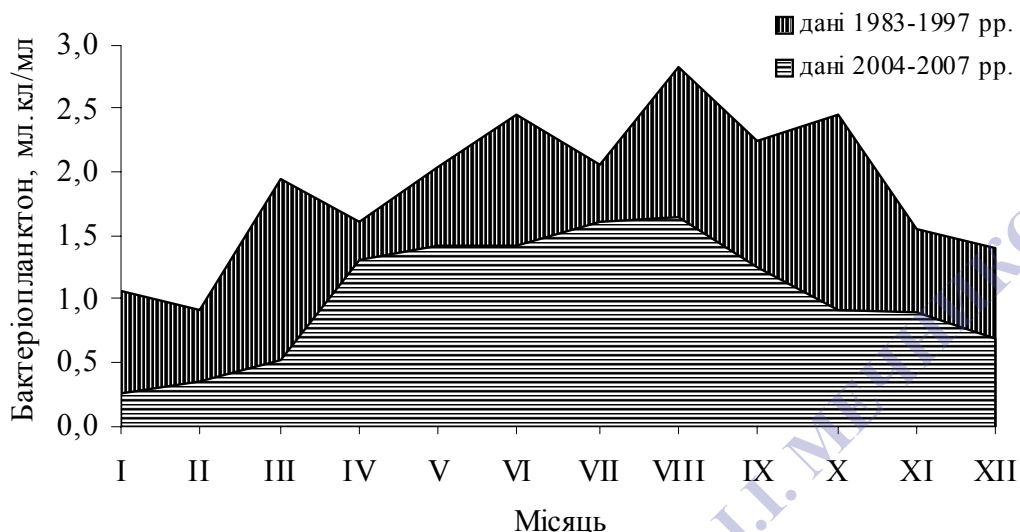


Рис. 4.1.3. Порівняльна характеристика сезонної динаміки чисельності бактеріопланктону в поверхневих водах північно-західної частини Чорного моря наприкінці XX та на початку XXI століть

Таблиця 4.1.3

**Граничні та середні значення чисельності (10<sup>6</sup> кл/мл) бактеріопланктону в поверхневих водах пригірлового узмор'я р. Дунаю та біля о. Зміїного в 2003 р.**

Місяць	Узмор'я р. Дунаю		Акваторія біля о. Зміїного	
	Граничні	Середні	Граничні	Середні
Травень	3,59–4,90	4,24	0,36–2,06	0,87
Червень–липень	1,98–3,15	2,41	1,44–4,67	2,40
Серпень	1,96–3,96	2,76	0,67–1,74	1,34

поверхневого шару вод у міру просування від узмор'я до о. Зміїного простежувалася також і в серпні 2003 р., причому трофічний статус акваторії також змінювався від евтрофного до мезотрофного.

В придонних водах кількісні зміни бактеріопланктону були тісно пов'язані з мінливістю рельєфу акваторії, що досліджувалася (рис. 4.1.4). Коефіцієнт кореляції чисельності бактерій та глибини місця склав  $-0,70$ . На мілководних станціях біля берегів о. Зміїного та на узмор'ї р. Дунаю, де глибини не перевищували 5–8 м, чисельність бактерій в середньому за вегетаційний період була вище  $1,5 \cdot 10^6$  кл/мл, що є характерним для евтрофних морських вод. В той же час на глибинах більше 30 м вміст бактерій часто знижувався до  $0,2 \cdot 10^6$  кл/мл, що є граничним значенням для мезотрофних та оліготрофних морських вод.

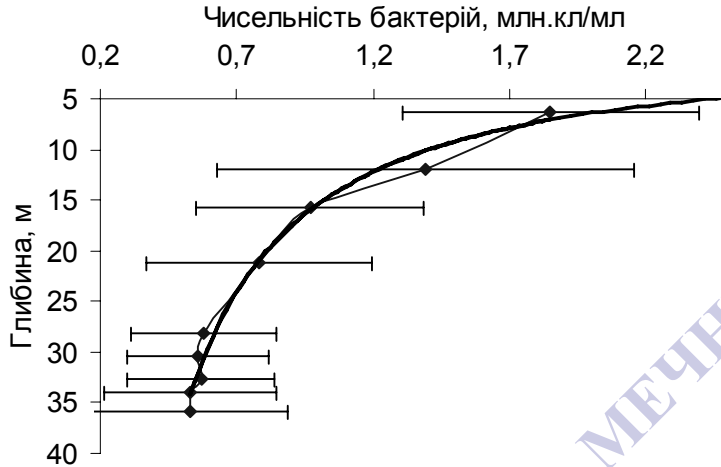


Рис. 4.1.4. Зміна чисельності бактеріопланктону в придонних водах шельфу на ділянці від дельти Дунаю до о. Зміїного в залежності від глибини акваторії

Дослідження бактеріопланктону морської акваторії, що розташована на схід від гирла Дунаю, велися нами періодично з 1990 р. [2, 4, 19, 21] і дозволили співставити ретроспективні дані з результатами 2003 р. У вегетаційний період 2003 р. чисельність бактеріопланктону на узмор'ї виявилася в 1,2 рази нижчою, ніж в першій половині 1990-х рр., а на відстані 15–38 км від гирла — в 1,5 рази нижчою (рис. 4.1.5).

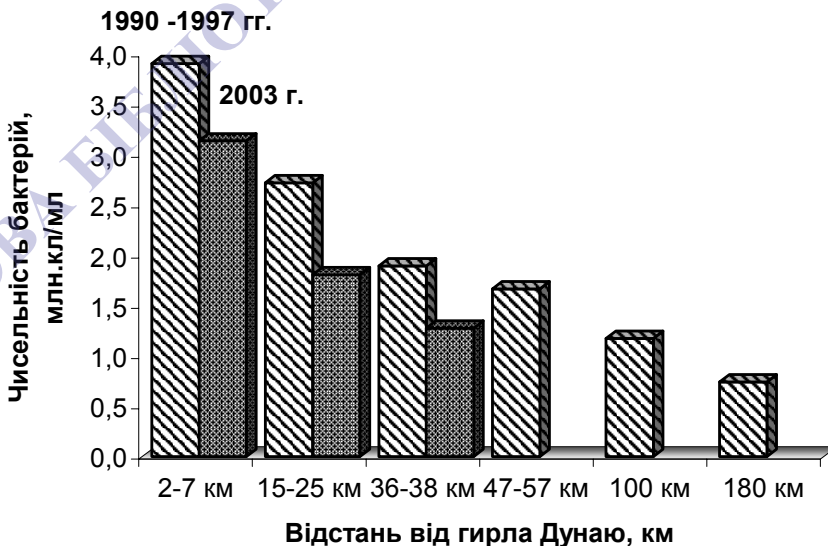


Рис. 4.1.5. Порівняльні дані з чисельності бактеріопланктону в поверхневих водах моря на різному віддаленні від гирла Дунаю в 1990–1997 рр. та 2003 р.

Аналіз впливу фізичних факторів водного середовища на динаміку бактеріопланктону показав, що коливання чисельності бактерій, що відбуваються на протязі кожного сезону та місяця, здебільшого обумовлені впливом річкового витоку, що несе в море значну кількість органічної речовини, яка легко засвоюється бактеріями. Кореляційний аналіз чисельності бактеріопланктону та електропровідності, що є показником розповсюдження в морі трансформованих річкових вод, показав, що найбільш тісний зв'язок цих параметрів спостерігається навесні, в час проходження повені та після її завершення (табл. 4.1.4). Влітку ця залежність ставала трохи слабкішою, але тенденція до негативного кореляційного зв'язку зберігалася на протязі всього року.

Таблиця 4.1.4

**Коефіцієнти кореляції чисельності бактеріопланктону поверхневих вод з параметрами морського середовища біля берегів о. Зміїного в різні сезони 2005–2006 рр.**

Рік	Сезон	Електропровідність	Загальний фосфор	Хлорофіл "а"
2005	Весна	-0,74	0,37	-0,28
	Літо	-0,64	0,60	0,57
	Осінь	-0,18	0,74	0,51
	Зима	-0,16	0,32	0,48
2006	Весна	-0,79	0,66	0,73
	Літо	-0,28	—	0,35
	Осінь	-0,42	—	0,13

Тісна кореляційна залежність між чисельністю бактеріопланктону та вмістом загального фосфору, який є індикатором вмісту органічної речовини, свідчить про те, що бактерії дуже швидко реагують на зміну концентрації органічної речовини. На протязі річного циклу спостережень біля берегів о. Зміїного коефіцієнт кореляції між чисельністю бактерій та концентрацією загального фосфору в поверхневому та придонному шарах склав 0,63 та 0,46, відповідно, з вірогідністю 99 %. Регресійний аналіз цієї залежності, що був проведений для груп даних, які осереднені в інтервалах концентрацій загального фосфору, показав, що вона добре апроксимується лінійною функцією (рис. 4.1.6). В числовій формі залежність чисельності бактеріопланктону ( $y$ ) від вмісту загального фосфору ( $x$ ) в поверхневих та придонних водах виражається рівняннями (1) та (2), коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) яких склав 0,98 та 0,94, відповідно:

$$y=28,056x+0,4588, \tag{1}$$

$$y=14,557x+0,519. \tag{2}$$

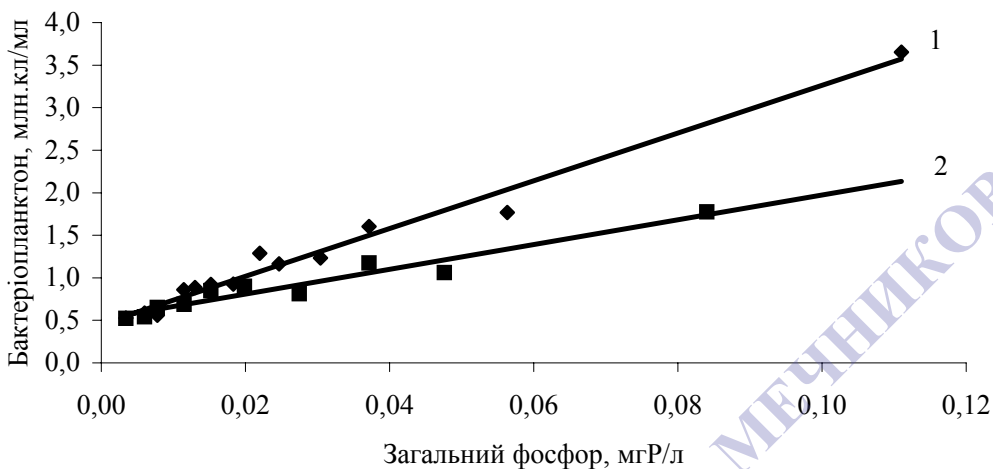


Рис. 4.1.6. Залежність чисельності бактеріопланктону від концентрацій загального фосфору в поверхневих (1) та придонних (2) водах моря біля берегів о. Зміїного в 2005–2006 рр.

Як це впливає з отриманих рівнянь регресії при низьких концентраціях загального фосфору ( $<0,01$  мгР/л), значення чисельності бактерій на поверхні та біля дна максимально зближуються. В той же час при однакових, але високих концентраціях фосфору (0,08–0,10 мгР/л) чисельність бактерій на поверхні в 1,6 рази більше, ніж біля дна.

Одним з основних джерел органічної речовини в морі, що легко засвоюється бактеріями, є фітопланктон, індикатором біомаси якого служить хлорофіл “а”. Кореляційний аналіз взаємозв’язку чисельності бактеріопланктону та концентрацій хлорофілу “а” на протязі 3 років спостережень показав, що більшу частину цього періоду коливання параметрів, що досліджувалися, відбувалися синхронно, про що свідчать позитивні коефіцієнти кореляції (табл. 4.1.4). Разом з тим навесні 2005 р. були відмічені протифазні зміни чисельності бактерій та хлорофілу, що відображає негативний знак коефіцієнту кореляції. В цьому зв’язку можна припустити пригнічення розвитку бактерій деякими видами водоростей в цей період.

Таким чином, дослідження динаміки чисельності бактеріопланктону в прибережних до о. Зміїного морських водах показало, що в сучасних умовах збереглися основні закономірності, що були описані в минулому столітті, з мінімальними значеннями в січні — лютому та максимумом в серпні. Однак в 2003–2007 рр. чисельність бактерій була в 1,5–2 рази нижче, ніж наприкінці 80-х рр. минулого століття, що свідчить перш за все про зменшення рівнів органічного забруднення прибережних вод

о. Зміїного. Сучасні значення чисельності бактеріопланктону близькі до тих, які спостерігались у відкритих районах північно-західної частини Чорного моря в попередні роки. Причиною зниження концентрації бактерій в морських водах поблизу о. Зміїного, який знаходиться в зоні трансформації дунайських річкових вод, може бути зменшення об'єму річкового стоку, підвищення якості річкових вод та зменшення антропогенного забруднення від діяльності на самому острові.

#### 4.2. ФІТОПЛАНКТОН

Фітопланктон складають водорості мікроскопічних розмірів (царство Eukaryota – Plantae і Chromista), що живуть у водоймах різної солоності. Традиційно альгологи включають до цієї групи інші організми планктону: евгленові, дінофітові водорості та ебридеї (Protozoa), а також прокаріоти – ціанобактерії (царство Prokaryota). Клітини мікрородоростей мають великі швидкості росту та метаболізму. Швидкість ділення фітопланктону вимірюється годинами, а реакція на зміни температури і солоності води, збільшення біогенів є практично миттєвою та оцінюється в хвилинах. Фітопланктон і фітобентос складають основу трофічної піраміди водної екосистеми: вони споживають розчинені неорганічні речовини (нітрати та фосфати) і створюють органічну речовину для другого трофічного рівня (безхребетних консументів). Таким чином, результати вивчення фітопланктону дають змогу оцінити та спрогнозувати стан всієї трофічної піраміди екосистеми. Оцінку автотрофної ланки проводять за допомогою показників чисельності та біомаси фітопланктону, вмісту фотосинтетичних пігментів, насичення води киснем, прозорості води, первинної продукції, а також за допомогою аналізу біорізноманіття водоростей — індикаторів санітарно-біологічного стану водойми [1, 7, 14].

Список чорноморського фітопланктону містить до 1500 видів, включаючи прісноводні види, котрі потрапляють в море з річковим стоком. Зміни, що сталися в альгофлорі Чорного моря з початку періоду її вивчення (кінець XIX ст.), можуть розглядатися як свідчення перемін в екосистемі моря. Біотична компонента екосистеми еволюціонувала під впливом процесів евтрофікації північно-західної та східної частини Чорного моря і змін його гідроструктури наприкінці XX ст. [3, 8].

Актуальність сучасних спостережень фітопланктону полягає в необхідності комплексної оцінки стану морських екосистем українського

шельфу Чорного моря, особливо в контактних районах “ріка-море”, які часто зазнають наслідків евтрофікації та впливу джерел антропогенно-теригенного забруднення. На основі даних багаторічного моніторингу з використанням біоіндикаційного та сукцесійного методів аналізу є можливість визначити сучасний стан автотрофної ланки та класифікувати трофність та сапробність певної водної екосистеми. Особливості альгофлори прибережних вод о. Зміїного визначаються її подібністю до альгофлори мілководних прибережних зон північно-західного шельфу (наприклад, Одеського та Севастопольського районів). Крім того, періодичний вплив Дунайського стоку створює умови для короткострокового розвитку особливих видів та угруповань фітопланктону, за допомогою яких можна оцінювати якість вод р. Дунаю [4, 6, 16].

#### 4.2.1. Матеріали та методики досліджень

В основу дослідження стану фітопланктону прибережних вод покладені дані моніторингу, який проводився на станції “Причал” (див. розділ 2 цієї монографії) та на прилеглий акваторії (всього 696 проб, табл. 4.2.1). Відбір зразків води для визначення мікродоростей виконували кожні 5 діб о 12.00 (в час максимального фотосинтезу, який відповідає максимуму денного освітлення) на 2 горизонтах — на поверхні та біля дна — одночасно з гідрологічними та гідрохімічними спостереженнями.

Таблиця 4.2.1

**Реєстр зразків фітопланктону, зібраного в прибережних водах о. Зміїного та на прилеглий акваторії Чорного моря у 2003–2007 рр.  
(кількість станцій/кількість проб)**

Термін	Постійна станція о. Зміїного	Прилегла морська акваторія	Дунайський полігон
Травень–вересень 2003 р.	–	84/233	8/17
Червень–листопад 2004 р.	27/51	31/58	–
Квітень–грудень 2005 р.	52/103	–	–
Лютий–грудень 2006 р.	68/136	–	–
Квітень–грудень 2007 р.	49/98	–	–
Усього:	197/388	115/291	8/17

Концентрування фітопланктону проводили методом осадження після 3–4-тижневої експозиції. Як консервант використовувався формалін [9, 23]. Об’єм зразків води становив 1,5–2 л, об’єм згущених проб сягав 80–120 мл. Камеральну обробку зразків фітопланктону викону-

вали за допомогою мікроскопів БІОЛАМ Р–12, МІКМЕД–2, HUND-H600, OLIMPUS–BH2 з використанням літератури, рекомендованої для Чорного моря [9]. На рис. 4.2.1 представлені мікрофотографії масових видів фітопланктону, що часто зустрічалися у прибережних водах о. Зміїного. Зразок був осаджений на нітроцелюлозний фільтр і підфарбований еритрозином.

Ідентифікація мікродоростей, визначення лінійних розмірів клітин та кількості знайдених видів виконані по аліквотах, взятих із основного концентрованого зразка. Таксономічну класифікацію видів виконано за загальноприйнятою сучасною системою [19–22]. Підрахунок клітин масових видів водоростей вели в камерах Ножотта об'ємом 0,03–0,05 мл (1–2 аліквоти), підрахунок рідкісних видів виконано в камері об'ємом 0,26 мл (по 2–3 аліквоти). З кожного зразку фітопланктону обробляли по 3–4 аліквоти, що підвищувало точність розрахунків та зменшувало помилку вибірки. Біомасу планктону визначали і обчислювали у вологій вазі (загальна біомаса), вуглецеву біомасу обчислювали по об'єму клітин з урахуванням таксономічної приналежності за формулами Стратманна [24]. Індекси видового різноманіття розраховували за формулою Шенона, видове багатство — за формулою Симпсона [12]. Розрахунок об'ємів клітин мікродоростей, їх сумарної чисельності, сирої та вуглецевої біомаси, індексів видового складу було виконано на ПК з застосуванням програми “TRITON”<sup>©</sup> [13].

Планктонний матеріал, зібраний на прилеглий до острова акваторії, а також на Дунайському узмор'ї у 2003 р., використовували лише для аналізу просторового і вертикального розподілу фітопланктону і не враховували в загальному списку прибережного фітопланктону. Для оптимізації аналізу таксономічного різноманіття (кількості видів) застосовано графічний метод зірчастих діаграм, який дозволяє виділити тип альгофлори за домінантою [1].

#### **4.2.2. Результати досліджень та їх обговорення**

Узагальнені кількісні характеристики зареєстрованих видів фітопланктону у 2003 році наведені у табл. 4.2.2, а у 2004–2007 рр. — на рис. 4.2.2. Пропуск у моніторингу зимових та ранньовесняних спостережень значно збіднює, порівняно з іншими районами українського шельфу, перелік прибережного фітопланктону і не дозволяє у повній мірі оцінити зимовий та весняний максимуми кількісного розвитку водоростей [4, 6, 7, 18].

Таблиця 4.2.2

Кількість видів фітопланктону, виявлених у районі острова й на прилеглій акваторії в 2003 р.

Термін	Полігон о. Зміїного	Прилегла морська акваторія	Усього
Травень 2003 р.	78	42	120
Червень—липень 2003 р.	93	57	150
Серпень 2003 р.	76	55	131
Вересень 2003 р.	74	42	116

Результати визначення сумарної чисельності мікродоростей в кожному зразку води поверхневого і придонного горизонтів представлено на рис. 4.2.3.

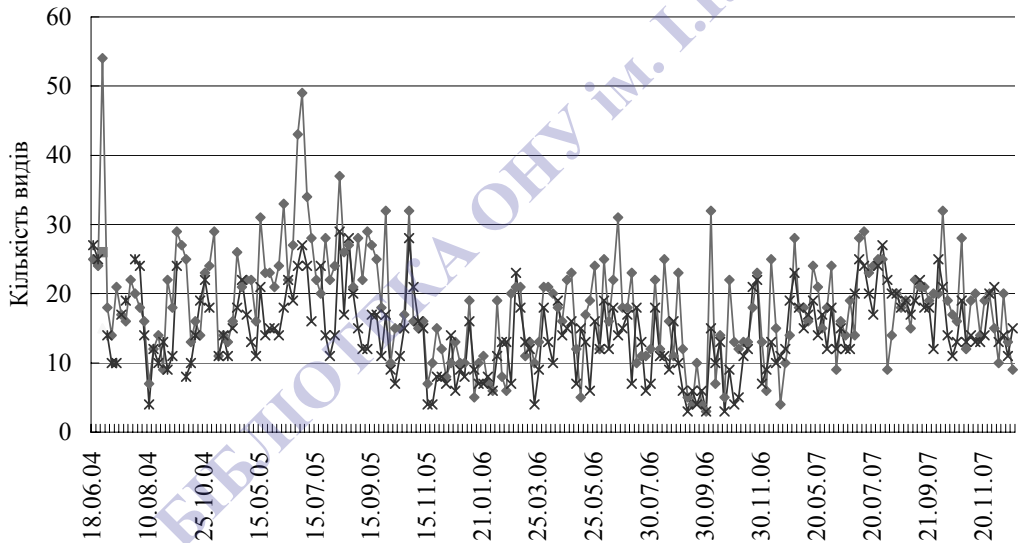


Рис. 4.2.2. Кількість знайдених видів фітопланктону у 2004–2007 рр. біля о. Зміїного

—◆—◆— поверхневих шарах; —×××— в придонних

На основі отриманих у 2003–2007 рр. даних був складений загальний список прибережної альгофлори острова за 5 років, який налічує майже 300 видів і наведений в додатку 2 до монографії. Список об'єднує планктонні, а також типово бентосні і перифітонні види фітопланктону, помітна кількість яких спостерігається у всій товщі води після сильних хвиль та штормів.

В період спостережень була зареєстрована вегетація фітопланктону семи відділів: *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*



(*Cyanobacteria*), *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Euglenophyceae*. Найбільша кількість виявлених видів належить до діатомових водоростей (рис. 4.2.4). Середдіатомових домінували *Skeletonema costatum* Cl. та види сім. *Nitzschiaceae*, *Naviculaceae*, рр. *Thalassionema*, *Synedra*, *Licmophora*. В періоди впливу дунайських вод поблизу острова з'являлись типово прісноводні діатомові види, наприклад, *Caloneis silicula* (Ehr.) Cl. і *Cymatopleura elliptica* (Bred.). Другий домінуючий відділ — *Dinophyceae*, в основному представлений видами сім. *Gymnodiniaceae* та сім. *Ceratiacea*. Третій за значимістю відділ фітопланктону — *Chlorophyceae*, значну кількість яких відмічали у періоди підходу дунайської води. Найбільш масовими були види р. *Scenedesmus*. За відсутності впливу дунайських вод, як, наприклад, в листопаді та грудні 2007 р., зелені водорості в зразках води або зовсім не спостерігалися, або було знайдено 1–2 нечисленні види. В прибережних водах острова розвивались нитчасті ціанобактерії рр. *Aphanizomenon*, *Oscillatoria* і колонії дрібних кулястих ціанобактерій рр. *Microcystis*, *Merismopedia* (клітини обсягом 0,1–50 мкм<sup>3</sup>). Відділ золотистих (*Chrysophyceae*) був представлений примнезієвими водоростями (кл. *Prymnesiophyceae*) — кокколітофорідами, а також прісноводно-солонкуватоводними рр. *Dinobryon* і *Ochromonas*.

Евгленові водорості були представлені нечисленними видами рр. *Euglena* та *Eutreptia*. Група решти водоростей (“Etc.”, рис. 4.2.4) об'єднує по 5 видів діктіохових і кріптофітових, 2 види краспідомонадових і 2 види ебридеї. Поява краспідомонадових частіше всього була пов'язана з температурним режимом району. Так, наприклад, влітку 2003 р. поява холодних водних мас (6–8 °С) із глибинних шарів стимулювала розвиток краспідомонадових мікроводоростей и одночасно обмежувала фотосинтез інших теплолюбивих видів фітопланктону [5]. Незначна кількість краспідомонад була зареєстрована в холодні періоди 2005–2006 рр., а у 2007 р. вони спостерігалися лише в грудні. За нашими спостереженнями, таксономічний склад прибережного фітопланктону острова має велику схожість з фітопланктоном Севастопольського прибережжя [16].

Аналіз структури угруповань фітопланктону (кількість видів) був виконаний з урахуванням впливу річкового стоку на розвиток планктону в районі острова (мало- та багатоводні роки [25]). Для кожного місяця певного періоду був складений загальний список водоростей, що зустрічались у всьому стовпі води — в поверхневих і придонних шарах.

Весною 2003–2005 рр. у прибережному фітопланктоні було зареєстровано розвиток 80–100 видів, а весною 2007 р. розвинулось тільки 50

видів (рис. 4.2.5). В обох ситуаціях весною за числом видів домінували дінофітові водорості, частіше зустрічалися *Heterocapsa triquetra* (Ehr.) Stein.

Число видів діатомей змінювалося від 14 (у 2003–2005 рр.) до 33 (у 2007 р.). Весною, незалежно від інтенсивності стоку, у зелених водоростей відмічається найбільше за рік число видів: до 10 у 2007 р. та до 20 у 2003–2005 рр.

За маловодної весни (2007 р.) реєстрували незначний (по 1–2 види) розвиток евгленових, золотистих водоростей, кокколітофорід і ціанобактерій. Кількість цих таксонів у багатоводні періоди була помітно більшою. Решта видів була представлена кріптофітовими, діктіохофітовими та краспідомонадовими водоростями, при цьому у маловодний рік весною розвивалися тільки кріптофітові — *Leucocryptos marina* (Braarud) Butcher.

Влітку багатоводних років (2003–2005 рр.) домінували дінофітові водорості (рис. 4.2.6). В той самий час у маловодний 2007 р. склад фітопланктону був більш вирівняний, і кількість видів діатомових і дінофітових водоростей була приблизно однаковою. Частка кокколітофорід і ціанобактерій в багатоводні літні сезони збільшується до 7–10 видів. Загальне число видів в літні місяці багатоводного року сягало 122, а у маловодний рік — 67.

У вересні і жовтні багатоводних років також домінували дінофітові водорості, найчастіше зустрічався гетеротрофний *Akashiwo sanguinea* (Hiras.) Hans. et Mostr. (рис. 4.2.7). Внесок діатомових був менш значним, кількість видів прімінезієвих залишалась на попередньому рівні. У маловодному вересні за кількістю видів домінували діатомові водорості, а в жовтні — дінофітові.

Незалежно від міри впливу Дунаю наприкінці року відмічається зменшення загального числа видів в фітопланктоні до 50–90 (рис. 4.2.8). Провідна роль в фітопланктоні переходить до діатомових водоростей; при цьому в маловодні роки відмічали більше видів діатомей, ніж у багатоводні. Наприклад, в листопаді 2007 р. була помічена поява діатомової водорості *Thalassiothrix mediterranea* Pav. бореального генезису, а в грудні — холодолюбивої *Thalassiosira anguste-lineata* (Schm.) Fr. et Has. аркто-бореального генезису.

Усереднені значення величин багатства й різноманіття (середні за місяць) наведені на рис. 4.2.9. Протягом багатоводного 2005 р. ці значення були досить великими, та відповідали середнім багаторічним. В поверхневому шарі прибережжя максимальна кількість видів фіто-

планктону розвивалася наприкінці червня 2005 р., при цьому індекс видового багатства перевищував 11 біт·кл<sup>-1</sup> (49 видів у пробі води). Мінімальна кількість видів (3) виявлена в період активного розмноження *Cerataulina pelagica* (Cl.) Hend. у вересні 2006 р., при цьому індекс багатства складав лише 0,7 біт·кл<sup>-1</sup>. Максимальна різноманітність планктону була зареєстрована у другій половині серпня 2005 р. (значення індексу дорівнювало 4 біт·кл<sup>-1</sup>). Мінімальне різноманіття відзначене наприкінці грудня 2006 р. (0,04 біт·кл<sup>-1</sup>) в період “цвітіння” дрібної діатомової мікроводорості *Pseudonitzschia delicatissima* (Cl.) Heid. et Kolbe. В 2006 р. була відзначена тенденція до зменшення різноманіття й багатства мікроводоростей, що не може бути пояснено лише впливом дунайських вод. В 2007 р. індекси Шеннона збільшувалися, наближаючись до середніх багаторічних значень, та індекси багатства угруповань в більшості зразків навіть перевищували середні багаторічні величини.

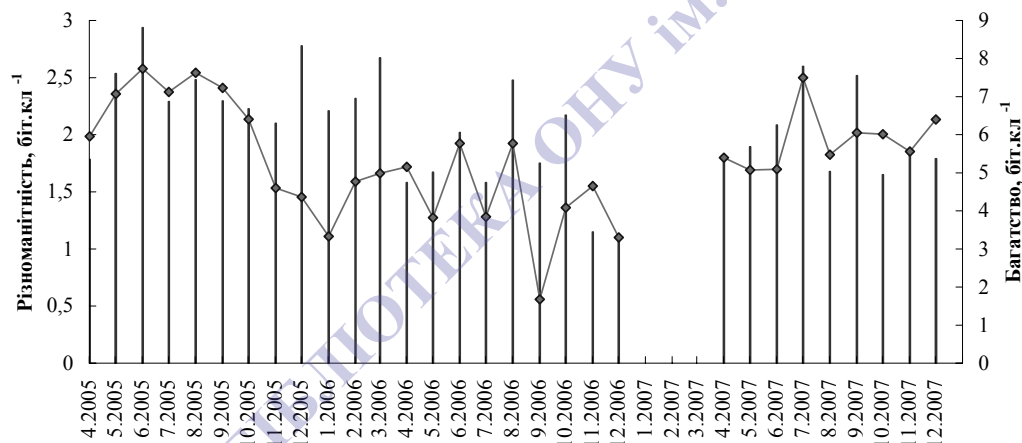


Рис. 4.2.9. Зміни різноманітності та багатства видового складу фітопланктону в 2005–2007 рр., біт·кл<sup>-1</sup>

— різноманітність (індекс Шеннона); —●—●— видове багатство (індекс Симпсона)

Аналіз вертикального розподілу мікроводоростей у водній товщі показав, що у всі періоди спостережень він був практично однорідним, тобто у придонних шарах прибережної води на глибинах до 8 м фітопланктон містить приблизно таку ж кількість видів, як і на поверхні. Тільки у випадках адвекції дунайських вод відбувалося короткочасне збільшення видового багатства й різноманіття всього угруповання біля дна.

Кількість видів та чисельність фітопланктону, що була зареєстрована в інших частинах акваторії острова (розміщення станцій представ-

лено у розділі 2 монографії), незначно відрізнялась від характеристик фітопланктону, зібраного на станції “Причал”.

Наприклад, у північній частині акваторії влітку 2004 р. кількість видів була максимальною, індекс багатства складав 11 біт·кл<sup>-1</sup>, а восени — зменшувався до 6 біт·кл<sup>-1</sup>. Зміни індексу багатства на іншій акваторії були зареєстровані влітку в інтервалі 7–9 біт·кл<sup>-1</sup>, а восени 3–7 біт·кл<sup>-1</sup>.

В прибережних водах о. Зміїного була зареєстрована присутність групи потенційно токсичних мікроводоростей у складі прибережного фітопланктону. Максимум розвитку цих видів відзначався в 2004–2005 рр. У 2007 р. кількість токсичних видів та їх чисельність зменшилась. Деякі виявлені види відділу *Cyanophyceae* і *Chlorophyceae* здатні викликати отруєння риб і черевоногих молюсків [15]. Масовий розвиток діатомових водоростей *P. delicatissima* і *P. seriata*, що неодноразово відзначали поблизу острова і на прилеглий акваторії, може викликати молюскове отруєння і ускладнювати дихання риб. Представники відділу *Dinophyceae* виділяють дінофізістоксин і окадаїнову кислоту, які створюють дію, що пригнічує діатомову флору й копеподи. Гетеротрофна дінофітова водорість *A. sanguinea* виділяє іхтіотоксини. Vegetацію *A. sanguinea* на акваторії острова спостерігали майже цілорічно з 2004 по 2006 рр. В 2007 р. цей вид зустрічався тільки в серпні–жовтні. Стабільність його розвитку й відносна безпека для острова можуть бути обумовлені його невеликою чисельністю й відносно малим розміром клітин. Критичний розвиток цього виду на деяких ділянках чорноморського прибережжя (одеське і дунайське) неодноразово відзначали наприкінці 90-х років ХХ ст. й на початку ХХІ ст. [4, 5, 7, 10, 11, 17]. У грудні 2007 р. на острівному прибережжі з’явилися інші потенційно токсичні водорісті: *Alexandrium ostenfeldii* (Paul.) Balech et Tangen, та дрібна золотиста водорість *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lager. (обсяг клітин до 70 мкм<sup>3</sup>), які небезпечні для личинок риб і можуть викликати діаретичне отруєння в людини [15]. Vegetація останнього спостерігалась влітку й на початку осені 2004 р., навесні і влітку 2005 і 2006 рр. Розвиток *P. pouchetii* мав “вибуховий” характер з короткими двотижневими перервами, викликаними, імовірно, гідродинамічними характеристиками прибережжя.

Число видів мікроводоростей значно зменшується на акваторії, віддаленій від острова на 300–800 м (за даними 2003 р., табл. 4.2.2). Простежувався так званий “острівний” ефект розподілу гідробіонтів. Для інших прибережних районів північно-західного шельфу Чорного

моря, наприклад, дністровського або одеського, звичайно вказують меншу кількість видів, ніж ми реєстрували на акваторії острова [4, 7, 10, 17, 18].

Сезонні зміни різноманіття фітопланктону відповідають сукцесійним змінам, котрі відбуваються в угрупованнях [2]. Саме тому максимальні значення індексів видового складу характеризують “молодість” сукцесійних комплексів і при нормальному розвитку фітопланктону супроводжуються великими величинами сумарної чисельності і біомаси мікроводоростей. Мінімальні значення цих індексів зв’язані, найчастіше, зі “старінням” планктону і закінченням певних етапів розвитку сезонної сукцесії. Циклічність сезонних змін індексів багатства й різноманіття відображають рівноважний стан автотрофної ланки (фітопланктону) прибережної біоти острова.

Результати аналізу оброблених зразків дозволили нам також отримати загальні характеристики фітопланктонного угруповання прибережних вод о. Зміїного і оцінити його стан. Звісно, що характеристики угруповань мікроводоростей — чисельність і біомаса — в умовах змін абіотичної бази можуть бути використані при оцінці екосистеми біоіндикаційним методом [1].

Освітленість і температура води, а також забезпеченість мікроводоростей біогенними речовинами є основними чинниками, які лімітують фотосинтез і визначають не тільки чисельність та біомасу планктону, а також і сукцесійні зміни у фітоценозі. Для поверхневих шарів прибережної акваторії о. Зміїного нами були розраховані величини забезпеченості водоростей розчиненими у воді біогенами (забезпеченість вказана в мкг  $10^{-3}$  клітин фітопланктону (рис. 4.2.10)). Мала забезпеченість мінеральним фосфором навесні спостерігається при активному розмноженні дрібноклітинного фітопланктону (весняне “цвітіння” води). Збільшення забезпеченості влітку і восени викликано зниженням загального споживання фосфатів, в цей період відбувається переважний розвиток великоклітинного діатомового й гетеротрофного дінофітового фітопланктону. Забезпеченість клітин водоростей азотом має аналогічну сезонну мінливість (рис. 4.2.10, **Б**). Відмічена тенденція до “вичерпання” фітопланктоном азотних сполук в маловодний рік (2007 р.). Сумарна чисельність прибережного фітопланктону змінювалася на поверхні в інтервалі від  $13 \text{ кл} \cdot 10^6 \text{ м}^{-3}$  до  $36500 \text{ кл} \cdot 10^6 \text{ м}^{-3}$  (рис. 4.2.3). Інтервал змін чисельності в придонних шарах був подібним — від  $10 \text{ кл} \cdot 10^6 \text{ м}^{-3}$  до  $23000 \text{ кл} \cdot 10^6 \text{ м}^{-3}$ . У змінах величин сумарної чисельності фітопланктону простежується чітка сезонна циклічність.

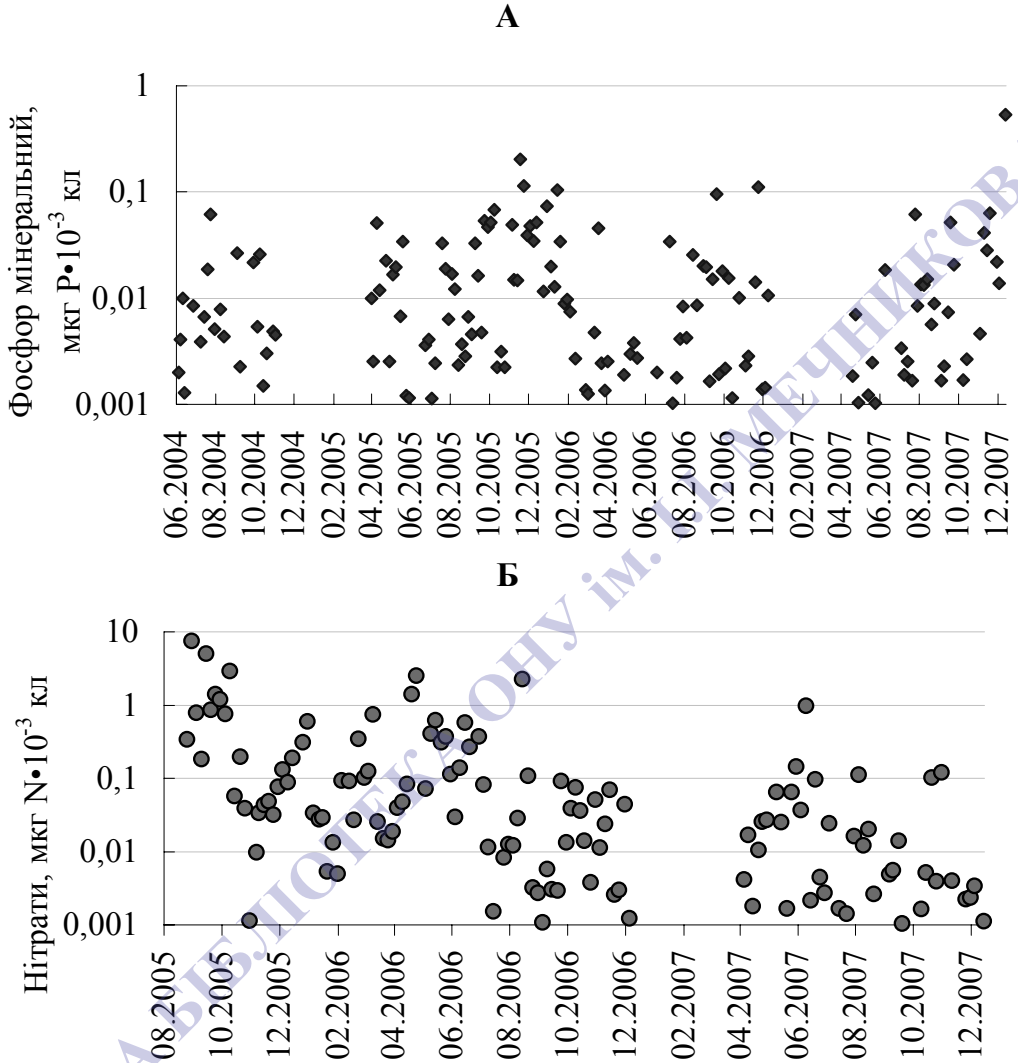


Рис. 4.2.10. Забезпеченість водоростей біогенними речовинами

А — фосфором мінеральним, мкг  $P \cdot 10^{-3}$  клітин; Б — нітратами, мкг  $N \cdot 10^{-3}$  клітин

У цей час домінувала дінофітова водорість *A. sanguinea*, біомаса якої сягала  $60 \text{ г м}^{-3}$  (рис. 4.2.11). Максимальні значення біомаси діатомового планктону ( $30 \text{ г м}^{-3}$ ) були зареєстровані наприкінці жовтня 2007 р.

Основний внесок у формування великих значень біомаси мали діатомові та дінофітові мікрowodорості, для яких відмічено три сезонних максимуми розвитку. В період спостережень 2003 р. величини сумарної біомаси прибережного фітопланктону були меншими, ніж у 2004—2007 рр., і склали влітку  $6 \text{ г м}^{-3}$  під час домінування комплексу крупних

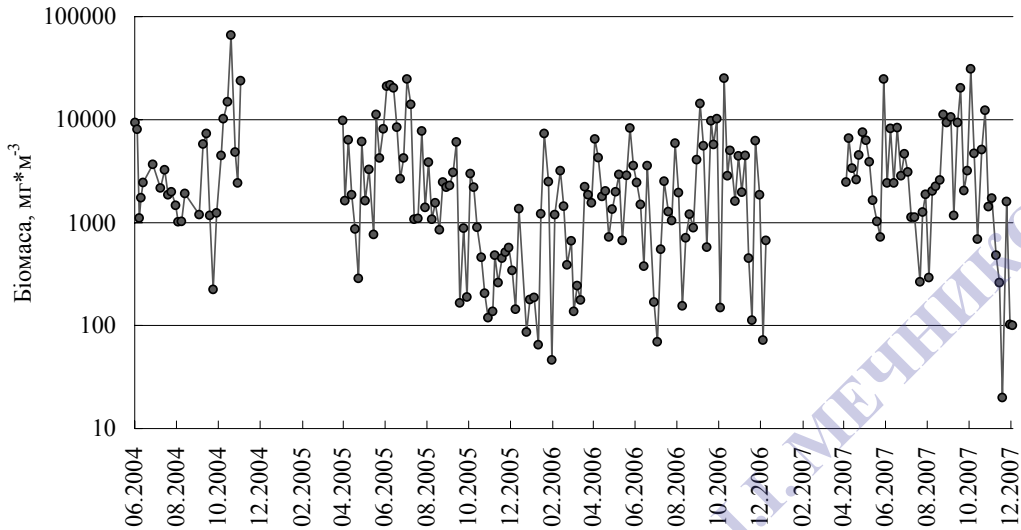


Рис. 4.2.11. Сумарні величини біомаси фітопланктону на поверхні прибережних вод острова в 2004–2007 рр.

дінофітових водоростей. В листопаді 2004 р. максимальні значення біомаси дінофітового фітопланктону були зареєстровані на рівні  $65 \text{ г м}^{-3}$ .

На протязі п'ятирічного періоду спостережень мінімальна біомаса фітопланктону відмічалася на початку грудня 2007 р. та складала лише  $20 \text{ мг м}^{-3}$ . Короточасне зменшення біомаси мікрроводоростей влітку 2006 та 2007 рр. було пов'язане з підходом холодних мас води з відкритої частини моря [5]. В 2006 р. простежується тенденція до “стабілізації” рівня біомаси водоростей після багатоговодного періоду 2005 р.

В квітні 2005 р. початок спостережень співпав з закінченням весняного “цвітіння” планктону, яке в цих широтах проходить з березня по травень. Перший літній максимум розвитку фітопланктону зазвичай спостерігали в червні: максимальні значення багатства та різноманіття угруповань було пов'язане зі зростанням загальної біомаси. Другий короткий літній максимум мав місце в серпні, або ж спостерігалася його об'єднання з початком осіннього “цвітіння” води. Влітку відсутність збігу максимумів багатства видів та біомаси, пілкоподібний характер їх змін свідчать про нестабільність угруповання фітопланктону, викликану різким охолодженням й/або розпрісненням водних мас на прибережній акваторії острова. Осінньо-зимовий максимум розвитку фітопланктону (з кінця жовтня до листопада) характеризується не тільки різноманітністю і багатством видового складу, але і значними величинами біомаси

кліток мікрободоростей в умовах достатньої забезпеченості біогенними речовинами. Активний фотосинтез клітин фітопланктону у час сезонних максимумів обумовлює високий рівень вмісту у воді фотосинтетичних пігментів (хлорофілу “а” та ін., див. розділ 4.3).

У придонному шарі максимальна загальна біомаса була зареєстрована наприкінці червня 2005 р. — понад  $28 \text{ г м}^{-3}$  під час домінування великої діатомеї *Pseudosolenia calcar avis* (Schul.) Sunst. (рис. 4.2.12), а вуглецева біомаса в цей момент становила  $1,4 \text{ г м}^{-3}$ . Мінімальні значення біомаси водоростей спостерігали зазвичай взимку за мінімального річкового стоку та активного перемішування в усьому стовпі води від поверхні до дна, що зменшувало швидкість фотосинтезу всієї планктонної альгофлори.

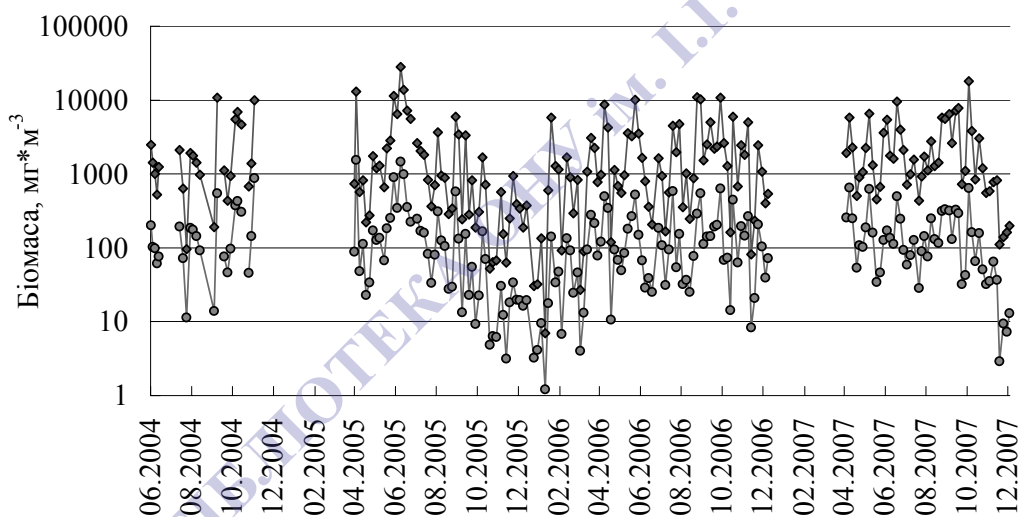


Рис. 4.2.12. Сумарні величини біомаси фітопланктону в придонних шарах води в 2004–2007 рр.

—◇—◇—◇— Сиріа біомаса,  $\text{мг м}^{-3}$ , —○—○—○— Вуглецева біомаса,  $\text{мг С м}^{-3}$

Внесок у загальну та вуглецеву біомасу асамблей зелених, евгленових водоростей та ціанобактерій був незначним. Зазвичай наприкінці літа — на початку осені спостерігали короткочасний масовий розвиток дрібних кокколитофорід (з домінуванням *E. huxleyi*). Максимальні значення чисельності та біомаси ціанобактерій відмічали лише у вересні 2003 р. на відкритих морських ділянках, прилеглих до острова, де позначився значний вплив річкового гідрофронт. Сучасні величини біомаси мікрободоростей не перевищують даних, отриманих в цьому районі наприкінці 90-х років ХХ ст. в період евтрофікації [7, 11, 17].



### 4.2.3. Висновки

- Видовий склад фітопланктонного угруповання в районі о. Зміїного у 2003–2007 рр. був значно багатшим у порівнянні з іншими прибережними районами північно-західної частини Чорного моря. В період спостережень (2003–2007 рр.) у фітопланктоні прибережних вод о. Зміїного було зареєстровано більш 300 видів мікроводоростей. Найбільшою кількістю видів були представлені відділи діатомових і дінофітових водоростей: *Bacillariophyceae* (33 % від загального числа видів), *Dinophyceae* (26 %). Достатньо численними були зелені, ціанобактерії і хризофітові водорості: *Chlorophyceae* (19 %), *Cyanophyceae* (8 %), *Chrysophyceae* (6 %). Інші 8 % видів належали нечисленним відділам *Euglenophyceae*, *Cryptophyceae*, *Dictyochophyceae*, *Craspedophyceae*, *Prymnesiophyceae*, *Ebriophyceae*.

- Для поверхневих шарів прибережжя о. Зміїного були зафіксовані значні коливання величин видового багатства фітопланктону (індекс Симпсона) від 11 біт·кл<sup>-1</sup> (червень 2005 р.) до 0,7 біт·кл<sup>-1</sup> (вересень 2006 р.). Ще вища різниця спостерігалася в різноманітності угруповань (індекс Шеннона) — від 4 біт·кл<sup>-1</sup> (серпень 2005 р.) до — 0,04 біт·кл<sup>-1</sup> (грудень 2006 р.).

- Для о. Зміїного спостерігається “острівний ефект”, пов’язаний з підвищенням видової різноманітності угруповань фітопланктону. На віддаленні 300–800 м від берега видовий склад знижується в середньому на два десятки видів планктонних водоростей (з 40 до 60).

- Виявлено, що у багатоводні роки у весінньо-літній період кількість видів фітопланктону в середньому в 2 рази вище в порівнянні з мало-водними роками. У осінньо-зимовий період ця відмінність менш значуща (лише 1,3 рази).

- Основний внесок у формування великих значень біомаси мали діатомові та дінофітові мікроводорості. Максимальні значення біомаси, зареєстровані для діатомового та дінофітового фітопланктону в прибережній акваторії о. Зміїного, склали відповідно 65 г · м<sup>-3</sup> і 30 г · м<sup>-3</sup>. Сучасні величини біомаси мікроводоростей не перевищують даних, отриманих в цьому районі наприкінці 90-х років ХХ ст. в період евтрофікації.

- Сезонні та сукцесійні зміни загальних характеристик фітопланктону відповідають відомим змінам фітопланктону північно-західного шельфу Чорного моря. Впродовж п’ятирічного періоду спостережень не було виявлено аномалій в його розвитку.

### 4.3. ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ

Вміст фотосинтетичних пігментів в морській воді є одним із важливіших індикаторів екологічного стану водних екосистем, тому що служить мірою потенційної продуктивності водного об'єкту. Хлорофіл "а" є показником рівня розвитку фітопланктону та дозволяє експресно оцінити просторове розповсюдження біомаси фітопланктону і простежити за її змінами в часі. В Чорному морі перші спостереження концентрацій хлорофілу "а" було виконано в 1960-х рр., і вони характеризувалися епізодичними визначеннями в Севастопольській бухті та деяких відкритих районах моря [6, 21]. В 1970-х рр. починаються більш планомірні вимірювання, що охоплювали північно-східну і західну частини моря [3, 4,]. З 1980-х рр. розпочинаються більш детальні дослідження хлорофілу на великій акваторії в різні сезони року [1, 5, 13, 15]. Всі перелічені дослідження, які охоплювали піврічний цикл (з квітня по листопад), виявили осінній максимум і літній мінімум у розвитку фітопланктону. Крім того, відмічено стабільність вмісту хлорофілу в однакові сезони року протягом декількох років. До 1986 р. не проводилося вимірювань хлорофілу в зимовий період, що не дозволяло простежити його сезонну динаміку. В середині 1980-х рр. у західній частині моря виконано визначення хлорофілу в зимовий і ранньовесняний період [22, 23,].

Питання про сезонну динаміку хлорофілу пов'язано з проблемою біологічної активності фітопланктону, яка обумовлює статус продуктивності вод Чорного моря. В питанні про встановлення статусу Чорного моря за продуктивністю його вод велике значення має внесок різних областей, серед яких особливе положення займає ПЗЧМ. За рахунок стоку річок Дніпра, Дністра, Південного Бугу і, особливо, Дунаю відбувається постійний приток біогенних елементів, що стимулюють розвиток фітопланктону. Однак відомості про розподіл та динаміку хлорофілу в пригирлових районах північно-західної частини моря до кінця минулого століття були дуже обмеженими [9, 16, 14, 24].

Систематичні спостереження за динамікою хлорофілу в придунайському районі моря були розпочаті нами у 2003 р. [10]. Дослідження 2003–2007 рр. вперше дозволили нам простежити повний цикл сезонних та міжрічних змін величин концентрацій хлорофілу "а", а також його просторовий розподіл на морській ділянці від устя Дунаю до о. Зміїного. В рамках програми інтегрованого екологічного моніторингу, який виконується співробітниками науково-дослідної станції

“Острів Зміїний” Регіонального центру інтегрованого моніторингу і екологічних досліджень ОНУ ім. І. І. Мечникова [20], спостереження за вмістом хлорофілу “а” в прибережних водах в комплексі з гідрохімічними і гідробіологічними спостереженнями дають змогу оцінити якість морського середовища і вплив на морську екосистему річкового стоку та інших абіотичних параметрів.

Метою роботи було вивчення просторового розподілу, річної та багаторічної динаміки концентрації хлорофілу “а” в морських водах біля о. Зміїного, а також на узмор’ї р. Дунаю для оцінки можливих змін якості морського середовища та інтенсивності первинного продукування органічної речовини у водах досліджуваної акваторії.

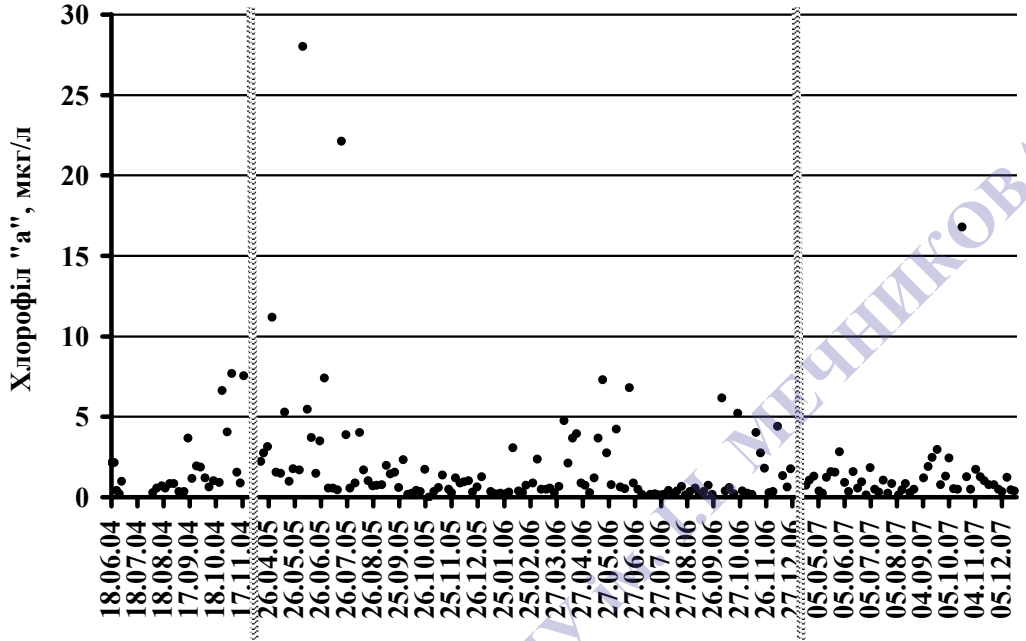
#### **4.3.1. Матеріали та методи досліджень**

Дослідження фотосинтетичних пігментів, які проводились в 2003 – 2007 рр., передбачали короткострокові зйомки на полігонах та постійні спостереження на стаціонарній точці — станції “Причал” (див. розділ 2 монографії). У 2003 р. наші дослідження проводились протягом чотирьох експедицій, які проходили в травні, червні — липні, серпні та вересні на дослідницькому судні “Циклон”. Районом робіт була акваторія від узмор’я р. Дунаю до о. Зміїного. З 2004 р. по 2007 р. спостереження за вмістом фотосинтетичних пігментів проводились систематично, з інтервалом 5 діб, на стаціонарній станції “Причал” (о. Зміїний). Попередня обробка зразків проводилась в лабораторії науково-дослідної станції “Острів Зміїний”. Протягом п’яти років було відібрано і проаналізовано 670 зразків та проведено 2680 вимірювань концентрації хлорофілів “а”, “b”, “с” та феофітину в поверхневих, придонних водах та в шарі термоклину.

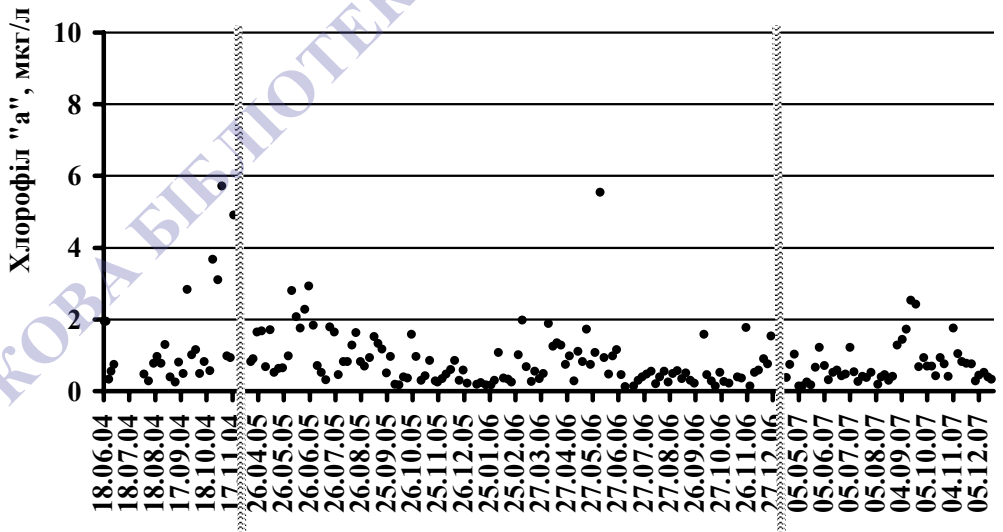
Визначення хлорофілу “а” проводилось стандартним спектрофотометричним методом [17] з використанням спектрофотометра моделі JENWEY. Паралельно з визначенням хлорофілу проводилось визначення вмісту фосфатів в зразках води у відповідності з методикою [18].

#### **4.3.2. Результати та їх обговорення**

Протягом всього періоду досліджень (2003–2007 рр.) діапазон коливань концентрації хлорофілу “а” в поверхневому десятиметровому шарі вод навколо о. Зміїного складав 0,13–28,04 мкг/л, хлорофілу “b” 0,11–14,09 мкг/л, хлорофілу “с” — 0–4,13 мкг/л та феофітину — 0,03–17,14 мкг/л (рис. 4.3.1–4.3.4). При цьому коливання всіх фото-

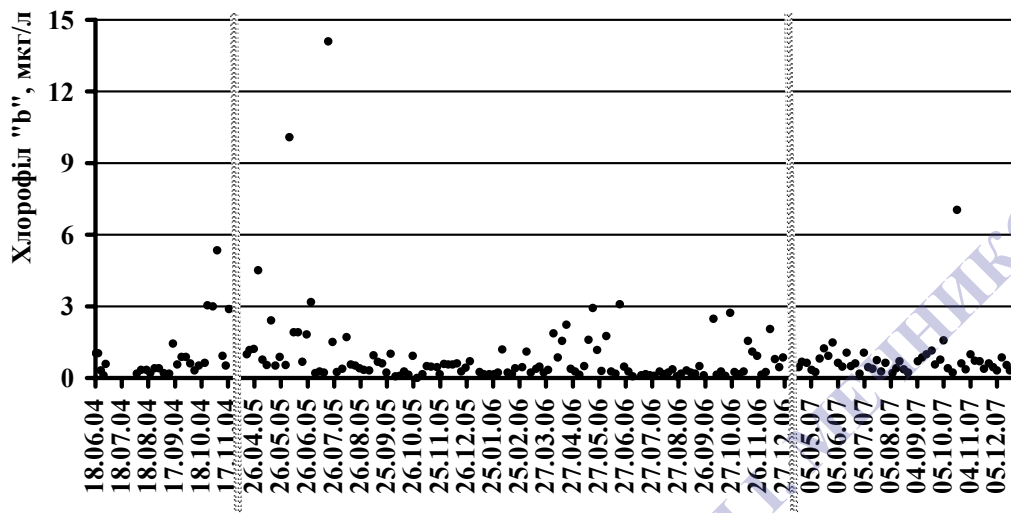


(I)

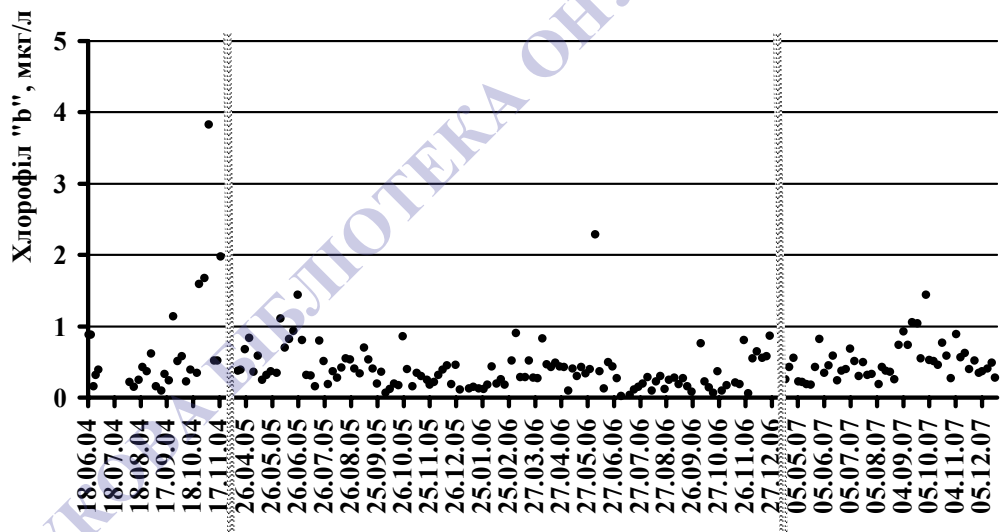


(II)

Рис.4.3.1. Концентрація хлорофілу "а" в поверхневих (I) та придонних (II) водах моря біля о. Зміїного у 2004–2007 рр.

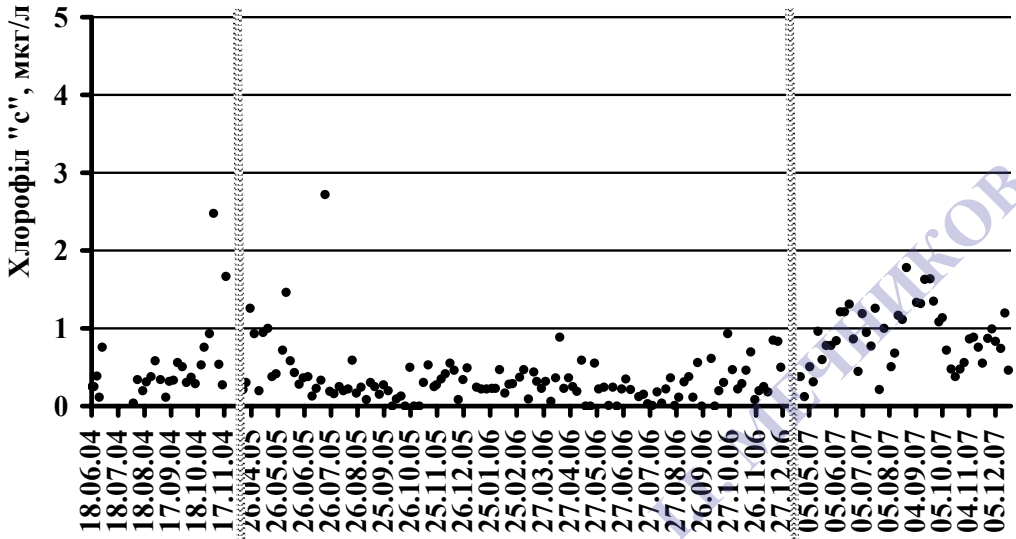


(I)

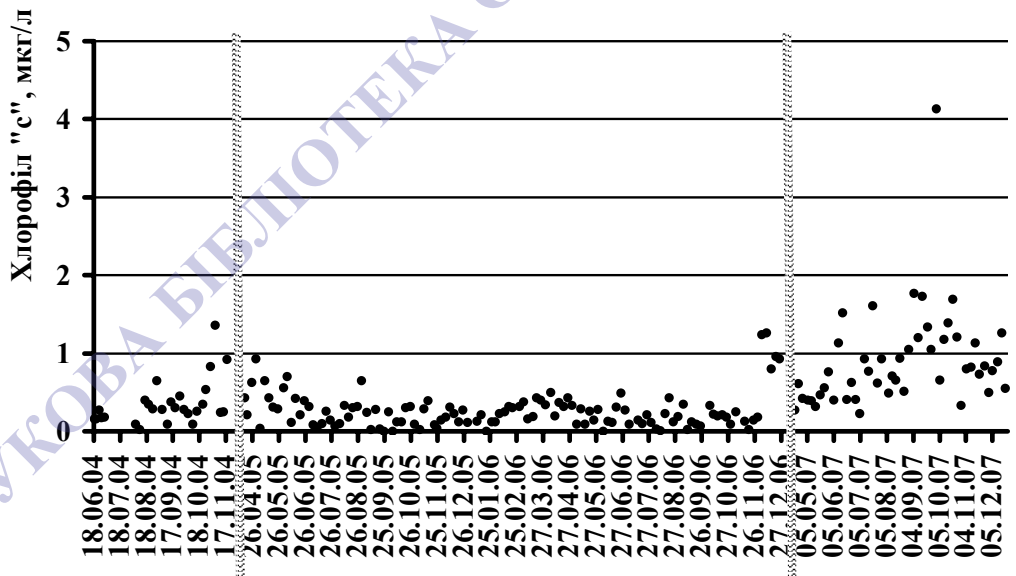


(II)

Рис.4.3.2. Концентрація хлорофілу "b" в поверхневих (I) та придонних (II) водах моря біля о. Зміїного у 2004–2007 рр.

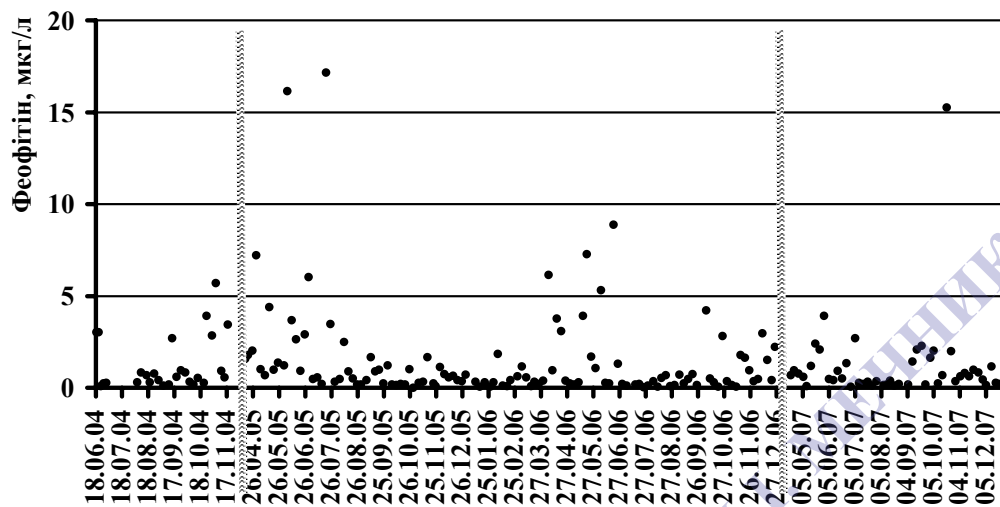


(I)

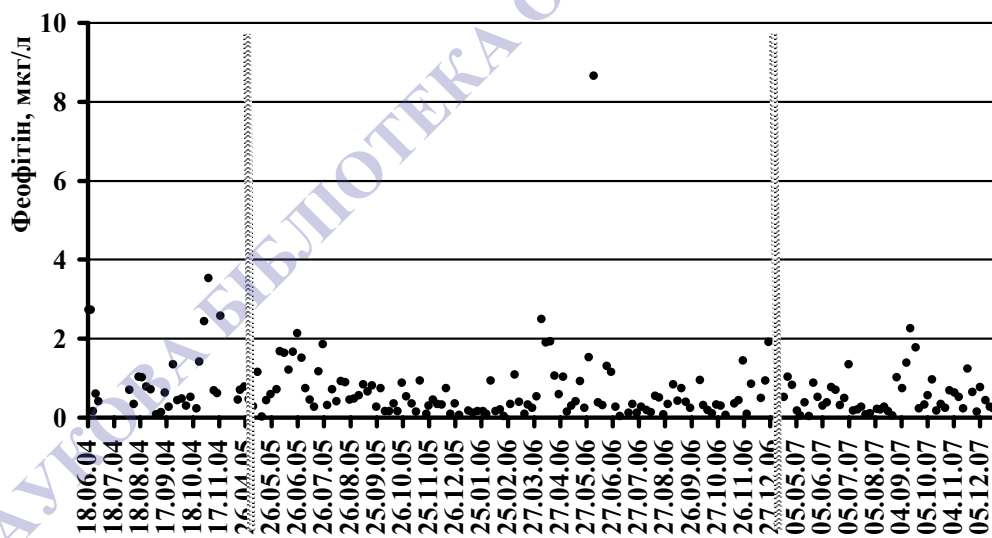


(II)

Рис.4.3.3. Концентрація хлорофілу "с" в поверхневих (I) та придонних (II) водах моря біля о. Зміного у 2004 – 2007 рр.



(I)



(II)

Рис.4.3.4. Концентрація феофітину в поверхневих (I) та придонних (II) водах моря біля о. Зміїного у 2004–2007 рр.

синтетичних пігментів відбувалися синхронно, що підтверджується коефіцієнтами кореляції, значення яких складали від 0,78 до 0,98. Детальний аналіз сезонних та просторових змін пігментів в акваторії проводився за основним фотосинтетичним пігментом мікрободоростей — хлорофілом “а”.

Амплітуда коливань концентрацій хлорофілу “а” в поверхневому шарі вод була в 5 разів більше, ніж на глибині 8 м, що у середньому дало перевищення його вмісту на поверхні у порівнянні з придонним шаром у два рази (табл. 4.3.1). Цей факт вказує на значне зниження фотосинтетичної активності фітопланктону на глибині 8 м. Підвищені концентрації хлорофілу “а” в поверхневому шарі вод біля о. Зміїного переважно визначаються стимулюючим впливом біогенного стоку р. Дунаю на продукційні процеси.

Таблиця 4.3.1

**Сезонні зміни граничних та середніх значень вмісту хлорофілу “а” (мкг/л) в поверхневих та придонних водах Чорного моря біля о. Зміїного в 2004–2007 рр.**

Місяць	Поверхневий шар		Придонний шар	
	Граничні	Середні	Граничні	Середні
Січень	0,20–0,34	0,26	0,17–0,30	0,21
Лютий	0,28–3,06	1,07	0,25–1,07	0,61
Березень	0,27–2,36	0,84	0,27–1,98	0,72
Квітень	0,74–11,20	2,85	0,38–1,88	1,08
Травень	0,28–7,29	2,06	0,15–1,72	0,75
Червень	0,13–28,03	2,88	0,30–5,55	1,27
Липень	0,13–22,13	1,89	0,13–1,79	0,59
Серпень	0,14–4,02	0,77	0,19–1,63	0,68
Вересень	0,16–3,77	1,32	0,22–2,84	1,05
Жовтень	0,19–16,80	2,28	0,07–3,68	0,87
Листопад	0,15–12,02	2,33	0,14–5,72	1,29
Грудень	0,30–4,40	0,99	0,22–1,53	0,61

Незважаючи на великий діапазон змін значень досліджуваного показника, сезонні коливання середньомісячних концентрацій хлорофілу “а” просліджувалися достатньо чітко, що відображалось в змінах їх значень в 3–10 разів.

Сезонна динаміка вмісту фотосинтетичних пігментів фітопланктону характеризувалася наявністю чітко виражених максимумів в квітні — червні та жовтні — листопаді (рис. 4.3.1). При цьому кожного року фіксувалося різке зниження концентрацій хлорофілу “а” в серпні. Треба відмітити, що гідрометеорологічні особливості різних років викликали



відхилювання термінів весняно-літнього та осіннього максимумів на місяць. Так, теплий листопад 2004 р. (температура води 14,5°C) сприяв зміщенню максимуму концентрації хлорофілу “а” на кінець осені, тоді як в інші роки осінній максимум спостерігався в жовтні. Разом з тим найбільш високі значення концентрації хлорофілу “а” реєструвалися в весняно-літній сезон. Максимальне значення середньомісячної концентрації хлорофілу “а” (2,85 мкг/л) спостерігалось в квітні (табл. 4.3.1), коли зазвичай проходить весняна повінь на р. Дунаї. Така середньомісячна концентрація є характерною також і для червня, однак в цей період був зафіксований абсолютний максимум концентрації, що складає 28,03 мкг/л (червень 2006 р.)

Осереднені дані спостережень за 2004–2007 рр. (рис. 4.3.5) показали чітку двохвершинну сезонну динаміку хлорофілу, яка за даними Г. П. Берсеневої [2] була характерною для східної та західної частин Чорного моря в вісімдесяти роки минулого століття. В цей період динаміка хлорофілу прибережних районів північно-західної частини моря відрізнялася високими показниками в весняно-літній період та відсутністю літнього мінімуму. За нашими спостереженнями останніх років, сезонна динаміка хлорофілу біля узбережжя о. Зміїного має риси, що є притаманними мезо-евтрофним морським водам. Більшу частину року вміст хлорофілу “а” відповідає рівню евтрофних вод, але взимку та в період літнього мінімуму він знижується до концентрацій, що є характерними для мезотрофних морських вод.

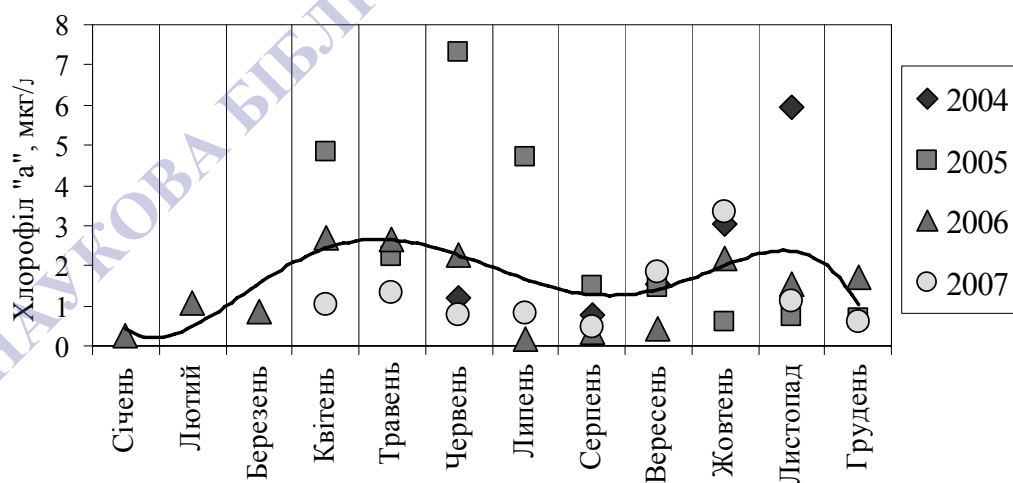


Рис. 4.3.5. Сезонна динаміка хлорофілу “а” в поверхневих водах моря біля о. Зміїного в 2004–2007 рр.

Аналіз міжрічних змін вмісту хлорофілу “а” в вегетаційний період років, що досліджувалися, показав, що найбільш високі концентрації хлорофілу “а” були зареєстровані в 2004–2005 рр., що, вірогідно, пов’язано з більш інтенсивним в ці роки водним стоком р. Дунаю, за рахунок якого стався активний приток біогенних елементів в прилеглий район Чорного моря, що спровокувало більш інтенсивний розвиток фітопланктонного угруповання в цілому (див. розділ 4.2).

В наступні роки (2006–2007) середні значення вмісту хлорофілу “а” знизилися в 1,8–2,2 рази (табл. 4.3.2). Ця тенденція була характерною як для поверхневих, так і для придонних вод. Середня концентрація хлорофілу “а” в 2007 р. була близькою до результатів 2003 р. Однак необхідно враховувати, що в дослідженнях 2003 р. були охоплені короткі інтервали часу, протягом яких виконувалися експедиції, у зв’язку з чим могли бути пропущені весняний та осінній піки концентрацій хлорофілу “а”.

Таблиця 4.3.2

**Граничні та середні значення концентрації хлорофілу “а” (мкг/л) в фітопланктоні північно-західної частини Чорного моря біля о. Зміїного в вегетаційний період 2003–2007 рр.**

Період спостережень	Поверхневий шар		Придонний шар	
	Граничні	Середні	Граничні	Середні
V–IX 2003 р.	0,28–7,75	1,25	0,25–1,26	0,76
VI–XI 2004 р.	0,22–12,02	2,41	0,26–5,72	1,48
IV–XI 2005 р.	0,19–28,03	2,90	0,18–2,93	1,03
IV–XI 2006 р.	0,13–7,29	1,53	0,13–5,55	0,75
IV–XI 2007 р.	0,13–16,80	1,33	0,15–1,44	0,78

Одним з важливих результатів експедиційних досліджень 2003 р. було детальне просторове вивчення розподілу концентрацій хлорофілу “а” в морській акваторії від устя Дунаю до о. Зміїного.

Середні значення концентрацій хлорофілу “а” на узмор’ї р. Дунаю були в 2–3 рази вище, ніж в верхньому десятиметровому шарі вод біля о. Зміїного (табл. 4.3.3).

Більш детальний розподіл хлорофілу “а” в поверхневих водах акваторії, що розташована на захід від о. Зміїного, представлений на рис. 4.3.6, який відображає ситуацію, що склалася в серпні 2003 р., але принципово є типовою також і для інших сезонів року.

Наприкінці літа умовна границя між мезо- та евтрофними водами (1,0 мкг/л хлорофілу “а”) [8] проходила приблизно в районі 30° с. д., де

Таблиця 4.3.3

**Граничні та середні значення концентрацій хлорофілу “а” на узмор’ї р. Дунаю та біля о. Зміїного в 2003 р.**

Місяць	Узмор’я р. Дунаю		Акваторія біля о. Зміїного	
	Граничні	Середні	Граничні	Середні
Травень	0,91–2,67	1,95	0,28–1,68	0,86
Червень–липень	1,80–9,34	4,70	0,78–7,75	2,22
Серпень	1,95–5,34	3,46	0,41–1,91	0,65
Вересень	8,72	–	0,42–0,87	0,70

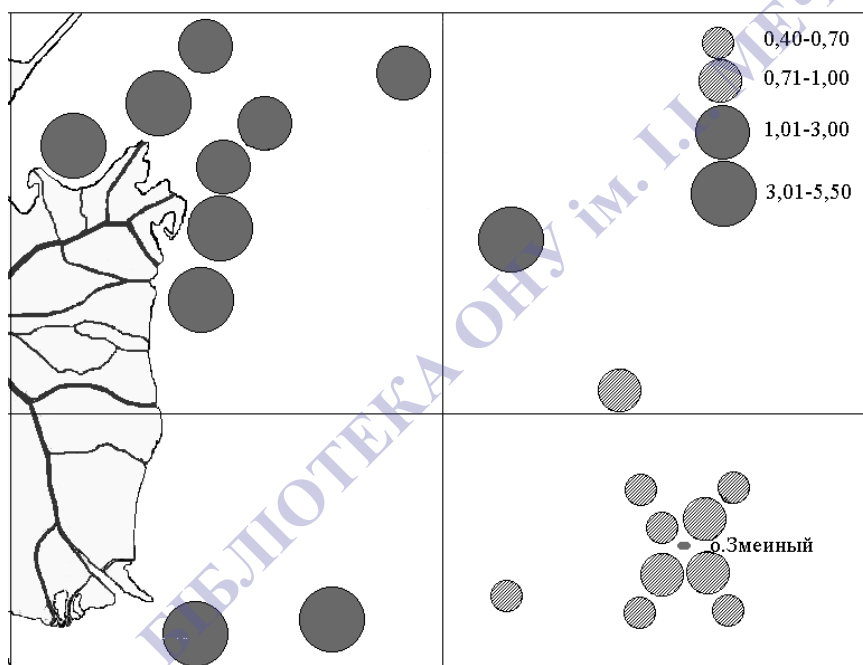


Рис. 4.3.6.. Розподіл концентрації хлорофілу “а” (мкг/л) в поверхневих водах придунайського району моря в серпні 2003 р.

вплив річкових вод від Дунаю значно знижувався. Зменшення концентрації хлорофілу “а” в східному напрямі від устя Дунаю наочно демонструє вплив річкового витоку на гідробіологічний режим дослідженої акваторії.

Дослідження просторового розподілу хлорофілу “а” в районі о. Зміїного, де глибини досягали 30–37 м, включали також і порівняння його вмісту на поверхневому і придонному горизонтах. В період з травня по вересень встановлено два типи вертикального розподілу концентрацій хлорофілу

“а”. В травні, серпні та вересні максимум концентрацій фотосинтетичних пігментів знаходився у поверхневому шарі і знижувався до дна. Такий розподіл фітопігментів є типовим для морських акваторій з невеликими глибинами та інтенсивним береговим витоком [2]. Поряд з тим, в червні–липні спостерігався інший тип розподілу, при якому максимальні концентрації хлорофілу були виявлені на глибині 6 м, де вміст пігментів виявився в 2 рази вищим, ніж на поверхні [10]. В цей період, безперечно, вирішальним фактором в розподілі хлорофілу виявилася стратифікація вод, тому максимальна для стовбура води концентрація хлорофілу локалізувалася в шарі стрибка щільності та температури.

Ретроспективні дані по вмісту хлорофілу “а” в районі о. Зміїного дозволяють порівняти сучасні матеріали з результатами досліджень 1980-х та початку 1990-х рр., коли на північно-західному шельфі зростання евтрофікації провокувало надзвичайно високий рівень розвитку фітопланктону [19]. Середньо-багаторічна концентрація хлорофілу “а” для району безпосереднього розташування о. Зміїного, що розрахована за матеріалами банку даних морського гідрофізичного інституту за 1980–1995 рр., на горизонті 0 м склала 4,52 мкг/л, а середньоквадратичне відхилення річного перебігу — 4,4 мкг/л [14]. За нашими даними [10–12], середня концентрація хлорофілу “а” у вегетаційний період 2003–2007 рр. змінювалася від 1,25 до 2,90 мкг/л, що в 1,5–3,5 рази менше, ніж в вісімдесяти роки та в першій половині дев’яностих.

Ці зміни вірогідніше за все пов’язані з тим, що значно знизилася концентрація мінерального фосфору. Ще в 1997 р. було зафіксовано зниження надходження фосфатів в море з річковим витоком, внаслідок чого їх концентрація на узмор’ї стала в 3–4 рази нижче тої, що спостерігалася раніше в 1970-ті — 1990-ті рр. [7]. Цілком закономірно, що зі зниженням біогенного навантаження на узмор’ї Дунаю також значно знизився вміст хлорофілу “а” (рис. 4.3.7).

Аналіз статистичних зв’язків вмісту фосфатів та хлорофілу “а” в поверхневих водах моря біля берегів о. Зміїного в 2005–2006 рр. підтвердив наявність залежності між концентрацією хлорофілу “а” та вмістом фосфатів. Регресійний аналіз цієї залежності, що був проведений для груп даних, осереднених в інтервалах концентрацій фосфатів, показав, що вона апроксимується лінійною функцією (рис. 4.3.8). В числовій формі залежність концентрацій хлорофілу “а” ( $y$ ) від фосфатів ( $x$ ) виражається рівнянням, коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) якого склав 0,87:

$$Y=110,85x+0,8138.$$

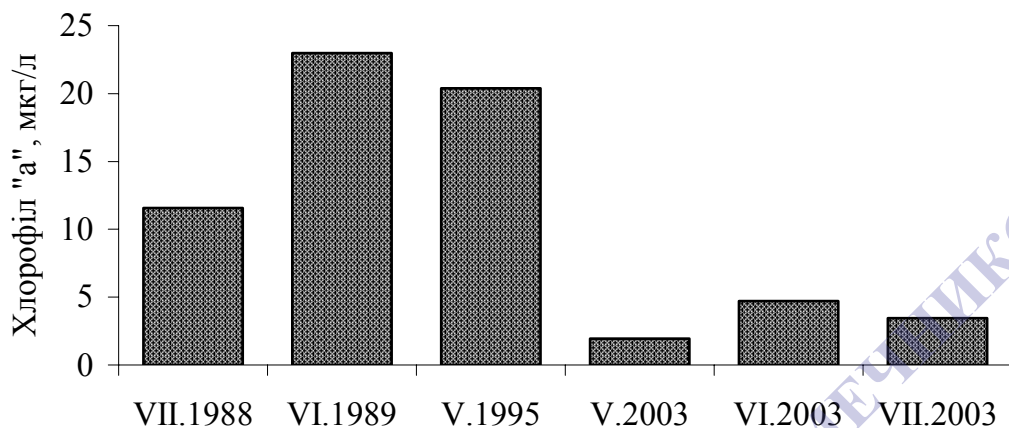


Рис. 4.3.7. Середні значення концентрацій хлорофілу "а" в поверхневих водах придунайського району моря в різні сезони 1988–2003 рр.

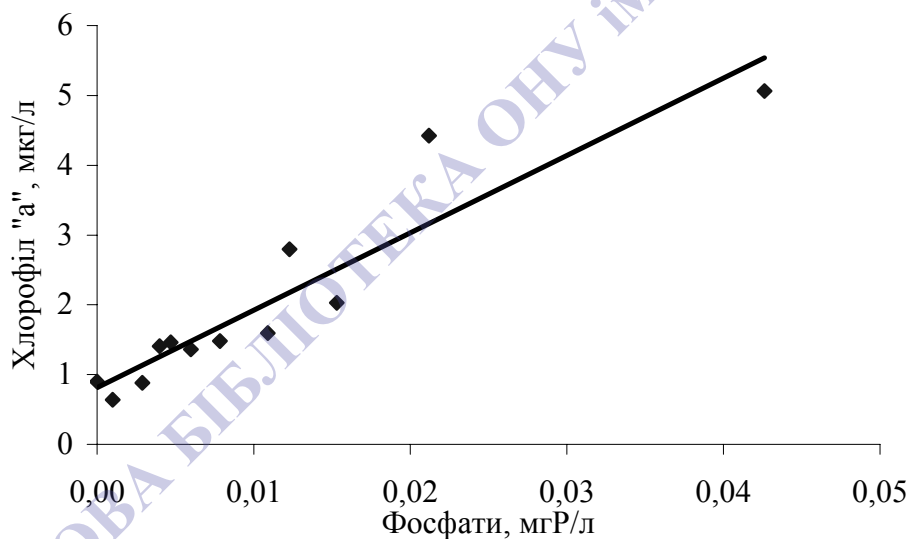


Рис. 4.3.8. Залежність вмісту хлорофілу "а" від концентрації фосфатів в поверхневих водах моря біля берегів о. Зміїного

Згідно з графічним зображенням отриманої залежності навіть при дуже низьких концентраціях фосфатів вміст хлорофілу "а" в поверхневих водах моря може досягати 1,0 мкг/л, що є межею між мезотрофними та евтрофними морськими водами. Зростання концентрацій фосфату на 0,01 мгР/л викликає зростання вмісту хлорофілу на 1,1 мкг/л. Відповідно зі зниженням концентрацій фосфатів слід очікувати зменшення вмісту хлорофілу.

На закінчення слід зазначити наступне. Коливання концентрацій біогенних елементів в районі о. Зміїного в основному пов'язані з впливом витоку Дунаю. Кількісні зміни концентрації фосфатів [7] в районі о. Зміїного знайшли відображення в динаміці хлорофілу "а". В даний час вміст хлорофілу "а" в прилеглому до о. Зміїного районі Чорного моря став в 1,5–3,5 рази нижчим, ніж в 1980–1995 рр. Встановлена двохвершинна сезонна динаміка показує, що в період весняно-літнього та осіннього максимумів концентрація хлорофілу відповідає евтрофним водам, а в період літнього та зимового мінімумів — мезотрофним морським водам. Вказані закономірності сезонних змін були характерні для північно-західної частини моря до початку інтенсивної евтрофікації.

#### 4.4. ВОДРОСТІ-МАКРОФІТИ

У 20-му столітті деякі дані щодо флори острова були відомі з робіт румунських дослідників [14–16]. Першою спеціальною публікацією про водорості-макрофіти прибережних вод острова була робота Г. О. Соляника [9]. Зокрема, автор вказував на зростання біля узбережжя острова 9 видів макроскопічних водоростей (*Ceramium rubrum auctorum*, *Callithamnion corymbosum*, *Cystoseira barbata* var. *barbata*, *Phyllophora truncata*, *Bangia atropurpurea*, *Urospora penicilliformis*, *Ectocarpus siliculosus*, *Lithophyllum cystoseirae*, *Ulothrix* sp.). Найбільш масовими серед них були *C. barbata* var. *barbata* і *P. truncata*.

У 90-х рр. 20-го століття дослідження фітобентосу прибережжя о. Зміїного проводили вчені Одеської філії Інституту біології південних морів [3]. В його водах було виявлено 16 видів водоростей, серед них синьо-зелених — 4, червоних — 5 і зелених — 7. Зазначалось, що зарості макрофітів тут займають площу біля  $62,6 \cdot 10^3$  м<sup>2</sup> [1].

Виконані дослідження водоростей-макрофітів в прибережних водах острова носили фрагментарний характер і не відображали повноти його альгофлори. У 2003 р. в рамках комплексних досліджень екосистеми острова і прилеглої акваторії моря нами було продовжено вивчення водоростей-макрофітів. Їх результати [10, 11] засвідчили, що видовий склад макрофітобентосу цього району Чорного моря досить різноманітний. Наступні флористичні дослідження прибережних до о. Зміїного вод (2004–2007 рр.) дозволили суттєво доповнити відомості щодо видового складу водоростей-макрофітів даного району моря. Їх узагальнені результати покладені в основу цієї роботи.

Метою даного дослідження було з'ясування сучасного стану водоростей-макрофітів прибережних вод о. Зміїного як вихідної ланки його водних біологічних ресурсів.

Матеріалом для проведення досліджень послужили зразки макрофітів, які були зібрані у 2003–2007 рр. на шельфі о. Зміїного і в острівних джерелах, які стікають в море по його крутому західному схилу. Зразки відбирали за стандартними методиками гідроботанічних досліджень [5], а у морі — з використанням легководолазного спорядження. Аналізували також штормові викиди водоростей і харчові грудки у шлунках рослиноїдних рибок-собачок (*Blennius sp.*). Всього було зібрано біля 100 різних проб макрофітів. Ідентифікацію видів водоростей проводили за відомими визначниками [2, 4]. Еколого-біологічна характеристика виявлених видів водоростей визначалась за рекомендаціями [5]. Таксономія водоростей-макрофітів наведена у відповідності з сучасним зведенням флори водоростей України [18].

По результатах проведеного дослідження у складі макрофітобентосу прибережних акваторій о. Зміїного виявлено 42 види макроскопічних водоростей. Серед них було зареєстровано: зелених водоростей — 16 видів, червоних — 22 і бурих — 4 (додаток 2).

Таксономічна структура макрофітобентосу прибережжя о. Зміїного подана у табл. 4.4.1. Як свідчать наведені дані, за видовим багатством у досліджуваній альгофлорі домінують червоні водорості, середнє положення займають зелені, а найменш представлені бурі. За родо-родинним та видо-родинним коефіцієнтами також переважають зелені і червоні водорості. За видо-родовим коефіцієнтом досліджувана альгофлора близька до середнього аналогічного показника для північно-західної частини Чорного моря [12], а за першими двома — вона в 1,3–1,5 рази бідніша. У цілому, за флористичним складом водоростей-макрофітів прибережні води о. Зміїного близькі до Одеської затоки — коефіцієнт Серенсена дорівнює 0,63.

З одеським флористичним районом подібність за даним коефіцієнтом досягає 0,42, а з філофорним полем Зернова — лише 0,31.

Аналіз частоти трапляння видів досліджуваної альгофлори показав, що її основу складають провідні види (43 %). Як для акваторій прибережжя о. Зміїного, що охороняються, великий інтерес становить те, що тут зростає значна кількість рідкісних видів (33 %) (рис. 4.4.1).

Серед них *Cladophora sericea*, *Enteromorpha maetotica*, *Sahlingia subintegra*, *Entocladia viridis*, *Punctaria latifolia*, *Percursaria percursa* та ін. Як і в цілому по Чорному морю [5], у фітогеографічному складі виявлених

Таблиця 4.4.1

**Таксономічний спектр, число таксонів і їх співвідношення у водоростей-макрофітів прибережних акваторій о. Зміїного**

Таксони	Відділ			
	<i>Chlorophyta</i>	<i>Rhodophyta</i>	<i>Phaeophyta</i>	Разом
Класи	1	2	2	5
Порядки	3	8	3	14
Родини	4	9	4	17
Роди	8	15	4	27
Види	16	22	4	42
Роди / родини	2,0	1,7	1,0	1,7
Види / родини	4,0	2,4	1,0	2,5
Види / роди	2,0	1,4	1,0	1,5

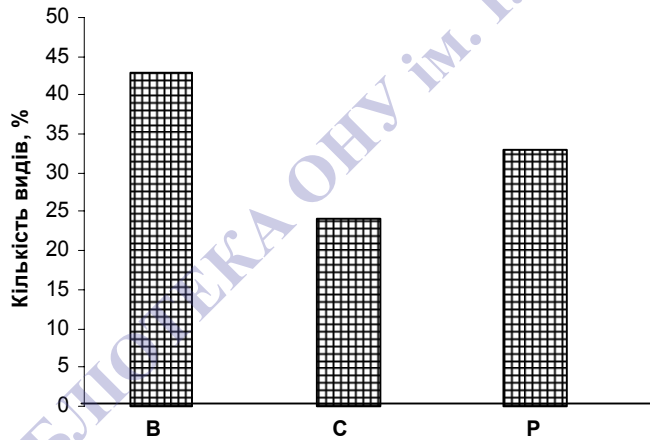


Рис. 4.4.1. Частота трапляння водоростей-макрофітів біля о. Зміїного:  
В — провідні; С — супутні; Р — рідкісні

видів водоростей переважали широкобореальна і бореальнотропічна групи (38 і 25 %, відповідно) (рис. 4.4.2).

Значну частку також склали нижньобореальна група та космополіти (14 і 12 %). Доля інших фітогеографічних груп (ендемів, арктично-бореальної та субтропічної) була невеликою, в межах 2–7 %.

Сапробіонтний склад водоростей-макрофітів (рис. 4.4.3) шельфу острова свідчить, що екологічний стан його прибережних акваторій можна оцінити як “чисті — помірно забруднені”.

За тривалістю вегетації у досліджуваній альгофлорі переважають однорічники (69 %), а багаторічники, сезонні зимові і літні подані у невеликих і приблизно однакових кількостях (рис. 4.4.4).



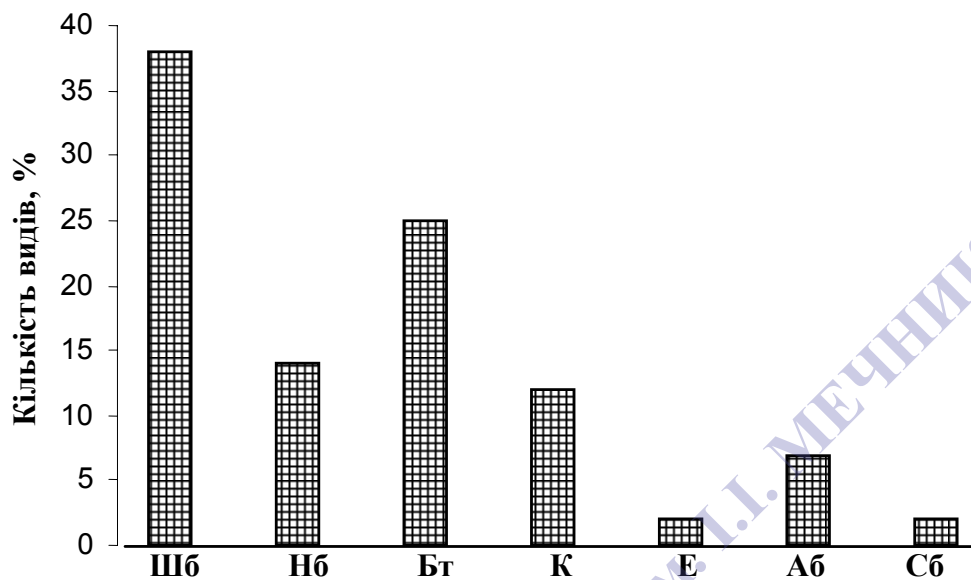


Рис. 4.4.2. Фітогеографічний склад водоростей-макрофітів прибережжя о. Зміїного

Шб — широкобореальна група; Нб — нижньобореальна; Бт — бореально-тропічна; К — космополіти; Е — ендеміки; Аб — арктично-бореальна; Сб — субтропічна

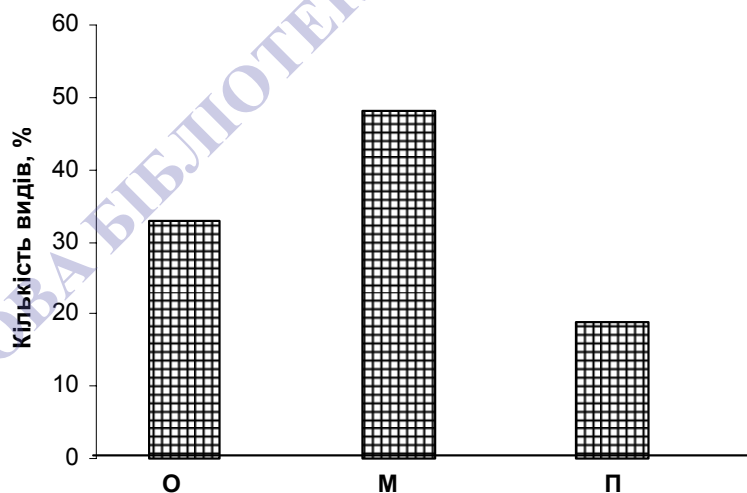


Рис. 4.4.3. Сапробіонтний склад водоростей-макрофітів прибережжя о. Зміїного

О — олігосапроби; М — мезосапроби; П — полісапроби

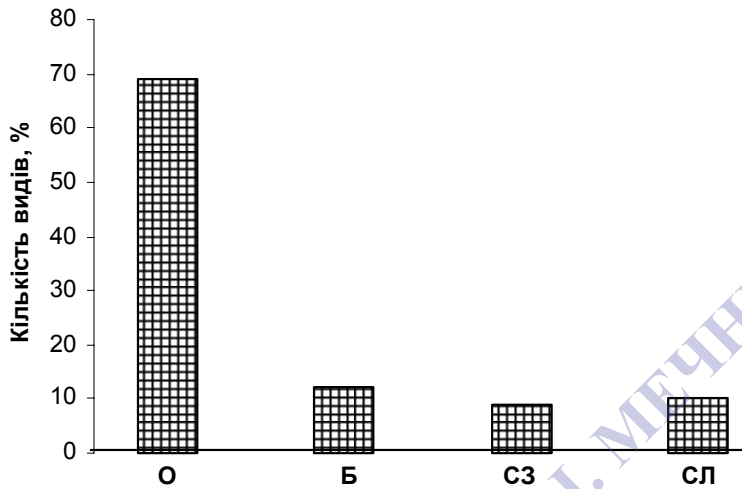


Рис. 4.4.4. Склад водоростей-макрофітів прибережжя о. Зміїного за тривалістю вегетації:

О — однорічники; Б — багаторічники; СЗ — сезонні зимові; СЛ — сезонні літні

Серед багаторічників найбільш чисельними є лише червоні водорості (*Corallina officinalis* і *Lithophyllum cystoseirae*).

Альгофлора прибережжя о. Зміїного по відношенню до солоності води подана двома групами: морською (62,7 %) і солонуватоводноморською (37,3 %).

Встановлено, що найбільша кількість видів водоростей-макрофітів зазвичай вегетувала в теплий період року і зосереджені вони були, в основному на глибинах 0–6 м. На більших глибинах їх було виявлено лише 6 видів. В період наших досліджень вперше для акваторій прибережжя острова виявлено 28 видів водоростей-макрофітів (додаток 1), а для самої острівної території — 3. Серед них особливий інтерес становить перша знахідка біля українських берегів *Cladophora hutchinsiae* — нового для Чорного моря [7] виду зелених водоростей, який раніше був зареєстрований лише біля узбережжя Туреччини і Румунії. Опис даного виду поданий нами у попередній роботі [11]. У заростях водоростей-макрофітів були знайдені і деякі види синьо-зелених водоростей: *Lyngbya confervoides* C. Ag., *L. majuscula* (Dillw.) Harv., *L. aestuarii* (Meet.) Liebm., *Oscillatoria corallinae* (Kütz.) Gomont., *Calothrix sp.* і *Spirulina breviarticulata* (Setch. et Gardn.) Geitler. Цікавою є знахідка дуже рідкісного останнього виду.

У шлунках рослиноїдних рибок-собачок, виловлених біля узбережжя острова, було виявлено 8 видів водоростей-макрофітів: *Antithamnion*

*cruciatum*, *Callithamnion corymbosum*, *Ceramium deslongchampsii*, *C. rubrum auctorum*, *Sahlingia subintegra*, *Polysiphonia denudata*, *Cladophora hutchinsiae*, *Enteromorpha intestinalis*. У більшості досліджених екземплярів рибок вміст шлуночка складався із декількох видів водоростей. Деякі з них живились вибірково, поглинаючи лише один з видів водоростей, наприклад, *A. cruciatum*, *C. hutchinsiae* або *C. rubrum auctorum*. Такі види червоних водоростей, як *A. cruciatum*, *S. subintegra* і *C. corymbosum*, були знайдені у прибережних водах о. Зміїного завдяки саме аналізу харчових грудочок шлунків рибок-собачок. На західному схилі самого острова в струмку нами вперше було виявлено 3 види прісноводних зелених водоростей, а саме *Cladophora fracta* (Vahl.) Kütz. var *fracta*, *Rhizoclonium fontanum* Kütz. і *Ulothrix tenerrima* Kütz. Дані види водоростей зростають серед спадаючих по схилу пасм водяного моху з роду *Fontinalis* Hedw.

Не дивлячись на неповноту відомостей про водорості прибережних акваторій острова попереднього періоду досліджень, все ж можна зазначити наступне: зникнення двох масових домінантів водоростевих фітоценозів прибережжя острова (*Phyllophora truncata* і *Cystoseira barbata* var. *barbata*) свідчить про певне погіршення екологічної ситуації у порівнянні з кінцем 50-х рр. ХХ ст. [9]. Разом з тим у 2005 р. у штормових викидах нами вперше зафіксовано після багаторічної відсутності поодинокі екземпляри цих видів водоростей, а також молодих кущиків *Ph. crispa*. Це дає підставу сподіватись на можливий початок відтворення їх заростей як біля узбережжя острова, так і на філофорному полі Зернова, південно-західною країною якого і є о. Зміїний. Стабілізація екологічних умов і деяке їх покращення у морських акваторіях прибережжя о. Зміїного підтверджується нинішнім видовим складом водоростей з переважанням серед них червоних. Необхідні подальші моніторингові спостереження за станом макрофітобентосу даного району.

Згідно з розрахунками [1], продукція водоростей-макрофітів біля узбережжя о. Зміїного складає 74 % від усієї продукції автотрофів даного району. Синтезована макрофітами органічна речовина використовується у живленні різних зооброшувачів, ракоподібних і деяких видів риб. Крім того, водорості-макрофіти виконують тут надзвичайно важливу середовищеутворюючу роль. Як відомо з роботи [1], водоростям властивий міксотрофний тип живлення, тому вони, поряд з молюсками-фільтраторами, приймають активну участь в утилізації органічних речовин, які у великих кількостях (800 000 т на рік) надходять із стоком Дунаю у Чорне море [8].

Таким чином, в прибережних водах о. Зміїного у 2003–2007 рр. зареєстровано 42 види водоростей-макрофітів (*Chlorophyta* — 16; *Rhodophyta* — 22 і *Phaeophyta* — 4), серед них *Cladophora hutchinsiae* — новий вид для альгофлори України. Знайдено також 6 видів бентосних *Cyanophyta*. На острові в струмку виявлено 3 види прісноводних водоростей-макрофітів.

Морська донна рослинність подана моно- і полідомінантними фітоценозами. Домінуючими видами водоростей тут є: *Ceramium rubrum auctorum*, *Cladophora sericea*, *Cl. hutchinsiae*, *Enteromorpha intestinalis var. intestinalis*, *Corallina officinalis*, *Striaria attenuata*, *Lomentaria clavellosa*.

У видовому складі водоростей-макрофітів досліджуваних акваторій переважають однорічники (69 %), за ними йдуть у майже однакових долях багаторічники, сезонні літні і зимові. Такий розподіл вказує на деяку нестабільність водоростевих фітоценозів.

За сапробіонтним складом водоростей переважають мезосапроби (48 %) і олігосапроби (33 %), що свідчить про те, що досліджувані акваторії відносяться до “чистих — помірно-забруднених”.

Автор висловлює щире подяку С. Снігірьову за допомогу у зборі наукового матеріалу для досліджень.

#### 4.5. МАКРОЗООБЕНТОС

Детальне вивчення зообентосу в прилеглих водах о. Зміїного багато років було неможливе, тому мало епізодичний характер [7]. У 80-х рр. минулого сторіччя кафедра гідробіології Одеського державного університету імені І. І. Мечникова проводила вивчення двостулкових молюсків у північно-західній частині Чорного моря, в тому числі в районах моря, розташованих у 10-мильній зоні від о. Зміїного. В 1990-х рр. в рамках комплексних досліджень екосистеми Чорного моря проводилося дослідження бентосу на шельфі поблизу о. Зміїного — дельти р. Дунаю [9]. За результатами досліджень 1997–2000 рр. опубліковано кілька робіт з біології прибережних вод о. Зміїного та значення морської біоти о. Зміїного для екосистеми шельфу, виконаних в Одеській філії Інституту біології південних морів НАН України [1].

Детальні дослідження макрзообентосу прибережних вод о. Зміїного було почато у 2003 р. науковцями ОНУ ім. І. І. Мечникова. Основною метою вивчення бентосного угруповання була оцінка видового складу і

загального стану, включаючи кількісні характеристики, такі як біомаса і питома кількість на одиницю площі дна.

#### 4.5.1. Матеріали і методику

Дослідження 2003 р. проводилися в трьох експедиціях (в травні, серпні та вересні) на експедиційному судні “Циклон” Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії. Відбір зразків макрзообентосу проводився в прибережних водах острова на 99 станціях, котрі були розташовані на полігоні  $3,9 \times 5,5$  км з загальною площею біля  $21,5$  км<sup>2</sup>. На рис. 4.5.1 представлено схему розташування бентосних станцій на полігоні. Також на переходах між дельтою р. Дунаю та о. Зміїним було виконано 25 станцій на трьох розрізах (рис. 4.5.2), два з яких розташовані в мористій частині (між берегом та островом), а один — біля дельти р. Дунаю.

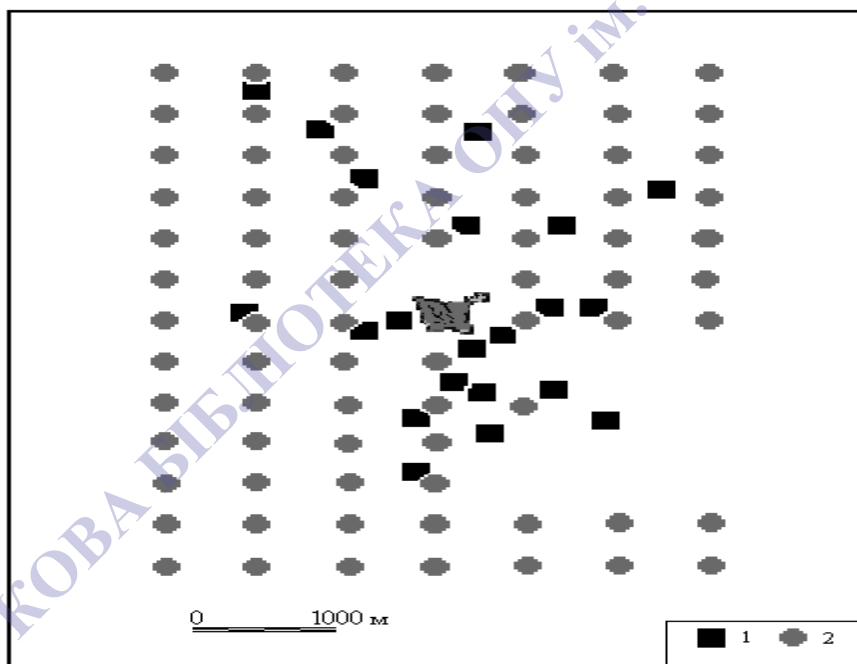


Рис. 4.5.1. Схема розташування зообентосних станцій на полігоні о. Зміїного: 1 — у травні 2003 р.; 2 — у серпні та вересні 2003 р.

У червні та серпні 2004 р. та серпні 2005 р. проведено зообентосні зйомки в прибережній зоні о. Зміїного. У 2004 р. зроблено вісім розрізів (орієнтованих по загальних румбах компаса) від берега до відкритого моря по чотири станції в кожному, а в 2005 р. чотири розрізи.

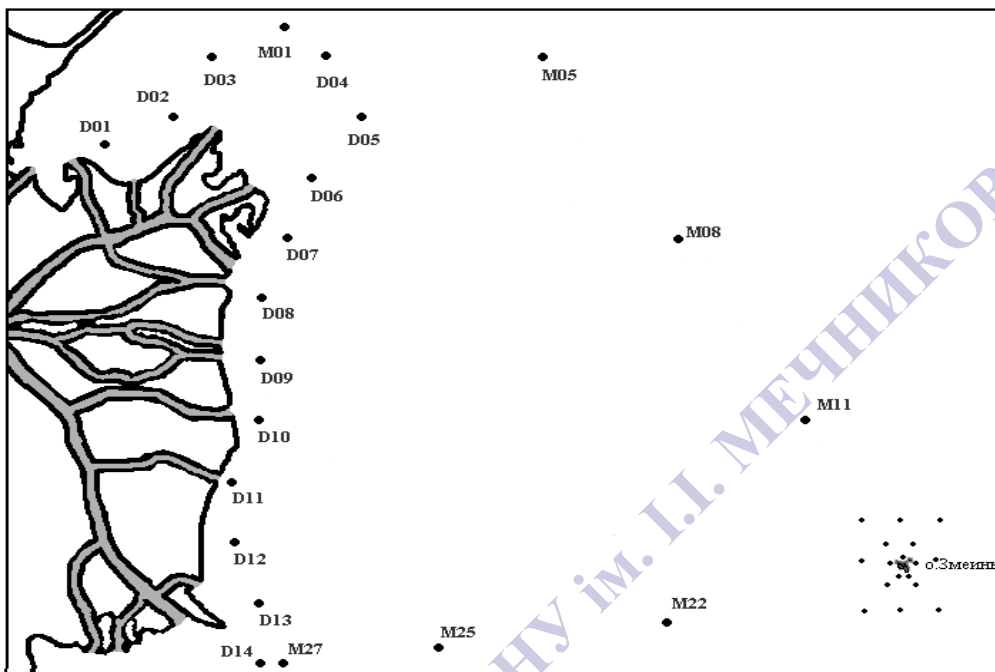


Рис. 4.5.2. Схема розташування зообентосних станцій в районі між дельтою р. Дунаю і о. Зміїним у 2003 р.

На рис. 4.5.3 наведено схему станцій відбору зразків макрозообентосу в прибережних водах о. Зміїного. Макрозообентосні зразки відбирались відповідно до стандартних методів [4, 6]. З борта судна відбір проводився дночерпаком Петерсена із площею відбору  $0,05 \text{ м}^2$  (по 2 дночерпаки на станції). У прибережній зоні зразки відбиралися аквалангістом за допомогою бентосної рамки із площею відбору  $0,0625 \text{ м}^2$  (по три рамки на станції).

Відбір зразків був прив'язаний до типових біотопів даної акваторії або зон між ними. При відборі зразків фіксувалися наступні параметри: глибина відбору, температура і солоність придонного шару води, характеристика донної поверхні. Зразки зообентосу фіксувалися 4 %-ним розчином формаліну. Камеральна обробка зафіксованих зразків і таксономічне визначення [5]. проводилися в лабораторії регіонального центру інтегрованого моніторингу.

При обробці зразків визначалися наступні параметри: видове різноманіття зообентосу, його чисельність та біомаса. Для визначення запасів черепашкових та двостулкових молюсків, як кормових, так і промислових об'єктів, — загальна біомаса мідій, чисельність та біомаса

мідій кормового бентосу (<15 мм) та промислового розміру (>50 мм), максимальні розміри мідій промислового розміру; чисельність, біомаса та розміри (висота раковини) рапани.

З метою дослідження донних біоценозів та стану бентосних організмів у 2003 р. в прибережних водах о. Зміїного [10] було відібрано 194 зразки макрзообентосу на 99 станціях, розташованих на пухких ґрунтах (рис. 4.5.1). Також на переходах “дельта р. Дунаю — о. Зміїний”, з метою дослідження донних біоценозів та порівняння їх стану зі станом прибережних біоценозів відібрано 45 зразків на 25 станціях (рис. 4.5.2).

У 2004–2005 рр. продовжувалися дослідження донних біоценозів острова (у першу чергу скельних ґрунтів), їх стану та складу [3, 11, 12], а також проведено роботу з оцінки запасів промислових молюсків — мідії та рапани [2] в прибережній зоні острова. За допомогою аквалангіста було відібрано 204 зразки на 48 станціях (рис. 4.5.3).

#### 4.5.2. Результати досліджень

В процесі досліджень було проведено обстеження і оцінка сучасного стану донної фауни та біорізноманіття, картографування донних біоценозів прилегло до острова шельфу Чорного моря, розробка та втілення системи довгострокового моніторингу прилегло шельфу.

У 2003 р. у бентосних зразках на пухких ґрунтах о. Зміїного виявлено 34 види і у чотирьох випадках визначення доведене до надвидових таксонів. Аналіз характеристик ґрунтів у місцях відбору зразків, представлений на рис. 4.5.4, показав, що переважні ґрунти піщано-черепашкові (~ 45 %) і черепашкові (~ 47 %) з незначним замуленням. Частка мулистих і мулисточно-черепашкових ґрунтів була незначною і складала біля 3 і 5 %, відповідно. Глибини в районі робіт становили від 17,0 до 37,0 м.

Чисельність і біомаса макрзообентосу на дослідженій території розподіляється нерівномірно і залежить від глибини і типу ґрунту (табл. 4.5.1). Загальна чисельність організмів зообентосу навесні коливається на різних станціях від 20 до 3110 екз/м<sup>2</sup>, а біомаса — від 1,2 до 7700 г/м<sup>2</sup>, влітку — від 70 до 2630 екз/м<sup>2</sup>, а біомаса — від 4,9 до 3200 г/м<sup>2</sup>.

Більше всього таксонів — 12 — виявлено в східній частині акваторії на глибині 27,0 м на черепашнику. Досить різноманітний і кількісно багатий бентос у західній половині досліджуваної акваторії — до 7 видів. На глибинах 29,0–31,0 м біомаса тут досягає 3200,0 г/м<sup>2</sup> (для

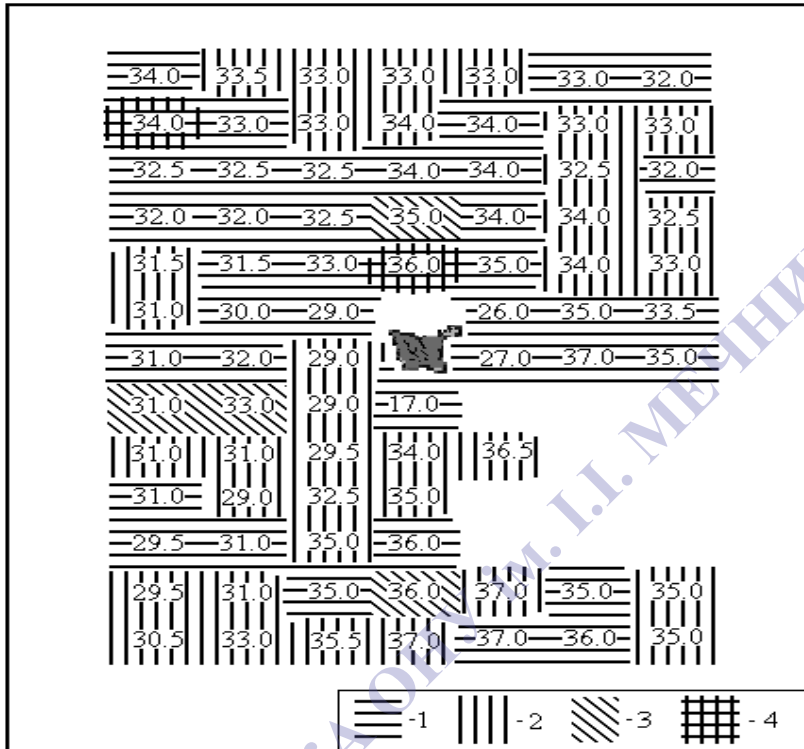


Рис. 4.5.4. Глибини і характеристика ґрунту в районі досліджень на полігоні о. Зміїного:

- 1 — черепашковий; 2 — піщано-черепашковий; 3 — мулистого-черепашковий;  
4 — мулистий

Таблиця 4.5.1

**Чисельність (чисельник; екз/м<sup>2</sup>) і біомаса (знаменник; г/м<sup>2</sup>) зообентосу пухких ґрунтів (а — черепашковий; б — піщано-черепашковий — черепашковий; с — мулистого-черепашковий) по сезонах у районі о. Зміїного у 2003 р.**

Таксони	Травень		Серпень–вересень		
	а	б	а	б	с
Porifera	–/0,6	–	–/3,2	–/1,5	–
Anthozoa	5/0,6	–	1/0,1	1/0,05	–
Nemertini	2/0,1	–	4/0,01	1/0,1	–
Polychaeta	40/1,7	30/1,1	170/3,8	230/4,3	70/4,0
Cirripedia	20/1,3	5/0,5	40/0,7	20/0,8	20/0,2
Decapoda	2/4,0	2/4,0	4/1,3	2/12,2	–
Isopoda	2/0,4	–	1/0,04	–	–
Amphipoda	–	–	15/0,04	4/0,01	–
Loricata	2/0,1	–	–	–	–



Закінчення табл. 4.5.1

Таксони	Травень		Серпень–вересень		
	а	б	а	б	с
Gastropoda	20/337,0	—	1/0,1	3/0,02	—
Bivalvia	780/1534,4	290/457,2	440/729,5	1090/779,0	250/253,8
у т. ч. мідії	660/1227,0	270/452,0	400/704,9	490/769,2	200/405,4
Ophiuroidea	2/0,1	—	2/0,01	—	—
Asciadiacea	—	2/1,2	4/3,7	12/31,7	—
Σ біомаси	1880,0	464,0	747,4	829,8	663,4

черепашнику) і 2560,0 г/м<sup>2</sup> (на піщано-черепашкових ґрунтах). На станціях, розташованих у зоні незначної депресії дна, що охоплює острів з північно-східної — східної сторони і частково з південної, на мулистих чи мулисто-черепашкових ґрунтах (глибини 32,0–36,0 м) бентос бідний (70–100 екз/м<sup>2</sup> і 4–16 г/м<sup>2</sup>) і в серпні були зареєстровані ознаки недавнього замору. Чисельність зообентосу в досліджуваній період коливається від 80 до 2630 екз/м<sup>2</sup>; біомаса — від 4,9 до 3200,4 г/м<sup>2</sup>.

На рис. 4.5.5 представлений розподіл полів значень біомаси в серпні–вересні 2003 р., тобто біологічним літом, для досліджуваного району.

В акваторії навкруги острова за чисельністю домінують мідії *Mytilus galloprovincialis* Lam, поліхети нереїси *Nereus diversicolor* Muller чи мелінна *Melinna palmata* Grube, за біомасою — мідії *M. galloprovincialis* Lam і, у ряді випадків, модіола *Modiolus adriaticus* (Lam.) чи асцидії *Asciadiella aspersa* (Muller).

Найбільшою частотою зустрічальності (табл. 4.5.2) характеризуються поліхети *Polychaeta* і двостулкові молюски *Bivalvia*. Губки *Porifera*, панцирні молюски *Loricata* і деякі інші групи у наших матеріалах виявилися рідкими.

Найбільший внесок до сумарної біомаси зообентосу у всіх випадках (табл. 4.5.1) вносять двостулкові молюски *Bivalvia* (від 81 до 98 %), а серед двостулкових безумовно домінують мідії *M. galloprovincialis* Lam (від 65 до 96 % від сумарної біомаси зообентосу).

Виходячи із середніх значень розподілу біомаси макрзообентосу, залежно від субстрату, розраховано запас біомаси в літній період. Сумарна біомаса на черепашковому ґрунті складає приблизно 6530 т, на піщано-черепашковому — 5690 т, а на мулисто-черепашковому — 630 т, тобто приблизно 12 580 т.

У мористій зоні авандельти (рис. 4.5.2) добір проб проводився на глибинах 15–31 м. Ґрунти являють собою замулений черепашник, а в зоні, прилеглої до дельти, переважають мулисті ґрунти.

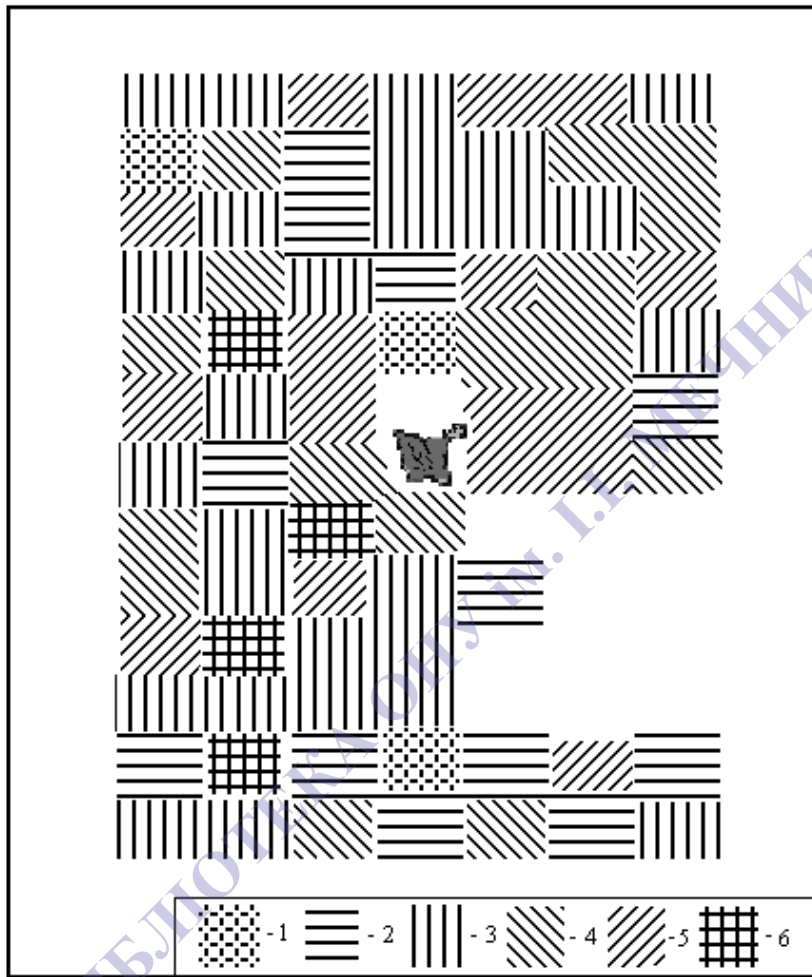


Рис. 4.5.5. Розподіл полів значень біомаси зообентосу в серпні–вересні 2003 р. на полігоні о. Зміїного:

1 — живі організми відсутні; 2 — до  $100 \text{ г/м}^2$ ; 3 —  $101\text{--}500 \text{ г/м}^2$ ; 4 —  $501\text{--}1000 \text{ г/м}^2$ ; 5 —  $1001\text{--}2000 \text{ г/м}^2$ ; 6 — більш  $2001 \text{ г/м}^2$

Домінуючим видом у мористій частині є *N. diversicolor*, на другому місці — *M. galloprovincialis* (зустрічальність 86 %). У табл. 4.5.3 представлені середні показники чисельності, біомаси, індексу щільності і зустрічальності окремих бентосних організмів, виявлених у даному районі.

Максимальні показники чисельності складають  $1000\text{--}1320 \text{ екз/м}^2$  при біомасі  $540\text{--}1610 \text{ г/м}^2$ , при цьому частка біомаси *M. galloprovincialis* на цих ділянках складає 88–98 % від загального показника. Мінімальні

Таблиця 4.5.2

**Частота зустрічальності (%) груп зообентосу пухких ґрунтів (а — черепашковий; б — піщано-черепашковий; с — мулистого-черепашковий) по сезонах в районі о. Зміїного у 2003 р.**

Таксони	а		б		с
	05	08–09	05	08–09	08–09
Porifera	10	5	—	9	—
Anthozoa	10	3	—	3	—
Nemertini	10	5	—	3	—
Polychaeta	80	97	54	94	75
Cirripedia	30	35	9	37	50
Decapoda	—	5	9	6	—
Isopoda	10	3	—	—	—
Amphipoda	—	14	—	9	—
Loricata	10	—	—	—	—
Gastropoda	40	3	—	3	—
Bivalvia	100	95	90	100	75
Ophiuroidea	10	3	—	—	—
Ascidacea	—	11	9	17	—

Таблиця 4.5.3

**Середні показники чисельності (1), біомаси (2), індексу щільності (3) і зустрічальності (4) бентосних організмів мористої і дельтової зони авандельти р. Дунаю у літній період**

Вид	1 (екз./м <sup>2</sup> )	2 (г/м <sup>2</sup> )	3 ( $\sqrt{bp}$ )	4 (%)
Мориста (15–31 м)				
Nereis diversicolor	143	4,1	20	100
Mytilus galloprovincialis	538	562,9	2040	86
Cunearca cornea	100	50,6	53	57
Melinna palmata	90	0,2	2	43
Balanus improvisus	53	0,9	6	43
Cerastoderma glaucum	87	8,4	19	43
Дельтова (5–19 м)				
Melinna palmata	325	0,4	6	100
Nereis diversicolor	203	5,6	17	50
Balanus improvisus	337	0,9	7	50
Mya arenaria	993	12,5	25	50
Cunearca cornea	66	85,8	66	50

чисельність і біомаса приходяться на район, розташований біля рукава Суліна. Тут чисельність складає 170 екз /м<sup>2</sup> при біомасі 81,7 г/м<sup>2</sup>.

Середні показники чисельності і біомаси для цього району складають 889 екз /м<sup>2</sup> і 549 г/м<sup>2</sup>.

У придельтовій зоні роботи проводилися на глибинах 5–19 м. Грунти мулисто-піщані, на окремих ділянках — глинисті.

Домінуючим видом тут є *Melina palmata*.

Максимальна чисельність (у цьому районі) складає 6970 екз. /м<sup>2</sup> при біомасі майже 55,8 г/м<sup>2</sup>. Тут відзначена значна чисельність молоді *Mya arenaria* (2900 екз /м<sup>2</sup>) і *Serastoderma glaucum* (2600 екз /м<sup>2</sup>). Максимальна біомаса становить 370,0 г/м<sup>2</sup>, з яких 81% складає *M. galloprovincialis* і 11 % — *Cunearca cornea*.

Середні показники чисельності і біомаси для придельтової зони складають 1590 екз /м<sup>2</sup> і 92,8 г/м<sup>2</sup>, відповідно.

За результатами зйомки прибережної зони о. Зміїного у 2004 та 2005 рр. можна виділити основні чотири біотопи (з глибинами): скали — 3–7 м (3–8 м); каміння — 0,5–3 м (2,5–12 м) (на твердих — скельних ґрунтах з незначними зонами нанесеного битого черепашнику); прикордонна зона каміння на пухких ґрунтах (черепашник, пісок) (7,5–13 м); черепашнико-мідійна щітка (12–23 м). Для біотопів каміння и скель верхня границя може простягатися (на деяких ділянках острова — N, NE и E) до урізу води (0 м).

Площа, яка зайнята цими біотопами, неоднакова: черепашнико-мідійна щітка — біля 20 га; прикордонна зона каміння на пухких ґрунтах (черепашник, пісок) — біля 5 га; каміння — біля 20 га; скали — біля 6 га.

Розподіл чисельності та біомаси макрозообентосу на обстеженій території вкрай нерівномірний та носить радіальний характер зі зменшенням показників від берега до мористої частини акваторії. Середня чисельність макрозообентосу зростає від 3600 екз/м<sup>2</sup> (біотоп черепашково-мідійної щітки) до 10100 екз/м<sup>2</sup> (біотоп скель). В біотопах каміння та прикордонної зони каміння на пухких ґрунтах чисельність макрозообентосу приблизно однакова та коливається від 9500 до 9900 екз/м<sup>2</sup>. Біомаса макрозообентосу також достатньо змінюється, зростаючи від 8040 г/м<sup>2</sup> (біотоп черепашнико-мідійна щітка) до 22400 г/м<sup>2</sup> (біотоп скель). Однак середня біомаса в біотопі каміння переважає над середньою біомасою макрозообентосу біотопу прикордонної зони та дорівнює біля 22400 і 18000 г/м<sup>2</sup>. Максимальні значення чисельності 27360 екз /м<sup>2</sup> і біомаси 39744,0 г/м<sup>2</sup> відмічаються на скельних ґрунтах (біотопи скель та каміння).

Отримані величини дозволяють оцінити сумарну біомасу макрзообентосу не менш як у 8 300 т.

На дослідженій акваторії виділяється біоценоз мідії. На всьому просторі домінуючим видом є *M. galloprovincialis*, в окремих біотопах домінують також *N. diversicolor* (біотоп прикордонної зони каміння на пухких ґрунтах та скелі 5–7 м) і *Mytilaster lineatus* (біотоп каміння 0,5–3 м) (табл. 4.5.4).

Таблиця 4.5.4

**Середні показники чисельності (1), біомаси (2), індексу щільності (3) та зустрічальності (4) організмів для різних біотопів біоценозу мідії**

Вид	1 (екз. /м <sup>2</sup> )	2 (Г/м <sup>2</sup> )	3 ( $\sqrt{bp}$ )	4 (%)
<b>Черепашнико-мідійна щітка (12–23 м)</b>				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	13 095	6003,0	775	100
<i>Mytilaster lineatus</i>	157	28,0	47	78
<i>Modiolus adriaticus</i>	79	28,3	47	78
<i>Cunearca cornea</i>	78	13,8	30	67
<i>Rapana thomasiana thomasiana</i>	11	669,0	212	67
<i>Amphiura stepanovi</i>	12	0,2	3	67
<i>Lepidochitona cinerea</i>	16	0,4	5	56
<b>Прикордонна зона каміння на пухких ґрунтах (черепашник, пісок) (7,5–13 м)</b>				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	5472	14415,1	1200	100
<i>Nereis diversicolor</i>	61	4,7	22	100
<i>Mytilaster lineatus</i>	189	48,8	66	89
<i>Balanus improvisus</i>	2203	43,9	63	89
<i>Rapana thomasiana thomasiana</i>	15	1181,6	257	56
<i>Eriphia verrucosa</i>	19	26,7	39	56
<i>Corophium sp.</i>	1561	3,1	13	56
<b>Каміння 0,5–3 м (2,5–12 м)</b>				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	8629	22067,6	1486	100
<i>Mytilaster lineatus</i>	792	212,0	146	100
<i>Nereis diversicolor</i>	112	11,3	32	89
<i>Balanus improvisus</i>	168	16,7	36	78
<i>Corophium sp.</i>	148	0,5	6	78
<i>Actinia equina</i>	25	4,5	16	56
<b>Скелі 5–7 м (3–8 м)</b>				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	9674	21376,1	1462	100
<i>Nereis diversicolor</i>	92	7,8	28	100
<i>Balanus improvisus</i>	426	8,6	29	100
<i>Mytilaster lineatus</i>	314	79,1	80	80
<i>Corophium sp.</i>	303	5,6	18	60

Доля *M. galloprovincialis* від загальної чисельності зообентосу в пробах коливається від 57,2 до 88,5 % (від біотопу), а біомаса — 90,1–98,4 %. Максимальні значення припадають на скельні ґрунти (біотопи скель та каміння) зі зменшенням показників до біотопу черепашико-мідійної щітки (табл. 4.5.5).

Таблиця 4.5.5

**Середні показники біомаси та чисельності макрозообентосу та домінуючого виду (*Mytilus galloprovincialis*) в різних біотопах**

Біотоп	Чисельність			Біомаса		
	Зообентос (екз./м <sup>2</sup> )	<i>M. galloprovincialis</i>		Зообентос (г/м <sup>2</sup> )	<i>M. galloprovincialis</i>	
		екз./м <sup>2</sup>	%		г/м <sup>2</sup>	%
Черепашико-мідійна щітка	3598	3096	86,0	8036,3	7243,7	90,1
Прикордонна зона каміння на пухких ґрунтах	9566	5472	57,2	17933,2	16570,0	92,4
Каміння (0,5–3 м)	9943	8629	86,8	22416,5	22067,5	98,4
Скелі (5–7 м)	10932	9674	88,5	22164,7	21376,0	96,4

Коливання показників чисельності та біомаси і в біотопах є значними (табл. 4.5.6). Максимальні значення чисельності 27 360 екз/м<sup>2</sup> (при середньому значенні 9674 екз/м<sup>2</sup>) та біомаси 39 744,0 г/м<sup>2</sup> (при середньому значенні 22 067,5 г/м<sup>2</sup>) відмічені на скельних ґрунтах (біотоп скель та каміння), а на черепашико-мідійній щітці середні величини — всього 3096 екз/м<sup>2</sup> и 7243,7 г/м<sup>2</sup>.

Таблиця 4.5.6

**Показники чисельності (1), біомаси (2) та середня величина проекції покриття дна мідією (3) по біотопах**

Біотоп	1 (екз/м <sup>2</sup> )			2 (г/м <sup>2</sup> )			3 (%)
	min	серед.	max	min	серед.	max	
Черепашико-мідійна щітка	160	3096	10960	16,0	7243,7	22384,0	61,1
Прикордонна зона каміння на пухких ґрунтах	750	5472	19970	5120,0	16570,0	28240,0	51,1
Каміння	3470	8629	22560	10928,0	22067,5	39744,0	57,7
Скелі	4610	9674	27360	14240,0	21376,0	19536,0	65,0

Проекція покриття поверхні дна мідією також відрізняється в залежності від біотопу. На пухких ґрунтах ця величина коливається від 0 до 90 % (при середніх значеннях для черепашико-мідійної щітки 61,1 % та для прикордонної зони каміння на пухких ґрунтах 51,1 %).

Для скельних ґрунтів проекція покриття дна мідією складає від 20 до 100 % (біотоп каміння) та від 50 до 80 % (біотоп скель), при середніх значеннях для цих біотопів — 57,7 та 65,0 %, відповідно. За результатами досліджень 2003–2005 рр. було складено список видів бентосу (додаток 3), які зустрічалися в прибережних водах біля о. Зміїного. Всього зареєстровано 55 видів макрозообентосу, з них найбільше число видів — 35 — на черепашику, 34 і 33 — на скельному і піщано-черепашиковому ґрунті, відповідно. Найменше число видів — 9 — реєструвалося на мулистих ґрунтах.

У процесі досліджень нами було проведено картографування і оцінка загального запасу мідій, яка показала, що загальний запас мідій у дослідженій прибережній зоні о. Зміїного складає біля 5755 т (табл. 4.5.7). Звертає на себе увагу достатньо низька величина оцінки запасу мідій промислового розміру — 1,5 тис. т, або 26 % від загального запасу. За чисельністю частка мідій промислового розміру (>50 мм) складає 3,1 %.

Таблиця 4.5.7

**Середні значення біомаси і величини запасу мідій по біотопах**

Біомаса, показники	Біотопи				В цілому
	Черепашико-мідійна щітка	Прикордонна зона каміння на пухких ґрунтах	Каміння	Скелі	
Загальна біомаса, г/м <sup>2</sup>	5136	17347	13708	18648	11284
Промислова біомаса, г/м <sup>2</sup>	960	9251	2977	4386	2967
Загальний запас, т	1027	867	2742	1119	5755
Промисловий запас, т	192	463	595	263	1513

Результати досліджень процентного співвідношення загальної біомаси *M. galloprovincialis* і біомаси молюсків промислового розміру (> 50 мм), які ми провели в 2005 р., показали, що максимальні значення біомаси промислового розміру припадають на північну, південну і південно-західну зони акваторії з глибинами від 3,0 до 20,5 м. З огляду на розмірно-літню структуру мідійних популяцій і незначну величину промислового запасу, проведення промислу мідій у прибережній зоні острова в перспективі недоцільно.

Одночасно з допомогою аквалангіста Куракіна О. С. нами було зроблено оцінку запасів рапани (*Rapana thomasiana thomasiana* Grosse). Аналіз отриманих в процесі підводних відбірів зразків і підрахунків питомої кількості та біомаси рапани показав, що рапана в районі острова розподілена нерівномірно — від 0 до 79 екз/м<sup>2</sup>. Найбільш висока чисельність і біомаса рапани спостерігалась у біоценозі прикордонної зони каменів на пухких ґрунтах (черепашник, пісок) на глибині 7,5–13 м (табл. 4.5.8) — 33,3 екз/м<sup>2</sup> і 1,7 кг/м<sup>2</sup>. У біоценозі каміння щільність розподілу рапани виявляється вищою, ніж у біотопі скель. Найменша чисельність і біомаса рапани відзначені в біотопі черепашничко-мідійної щітки — 2,8 екз./м<sup>2</sup> і 0,2 кг/м<sup>2</sup>. В цілому в прибережних водах біля о. Зміїного в 2005 р. зареєстровано біля 5,2 млн екземплярів рапани, що дає промисловий запас біля 320 т.

Таблиця 4.5.8

## Середні значення чисельності і біомаси і величина запасу рапани по біотопах

Біомаса, показники	Біотопи				В цілому
	Черепашничко-мідійна щітка	Прикордонна зона каміння на пухких ґрунтах	Каміння	Скелі	
Чисельність, екз/м <sup>2</sup>	2,8	33,3	12,3	8,0	10,1
Біомаса, г/м <sup>2</sup>	201	1693	822	545	631
Загальна чисельність, екз.	560 000	1 665 000	2 460 000	480 000	5 165 000
Промисловий запас, т	40,2	84,7	164,4	32,7	322

На закінчення аналізу стану макрзообентосу прибережної зони о. Зміїного можна констатувати наступне. Всього в прибережних водах біля о. Зміїного зареєстровано 55 видів макрзообентосу, з яких п'ять видів рідких крабів внесено до Червоної книги України і 7 видів — до Червоної книги Чорного моря [8] та Протоколу про збереження біорізноманіття Чорного моря. Список червонокнижних видів, наведений в табл. 4.5.9, вимагає вважати за необхідне вжити термінових заходів для захисту унікального біотопу о. Зміїного, який є резерватом для всієї північно-західної частини Чорного моря. До “Червоної Книги України” [8] занесені: трав'яний краб *Carcinus aestuarii* Nordo, 1847; Ксанто Пореса *Xantho poressa* Olivi, 1792; кам'яний краб *Eriphia verrucosa* Forskal, 1775; волохатий краб *Pilumnus hirtellus* Linnaeus, 1758; мар-



муровий краб *Pachygrapsus marmoratus* Fabricius, 1793; прісноводний краб Czerniavsky, 1884. Усім їм надано статусу I категорії, тобто видів, що знаходяться під загрозою зникнення при малій імовірності їхнього збереження (табл. 4.5.9).

Таблиця 4.5.9

**Список червонокнижних видів, які зареєстровані на прибережному шельфі о. Зміїного**

Вид	Червона книга Чорного моря	Червона книга України
<i>Diogenes pugilator</i> Roux, 1828 (Рак самітник або діоген)	+	-
<i>Carcinus mediterraneus</i> Czerniavsky, 1884 (Трав'яний краб)	+	+
<i>Masoripus arcuatus</i> (Leach, 1814) (Краб плавунець)	+	-
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1758) (Волохатий краб)	+	+
<i>Eriphia verrucosa</i> Forskal, 1775 (Кам'яний краб)	+	+
<i>Xantho poressa</i> (Olivi, 1792) (Ксанто пореса)	+	+
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1793) (Мармуровий краб)	+	+

Примітка: Фотографії видів крабів, яких внесено в таблицю, наведені в додатку 4.

Найбільш численні в прибережних водах о. Зміїного краби — мармуровий і Ксанто пореса. Кількість плавунців і кам'яних крабів була набагато меншою. Дуже мало траплялося волохатих крабів. Трав'яний краб у липні зустрівся лише три рази.

Крім обліку крабів в уловах, проводилися підводні спостереження з метою з'ясування їхнього розподілу по ґрунтах і глибинах, а також візуальної оцінки чисельності. Трав'яний краб зустрічався поодиноким на глибині 12–15 м на границі каменю і піску. Ксанто пореса постійно зустрічалася на глибині від 3 до 20 м, звичайно на каменях з обростаннями, зокрема на мідях. Найбільшу їхню чисельність — до 3–5 екз/м<sup>2</sup> — зареєстровано на глибині 3–7 м. На глибинах від 3 до 15 м на каменях траплялися кам'яні краби. Їх чисельність не висока, але, з огляду на значну частоту зустрічальності, це — звичайні представники *Brachyura* у морі біля о. Зміїного. Варто враховувати, що вони можуть ховатися серед каменів, в ущелинах. Волохатий краб у кількості 2–3 екз/м<sup>2</sup> постій-

но зустрічався серед каміння і мідієвих обростань на глибині 5–15 м. Мармуровий краб — відомий представник супраліторальної чорноморської макрофауни — зустрічався на камінні від урізу води до глибини 10 м. Більше всього мармурових крабів — до 7 екз/м<sup>2</sup> — знаходили біля урізу води і на глибині до 3–5 м. Глибше вони зустрічалися поодинокі. Єдиний не червонокнижний вид — плавунець *M. holsatus* — постійно зустрічався на глибині 5–15 м на піщаному і черепашковому ґрунті. Максимальна чисельність — до 3 екз/м<sup>2</sup>. Слід зазначити, що розподіл крабів на дні дуже нерівномірний, що пов'язано з характером залягання придатних ґрунтів і їхніх малих площ.

Співвідношення кількості самок і самців у уловах улипні і серпні було стабільним і складало у плавунця і мармурового краба 1:1, у трав'яного 1:1,5. У Ксанто пореса і волохатого краба це співвідношення міняється на користь самців і складає 1:2. Найбільша різниця в чисельності самок і самців — 1:4 — була у кам'яного краба. У останнього виду найбільшою мірою відрізняються розміри (ширина карапаксу) самок і самців, у середньому відповідно 5,5 і 10,0 см. У другого за розмірами — трав'яного краба — ці показники становлять, відповідно, 7,0 і 8,0 см. Інші види значно дрібніше. Розмір мармурових крабів у наших зборах не перевищував 5,2 см, Ксанто пореса — 3,5 см. Найдрібнішим — 2,0 см — виявився волохатий краб. Розходження в ширині карапаксу самок і самців не більше ніж 0,5 см.

Відзначено, що в районі будівництва причалу в північній частині острова помітно знизилася як кількість крабів, так і улови демерсальних риб. У цьому, мабуть, не останню роль грає фактор занепокоєння.

Максимальна чисельність крабів усіх п'яти видів у прибережних водах острова спостерігалась в червні — липні 2005 р. (табл. 4.5.10).

В цей же час у самок трьох видів крабів спостерігалася ікра. Статеве співвідношення пійманих крабів виявилось приблизно однаковим у трав'яного, кам'яного і мармурового. Кількість самців волохатого краба і особливо краба водолюба в багато разів перевищувала кількість самок. Імовірно всього, це може бути пов'язано з тим, що самки цих двох видів крабів мають невеликі розміри і не заплутуються в сітях з відносно великим розміром вічка.

Наприкінці хотілося б відзначити наступне: прибережні води і шельф о. Зміїного — унікальний природний комплекс, в якому збереглися практично всі занесені в Червону книгу України і Червону книгу Чорного моря рідкі види чорноморських крабів. Тому для збереження цього унікального біоценозу необхідно вживати термінові заходи

Таблиця 4.5.10

Результати реєстрації окремих видів крабів (мінімум — максимум екз. крабів на 100 м мережі) в акваторії о. Зміного у 2005 р.

Вид	Стать	Місяць (2005 р.)			
		04	06–07	08	10
<i>Carcinus aestuarii</i> Nordo, 1847	♂	1 (n=2)	2 (n=2)	–	1 (n=1)
	♀	–	–	–	1 (n=1)
<i>Eriphia verrucosa</i> Forskal, 1775	♂	1–4 (n=6)	1–10 (n=92)	1–10 (n=47)	1–6 (n=19)
	♀	1 (n=1)	1–5* (n=41)	2–7 (n=31)	1–3 (n=6)
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> Fabricius, 1793	♂	2–9 (n=20)	2–10 (n=92)	1 (n=3)	1 (n=2)
	♀	1–3 (n=9)	1–8* (n=85)	1 (n=1)	1–2 (n=3)
<i>Pilumnus hirtellus</i> Linnaeus, 1758	♂	1–2 (n=6)	1–4 (n=18)	1–6 (n=12)	1–3 (n=6)
	♀	–	–	1 (n=2)	1 (n=2)
<i>Xantho poressa</i> Olivi, 1792	♂	1–35 (n=44)	3–97 (n=573)	1–54 (n=140)	1–26 (n=72)
	♀	1–24 (n=39)	1–6* (n=39)	1–9* (n=27)	1–4 (n=12)

Примітка: n — усього екз., \* — самки з ікрою.

з обмеження всіх видів діяльності в прибережних водах острова в радіусі не менш 1,5 км від його берегів з буферною зоною акваторії до 6 км.

Автори висловлюють щире подяку Куракину О. С. за велику допомогу у відборі зразків.

#### 4.6. ІХТІОФАУНА

Вивчення іхтіофауни Чорного моря розпочалося в 90-ті рр. XVIII сторіччя. В 1793–1794 рр. видатний зоолог академік П. С. Паллас проводив іхтіологічні дослідження в Криму і на Кавказі. В середині XIX сторіччя професором Київського університету К. Ф. Кесслером вперше були сформульовані ідеї про самобутність і походження чорноморської фауни. Йому ж належать одні з перших досліджень іхтіофауни північ-

но-західної частини Чорного моря [12]. Особливе значення у вивченні фауни Чорного моря мають роботи М. М. Книповича, який з 1922 по 1927 рр. керував Азово-Чорноморською експедицією [13, 14].

Подальші гідробіологічні та іхтіологічні дослідження, що проводилися в Чорному морі, пов'язані з іменами О. О. Остроумова [21], Л. С. Овен [19], В. О. Водяницького [5], І. І. Пузанова [23] і багатьох інших. Найважливіші роботи з вивчення іхтіофауни Чорного моря були проведені О. Н. Световидовим [28] і Т. С. Рассом [24, 25]. Улови рибальських артілей у північно-західній частині Чорного моря, в Одеській затоці вивчав в 1904–1907 рр. О. В. Яцентковський [38]. Власні збори він доповнив колекціями морських риб, отриманими від М. Ф. Калишевського і О. О. Браунера. Значну роль у вивченні іхтіоценозів північно-західної частини Чорного моря зіграли К. О. Виноградов [3, 4] і Ф. С. Замбриборщ [9, 10]. Добре відомі роботи Ю. П. Зайцева [6, 8] з вивчення іхтіопланктону Чорного моря.

В теперішній час іхтіофауна Чорного моря вивчається у всіх причорноморських країнах, що в цілому дозволяє відслідковувати зміни, які відбуваються в іхтіоценозах Чорноморського регіону. В той же час дослідження фауни в умовах антропогенного пресу на екосистему моря залишається, як і раніше, актуальним.

Північно-західна частина Чорного моря являє собою зону зі складним характером різних факторів: мілководність, вітрове хвилювання, розпріснювальний ефект від стоку річок, що забезпечують винос у море великої кількості біогенних, мінеральних і забруднюючих речовин [34].

В останні десятиліття істотно збільшилася площа шельфу Дунай-Дністровського міжріччя, де спостерігаються процеси евтрофікації, що обумовлюють виникнення дефіциту кисню [7, 35]. Результатом гіпоксії є загибель макрзообентосу, зникнення або спрощення існуючих тут складних у видовому відношенні іхтіоценозів, які включають як споконвічні морські, так і прісноводні види. Істотна зміна якості морського середовища привела до деякого погіршення стану морських екосистем [8, 29].

Саме тому безсумнівний інтерес становить вивчення тих районів, в яких вплив негативних факторів мінімальний. Такі території можуть стати джерелами реколонізації ділянок, де спостерігається загибель організмів або істотне зменшення їх чисельності. У північно-західній частині Чорного моря (район Дунай-Дністровського міжріччя) подібного роду рефугіумом є о. Зміїний. Різноманітність умов перебування, що формуються на основі різних за своїми властивостями ґрунтів (від

м'яких до твердих), значних глибин (до 20 м і більше) і цілої низки гідролого-гідрохімічних особливостей, забезпечує існування складних іхтіоценозів. Однак повні дані про видовий склад і біологічну різноманітність риб цього району в літературі відсутні.

Метою нашого дослідження було встановлення видового складу і оцінка сучасного стану та біорізноманітності іхтіоценозу, який сформувався і існує в прибережних водах о. Зміїного.

#### **4.6.1. Матеріал і методи дослідження**

Матеріал було зібрано за період іхтіологічних досліджень, які проводились у північно-західній частині Чорного моря в районі о. Зміїного протягом 5 років (2003–2007 рр.) з квітня по грудень включно. Рибу ловили як біля самого берега, так і на відстані близько 4 км від острова. В основному дослідження проводили в прибережній зоні острова, за яку приймали морські води на віддаленні від берега не більше 400 м. Таким чином, було досліджено акваторію острова загальною площею близько 2,7 км<sup>2</sup>. Здійснювали також активний лов риби із застосуванням різноглибинного трала довжиною 26,4 м (мінімальний розмір вічка 6–8 мм) на рибпромислових суднах типу СЧС та МРТК. Тралення проводили на глибинах від 20 до 40 м на віддаленні від острова 1,5–4 км. Усього проаналізовано 58 тралових уловів.

Лов риби в прибережних водах острова проводили зябровими сітками, пастками, ятерами, мальковим колом, вудкою і сачком. Сітки (довжина 100 м, розмір вічка 20–45 мм) виставляли з човна паралельно берегу на відстані від 2 до 300 м від урізу води (глибина 1,5–25 м). За допомогою аквалангістів їх розміщували під водою між брил і валунів. Сітки перевіряли один раз на добу. Біля берега рибу обловлювали також пастками прямокутної форми з двома отворами з боків і подвійним ятером довжиною 3 м (розмір вічка 8 мм). Тривалість лову цими знаряддями становила від двох до трьох діб. Крім того, на мілководді застосовували малькове коло, гачкові снасті та великий акваріумний сачок. За весь час досліджень проаналізовано понад 500 уловів риби.

Визначення риб проводили в польових умовах за [28, 31–33]. Підводні спостереження здійснювали за допомогою легководолазного спорядження. Таксономічна приналежність риб представлена за міжнародним електронним каталогом Fishbase. Еколого-зоогеографічна характеристика наведена за рекомендаціями [24, 25, 28]. Ступінь по-

дібності видових списків риби оцінено за індексом видової подібності Сьоренсена [20].

Аналіз динаміки вилову риби проводили за величинами улову на промислове зусилля: для тралів — кількість кілограмів риби за час траління (кг/година), для сіток — число екземплярів риби на одну сітку довжиною 100 м за 1 добу (екз/доба).

Для кількісної оцінки зустрічальності риби в районі острова обрані такі категорії: дуже рідкісні види — спостерігалися поодинокі екземпляри риби за весь період досліджень; рідкі види — поодинокі екземпляри протягом одного року досліджень; звичайні види — до 100 екземплярів за рік досліджень; домінуючі масові види — більше 100 екземплярів за рік досліджень.

Опис рельєфу дна і субстратів в місцях збору іхтіологічного матеріалу проводили з використанням легководолазного спорядження. Для прибережної частини острова нами визначені характерні типи субстрату: валуни (гальковий ґрунт з перевагою валунів); мішаний субстрат (брили, валуни і пісок); валуни — мідійний черепашник; пісок — мідійна черепашник. Гранулометрична характеристика ґрунтів наведена за О. С. Константиновим [16]. У прибережній зоні острова для лову риби було обрано 22 ділянки (іхтіологічні станції), розташовані з різних його сторін (рис. 4.6.1).

#### **4.6.2. Результати досліджень та їх обговорення**

В районі Придунайського узмор'я аналіз геолого-морфологічних умов шельфу дозволив виділити кілька ландшафтних районів, що характеризуються особливостями рельєфу дна, донних відкладів і біоценозів [35]. У найбільш мілководній частині узмор'я (авандельта Дунаю) з інтервалом глибин від 3 до 22 м (в середньому — 18 м) донні відклади представлені глинистими мулами. На схід авандельти зі збільшенням глибин вони змінюються мулистими черепашниками, які простягаються до кромки шельфу (район о. Зміїного), де глибини перебувають в межах 31–46 м.

Найбільш крутим зваленням глибин в акваторії о. Зміїного відрізняється західна сторона прибережної частини острова, спрямована в бік долини палео-Сарати. Берегові скелі відразу йдуть на глибину 5–7 м, а на відстані 200 м від берега глибини досягають приблизно 20 м. З протилежної (східної) сторони острова нахил дна більш пологий. На відстані 300 м від урізу води глибина становить всього 8–9 м. З північної і

південної сторін острова, на віддаленні 200–250 м від берега, глибини досягають 12–15 м.

В зоні прибережного підводного схилу в радіусі приблизно 200–300 м від урізу води домінують тверді ґрунти, представлені в гранулометричному відношенні різними фракціями — від гальки до брил. Поступово кам'янистий ґрунт змінюється піщано-черепашковими ґрунтами різного типу — черепашкові піски і мули. Черепашкові піски складені переважно мідійним черепашником різного ступеня дроблення. На цьому субстраті навколо острова формується потужна зона мідієвого біоценозу. Між ним і твердими ґрунтами розташовується смуга піщано-черепашникових відкладів.

Ландшафт північної і південної частини підводного схилу в береговій зоні острова характеризується присутністю значного числа валунів. З глибин 6–8 м з'являються брили, а на глибинах 12–15 м кам'янистий субстрат замінюється піщано-черепашковими ґрунтами. Ці ґрунти (переважно черепашкові мули) виявлені на деяких ділянках північної і південної сторін підводного схилу (глибини 3–6 м). В західній частині морського схилу на окремих ділянках розташовуються декілька досить протяжних осипів, утворених валунами. В основному ж біля берега лежать окремі великі скельні уламки. В середній частині східної сторони підводного схилу на глибині 4–5 м у безпосередній близькості від урізу води зустрічаються брили, розміри яких перевищують 2,5 м. За ними розташовані невеликі ділянки піщано-черепашкового ґрунту. Нижче на морському схилі (на віддаленні 200–300 м від берега) розташовуються тверді ґрунти, сформовані більш дрібними фракціями кам'янистого субстрату (валуни). Межа між валунами, піщано-черепашковим ґрунтом мідійним черепашником розташовується на глибинах від 8 до 12 м.

В районі о. Зміїного протягом п'яти років нами виявлено 49 видів риб, що належать до 12 рядів, 29 родин і 40 родів. З них 20 видів зустрічалися як на значному віддаленні від берега (до 4 км), так і в прибережній зоні. Безпосередньо в прибережній частині акваторії острова відмічено 48 видів риб (додаток 5).

Найбільше число таксонів включає ряд окунеподібних Perciformes — 13 родин, 20 родів і 26 видів (додаток 5). Представники цього ряду становлять більше половини всіх видів, виявлених у досліджуваній акваторії, і є основою іхтіоценозу прибережних вод острова. Ряд камбалоподібних Pleuronectiformes в районі острова представлений 3 родинами, 3 родами і 3 видами. В ряди скатоподібних Rajiformes, оселедцеподібних Clupeiformes і тріскоподібних Gadiformes входять по 2 родини, в них 2,

3 і 2 роди, відповідно, в кожному з яких по одному виду. Ряди осетроподібних *Acipenseriformes*, голкоподібних *Syngnathiformes* і колбнещукоподібних *Gobiesociformes* містять по 1 родині, по 2 роди в кожному, в яких 2, 5 і 2 види, відповідно. Інші 4 ряди включають по 1 родині, 1 роду і 1 виду.

За числом родів і видів, виявлених в прибережних водах о. Зміїного, домінують родини: бичкові *Gobiidae* — 6 родів і 9 видів, голкові *Syngnathidae* — 2 роди і 5 видів, морські собачки *Blennidae* — 2 роди і 4 види. Усього на частку цих трьох родин приходить 36,7 % від загальної кількості видів, які зустрічаються в районі острова. Родини осетрові *Acipenseridae*, оселедцеві *Clupeidae*, кефалеві *Mugilidae* і морські качечки *Gobieoidea* включають по 2 роди і 2 види в кожному, губанові *Labridae* — 1 рід і 2 види (усього 20,4 % видів риб). Кожна з інших 21 родини представлена 1 родом і 1 видом (42,9 %). За числом видів найбільш різноманітний рід *Syngnathus* — 4 види (8,2 %), *Parablennius* і *Neogobius* — по 3 види (12,2 %), *Symphodus* і *Gobius* — по 2 види в кожному (8,2 %). Інші 35 родів представлені 1 видом кожний, що становить 71,4 % від загальної кількості видів.

Переважає більшість виявлених в районі острова риб (93,9 %) відносяться до жилих видів. Інші належать до прохідних. При цьому більшість видів (75 %) є демерсальними, ведуть донний і придонний спосіб життя. Група пелагічних риб представлена набагато меншою кількістю видів (25 %).

За способом розмноження в акваторії острова переважають літофіли, включаючи види, що відкладають ікру на стулки молюсків, і пелагофіли (39,1 і 36,9 %, відповідно). Кількість фітофільних і псаммофільних риб незначна, їхні частки становлять 6,5 % і 2,2 %, відповідно. П'ять видів родини голкові *Syngnathidae* (10,9 %) відкладають ікру у виводковій камері. Два види (4,4 %) — катран і хвостокол звичайний — є яйцеживородящими.

За характером харчування провідне місце займають бентофаги, що складають майже половину виявлених видів (49,0 %). Частка інших груп значно менша: планктонофаги — 22,4 %, хижі — 20,4 %, фітофаги — 8,2 %.

Для порівняння слід зазначити, що в цей час у прибережних водах Кримського півострова виявлено 122 види з 47 родин [30], тобто в 2,5 рази більше кількості видів, знайдених нами біля о. Зміїного. Іхтіофауна прибережних вод південно-західного Криму відрізняється більш значним видовим багатством, в першу чергу за рахунок середземно-



морських видів, представники яких більш теплолюбні, і тому північніше не зустрічаються. Позначається також і нижча солоність води в досліджуваному районі о. Зміїного.

В північно-західній частині Чорного моря виявлено 81 вид морських і солоноватоводних риб [3, 4], з яких більше половини (45 видів) знайдені нами біля о. Зміїного. Зокрема, в Одеській затоці нами раніше спостережено 48 видів з 19 родин [10]. В затоці родини оселедцеві, бичкові і голкові були представлені більшою кількістю видів (5, 13 і 6 видів, відповідно), ніж біля острова. Однією з можливих причин відносної бідності видового складу іхтіофауни північно-західної частини Чорного моря є сильний антропогенний вплив на водне середовище в цій акваторії, а також несприятливий гідрологічний режим вод з періодично виникаючою глибокою гіпоксією, що викликає замори [35].

Незважаючи на те, що всі виявлені нами в районі острова види риб мешкають також в прибережних водах південного берега Криму, порівняльний аналіз іхтіофауни цих акваторій (індекс видової подібності — 57,3 %) вказує на незначний ступінь видової подібності цих іхтіоценозів. Ймовірно, однією з причин цієї відмінності є різке коливання солоності води біля острова — від 6,5 до 21,0 ‰. Такі умови несприятливі для найменш толерантних морських видів (наприклад, для риб родин серранові Serranidae, спарові Sparidae). В той же час показник ступеня видової подібності іхтіофауни прибережних вод острова і Одеської затоки більш високий (65,9 %), що може свідчити про подібність умов перебування риб у цих районах.

Для вилову риби в прибережній зоні острова застосовувалися пасивні знаряддя. Найбільшою уловистістю серед них характеризуються сітки. Ними піймано більше 80 % риб, які належали до 45 видів. Значно менш ефективними виявилися пастки і ятера. Цими знаряддями біля острова виловлено менше однієї п'ятої всієї кількості досліджених риб (10,5 і 4,5 %, відповідно). В цих уловах виявлено всього 8 видів риб.

Знаряддя лову виставлялися на найбільш характерних ділянках дна біля острова. Матеріали, представлені в табл. 4.6.1 і 4.6.2, віддзеркалюють розподіл масових видів риб на різних субстратах в прибережній зоні о. Зміїного. Для аналізу розподілу масових демерсальних видів риб на різних ґрунтах акваторії острова взяті найбільш повні дані, отримані за результатами ловів у серпні 2003 р. [11].

На валунах домінував бичок-кругляк. Його чисельність в 2,0–2,5 рази більша, ніж по двох інших видів літофільних риб: морського миня і собачки звичайної (табл. 4.6.1, 4.6.2).

Таблиця 4.6.1

Улов сітками на промислове зусилля (%) різних видів риб на окремих субстратах у прибережній зоні о. Зміїного (серпень 2003 р.)

Субстрат	Кількість риб, екз/доба	Вид					Разом (%)
		Бичок-кругляк	Бичок-жабоголовий	Тривусий морський минь	Скорпена чорноморська	Морський собачка звичайний	
Валуни	152	46.1	1.3	23.0	12.5	17.1	100
Брили, валуни і пісок	94	37.0	1.4	17.0	10.6	34.0	100
Валуни — мідійний черепашник	163	27.6	18.4	9.2	44.2	0.6	100
Пісок — мідійний черепашник	91	13.4	10.9	13.1	62.6	—	100

Таблиця 4.6.2

Улов сітками на промислове зусилля (%) окремих видів риб на різних субстратах прибережної зони о. Зміїного (серпень 2003 р.)

Вид	Субстрат				Разом (%)
	Валуни	Брили, валуни і пісок	Валуни — мідійний черепашник	Пісок — мідійний черепашник	
Бичок-кругляк (n=162)	43.2	21.6	27.8	7.4	100
Бичок-жабоголовий (n=43)	4.7	2.3	69.8	23.2	100
Тривусий морський минь (n=78)	45.0	20.5	19.2	15.3	100
Скорпена чорноморська (n=158)	12.0	6.3	45.6	36.1	100
Морський собачка звичайний (n=59)	44.1	54.0	1.9	—	100

На мішаних ґрунтах частка бичка-кругляка і миня трохи зменшується. Водночас в уловах частіше зустрічається собачка звичайний. Ділянки із мішаним субстратом приваблюють також безліч риб, що віддають перевагу піщаним ґрунтам. На цих ділянках в знаряддя лову попадали зіркогляд, ошибень, камбала чорноморська, морський язик. На валунах і мішаних субстратах аквалангістами виявлені піленгас, сингіль, зеленушки, піщанка, бичок чорний, бичок-цуцик, плямистий присосок.

На кам'янистих і піщаних субстратах з мідійним черепашником різко зростала чисельність скорпени (44,2 % й 62,6 %) і знижувалася частка собачки звичайного (до 0,6 %). У піленгасові сітки (розмір вічка 45 мм), встановлені на глибині 25–30 м, на піску і мідійному черепашнику попадали катран, морська лисиця, морський кіт, мерланг, калкан чорноморський, камбала чорноморська і морський язик.

Морський минь і собачка звичайний виявилися більш тісно пов'язаними з кам'янистими субстратами (валуни і мішаний ґрунт). На мілководних ділянках (глибина до 5 м) сачком були виловлені в невеликій кількості собачка-сфінкс, собачка вухатий, собачка Звоніміра, прилипало і плямистий присосок.

В товщі води навколо острова на різних глибинах зустрічалися сарган, атерина, луфар, ставрида, молодь кефалі сингіля. Перші чотири види утворюють більші скупчення в серпні — вересні.

У складі донної іхтіофауни приострівної акваторії зареєстровані види, які в морській пригирловій зоні Дунаю або не виявлялися, або зустрічалися в одиничних екземплярах чи спорадично. З таких видів нами, зокрема, виявлені морська голка товсторила, скорпена, зеленушка плямиста, собачка Звоніміра, ошибень звичайний, бичок чорний, бичок паганеля, бичок-цуцик. Собачки (вухатий і звичайний) виявлені нами у лимані Сасик [27], однак в оглядовій праці [3] в прибережних районах дунайської авандельти ці види не згадуються. Можливо, зазначені види віддають перевагу твердим ґрунтам (валуни, брили) і уникають мулистого черепашнику північної частини пригирлової зони і глинистих мулів авандельти Дунаю. Раніше вже вказувалось на присутність собачки-сфінкса в районі наших досліджень, а знахідка собачки Звоніміра і бичка паганеля на даній ділянці акваторії північно-західної частини Чорного моря є пріоритетною. Раніше не було інформації про наявність у пригирловому узмор'ї Дунаю риби прилипало. Ця риба хоч і рідко попадає в знаряддя лову, проте часто і в значній кількості реєструється в прибережній зоні острова за проведення підводних спостережень. Рідким видом на дунайському узмор'ї і в північно-західній

частині Чорного моря, на думку деяких авторів [4, 27], є і морський минь. За результатами наших досліджень в акваторії о. Зміїного це один з найбільш масових видів риб, представлений особинами різного віку (1–4 роки). В прибережній зоні острова частіше інших риб в різні знаряддя лову, розміщені на кам'янистому субстраті, попадали літофільні види — морський минь, скорпена, бичок-кругляк і собачка звичайний (табл. 4.6.1, 4.6.2). В той же час ціла низка видів (собачки, піщанка, бичок чорний), представлених в уловах невеликим числом особин, часто реєструвалися в ході виконання підводних спостережень. Окремі види риб вдалося виявити саме таким способом (бичок-цуцик і плямистий присосок). Однак цей факт не завжди може однозначно свідчити про нечисленність виду в цілому. Калкан чорноморський, наприклад, за даними [27], в січні-березні на південному заході від о. Зміїного разом з хамсою, шпротом і ставридою був одним із масових промислових видів. Під час наших досліджень калкан виявлено в незначних кількостях на піщаному ґрунті і мідійному черепашнику. Максимальні улови цього виду (до 3 екз на добу на 100 м сітки) були в осінній період, коли калкан підходить до острова для нагулу. В цей же період року були зареєстровані і максимальні улови скатів — морської лисиці (5–7 екз/доба) і морського kota (4–5 екз/доба).

Скорпену для північно-західної частини Чорного моря раніше вважали видом, що рідко зустрічається [4]. Це цілком справедливо, зважаючи на те, що схил морського дна найчастіше представлений піщано-черепашковими ґрунтами. На таких порівняно вирівняних ґрунтах скорпені складніше залишатися непомітною для своїх жертв. Ускладнення просторової конфігурації морського дна, наявність численних сховищ на кам'янистих субстратах біля о. Зміїного сприяє більш повній реалізації видоспецифічної поведінки скорпени і, як наслідок, різкому росту чисельності. Біля узбережжя Криму в аналогічних умовах скорпена — один із найбільш чисельних видів [19, 24].

В пелагіалі (глибини 20–40 м) тільки шпрот утворював щільні скупчення протягом весняно-літнього періоду (300–1500 кг на годину тралення). Як прилов нерідко зустрічався мерланг (1,5–5 кг/година). У червні — липні в уловах одинично зустрічалися пузанок і атеріна. Окремі особини анчоуса, луфаря і ставриди потрапляли в трал в серпні і вересні. Рідко в тралі знаходили донних і придонних риб: катрана, скорпену, бичка-кругляка, бичка чорного, калкана чорноморського. Іноді серед грудок водоростей у тралових уловах знаходили морську голку пухлошоку і морського коника (додаток 5).

Виловлені в акваторії о. Зміїного риби відносяться до п'яти екологічних і зоогеографічних груп. Основу іхтіофауни цього району утворюють субтропічно-тропічні риби — 31 вид, що становить 63,3 % загальної кількості виявлених видів (табл. 4.6.3). Групи бореально-атлантичних і Понто-Каспійських реліктів прибережних вод острова представлені набагато меншою кількістю видів — 16,3 й 12,3 %, відповідно.

Таблиця 4.6.3

**Еколого-зоогеографічна характеристика чорноморської іхтіофауни**

Екологічні і зоогеографічні групи	Чорне море. О. Н. Световидов [28], Т. С. Расс [24, 25]		Південний берег Криму [30]		Дунай-Дністровське межиріччя. В. С. Чепурнов [36]		О. Зміїний (наші дані)	
	Кількість видів	%	Кількість видів	%	Кількість видів	%	Кількість видів	%
Середземноморські іммігранти	126	63,0	87	71,3	51	45,0	31	63,3
Бореально-атлантичні релікти	13	6,5	12	9,9	8	7,0	8	16,3
Солонатоводні види	22	11,0	11	9,0	18	15,0	6	12,3
Прохідні і напівпрохідні види	25	12,5	9	7,4	—	—	3	6,1
Види-інтродуценти	—	—	1	—	—	—	1	2,0
Прісноводні види	14	7,0	2	1,6	37	33,0	—	—
Усього видів	200	100	122	100	114	100	49	100

Для Чорного моря відомо близько 200 видів і підвидів риб, з яких 126 видів є представниками середземноморського деривату [24, 28], 87 із них виявлені біля південного берега Кримського півострова [30]. За даними В. С. Чепурнова [36], на морській ділянці Дунай-Дністровського межиріччя був виявлений 51 вид середземноморських іммігрантів. Бореально-атлантичні риби і понтичні релікти представлені невеликою кількістю видів, відповідно в Чорному морі — 13 і 22 види, в Дунай-Дністровському межиріччі — 8 і 18 видів, біля південного берега Криму — 12 і 11 видів. Таким чином, в акваторії о. Зміїного найбільш повно представлена група бореально-атлантичних реліктів — 8 з 13 видів, виявлених у Чорному морі. Кількість видів середземноморських іммігрантів і представників солонуватих вод в районі острова в чотири

рази менша, ніж кількість цих видів в Чорному морі (31 із 126 видів і 6 із 22 видів, відповідно). Біля острова виловлено 9 видів риб, що належать до найбільш древньої групи — фауни Тетиса (додаток 5) [24, 25].

До додатку 5 не включені представники прісноводної іхтіофауни — сом звичайний *Silurus glanis* Linnaeus, 1758, в'юн звичайний *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758) і плоскирка *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), виявлені біля острова в квітні 2006 р. Сом (загальна довжина 38,0 см) і в'юн (загальна довжина 21,5 см) без зовнішніх ушкоджень знайдені в штормових викидах. Водночас у шлунках трьох екземплярів катрана, виловлених біля острова в результаті сіткового лову, виявлені практично неперетравлені три екземпляри в'юна (довжина 18,7–23,4 см) і один екземпляр плоскирки (загальна довжина 12,5 см).

Спорадична поява прісноводних видів риб в акваторії острова в квітні 2006 р. пов'язана з розпрісненням морських вод цього району під час весняної повені, коли величини солоності води перебували в межах 6,4–12,3 ‰. В період досліджень в акваторії острова виявлено понад 30 екземплярів морського коника чорноморського, 2 екземпляри умбрини світлої, 1 екземпляр білуги. Ці види риб є рідкими для Чорного моря і занесені до Червоної книги України (табл. 4.6.4).

З виловлених в акваторії острова риб 17 видів включені до Червоної книги Чорного моря; 7 видів охороняються з 1979 р. Бернською конвенцією з охорони дикої флори і фауни; 13 видів занесено до списків протоколу про збереження біорізноманіття, передбаченого Бухарестською конвенцією 1992 р. Фотографії видів, яких занесено в Червоні книги України і Чорного моря, наведено в додатку 6.

Близько половини видів, що охороняються, є рідкими для північно-західної частини Чорного моря, що певною мірою ускладнює можливість їх виявлення. Для акваторії острова в першу чергу це стосується осетрових риб. В незначних кількостях в цьому районі зустрічаються також морські голки і морський коник європейський. Рідкісними видами в прибережних водах острова є морський дракон і смарида звичайна. Протягом 5 років досліджень було виловлено всього 4 екземпляри морського дракона і 1 екземпляр смариди.

Інші види — сарган чорноморський, барабуля чорноморська, зіркогляд звичайний, бичок-жабоголовий, бичок-цуцик і морський язик — за нашими спостереженнями, для акваторії острова є звичайними видами. Собачку-сфінкса і скорпену можна віднести до масових видів. За усним повідомленням молодшого наукового співробітника О. П. Куракіна, у серпні 2005 р. на відстані 200–300 м від берегової лінії острова

під водою були помічені відносно великі зграї (до 100 екз.) пеламиди *Sarda sarda* (Bloch, 1793), однак у наших уловах цей вид не зустрічався.

Таблиця 4.6.4

**Види риб, що охороняються, виявлені в акваторії о. Зміїного**

№	Вид риби	ЧКУ	ЧКЧМ	БК	БХК
1	Білуга чорноморська	+	+	–	+
2	Севрюга	–	+	+	+
3	Сарган чорноморський	–	+	–	+
4	Трубкорот сріблястий	–	+	–	+
5	Морська іглиця пухлощока чорноморська	–	–	+	–
6	Морська іглиця тонкорила	–	+	–	+
7	Морський коник європейський	+	+	+	+
8	Скорпена чорноморська	–	+	–	+
9	Луфар стрибаючий	–	–	–	+
10	Смарида звичайна	–	+	–	+
11	Умбріна свієла	+	–	+	–
12	Барабуля вусата чорноморська	–	+	–	+
13	Зеленушка плямиста	–	+	–	–
14	Морський дракон великий	–	+	–	–
15	Зіркогляд європейський	–	+	–	–
16	Морський собачка звичайний	–	–	+	–
17	Морський собачка-сфінкс	–	+	–	+
18	Бичок-афія	–	–	–	+
19	Бичок чорний	–	–	+	–
20	Бичок-жабоголовий	–	+	–	+
21	Бичок-ратан звичайний	–	+	–	–
22	Бичок-цуцик	–	+	+	–
23	Морський язик	–	+	–	–

Примітки: **ЧКУ** — Червона книга України; **ЧКЧМ** — Червона книга Чорного моря; **БК** — список видів риб протоколу Бернської конвенції про охорону дикої флори й фауни, а також природного середовища перебування в Європі; **БХК** — список видів протоколу Бухарестської конвенції.

#### 4.6.3. Висновки

Основу іхтіофауни Чорного моря складають власне морські види, що проникли сюди із Середземного моря, — усього 139 видів [24, 25, 28]. Просторовий розподіл їх визначається констеляцією дії і рівнем екологічних чинників. Якщо, наприклад, біля південно-західного узбережжя Криму різноманітність видового населення риб пов'язують з

меншими міжсезонними коливаннями температури, солоності, наявністю меридіональних течій, то в північно-західній частині моря своєрідність складу іхтіофауни визначається розпріснюючою дією великих рік. Це, на думку І. І. Пузанова [23], поряд із медитерранізацією іхтіофауни Чорного моря, яка ще продовжується [2, 23, 24], сприяє “понтізації” Чорного моря (поява, наприклад, в його північно-західній частині прісноводного бичка браунера *Benthophiloides brauneri* Beling, Ijij, 1927). В теперішній час даний процес набуває і зворотнього напрямку: вселення в прісноводні водойми (наприклад, озера Кугурлуй і Ялпуг) морських видів (зокрема, бичка-кругляка), які утворюють там стійкі (що розмножуються) угруповання. З розпрісненими поверхневими водами деякі солоноватоводні види Придунайського узмор'я, наприклад пуголовка зірчаста, досягає о. Зміїного, де виявлена нами в тралових уловах (глибина ~30 м).

Інформація про видовий склад іхтіофауни Придунайського узмор'я (від гирлової зони до мису Бурнас) переважно основана на даних, отриманих на підставі уловів ставних неводів, що виставляють у смузі 1,5–2 км від берега. В межах великої акваторії узмор'я з відносно одноманітними субстратами (глинисті або піщано-черепашикові мули) зустрічається (без врахування прісноводних видів) до 81 виду риб: солоноватоводних — 9 і морських — 72. Прибережна зона о. Зміїного за площею незрівнянно менша акваторії Придунайського узмор'я. В той же час виловлені або виявлені нами поблизу острова риби становлять 68 % від числа морських видів, що живуть в цьому районі Чорного моря (приблизно 60 % від усіх морських видів риб, зареєстрованих в його північно-західній частині) [4, 31–33]. Відома залежність “види–площа”, виражена через індекс концентрації видового багатства [1], свідчить про високу фауністичну насиченість акваторії острова. Одним із пояснень такого високого видового багатства на невеликій за площею ділянці може слугувати структурна неоднорідність субстратів і мозаїчність їхнього розподілу. Складне сполучення різних субстратів, створена ними неоднорідність середовища найчастіше розглядаються як головна умова співіснування конкуруючих видів. В умовах поділу місцеперебувань у співтовариствах, що формуються на їх основі, виявлено своєрідність рис поведінки як окремих видів, так і співтовариства в цілому [18]. На галькових ґрунтах до 91 % бичків перебувають у нерухомому стані на відкритому просторі, тоді як до 25 % собачок проводять в укритті [31, 32]. На відкритому місці на відміну від бичків, собачки більшу частину часу активно рухаються.



Значна більшість риб (75 %) в прибережній зоні острова відноситься до демерсальних видів [11]. Останні освоюють переважно 15–20-сантиметровий (на галечниках) придонний шар води: наприклад, бички собачки практично постійно перебувають в тісному контакті з субстратом, переміщення зеленушок пов'язані з верхньою зоною цього шару. В цілому, частка риб — мешканців морського дна в прибережній зоні острова — віддзеркалює існуюче в Придунайському узмор'ї співвідношення між пелагічними і донними морськими видами риб (16 і 56 видів, відповідно) [3, 36].

Бичка-кругляка можна віднести до групи евриедафічних видів. Його можна зустріти як на піщано-мулистих ґрунтах, так і на кам'янистому субстраті [32]. В Азовському морі на піщаному ґрунті цей вид утворює промислові концентрації. Вважається [32], що бичок-кругляк зазвичай мешкає в зоні продуктивного черепашника на помірно твердому ґрунті. В прибережній зоні о. Зміїного з трьох різновидів кам'янистих субстратів цей вид віддавав перевагу валунам і майже не зустрічається на піщаному ґрунті із продуктивним черепашником (7,4 % від всієї чисельності виду). В прісноводних і олігогалінних водоймах, які освоює бичок-кругляк, останній частіше зустрічається на ділянках дна, де є насип каменів. Інший вид, бичок жабоголовий, часто зустрічається на ділянках ґрунту з мідійним черепашником. При цьому максимальної чисельності він досягає на цьому субстраті в присутності кам'янистого ґрунту (валуни).

Скорпена для північно-західної частини Чорного моря вважається видом, що рідко зустрічається. Ускладнення просторової конфігурації морського дна за рахунок неоднорідності кам'янистих субстратів біля о. Зміїного у сполученні з потужним мідійним біоценозом (мідійний черепашник) сприяє різкому зростанню чисельності скорпени в прибережній зоні острова. Біля узбережжя Криму в аналогічних умовах скорпена — один із найбільш масових видів.

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що різноманітність ґрунтів і субстратів в прибережній зоні о. Зміїного визначає складну структуру існуючого тут іхтіоценозу. Домінуюче положення в цьому співтоваристві риб займають демерсальні види. Їхнє подальше вивчення, особливо з використанням легковолодазного обладнання, відкриває широкі перспективи для з'ясування механізмів розподілу видів в прибережній зоні острова і в цілому на шельфі північно-західної частини Чорного моря.

П'ятирічний період досліджень з використанням різних активних і пасивних знарядь лову при зборі іхтіологічного матеріалу, а також про-

ведення підводних спостережень в прибережних водах о. Зміїного може свідчити про те, що вивченість видової структури іхтіоценозу цієї акваторії в даний час достатньо висока. Подальший напрямок досліджень іхтіофауни прибережних вод острова повинен бути акцентований на вивченні динаміки розподілу і чисельності демерсальних видів риб.

Прибережні води біля о. Зміїного в північно-західній частині Чорного моря є унікальним природним комплексом, у якому живе і розмножується багато видів риб. З огляду на те, що морські біоценози острова досить уразливі, важливо обмежити всі види господарської діяльності в радіусі не менш ніж 7,5 км від берегової смуги острова.

На закінчення можна сформулювати наступні висновки:

1. Протягом п'яти років досліджень в акваторії о. Зміїного нами виявлено 49 видів риб, що належать до 12 рядів, 29 родин і 40 родів. Найбільше число таксонів включає ряд окунеподібних Perciformes (13 родин, 20 родів і 26 видів).

2. В акваторії о. Зміїного виявлені представники п'яти екологічних і зоогеографічних груп риб. З них найбільш повно представлена група бореально-атлантичних реліктів — 8 з 13 видів, виявлених у Чорному морі. Середземноморських іммігрантів і солоноватоводних видів відносно менше — 31 з 126 видів і 6 з 22 видів, відповідно.

3. Переважну більшість видів (75 %) біля острова представляють демерсальні риби. Домінуючими донними видами, що живуть у прибережній зоні острова, є бичок-кругляк, морський минь, собачка звичайний, скорпена чорноморська. На кам'янистому субстраті переважають бичок-кругляк, морський минь і собачка звичайний. На черепашково-піщаному ґрунті з мідійним черепашником домінує скорпена.

4. Основним видом у тралових уловах в районі о. Зміїного був шпрот (до 1500 кг/година), маса якого становила 99 % від загальної величини улову. В прилові часто зустрічався мерланг (до 5 кг/година), а також у невеликій кількості атеріна, пузанок, ставрида і луфар.

5. В прибережних водах острова виявлено 23 рідких та тих, що охоронюються, видів риб. Три з них (морський коник, білуга і умбріна світла) занесені до Червоної книги України, 17 видів — до Червоної книги Чорного моря, 7 видів — до списків протоколу Бернської конвенції, 13 видів охороняються Бухарестською конвенцією.

6. Знайдені в прибережних водах острова собачка Звоніміра і бичок паганеля є першими знахідками цих видів у районі Дунайського узмор'я і північно-західної частини Чорного моря, відповідно.

## Резюме

Основна частина монографії представляє собою узагальнення отриманих науковцями ОНУ ім. І. І. Мечникова в останні роки даних про основні характеристики екосистеми прибережних вод о. Зміїного. Головна увага приділялась оцінкам сучасного стану прибережного біоценозу і абіотичній складовій екосистеми. Як основні ланки біоценозу розглянуті такі як бактеріопланктон, фітопланктон, макрзообентос, іхтіофауна та водорості-макрофіти. Велика частина досліджень абіотичної складової екосистеми була сфокусована на вивченні особливостей гідрологічного і гідрохімічного режиму прибережних вод та умов накопичення і окремих властивостей донних відкладів.

Екосистема прибережних вод о. Зміїного з точки зору біорізноманіття є унікальною у північно-західній частині Чорного моря. Тут зустрічаються такі види гідробіонтів, які давно вже зникли у прибережній смузі вздовж чорноморського узбережжя. Такий район зосередження біорізноманіття є джерелом зберігання і збагачення генофонду флори і фауни північно-західної частини Чорного моря за умов подальшого обмеження і послаблення антропогенного тиску на всю зону Чорного моря між дельтою Дунаю та о. Зміїним.

В результаті проведених досліджень було отримано наступні результати і висновки:

1. Узагальнені існуючі історичні матеріали про донні відклади прилегло до о. Зміїного шельфу Чорного моря та основні джерела і шляхи надходження осадового матеріалу. Показано, що вік сучасних відкладів складає біля 10 тис. рр. Основними джерелами осадового матеріалу в районі о. Зміїного є винос наносів р. Дунаю, абразійні уламки з берегів острова та біологічні процеси в морських прибережних водах. Умови формування донних відкладів в прибережному шельфі визначаються хвилюванням і течіями і характеризуються двома сукупностями відкладів: групою тонкозернистих фракцій (менше 0,25 мм), які генетично пов'язані зі стоком Дунаю та концентрують основну частину органічного вуглецю, та групою крупнозернистих фракцій, яка характеризується переважанням карбонатного матеріалу і генетично пов'язана з функціонуванням морської екосистеми. Результати досліджень мінералогічних характеристик показали, що найбільш типовими відкладами є глинисті

та карбонатні мули і черепашники. Але на підводних височинах та в узбережній зоні переважає пісок та черепашковий детрит. За результатами гранулометричного аналізу було класифіковано основні літологічні типи донних відкладів району о. Зміїного (черепашники, дрібнозернисті піски та алевро-пелітові мули) і проведено їх деталізоване вивчення за середнім вмістом гранулометричних фракцій та ступенем сортування. Порівняльний аналіз донних відкладів біля о. Зміїного та району узмор'я р. Дунаю показав, що черепашники району острова мають більшу різноманітність, є черепашково-детритовими та містять значну частину біогенного матеріалу. Піщані та алевритові фракції складені в основному з кварцу, карбонатів та в незначних кількостях польовими шпатами, слюдами і халцедоном. Глинисті фракції складені в основному з монтморилоніту та каолініту. Вивчення сучасного процесу накопичення донних відкладів показало, що на підводних схилах острова до глибин 12–15 м уламковий та черепашковий матеріали практично не затримуються і зносяться на більші глибини. Накопичення осадового матеріалу починається з глибин більших 15 м. За даними експериментальних спостережень і аналізів побудовано схему розповсюдження літологічних типів донних відкладів, аналіз якої дозволяє зробити основний висновок, що сучасні донні відклади на шельфі Чорного моря поблизу о. Зміїного сформовані в результаті процесів біогенної і теригенної седиментації, при цьому біогенні процеси переважають. Вперше вивчено склад донних відкладів. Результати показали, що зі збільшенням глибини до черепашкового матеріалу в різному ступені домішуються дрібнозернистий пісок, алеврит і пеліт. Сучасні донні відклади шельфу, що примикають до о. Зміїного, сформовані в результаті накладення біогенних і теригенних процесів накопичення відкладів. Практично на всій території полігона біогенні процеси переважають, і формуються цільно-черепашкові і детритові черепашники з різною кількістю дрібнопіщаного, пелітового, рідше — алевритового матеріалу.

2. В результаті гідрологічних досліджень морських прибережних вод біля о. Зміїного виявлено, що такі характеристики, як рівень моря, хвилювання, прозорість, температура і солоність мають сезонну і міжрічну мінливість, яка обумовлена змінами погоди (короткострокові) і клімату (довгострокові), на яку накладаються зміни водного стоку Дунаю. Показано, що рівень моря в районі о. Зміїного на протязі року змінюється від максимального навесні (березень–травень) до мінімального восени — взимку (жовтень–лютий) з амплітудою річного коливання 46 см. Порівняння отриманих авторами результатів з історичними да-

ними показало, що за останні 50–60 рр. спостерігається зростання рівню Чорного моря в районі о. Зміїного з темпом біля 0,4–0,5 см на рік. Основною характеристикою хвилювання прибережного до о. Зміїного району Чорного моря є те, що у 90 % випадків воно має вітрову природу. Максимуми такої характеристики хвилювання, як висота хвиль, спостерігались в холодну частину року. Максимальні висоти хвиль (біля 4 м) були зареєстровані 20 січня та 2 липня 2006 р. Прозорість морських вод на протязі 2004–2007 рр. змінювалася в межах від 1,0 до 9,5 м з максимумами восени та мінімумами влітку, та була обумовлена розвитком фітопланктону та адвекцією розпріснених вод від дунайської дельти. При цьому було зареєстровано аномальні зміни прозорості у 2006 р., коли прозорість морської води з березня до червня була значно нижчою, а у липні була значно вищою у порівнянні з багаторічними даними для цього регіону. Температурний режим поверхневих морських вод характеризувався яскраво вираженим сезонним ходом з максимумами в червні–серпні та мінімумами в січні–березні. Абсолютний за період спостережень максимум температури морської води в районі о. Зміїного був зареєстрований 4 серпня 2005 р. і склав 28,5 °С, а абсолютний мінімум 0,92 °С — 12 лютого 2006 р. Порівняння отриманих авторами у 2004–2007 рр. результатів з історичними даними за 1950–1993 рр. свідчить про наявність сучасного підвищення температури морських поверхневих вод від 2 °С (2004 р.) до 4 °С (2005–2007 рр.), що може свідчити про вплив глобального потепління клімату на західну частину Чорного моря. Солоність прибережних морських вод біля о. Зміїного характеризувалася яскравим сезонним ходом з максимумами в жовтні та мінімумами в квітні — травні. Абсолютний мінімум солоності за період спостережень 2004–2007 рр. склав 10,4 ‰ і був зареєстрований 20 липня 2006 р., а абсолютний максимум 19,1 ‰ — 22 жовтня 2005 р. Було зареєстроване стале зростання солоності поверхневого шару прибережних морських вод за 2004–2007 рр. на 2–3 ‰, що може бути результатом змін водного балансу р. Дунаю та/або флуктуацій у системі течій західної частини Чорного моря. В морських водах у безпосередній близькості до острова (не більш як 100–150 м від берегів острова) зафіксовано аномально низькі значення солоності у порівнянні з більш віддаленими станціями спостережень, що свідчить про вплив притоку накопичених у тілі острова прісних слабомінералізованих вод на прибережну екосистему.

3. Результати спостережень за основними гідрохімічними характеристиками прибережних морських вод біля о. Зміїного показали, що

зміни значень водневого показника и вмісту розчиненого кисню мають добре виражений сезонний хід. Розподіл значень водневого показника характеризувався максимумами влітку—восени та мінімумами взимку. В цілому середньомісячні значення водневого показника співпадають з історичними даними для північно-західної частини Чорного моря, але за останні 4 роки спостережень в районі о. Зміїного спостерігався невеличкий тренд зниження значень водневого показника. Спостереження за кисневим режимом прибережних вод, який в основному був задовільний, дозволили кілька разів зафіксувати дефіцит кисню в 500 м зоні округ острова, тобто в морській частині загальнодержавного загальнозоологічного заказника “Острів Зміїний”, що супроводжувалось заморними явищами, які підтверджені результатами гідробіологічних спостережень. Помітних змін в загальній картині кисневого режиму поверхневих вод біля о. Зміїного у порівнянні з історичними даними не спостерігалось. Результати досліджень рівнів вмісту біогенних сполук фосфору і азоту в морських водах біля о. Зміїного не виявили помітного сезонного ходу, хоча їхні концентрації змінювалися на протязі всього періоду спостережень на декілька порядків. При цьому відмічено зменшення середніх концентрацій фосфатів в районі о. Зміїного за останні 20 років в 3–4 рази. Значні коливання біогенних сполук були пов’язані в основному з адвекцією розпріснених вод від дельти Дунаю та з місцевим забрудненням акваторії від антропогенної діяльності на острові.

4. Детальні регулярні дослідження морського біоценозу біля о. Зміїного дозволили отримати унікальні результати про стан угруповань фітопланктону, бактеріопланктону, макрозообентосу та іхтіофауни. Видовий склад фітопланктонного угруповання в районі о. Зміїного був значно багатшим у порівнянні з іншими прибережними районами північно-західної частини Чорного моря. Вперше було зареєстровано більш як 300 видів мікрowodоростей семи відділів: *Vacillariophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*), *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Euglenophyceae*. Вперше для району о. Зміїного зареєстровано присутність особливої групи мікрowodоростей — 23 види потенційно токсичних водоростей, які щорічно розвивалися в акваторії о. Зміїного у 2003–2006 рр. Аномалій в сезонних і сукцесійних циклах популяційних характеристик не визначено. У всі сезони досліджень вміст хлорофілу “а” відповідав “евтрофному” рівню вод. Була відмічена тенденція зростання концентрацій хлорофілу “а” в поверхневих водах моря за три останніх роки біля о. Зміїного в 3 рази. Середньомісячний максимум хлорофілу “а” приходився на червень—липень. Середньо-

місячні значення на протязі року змінювалися в 3–4 рази. Виявлено, що максимуми концентрацій фотосинтетичних пігментів пов'язані зі зниженням солоності морських вод біля о. Зміїного. Максимальні за три роки досліджень в акваторії о. Зміїного концентрації хлорофілу “а” були зареєстровані в червні 2005 р. — 28,03 мкг/л. Виявлено, що в даний час чисельність бактеріопланктону в морських водах району о. Зміїного є нижчою, ніж в першій половині 1990-х рр. Просторовий розподіл бактерій, за висновками авторів, обумовлюється насамперед річковим стоком і антропогенною діяльністю на острові. Показано, що основним джерелом органічної речовини для розвитку бактеріопланктону в морських водах біля о. Зміїного в основному був фітопланктон, але чітке зростання чисельності бактерій в 100 м прибережній зоні свідчить також про вплив антропогенної діяльності на острові. Вперше було проведено детальне вивчення видового складу іхтіофауни, яка характеризується унікальним видовим біорізноманіттям: 49 видами риб 28 родів. Більша частина з них (60 %) є демерсальними (донними та придонними) видами. В прибережних водах у 2007 р. зареєстровано три види риб, які занесені до Червоної книги України (морський коник чорноморський *Hippocampus guttulatus microstephanus* Slastenenko, умбринна світла *Umbrina cirrosa* (Linnaeus), білуга *Huso huso* Linne) та 15 видів риб, які занесено до Червоної книги Чорного моря. 13 видів риб, які реєструвались в прибережних водах о. Зміїного, занесені до списку зникаючих та рідкісних видів Протоколу про збереження біорізноманіття та ландшафтів Чорного моря. Вперше для північно-західної частини Чорного моря і для морських вод України взагалі був зареєстрований в прибережних водах о. Зміїного бичок паганеля *Gobius paganellus* Linnaeus. Доведено, що з точки зору біорізноманіття іхтіофауни прибережні води о. Зміїного є унікальним природним комплексом у Чорному морі, тому найважливішою задачею збереження існуючого біорізноманіття та мінімізації антропогенного преса є обмеження в зоні не менш як 1,5 км від берегів острова та жорстке регулювання у буферній зоні не менш як 5–6 км від берегів острова всіх видів господарчої і промислової діяльності на острові і в прибережній зоні. У 2007 р. в прибережних водах о. Зміїного реєструвались три види чорноморських дельфінів (*Delphinus delphis*\*, *Phocoena phocoena*, *Tursiops truncatus*\*), які занесені в список зникаючих та рідкісних видів Протоколу про збереження біорізноманіття та ландшафтів Чорного моря. Два з цих видів, “білобочка” та “афаліна чорноморська”, занесені також до Червоної книги України. Вперше був складений детальний список видів бентосу, які зустрічаються у

прибережних водах біля о. Зміїного. Всього зареєстровано 55 видів макрозообентосу. П'ять видів рідкісних крабів внесено до Червоної книги України і 7 видів — до Червоної книги Чорного моря. Вперше оцінено загальні запаси мідій і хижака рапани у дослідженій прибережній зоні о. Зміїного, які складають 5755 і 320 тон, відповідно. Проведений аналіз сучасного стану бентосу показав, що найбільш гострою проблемою є зростання чисельності хижака-рапани. Загальна чисельність рапани в прибережній зоні острова продовжує зростати. Окремі особі рапани реєструються на глибинах до 2 м. Сучасний стан мідійних поселень оцінюється вже як вкрай незадовільний, саме тому рекомендовано термінове зменшення чисельності рапани (не менш як 50 % її запасу). Всього в прибережних водах о. Зміїного зареєстровано 42 види водоростей-макрофітів, серед них *Cladophora hutchinsiae* — вид, новий для альгофлори України. У видовому складі переважають однорічники (69 %). Показано, що в районі о. Зміїного практично зникли два домінуючі в минулому види *Phyllophora truncate* та *Cystoseira barbata*. Детальний аналіз стану водоростей-макрофітів вказує на те, що умови розвитку їх фітоценозів в останні роки погіршилися і є нестабільними.

Таким чином слід відмітити, що в прибережних до о. Зміїного морських водах сформувалася унікальна морська екосистема, яка потребує дуже дбайливого ставлення та захисту, і насамперед введення суворих обмежень на всі види господарчої діяльності в прибережних водах біля о. Зміїного. Для збереження і поліпшення стану досліджуваних екосистем необхідно на державному і регіональному рівні запланувати і виконати наступні пріоритетні заходи:

— створити на основі існуючого загально-зоологічного заказника загальнодержавного значення національний морський природний парк “Острів Зміїний”, що дасть змогу підвищити природоохоронний статус охоронюваної території та удосконалити режим заповідання і охорони червонокнижних видів, запровадити особливі, більш жорсткі правила охорони унікального куточку природи України;

— переглянути межі охоронюваної морської території в сторону її збільшення. При цьому необхідно створити єдиний масив територій і акваторій, що охороняються, з зоною не менш, як 2 км округ острова, на яких необхідно забезпечити режим заповідання залишків філофори в районі о. Зміїного, та забезпечити міграцію рідкісних видів риби в західній частині Чорного моря;

— впровадити особливі правила вилову живих морських ресурсів в прилеглих до о. Зміїного водах, маючи на увазі повну заборону вилову



риби і молюсків та регульоване добування хижака-рапани в зоні 5 км навкруги острова;

– вивчити та закартографувати ареали розповсюдження філофори біля острова. Визначити точно місце знаходження середземноморського ендеміка філофори, яка спостерігається поблизу о. Зміїного на глибинах до 40 м і обов'язково в оптимальному температурному режимі 6–10 °С. В залежності від дійсного стану цієї унікальної водорості обґрунтувати доцільність встановлення постійної забороненої зони в відповідних координатах, де усяка господарча діяльність забороняється;

– мінімізувати негативний антропогенний вплив господарської діяльності на території о. Зміїного і в його прибережних водах через посилення контрольованого обмеження розвитку видів господарчої діяльності і перебування людей з позицій охорони унікальних природних властивостей острова і прилеглого шельфу;

– активізувати наукові дослідження і удосконалити систему інтегрованого моніторингу, насамперед в напрямку збереження в цілому окремих популяцій водних живих ресурсів промислового призначення, а також окремих таксонів, занесених до Червоної книги України або таких кандидатів з числа зникаючих видів та ендеміків;

– сформулювати спеціальні екологічні вимоги до всіх об'єктів, розташованих на острові, щодо зведення до мінімуму забруднення прибережних вод та атмосфери внаслідок господарчої діяльності.

Зазначені шляхи вирішення проблеми активного захисту природного водного середовища, які можуть бути реалізовані тільки в процесі тісної співпраці науковців багатьох спеціальностей, господарників та представників влади, дадуть змогу:

– зберегти унікальну ділянку кам'янистого морського дна, нетипову для північно-західної частини моря;

– захистити біорізноманіття морської флори і фауни, включаючи рідкісні види і такі, що включені до Червоної книги України та Червоної книги Чорного моря;

– обмежити антропогенний вплив на екосистему, насамперед забруднення та неконтрольований вилов мідій, риб, ракоподібних тощо;

– створити природний полігон для проведення наукових досліджень та спостережень за змінами морської ізольованої екосистеми;

– впровадити строго науковий підхід до організації контрольованого екологічного туризму;

– сприяти залученню іноземних грантів та зарубіжних фахівців до проведення досліджень в унікальному куточку Чорного моря.

---

## Summary

---

The main part of the monograph contains generalised data on the main characteristics of the Zmiinyi Island coastal waters' ecosystem collected by the researchers of Odessa National I. I. Mechnikov University during the last years. The main attention was paid to assessment of the current state of the coastal biocoenosis and ecosystem's abiotic component. Bacterioplankton, phytoplankton, macrozoobenthos, fish and algae-macrophytes were considered the main links of biocoenosis. Major part of studies of the ecosystem's abiotic compound was focused on the coastal waters hydrological and hydrochemical regime peculiarities, bottom sediments accumulation conditions and the particular properties of sediments.

The ecosystem of the Zmiinyi Island coastal waters is unique for the North-Western Black Sea from the biodiversity viewpoint. Here the hydrobionts can be observed that have disappeared from the Black Sea coastal zone long ago. Such biodiversity concentration area is the source of the North-Western Black Sea flora and fauna gene pool conservation and enrichment under the conditions of further restriction and lifting of anthropogenic pressure for the entire Black Sea zone between the Danube Delta and the Zmiinyi Island.

As the result of the studies the following results are received and conclusions made:

1. Historical materials available on the sources of bottom sediments to the Black Sea shelf adjacent to the Zmiinyi Island and the main sources and ways of sedimentary material inflow are generalised. It is shown that the age of current sediments is about 10 years. The main sources of sediments to the Zmiinyi Island area are: suspended matter brought by the Danube, abrasion fragments of the island coast and biological processes taking place in the coastal waters. Conditions of bottom sediments formation on the coastal shelf are depending on waves, currents and characterized by two combinations of sediments: group of fine-grained fractions (less than 0,25 mm) that are genetically connected with the Danube discharge and concentrate the main portion of organic carbon, and group of coarse-grained fractions where carbonate material prevails and which is genetically connected with marine ecosystem functioning. The results of mineralogical characteristics' studies have shown that the most typical depositions are clayey silts and shall stones. However, sand and

shelly detritus prevail on the underwater elevations and in the coastal zone. According to the results of grain-size analyses the main lithologic types of bottom sediments in the Zmiinyi Island area were classified (shell-stone, fine sands and aleuro-pelitic silts) and the detailed studies done of the average content of particle-size fractions and the degree of their sorting. Comparative analysis of bottom sediments from near the Zmiinyi Island and from the coastal waters near the Danube has shown that the shell stones near the island are more diverse, contain shall stone and detritus and a considerable portion of biogenic material. Sandy and aleuritic fractions are mostly composed of quartz, carbonates and contain feldspars, micas and chalcedony in insignificant quantities. Clayey fractions mainly consist of montmorillonite and kaolin. Studies of the current process of sediments accumulation have shown that fragments of stone and shell stone do not practically stay on the underwater slopes of the island down to 12–15 m and are carried to bigger depths. Sediments accumulation begins at the depths exceeding 15 m. According to the data of experimental observations and analyses the scheme of lithologic types of bottom sediments was built, the analysis of which enabled us to make the main conclusion that current bottom sediments on the Black Sea shelf near the Zmiinyi Island had formed as the result of biogenic and terrigenous sedimentation, at that the biogenic processes prevailed. Composition of bottom sediments has been studied for the first time. The results have shown that with the depth fine sand, aleurite and pelite are mixing with the shell stone material to different extents. Today's bottom sediments on the shelf adjacent to the island are formed as the result of combination of biogenic and terrigenous processes of sediments accumulation. Biogenic processes prevail practically all over the site and there shell stone and detritus shell stone are being formed with different quantities of fine sand, pelite and, more rarely, aleurite material.

2. As the result of hydrological studies of marine coastal waters near the Zmiinyi Island it was revealed that such parameters as sea level, wave conditions, transparency and salinity have seasonal and inter-annual changeability caused by changes of weather (short-term) and of climate (long-term), to which the changes in the Danube river discharge were added. It is shown that water level in the Zmiinyi Island area changes during year from maximal in spring (March-April) to minimal in autumn-winter (October-February) with amplitude of annual variations of 46 cm. Comparison of the results received by the authors with the historical data has shown that the growth of the Black Sea level near the Zmiinyi Island was observed for the last 50–60 years, its speed being about 0,4–0,5 cm per year. The main characteristics of wave

conditions in the Black Sea area adjacent to the island is the fact that in 90 % of cases they were caused by wind. Maxima of such wave characteristics as wave height were observed during cold part of year. Maximal wave heights (about 4 m) were registered on January 20 and July 2, 2006. Transparency of sea water in 2004 – 2007 varied within 1,0 and 9,5 m with maximum in autumn and minimum in summer, which was caused by phytoplankton development and advection of sweetened water from the Danube Delta. At that, abnormal changes of transparency were registered in 2006 when its values from March to June were significantly lower and in July – significantly higher compared to the data of many years' for this region. Temperature regime of the surface sea waters were characterized by vividly expressed seasonal changes with maximum in June – August and minimum in January – March. Absolute maximum of sea water temperature in the area of the Zmiinyi Island for the period of observations was registered on August 4, 2005 and equalled to 28,5 °C, and absolute minimum of 0,92 °C – on February 12, 2006. Comparison of the results received by the authors with historical data for 1950 – 1993 is evidencing the present increase in temperature of surface sea water from 2 °C (2004) to 4 °C (2005-2007), which might testify the influence of global warming on the Black Sea western part. Salinity of the coastal waters near the Zmiinyi Island was characterized by vivid seasonal changes with maximum in October and minimum in April – May. Absolute minimum of salinity for the period of observations 2004-2007 made 10,4 ‰ and was registered on July 20, 2006, while absolute maximum of 19,1 ‰ – on October 22, 2005. Stable growth of 2-3 ‰ in salinity of the surface level of coastal waters was registered in 2004 – 2007, which could result from changes in the Danube River water balance and/or fluctuations in the system of currents in the western part of the Black Sea. Abnormally low levels of sea water salinity were registered in the immediate vicinity of the island (not more than 100 – 150 m far from the island coast) compared to more distant stations of observation, which evidenced the inflow of sweet waters with low mineralization accumulated in the body of the island and its influence on the coastal ecosystem.

3. The results of main hydrochemical characteristics' observations in the coastal waters near the Zmiinyi Island have shown well expressed seasonal changes of pH values and dissolved oxygen content. Distribution of pH values were characterized by maxima in summer-autumn and minima in winter. In general, average monthly pH values coincided with historical data for the North-Western Black Sea, however, last 4 years of observations in the Zmiinyi Island area have shown a slight trend towards decrease in pH values. Observations of oxygen regime in the coastal waters, which in general

was satisfactory, enabled us to register several times oxygen deficiency in the 500 m zone around the island, i.e. in the marine part of the National General Zoological Wildlife Reserve “Island Zmiinyi”, and those oxygen deficiencies were accompanied with mass mortality phenomena confirmed by results of hydrobiological studies. No visible changes in the general picture of oxygen regime of surface waters near the Zmiinyi Island were observed compared to the historical data. No visible seasonal changes were observed in the results of nutrients — compounds of nitrogen and phosphorus — content studies in sea waters near the Zmiinyi Island; however, their concentrations changed throughout the period of observations several orders of magnitude. At that, 3–4 times’ decrease in phosphate average concentrations in the Zmiinyi Island area was observed during the last 20 years. Significant variations of nutrient compounds concentration were mainly connected with advection of sweetened waters from the Danube Delta and local pollution of the water area as the result of human activities on the island.

4. Regular detailed studies of marine biocoenosis near the Zmiinyi Island enabled us to receive unique information on the state of communities of phytoplankton, bacterioplankton, macrozoobenthos and ichthyofauna. Species composition of phytoplankton community in the Zmiinyi Island area was much richer if compared with other coastal areas in the North-Western Black Sea. For the first time over 300 microalgae species of seven divisions were registered: *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*), *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Euglenophyceae*. For the first time in the Zmiinyi Island area presence of special group of microalgae was registered — 23 potentially toxic algae that developed annually in the island water area in 2003–2006. No abnormalities were revealed in the seasonal and succession cycles of population characteristics. Chlorophyll “a” content corresponded to “eutrophic” water level in all seasons of studies. Tendency of chlorophyll “a” content threefold growth was revealed in the surface sea waters near the island for the last three years. Average monthly maximum of chlorophyll “a” falls on June–July. Average monthly values changed 3–4 times during a year. It was revealed that maximal concentrations of photosynthetic pigments were connected with marine water salinity near the Zmiinyi Island. The highest concentrations of chlorophyll “a” for the three years of studies were registered in the water area near the Zmiinyi Island in June 2005 — 28,03 mkg/l. It is revealed that at present abundance of bacterioplankton in sea waters near the island is lower than in the first part of the 90<sup>th</sup>. Bacteria special distribution, according to the conclusions of authors, is caused first of all by river discharge and human activities on the island. It is shown that

phytoplankton is the main source of organic matter for bacterioplankton development in the sea waters near the Zmiinyi Island, but the vivid growth in bacteria number within the 100 m coastal zone is also an evidence of influence from human activities on the island. For the first time detailed study of fish species composition was carried out, which was characterised by unique species' biodiversity: 49 fish species of 28 genera. The majority of them (60 %) were demersal (bottom and near-bottom) species. Three fish species enlisted in the Red Data Book of Ukraine (*Hippocampus guttulatus microstephanus* Slastenenko, *Umbrina cirrosa* (Linnaeus), *Huso huso* Linne) and 15 species from the Black Sea Red Data Book were registered in the coastal waters of the island in 2007. 13 fish species registered in the coastal waters of the island were included into the list of rare and threatened species to the Black Sea Biodiversity and Landscapes Conservation Protocol. *Gobius paganellus* Linnaeus was registered in the coastal waters of the island which was the first finding of this species in the North-Western Black Sea and in the Ukrainian waters at all. It was proved that from the viewpoint of fish fauna biodiversity the Zmiinyi Island coastal waters were unique natural complex of the Black Sea. Thus, the task of utmost importance for biodiversity conservation and anthropogenic pressure minimization is to impose restrictions in the zone of at least 1,5 km around the island and to regulate strictly all economic and commercial activities in the buffer zone, at least 5–6 km far from the coast. Three species of the Black Sea dolphins were registered in the coastal waters of the Zmiinyi Island in 2007 (*Delphinus delphis*\*, *Phocoena phocoena*, *Tursiops truncatus*\*). They are enlisted in the list of rare and threatened species of the Black Sea Biodiversity and Landscapes Conservation Protocol. Two of those species, common dolphin and the Black Sea bottle-nosed dolphin are also enlisted in the Red Data Book of Ukraine. For the first time the detailed list of benthic species found in the coastal waters of the Zmiinyi Island was compiled. Altogether 55 macrozoobenthos species were registered. Five of them were rare crab species enlisted in the Red Data Book of Ukraine, seven species — in the Black Sea Red Data Book. For the first time the stock of mussels and predatory species rapana was assessed in the coastal zone of the Zmiinyi Island, which made 5755 and 320 tons respectively. Analysis of the current state of benthos has shown that the sharpest problem is the growth in number of rapana. The total number of rapana in the coastal zone of the island is still growing. Some individual rapanas were registered at the depths down to 2 m. The current state of mussel communities is assessed as very unsatisfactory, that is why it is recommended to bring down the rapana number urgently (at least 50 %). In the coastal waters of the Zmiinyi Island altogether 42 species of algae-macro-

phytes were registered, among them *Cladophora hutchinsiae* — a new species for the algal flora of Ukraine. Annual plants prevail in the species composition (69 %). It is shown that two formerly dominant species *Phyllophora truncate* and *Cystoseira barbata* practically disappeared from the Zmiinyi Island area. Detailed analyses of the state of algae-macrophytes show that the conditions for the development of their phytocoenoses degraded and became unstable.

Thus, we have to point out that the unique marine ecosystem had formed in the coastal waters adjacent to the Zmiinyi Island. It requires protection and much care, first of all imposing of severe restrictions for all economic activities in the coastal waters of the Zmiinyi Island. The following priority steps should be planned and implemented at the national and regional levels to protect and improve the ecosystems under study:

- to establish on the basis of the current General Zoological Wildlife Reserve of national significance a national marine nature park “Island Zmiinyi” that would help to upgrade the conservation status of the protected area and improve the regime of Red Data Book species protection and conservation; to introduce special and stricter rules for protection of this unique piece of Ukrainian nature;

- to reconsider the boundaries of the marine protected area towards its extension. At that, there should be a joint massive of terrestrial and water protected areas, at least 2 km around the island. Reservation regime should be provided for the remaining phyllophora in the area of the Zmiinyi Island and migration of rare fish species in the western part of the sea secured;

- to introduce special rules of living water resources harvesting in the area adjacent to the island, focused on complete prohibition of catching fish and molluscs and regulated harvesting of rapana within the 5 km zone around the island;

- to study and map the areas of phyllophora distribution around the island. To find out the exact location of the Mediterranean endemic species phyllophora, which could be found near the Zmiinyi Island at the depth down to 40 m, and to do this obligatory under optimal temperature conditions of 6–10°C. Depending on the actual state of these unique algae to ground the expediency of permanent prohibited area establishing with respective co-ordinates, where any economic activity would be prohibited;

- to minimise negative anthropogenic influence caused by economic activities on the Zmiinyi Island and in its coastal waters by means of strengthening the controlled restriction of economic development and people stay from the viewpoint of the unique properties of the island and its adjacent shelf protection;

– to activate research activities and improve the integrated monitoring system, first of all towards conservation in general of separate populations of living water resources having commercial value, as well as separate taxa enlisted in the Red Data Book of Ukraine or candidates for enlistment out of endangered and endemic species;

– to formulate special ecological requirements for all the facilities on the island as for minimisation of coastal waters and air pollution as the result of economic activities.

The above measures aimed at the active protection of water environment, which could only be implemented under close co-operation of researchers representing different branches of science, economists and authorities would help to:

– conserve the unique stone site of sea bottom, which is not typical of the north-western part of the sea;

– protect biodiversity of marine flora and fauna, including the rare species enlisted in the Red Data Book of Ukraine and the Black Sea Red Data Book;

– restrict anthropogenic influence on the ecosystem, first of all pollution and uncontrolled harvesting of mussels, fish, crustaceans etc.;

– establish natural testing site for studies and observation of the isolated marine ecosystems' changes;

– implement strictly scientific approach to ecotourism organisation;

– contribute to attraction of foreign grants and international specialists for studies in the unique natural site of the Black Sea.



## Список посилань

*Вступ*

1. Бушуев С. Г., Куракин А. П., Чичкин В. Н. Оценка запасов промысловых беспозвоночных (мидия, рапана) в прибрежной зоне о. Змеиный // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів до 6-го Симпозіуму, 11–12 листопада, 2004 р. — Одеса : ОЦНТЕІ, 2004. — С. 80–84.
2. Джуртубаев М. М., Заморов В. В., Снігірьов С. М., Медінець В. І., Куракін О. П. Про “червонокнижних” крабів у районі острову Зміїний // Біорізноманіття : сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку: всеукраїнська наук.-практ. конф., присвячена пам’яті видатних ботаніків Полтавщини Ф. К. Куріного, П. Є. Сосіна, Д. С. Іванова. — Полтава, 28–29 жовтня, 2004. — С. 127–129.
3. Дерезюк Н. В., Медінець В. І., Конарева О. П. Результаты мониторинга состояния фитопланктона в прибрежных водах острова Змеиный в 2004–2006 гг. // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. статей Міжнар. наук.-практ. конф., 31 травня — 1 червня 2007 р., Одеса. — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 82–85.
4. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г. Значение острова Змеиный в функционировании экосистемы северо-западного шельфа Черного моря // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія. — С. 20–27.
5. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Мінічева Г. Г. [та ін.] Північно-західна частина Чорного моря : біологія і екологія. — К. : Наукова думка, 2006. — 701 с.
6. Іваниця В. О., Медінець В. І., Біланчин Я. М. [та ін.] Результати досліджень екосистеми острова Зміїний // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів до 6-го Міжнар. симпозіуму, 11–12 листопада 2004 р., Одеса. — Одеса : ОЦНТЕІ, 2004. — С. 188–192.
7. Исследование экосистемы Черного моря : сб. науч. трудов УкрНЦЭМ. Вип. 1. / под ред. Мединца В. И. — Одесса : ИРЭН-Полиграф, 1994. — 158 с.
8. Ковалева Н. В., Медінець В. І., Новиков А. Н., Писаренко В. В. Хлорофилл “а” в планктоне Чорного моря у острова Змеиный //

- Современное состояние экосистемы Черного и Азовского морей : тез. докл. Междунар. науч. конф. — Крым, Донузлав, 13–16 сентября 2005 г. — Донузлав, 2005. — С. 41.
9. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Конарева О. П. Бактериопланктон Черного моря в районе острова Змеиный в вегетационный период 2003 и 2004 гг. // Современное состояние экосистемы Черного и Азовского морей : тез. докл. Междунар. науч. конф. — Крым, Донузлав, 13–16 сентября 2005 г. — С. 40.
  10. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Новиков А. Н. Содержание хлорофилла “а” в планктоне Черного моря у острова Змеиный и на взморье реки Дунай // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. — С. 166–173.
  11. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Конарева О. П. Исследования численности бактериопланктона прибрежных вод острова Змеиный // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. статей Міжнар. наук.-практ. конф., 31 травня — 1 червня 2007, Одеса. — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 146–150.
  12. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Новиков А. Н., Солтыс И. Е. Динамика концентраций хлорофилла “а” в акватории острова Змеиный в 2004–2006 гг. // Екологічні проблеми Чорного моря : збірник наук. статей Міжнар. наук.-практ. конф., 31 травня — 1 червня 2007 р., Одеса. — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 151–154.
  13. Мединец В. И., Газетов С. И., Морозов В. М. [та ін.] Результаты исследований прибрежной экосистемы острова Змеиный // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів до 6-го Міжнар. симпозіуму, 11–12 листопада 2004 р., Одеса. — Одеса : ОЦНТІ, 2004. — С. 327–331.
  14. Мединец В. И., Ковалева Н. В., Заморев В. В и др. Результаты исследования прибрежной морской экосистемы острова Змеиный в 2003–2004 гг. // Современное состояние экосистемы Черного и Азовского морей : тез. докл. Междунар. науч. конф., Крым, Донузлав, 13–16 сентября 2005 г. — Донузлав, 2005. — С. 51.
  15. Мединец В. И., Бушуев С. Г., Рыбалка В. Я., Ровнин Д. А., Заморев В. В., Ковалева Н. В., Снигирев С. М. Сохранение уникальной морской экосистемы в районе острова Змеиный // Современное состояние экосистемы Черного и Азовского морей : тез. докл. Междунар. науч. конф. — Крым, Донузлав, 13–16 сентября 2005 г. — Донузлав, 2005. — С. 50.
  16. Научно-технический отчет о НИР “Провести комплекс полевых гидробиологических и эколого-токсикологических исследований

- морской экосистемы в районе о. Змеиный весной 1997 года : Рукопись ОГУ / В. И. Мединец, Т. В. Васильева, В. Н. Чичкин, П. В. Люмкис [и др.]. — Одесса : ОГУ, 1997. — 100 с.
17. Научно-технический отчет о НИР “Провести комплекс полевых гидробиологических и эколого-токсикологических исследований морской экосистемы в районе о. Змеиный в осенний период 1997 года : Рукопись ОГУ / В. И. Мединец, Н. В. Ковалева, Т. В. Васильева, С. Е. Дятлов [и др.]. — Одесса : ОГУ, 1998. — 98 с.
  18. Сминтина В. А., Іваниця В. О., Медінець В. І. Огляд досліджень екосистем острова Зміїний та прилеглою шельфу Чорного моря в 2003–2004 рр. // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів до 6-го Міжнар. симпозіуму, 11–12 листопада 2004 р., Одеса. — Одеса : ОЦНТЕІ, 2004. — С. 413–417.
  19. Сминтина В. А., Іваниця В. О., Медінець В. І. Огляд досліджень екосистем острову Зміїний та прилеглою шельфу Чорного моря у 2003–2006 роках // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. статей Міжнар. наук.-практ. конф., 31 травня — 1 червня 2007 р., Одеса. — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 301–304.
  20. Снигирев С. М., Заморов В. В., Мединец В. И., Абакумов А. Н. Ихтиофауна прибрежных вод у острова Змеиный // Современное состояние экосистем Черного и Азовского морей : тез. докл. Междунар. науч. конф., 13–16 сентября 2005 г., Крым, Донузлав, 2005. — Донузлав, 2005 — С. 69.
  21. Снигирев С. М., Заморов В. В., Мединец В. И. Современное состояние ихтиофауны прибрежных вод у острова Змеиный // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. статей Міжнар. наук.-практ. конф., 31 травня — 1 червня 2007, Одеса. — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 291–296.
  22. Снигирев С. М., Мединец В. И. Краснокнижные виды крабов в прибрежных водах острова Змеиный в 2005 году // Екологічні проблеми Чорного моря : Збірник наукових статей Міжнародної науково-практичної конференції, 31 травня — 1 червня 2007 р., Одеса. — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 297–300.
  23. Сучков И. А., Мединец В. И., Газетов Е. И. Исследования волнения и уровня моря в районе острова Змеиный // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. статей Міжнар. наук.-практ. конференції, 31 травня — 1 червня 2007 р., Одеса. — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 315–319.

24. Сучков И. А., Федорончук Н. А., Свистун В. К., Савчук Н. А, Главацкий В. И. Геологические исследования острова Змеиный // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія. — С. 94–100.

### *Розділ 1*

1. Барковская М. Г. Закономерности распределения тяжелых минералов в полосе пляжа и шельфа советского побережья Черного моря // Вопросы накопления тяжелых минералов : тр. Ин-та геологии и полез. ископаемых Латв. ССР. — 1960. — № 6. — С. 43–50.
2. Барковская М. Г. Терригенно-минералогические провинции приурезовой полосы и шельфа Черного моря // Проблемы геоморфологии, литологии и литодинамики шельфа. — М. : Наука, 1982. — С. 183–213.
3. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т. 2. — М. : Изд-во АН СССР, 1960. — 215 с.
4. Иванов В. Г., Сибірченко М. Г. Регіональна стратиграфічна шкала четвертинних відкладів північно-західної частини Чорного моря та узбережжя. — Одеса : ПричорноморДРГП, 1998. — 32 с.
5. Ищенко Л. В. Закономерности распределения донных отложений в прибрежной полосе шельфа Северо-Западной части Черного моря // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР, 1970. — Вып. 4. — С. 58–64.
6. Кириченко О. Н. и др. Изучение закономерностей накопления и распределения терригенных постплиоценовых осадков шельфа Северного Черноморья в связи с постановкой поисковых работ на твердые полезные ископаемые. Т. 1. — Крымгеология, 1975. — С. 48–100.
7. Лонгинов В. В. Динамика береговой зоны бесприливных морей. — М. : Изд-во АН СССР, 1963. — 182 с.
8. Петелин В. П. Гранулометрический анализ морских донных осадков. — М. : Наука, 1967. — 128 с.
9. Соботович Э. В., Бондаренко Г. Н., Ковалюх Н. Н. Изотопно-геохимические особенности морских осадков. — К. : Наукова думка, 1983. — 240 с.
10. Степаняк Ю. Д. Еколого-геохімічна характеристика стану сучасного осадконакопичення в районі придунайського шельфу Чорного

- моря : автореф. дис. ... канд. геол. наук. — К. : Ін-т геологічних наук НАН України, 2003. — 16 с.
11. Сучков И. А., Федорончук Н. А., Шапран С. Д. Литологический состав донных отложений района о. Змеиный // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія. — С. 100–107.
  12. Сучков І. О., Федорончук Н. О., Чепіжко О. В. Палеогеоморфологія і історія формування північно-західного шельфу Чорного моря // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2001. — Т. 6, вип. 9. Географічні та геологічні науки. — С. 89–96.
  13. Федорончук Н. О. Літологія донних відкладів та умови формування розсипів на Північно-Західному шельфі Чорного моря : дис. ... канд. геол. наук. — Одеса : ОНУ, 2001. — 165 с.
  14. Федорончук Н. О., Сучков І. О., Резнік В. П., Іванов В. Г. Літологія донних відкладів та умови осадконакопичення на Північно-Західному шельфі Чорного моря // Геологічний журнал. — 2001. — № 3. — С. 41–52.
  15. Чаповский Е. Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. — М. : Недра, 1975. — 304 с.
  16. Шнюков Е. Ф., Паланский М. Г., Иноземцев Ю. И. [и др.] Литолого-геохимические особенности и рудоносность донных отложений Черноморского шельфа УССР. — К. : ИГН, 1979. — 322 с.
  17. Фесюнов О. Е. Донные ландшафты северо-западного шельфа Черного моря // Природа. — 1996. — № 2. — С. 71–76.
  18. Фесюнов О. Е. Геоэкология северо-западного шельфа Черного моря. — Одесса : Астропринт, 2000. — 100 с.
  19. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. — М. : Недра, 1989. — 198 с.
  20. Шуйський Ю. Д. Вихованець Г. В., Муркалов О. Б. // Сучасна динаміка берегів о. Зміїний та її вплив на навколишню акваторію Чорного моря // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія — С. 108–121.

## Розділ 2

1. Гидрология дельты Дуная. — М. : ГЕОС, 2004. — 448 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. Вып. 1 : Гидрометеорологические условия / под ред. А. И. Симонова, Э. Н. Альтмана. — СПб. : Гидрометеиздат, 1991. — 429 с.

3. Инструкция по установке и использованию сонара “Lawrence LCX-15CT”. — Lawrence Electronics, Inc. — 2002. — 76 p.
4. Методические указания по химическому анализу распресненных вод морских устьевых областей рек и эпиконтинентальных морей. № 46 / под ред. д-ра хим. наук С. Г. Орадовского. — М. : Моск. отд-ние гидрометеоздата, 1984. — С. 12.
5. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9, часть 2. — Л. : Гидрометеоздат, 1964. — 366 с.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9, часть 1. — Л. : Гидрометеоздат, 1984. — 312 с.
7. Науково-технічний звіт про експедиційні дослідження Чорного моря в травні 1997 року : Рукопис ОНУ / Медінець В. І., Ковальова Н. В. [та ін.]. — Одеса, ОНУ 1997. — 88 с.
8. Науково-технічний звіт про експедиційні дослідження Чорного моря в вересні 1997 року : Рукопис ОНУ / Медінець В. І., Ковальова Н. В. [та ін.]. — Одеса, ОНУ, 1997. — 108 с.
9. Острів Зміїний. Абіотичні характеристики / під ред. В. А. Сминтина, В. І. Медінця. — Одеса : Астропринт, 2008. — В друці.
10. Природные условия взморья реки Дунай и острова Змеиный : современное состояние экосистемы / под ред. В. А. Иванова, С. В. Гошовского. — Севастополь : Морской гидрофизический ин-т, 1999. — 268 с.
11. Руководство по гидрологическим работам в морях и океанах. — Л. : Гидрометеоздат, 1977. — 725 с.
12. Руководство пользователя кондуктометра “НІ 9033” Hanne Instruments, 1996. — 37 p.
13. Сминтина В. А., Іваниця В. О., Медінець В. І. Огляд досліджень екосистеми острова Зміїний та прилеглого шельфу Чорного моря у 2003–2006 рр. // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. статей Міжнар. наук.-практ. конф. — Одеса, 2007. — С. 301–304.
14. Сучков І. А., Медінець В. І., Газетов Е. І. Исследования волнения и уровня моря в районе острова Змеиный // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. статей Міжнар. конф. — Одеса, 31 травня — 1 червня 2007 року. — Одеса, 2007. — С. 315–319.

### Розділ 3

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 4. Черное море. Вып. 2 : Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности / под ред. А. И. Симонова [и др.]. — СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. — 230 с.
2. Израэль Ю. А., Цыбань А. В. Антропогенная экология океана. — Л. : Гидрометеоиздат, 1989. — 527 с.
3. Мединец В. И., Газетов Е. И., Морозов В. Н. Результаты гидролого-гидрохимических исследований района между дельтой Дуная и островом Змеиный в 2003 году // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія. — С. 139–149.
4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9, часть 2. — Л. : Гидрометеоиздат, 1964. — 366 с.
5. Основы биологической продуктивности Черного моря / под общ. ред. В. Н. Грезе. — К. : Наукова думка, 1979. — 392 с.
6. Природные условия взморья реки Дунай и острова Змеиный : Современное состояние экосистемы / под ред. В. А. Иванова, С. В. Гошовского. — Севастополь : МГИ НАН Украины, 1999. — 268 с.
7. РД 52.10.243–92. Руководство по химическому анализу морских вод. — СПб. : Гидрометеоиздат, 1993. — 126 с.
8. Руководство по гидрологическим работам в морях и океанах. — Л. : Гидрометеоиздат, 1977. — 725 с.
9. Северо-западная часть Черного моря : биология и экология / под ред. Ю. П. Зайцева [и др.]. — К. : Наукова думка, 2006. — 701 с.
10. Сминтина В. А., Іваниця В. О., Медінець В. І. Огляд досліджень екосистеми острова Зміїний та прилеглої шельфу Чорного моря у 2003–2006 рр. // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. наук. статей Міжнар. наук.-практ. конф. — Одеса, 2007. — С. 301–304.

### Розділ 4.1

1. Зелинский Н. Д., Брусиловский Е. М. О сероводородном брожении в Черном море и Одесских лиманах // Южнорус. мед. газ. — 1893. — № 18–19. — С. 231.
2. Іваниця В. А., Мединец В. И., Ковалева Н. В., Худченко Г. В., Панченко Н. Н. Состояние микробных ценозов Черного моря на современном этапе // Диагноз состояния морской среды Азово-Черноморского бассейна. — Международная конференция, Се-

- вастополь, Крым, 6–11 сентября, 1993. — МГИ НАН Украины, 1994. — С. 55–60.
3. Исаченко Б. Л. Избранные труды. — М., Л. : Изд-во АН СССР, 1951. — 383 с.
  4. Исследование экосистемы Черного моря : сб. науч. тр. / под ред. В. И. Мединца. — Одесса : Ирэн-Полиграф, 1994. — 157 с.
  5. Ковалева Н. В. Изменение численности бактериопланктона северо-западной части Черного моря в зависимости от гидролого-гидрохимических факторов // Мікробіол. журн. — 2003. — Т. 65, № 5. — С. 3–7.
  6. Ковалева Н. В., Газетов Е. И. Динамика бактериопланктона морской акватории в районе острова Змеиный в вегетационный период 2003 г. / Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. — С. 151-157.
  7. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Конарева О. П. Бактериопланктон Черного моря в районе острова Змеиный в вегетационный период 2003 и 2004 гг. // Тез. докл. Международной научной конференции “Современное состояние экосистемы Черного и Азовского морей”. — Крым, Донузлав, 13–16 сентября 2005 г. — Донузлав, 2005. — С. 40.
  8. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Конарева О. В. Исследования численности бактериопланктона прибрежных вод острова Змеиный // Зб. наук. ст. Міжнар. наук.-практ. конф. “Екологічні проблеми Чорного моря” (31 травня–1 червня 2007 р., Одеса). — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 146–150.
  9. Копп Ф. И. Методика количественного учета микробов в морской воде // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. — 1941. — Т. 7, вып. 2. — С. 239–247.
  10. Крисс А. Е. Морская микробиология (глубоководная). — М. : Изд-во АН СССР, 1959. — 455 с.
  11. Лебедева М. Н. Характеристика численности и биомассы микроорганизмов Черного моря (экологические закономерности их распределения) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1953. — 15 с.
  12. Нижегородова Л. Е., Теплинская Н. Г., Ковалева Н. В. Новые данные о микробном населении Черного моря // Биология моря. — 1981. — № 1. — 1981. — С. 24–28.
  13. Разумов А. С. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха // Микробиология. — 1932. — Т. 1, № 2. — С. 131–146.



14. Руководство по химическому анализу морских вод. — СПб. : Гидрометеоздат, 1993. — 218 с.
15. Сорокин Ю. И. Черное море : Природа, ресурсы. — М. : Наука, 1982. — 216 с.
16. Теплинская Н. Г., Ковалева Н. В. Бактерии пелагиали и бентали // Северо-западная часть Черного моря : биология и экология. — К. : Наукова думка, 2006. — С. 146–174.
17. Цыбань А. В. Бактерионейстон и бактериопланктон шельфовой области Черного моря. — К. : Наукова думка, 1970. — 274 с.
18. Kovalyova N. V., Medinets V. I. Analysys of the Black Sea Bactetioplankton Dynamics as an Element of the Marine Environment Ecological Monitoring // Black Sea Regional Conference on Environment Protection Technologies for Coastal Areas. Varna, Bulgaria, 13–15 June 1995, Conference Preprints. — P. 71–78.
19. Kovalyova N. V., Medinets V. I., Ivanitsa V. A. Microbiological Processes of the Organic Matter Destruction in Coastal Water of the North-Western Part of the Black Sea//Management and conservation of the Northern-Western Black Sea coast. Proceedings of the EUCC International symposium. Odessa, Ukraine, 1996. — Одесса : Астропринт, 1998. — С. 83–89.
20. Kovalyova N. V., Medinets V. I., Gazetov Ye. I. Variations in microbiological characteristics of the north-wesrern shelf of the Black Sea // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2000. — Т. 5, вип. 1. — С. 215–221.
21. Kovalyova N. V. Effect of spring flood and hypoxia on microbiological and hydrochemical structure of the north-western part of the Black Sea// Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2000. — Т. 5, вип. 1. — С. 209–214.

#### *Розділ 4.2*

1. Баринаова С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей — индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив, 2006. — 498 с.
2. Виноградова Л. А., Маштакова Г. П., Дерезюк Н. В. Сукцессионные изменения в фитопланктоне северо-западной части Черного моря // Исследования экосистемы пелагиали Черного моря. — М., 1986. — С. 170–179.
3. Грузов Л. Н., Люмкис П. В., Нападовский Г. В. Исследование пространственно-временной структуры планктонных полей северной половины Черного моря в 1992–93 гг. // Исследование экосистемы

- Черного моря. Вып. 1. — Одесса : ИРЭН–ПОЛИГРАФ, 1994. — С. 94–127.
4. Дерезюк Н. В. Гидробиологический мониторинг одесских пляжей. // Тез. докл. на III Международном симпозиуме “Устойчивое развитие экологического туризма на Черноморском побережье”, 10–13.06.2003 г. — Одесса, 2003. — С. 51–55.
  5. Дерезюк Н. В. Весенне-летний фитопланктон района о. Змеиный и прилегающих акваторий // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова — 2005. — Т. 10, вип. 4. Біологія. — С. 159–165.
  6. Зайцев Ю. П., Гаркавая Г. П., Нестерова Д. А., Полищук Л. Н. Дунай — основной источник эвтрофирования Черного моря // Гидробиол. журн. — 1989. — Т. 25, № 4. — С. 21–24.
  7. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Миничева Г. Г. [и др.]. Северо-западная часть Черного моря : биология и экология. — К. : Наукова думка, 2006. — 701 с.
  8. Маштакова Г. П., Самышев Э. З. Структура планктонных сообществ в Черном море и её изменение в 1960–1983 гг. // Исследования экосистемы пелагиали Черного моря. — М., 1986. — С. 238–240.
  9. Методические основы комплексного экологического мониторинга океана. — М. : Гидрометеиздат. Моск. отд-ние, 1988. — С. 185–200.
  10. Нестерова Д. А. Пространственно-временная изменчивость фитопланктона Жебриянской бухты // Экосистема взморья украинской дельты Дуная. — Одесса : Астропринт, 1998. — С. 159–181.
  11. Нестерова Д. А. Дунай — показатель состояния прибрежного фитопланктона // Наукові записки / Тернопіл. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. Серія : Біологія. Спеціальний випуск “Гідроекологія”. — 2005. — № 4 (27). — С. 162–164.
  12. Одум Ю. Экология : в 2 т. Т. 2. — М. : Мир, 1986. — С. 133–134.
  13. © — Программа для первичной математической обработки гидробиологических проб “TRITON”. Свид. Гос. регистр. ПА № 3322, 15.08.2000 г.
  14. Романенко В. Д., Жукинський В. М, Окслюк О. П. та ін. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. — К. : Наукова думка, 2001. — 48 с.
  15. Рябушко Л. И. Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна / Институт биологии южных морей

- им. А. О. Ковалевского НАН Украины. — Севастополь : ЭКОСИ–Гидрофизика, 2003. — 288 с.
16. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской ; НАН Украины, Ин-т биологии южных морей. — Севастополь : ЭКОСИ–Гидрофизика, 2003. — С. 16–42.
  17. Стан довкілля Чорного моря : Національна доповідь України. 1996–2000 рр. — Одеса : Астропринт, 2002. — С. 55–57.
  18. Украинский В. В., Попов Ю. И., Орлова И. Г., Дерезюк Н. В., Балатюк С. В., Танасюк Е. Г. Изменчивость кислородного режима и гидрологической структуры вод северо-западного шельфа Черного моря в летне-осенний период 1998 года // Метеорология, климатология и гидрология. — 2001. — Вып. 43. — С. 211–222.
  19. Algaebase : Listing the World's Algae. <http://www.algaebase.org/index.lasso>.
  20. Catalogue of Life : 2007 Annual Checklist : Family Salpingoecaceae <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist>
  21. GLERL/Sea Grant : Great Lakes Water Life Photo Gallery — Algae — Cryptophytes. <http://www.glerl.noaa.gov/seagrant/GLWL/Algae/Cryptophyta/Cryptophyta.html>
  22. MarBEF Data System — ERMS. Plantae. <http://www.marbef.org/data/aphia.php>.
  23. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. 1998 // 10010. App. By Standard Methods Committee, 1994. — P. 10-1–10-62.
  24. Strathmann R. R. Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume // Limnol. Oceanogr. — 1967. — No 3, Vol. 12. — P. 411-418.
  25. Михайлов В. Н. Экстремальное половодье на Дунае в 2006 г. // В. Н. Михайлов, В. Н. Морозов, Н. И. Черой, М. В. Михайлова, Е. Ф. Завьялова // Метеорология и гидрология. — М., 2008. — № 1. — С. 80–89.

### Розділ 4.3

1. Берсенева Г. П. Пространственно-временное распределение хлорофилла “а” и его соотношение с феофитином. Западная часть моря у Крымского побережья, летний период 1982 года // Динамика вод и продуктивность планктона Черного моря. — М. :

- Коорд. центр стран — членов СЭВ по пробл. “Мировой океан”, 1988. — С. 253–263.
2. Берсенева Г. П. Сезонная динамика концентраций хлорофилла “а” // Планктон Черного моря. — К. : Наукова думка, 1993. — С. 79–86.
  3. Берсенева Г. П., Франк Н. А., Апонасенко А. Д. Содержание хлорофилла “а” в планктоне Черного моря в период летней стратификации // Экология моря. — 1983. — Вып. 12. — С. 15–21.
  4. Ведерников В. И., Коновалов Б. В., Кобленц-Мишке О. И. Особенности распределения первичной продукции и хлорофилла в Черном море осенью 1978 г. // Экосистемы пелагиали Черного моря. — М. : Наука, 1983. — С. 105–117.
  5. Ведерников В. И., Коновалов Б. В., Кобленц-Мишке О. И. Сезонные изменения пигментов фитопланктона в прибрежных водах северо-восточной части Черного моря // Сезонные изменения черноморского планктона. — М. : Наука, 1983. — С. 66–84.
  6. Винберг Г. Г., Муравлева Е. П., Финенко З. З. Некоторые данные по содержанию хлорофилла в планктоне и первичной продукции Черного моря // Тр. Севастопол. биол. станции. — 1954. — Т. 17. — С. 212–220.
  7. Гаркавая Г. П., Богатова Ю. И., Берлинский Н. А. Особенности формирования гидрохимических условий Украинской части устьевой области Дуная // Экосистема взморья Украинской дельты Дуная. — Одесса : Астропринт, 1998. — С. 21–62.
  8. Кобленц-Мишке О. И. Первичная продукция // Тихий океан : Биология Тихого океана. Кн. 1. Планктон. — М., 1967. — С. 62–64.
  9. Ковалева Н. В., Руснак Е. М., Берлинский Н. А. Продукционные и деструкционные показатели водных масс северо-западной части Черного моря летом 1988 г. /Деп. ВИНТИ 04.07.89, № 4422-В 89. — 12 с.
  10. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Новиков А. Н. Содержание хлорофилла “а” в планктоне Черного моря у острова Змеиный и на взморье реки Дунай // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. — С. 166–173.
  11. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Новиков А. Н., Писаренко В. В. Хлорофилл “а” в планктоне Черного моря у острова Змеиный // Тез. докл. Междунар. науч. конф. “Современное состояние экосистемы Черного и Азовского морей”, Крым, Донузлав, 13–16 сентября 2005 г. — Донузлав, 2005. — С. 41.
  12. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Новиков А. Н., Солтыс И. Е. Динамика концентраций хлорофилла “а” в акватории острова Змеиный

- в 2004–2006 гг. // 36. наук. ст. Міжнар. наук.-практ. конф. “Екологічні проблеми Чорного моря” (31 травня–1 червня 2007 р., Одеса). — Одеса : ІНВАЦ, 2007. — С. 151–154.
13. Козлов Ю. И. Пространственное распределение хлорофилла “а” и первичной продукции в Черном море // Экология прибрежной зоны Черного моря. — М. : ВНИРО, 1991. — С. 156–174.
  14. Кривенко О. В., Кропотов С. И. Изменчивость полей прозрачности и хлорофилла “а” // Природные условия взморья реки Дунай и острова Змеиный : современное состояние экосистемы / под ред. В. А. Иванова, С. В. Гошовского ; НАН Украины, Морской гидрофизический ин-т. — Севастополь, 1999. — С. 87–92.
  15. Крупаткина Д. К., Кириллов И. В. Пространственное распределение хлорофилла “а” и его соотношение с феофитином. Центральный район моря, летний период 1980 года // Динамика вод и продуктивность планктона Черного моря. — М. : Коорд. центр стран — членов СЭВ по пробл. “Мировой океан”, 1988. — С. 51–54.
  16. Макаров Н. П., Чурилов Т. Я., Жоров С. В. Пространственное распределение хлорофилла “а” и его соотношение с феофитином. Северо-западная часть моря, осенний период 1983 года // Динамика вод и продуктивность планктона Черного моря. — М. : Коорд. центр стран — членов СЭВ по пробл. “Мировой океан”, 1988. — С. 272–282.
  17. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. — Л. : Гидрометеиздат, 1980. — 190 с.
  18. Руководство по химическому анализу морских вод. — С.-Петербург : Гидрометеиздат, 1993. — 218 с.
  19. Северо-западная часть Черного моря // Практическая экология морских регионов. Черное море / под ред. В. П. Кеонджана, А. М. Кудина, Ю. В. Терехина. — К. : Наукова думка, 1990. — С. 192–221.
  20. Сминтина В. А., Медінець В. І. Виконання програми комплексного обстеження екосистем острова Зміїний та прилеглого шельфу Чорного моря у 2003 році // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. — С. 5–13.
  21. Финенко З. З. Содержание хлорофилла в фитопланктоне Черного и Азовского морей // Океанология. — 1964. — Т. 4, вып. 3. — С. 462–468.
  22. Юнев О. А. Пространственно-временное распределение хлорофилла “а” и его соотношение с феофитином. Прибрежные и открытые

- районы моря, весенний период 1981 г. // Динамика вод и продуктивность планктона Черного моря. — М. : Коорд. центр стран — членов СЭВ. — Севастополь, 1988. — С. 239–253.
23. Юнев О. А. Пространственное распределение хлорофилла “а” и феофитина “а” в западной части Черного моря в зимний период // Океанология. — 1989. — Т. 29, вып. 3. — С. 480–485.
24. Kovalyova N. V., Medinets V. I, Ivanitsa V. A. Microbiological Processes of the Organic Matter Destruction in Coastal Water of the North-Western Part of the Black Sea // Management and conservation of the Northern-Western Black Sea coast. Proceedings of the EUCC International symposium. Odessa, Ukraine.

#### *Розділ 4.4*

1. Александров Б. Г. Значення морської біоти острова Зміїного для екосистеми шельфу // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. Сер. Біологія. — 2000. — Т. 5, вип. 1. — С. 193–198.
2. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Мясук Н. П. [и др.]. — К. : Наукова думка, 1989. — 608 с.
3. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Миничева Г. Г. и др. Биология прибрежных вод острова Змеиный // Доп. НАН України. — 1999. — № 8. — С. 111–114.
4. Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. — М. ; Л. : Наука, 1967. — 398 с.
5. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. — К. : Наукова думка, 1975. — 247 с.
6. Мединец В. И., Газетов Е. И., Морозов В. Н. Результаты гидролого-гидрохимических исследований района между дельтой Дуная и островом Змеиный в 2003 году // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія. — С. 139–150.
7. Мильчакова Н. А. О новых видах флоры макрофитов Черного моря // Экология моря. — 2002. — Вып. 62. — С. 19–23.
8. Природные условия взморья реки Дунай и острова Змеиный : современное состояние экосистемы / под ред. Л. А. Иванова, С. В. Гошовского ; НАН Украины, Морской гидрофизический институт. — Севастополь, 1999. — 268 с.
9. Соляник Г. О. Короткий нарис флори і фауни острова Зміїний // Наук. зап. Одес. біол. станції. — 1959. — Вип. 1. — С. 156–157.

10. Ткаченко Ф. П. Видовой состав водорослей-макрофитов северо-западной части Черного моря (Украина) // Альгология. — 2004. — Т. 14, № 3. — С. 277–293.
11. Ткаченко Ф. П. Водоросли-макрофиты прибрежной зоны острова Змеиный // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія. — С. 186–195.
12. Ткаченко Ф. П. Макрофітобентос північно-західної частини Чорного моря (флора, розповсюдження, екологія, перспективи практичного використання) : автореф. дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.05 / Київ. нац. ун-т. — К., 2007. — 35 с.
13. Шуйський Ю. Д., Вихованець Г. В., Муркалов О. Б. Сучасна динаміка берегів о. Зміїний та її вплив на навколишню акваторію Чорного моря // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія. — С. 108–122.
14. Vasescu M. Le role des iles dans la dispersion recente des especes indo-pacifiques en Mediterranea Occidentale et quelques observations sur la faune marine de l'île des Serpents, en comparision avec celle peuplant les parages prebosphoriques de la Mer noire // Le peuplement des iles Mediterraneennes et le probleme de Pinsularite, Baanyuls—sur—Mer. — 1961. — P. 241–253.
15. Borza A. C. Observatiuni fitosociologice pe Insula Serpilor (Phytosociological observations on Serpilor (Snake) Island) // Lucrarile intaialui Congr. Natur. Din Romania, Cluj, 18–21 aprile 1928. — 1928. — P. 78–93.
16. Calienescu R. I. Insula Serpilor. Schita monografica (Snake Island. Monographic essay) // Analete Dobrodgei. — 1931. — V. 12. — P. 1–62.
17. Soderstrom J. Studies in Cladophora. — Gцtтеborg : Acta Universitatis Gцtthoburgensis, 1963. — 147 p.
18. Tsarenko P. M., Wasser S. P., Nevo Evitor Algae of Ukraine : diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. — Ruggel : A. R. A. Geather verlag K. G. — 2006. — 713 p.

#### *Розділ 4.5*

1. Александров Б. Г. Значення морської біоти острова Зміїного для екосистеми шельфу // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2000. — Т. 5., вип. 1. — С. 193–198.
2. Бушуев С. Г., Куракин А. П., Чичкин В. Н. Оценка запасов промысловых беспозвоночных (мидия, рапана) в прибрежной зоне

- о. Змеиный // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів до 6-го Симпозіуму, 11–12 листопада, 2004 р. — Одеса : ОЦНТЕІ, 2004. — С. 80–84.
3. Мединец В. И., Ковалева Н. В., Заморов В. В., Газетов Е. И. Писаренко В. В., Проценко В. В., Новиков А. Н., Чичкин В. Н., Снигирев С. М., Конарева О. П., Покась А. С., Солтыс И. Е. Результаты исследований прибрежной морской экосистемы острова Змеиный в 2003–2004 гг. // Современное состояние экосистем Черного и Азовского морей : Тез. докл. — Донузлав, 2005. — С. 51.
  4. Методические указания № 6 / под ред. Л. П. Жданова. — Л. : Гидрометеоиздат, 1971. — С. 66.
  5. Определитель фауны Черного и Азовского морей / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. — К. : Наукова думка, 1968. — Т. 1. — 1969 ; Т. 2, 1972 ; Т. 3.
  6. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / под ред. А. В. Цыбань. — Л. : Гидрометеоиздат, 1980. — 190 с.
  7. Соляник Г. А. Краткий очерк флоры и фауны о. Змеиный // Наук. зап. Одес. біол. станції. — 1959. — Вип. 1. — С. 146–159.
  8. Червона книга України. Тваринний світ. — К. : Укр. енциклопедія, 1994. — 462 с.
  9. Чичкин В. Н., Мединец В. И. Результаты исследований макрозообентоса Черного моря в 1991–1993 гг. // Исследование экосистемы Черного моря. — 1993. — Вып. 1. — С. 128–133.
  10. Чичкин В. Н., Джуртубаев М. М., Абакумов А. Н. Современное состояние зообентоса рыхлых грунтов в районе о. Змеиный (по материалам сборов 2003 г.) // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, Вип. 4. Екологія. — С. 196–204.
  11. Чичкин В. Н., Мединец В. И., Куракин А. П. Макрозообентос прибрежного шельфа острова Змеиный // Современное состояние экосистем Черного и Азовского морей : тез. докл. — Донузлав, 2005. — С. 87.
  12. Чичкин В. Н., Куракин А. П. Митилиды о. Змеиный // Наук. зап. Тернопіл. нац. пед. ун-ту. Серія : Біологія. Спец. вип. “Гідроекологія”. — 2005. — Вип. 4 (27). — С. 264–266.



**Розділ 4.6**

1. Андреев А. В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети / под ред. П. Н. Горбуненко. — Ch. : ВІОТІСА, 2002. — 168 с.
2. Болтачев А. Р., Юрахно В. М. Новые свидетельства продолжающейся медитерранизации ихтиофауны Черного моря // Вопр. ихтиологии. — 2003. — Т. 42, № 6. — С. 744–750.
3. Виноградов К. О. Іхтіофауна північно-західної частини Чорного моря. — К. : Вид-во АН УРСР, 1960. — 116 с.
4. Виноградов К. А. Биология северо-западной части Черного моря. — К. : Наукова думка, 1967. — 225 с.
5. Водяницкий В. А., Казанова И. И. Определитель пелагических икринок и личинок рыб Черного моря // Тр. ВНИРО. — 1954. — Т. 28. — С. 240–323.
6. Зайцев Ю. П. Нові дані про іхтіопланктон північно-західної частини Чорного моря // Наук. зап. Одес. біол. станції. — 1959, вип. 1. — С. 77–90.
7. Зайцев Ю. П. Экологическое состояние шельфовой зоны Украины у побережья // Гидробиол. журнал. — 1992. — Т. 28, № 4. — С. 3–19.
8. Зайцев Ю. П., Гаркавая Г. П., Нестерова Д. А., Полищук Л. Н, Цоккур А. Г. Современное состояние экосистемы северо-западной части Черного моря // Современное состояние экосистемы Черного моря. — М. : Наука. — 1987. — С. 216–230.
9. Замбриборщ Ф. С. О современных тенденциях изменений черноморских ихтиоценозов // Вопр. ихтиологии. — 1985. — Т. 25, № 4. — С. 688–690.
10. Замбриборщ Ф. С., Винникова М. А., Заморов В. В. Рыбы Одесского залива в прошлом и настоящем // Науч. труды Зоол. музея Одес. гос. ун-та. — 1995. — Т. 2. — С. 19–26.
11. Заморов В. В. Снигирев С. М., Олейник Ю. Н., Куракин А. П. Демерсальные рыбы прибрежной зоны острова Змеиный // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2005. — Т. 10, вип. 4. Екологія. — С. 236–243.
12. Кесслер К. Ф. Описание рыб, принадлежащих к семействам, общим Черному и Каспийскому морям // Тр. Санкт-Петербург. о-ва естествоиспытателей. — 1874. — Т. 5, № 1. — С. 191–324.
13. Книпович Н. М. Определитель рыб Черного и Азовского морей. — М. : Научрыббюро, 1923. — 130 с.

14. Книпович Н. М. Работы Азовско-Черноморской научно-промысловой экспедиции в 1925–1926 гг. // Тр. Азов.-Черномор. науч. — промысл. экспедиции. — 1927. — Вып. 2. — С. 5–96.
15. Коновалов С. М. Современное состояние ихтиофауны Черного моря. — Севастополь : ЭКОСИ — Гидрофизика, 1995. — 214 с.
16. Константинов А. С. Общая гидробиология. — М. : Высш. школа, 1979. — 431 с.
17. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / под ред. Е. В. Боруцкого. — М. : Наука, 1974. — 254 с.
18. Мочек А. Д., Будаев С. В. Этологометрия рыб прибрежья Черного моря // Вопр. ихтиологии. — 1993. — Т. 33, № 2. — С. 258–263.
19. Овен Л. С. Особенности икротетания черноморских рыб // Вопр. гидробиологии. — 1965, № 7. — С. 319–320.
20. Одум Ю. Экология : в 2 т. Т. 2. — М. : Мир, 1986. — 272 с.
21. Остроумов А. А. Определитель рыб Черного и Азовского морей с указанием географического распространения и местонахождения // Вестн. рыбопром-сти. — 1896. — Т. 9, № 7/9. — С. 278–332.
22. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 375 с.
23. Пузанов И. И. Медитерранизация фауны Черного моря и перспективы её усиления // Зоол. журн. — 1967. — Т. 46, вып. 9. — С. 1287–1297.
24. Расс Т. С. Ихтиофауна Черного моря и некоторые этапы ее истории / Ихтиофауна Черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия. — К. : Наукова думка. — 1993. — С. 6–16.
25. Расс Т. С. Современные представления о составе ихтиофауны Черного моря и его изменениях // Причорноморський екологічний бюлетень. — Одеса : ІНВАЦ, 2006. — Вип. 3–4 (21–22). — С. 264–270.
26. Решетников Ю. С. Современные проблемы изучения сиговых рыб // Вопр. ихтиологии. — 1995. — Т. 35, № 2. — С. 156–174.
27. Сальников Н. Е. Рыбохозяйственная характеристика низовьев Дуная и приустьевого взморья // Дунай и Придунайские водоемы в пределах СССР. Тр. Ин-та гидробиологии. — К. : Изд-во АН УССР, 1961. — № 36. — С. 274–311.
28. Световидов А. Н. Рыбы Черного моря. — М.; Л. : Наука, 1964. — 551 с.
29. Северо-западная часть Черного моря : биология и экология / под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г. Г. Миничевой. — К. : Наукова думка, 2006. — 701 с.

30. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) / под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской ; НАН Украины, Ин-т биологии южных морей. — Севастополь : ЭКОСИ — Гидрофизика, 2003. — 511 с.
31. Фауна України : в 40 т. Т. 8 : Риби. Вип. 4 : Окунеподібні : окуневидні, губаньовидні, драконовидні, собачковидні, піщанковидні, ліровидні, скумбрієвидні / Щербуха А. Я. — К. : Наукова думка, 1982. — 384 с.
32. Фауна Украины : в 40 т. Т. 8 : Рыбы. Вып. 5 : Окунеобразные (бычковидные), скорпенообразные, камбалообразные, присоскообразные, удильщикообразные / Смирнов А. И. — К. : Наукова думка, 1986. — 320 с.
33. Фауна Украины : в 40-а т. Т. 8 : Рыбы. Вып. 3 : Вьюновые, сомовые, икталуровые, пресноводные угри, конгеровые, саргановые, тресковые, колюшковые, игловые, гамбузиевые, зеусовые, сфиреновые, кефалевые, атериновые, ошибневые / Мовчан Ю. В. — К. : Наукова думка, 1988. — 368 с.
34. Фесюнов О. Е. Геоэкология северо-западного шельфа Черного моря. — Одесса : Астропринт. — 2000. — 100 с.
35. Фесюнов О. Е., Назаренко М. Ф. Геоморфологические и экологические особенности зоны гипоксии северо-западного шельфа Черного моря // Экология моря. — 1991. — Вып. 37. — С. 20–26.
36. Чепурнов В. С. Видовой состав рыб северо-западной части Черного моря и их распределение // Ученые записки : Кишиневский госуниверситет. — 1962. — Т. 62, вып. 1 (биологический). — С. 3–10.
37. Червона книга України. Тваринний світ. — К. : Укр. енциклопедія, 1994. — 462 с.
38. Яцентковский А. В. Рыбы Одесского залива // Зап. Новорос. о-ва естествоиспытателей. — 1909. — Т. 33. — С. 203–244.

## ДОДАТОК 1

Список видів фітопланктону, що спостерігалися на акваторії поблизу  
о. Зміїного в 2004 – 2007 рр.

Вид	Середньо- зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Prokaryota, Bacteria — Phylum Cyanobacteria (Cyanophyta)</i>				
Anabaena kisselevii Pr. — Lavr.	61,4	61,4	1759,9	1759,9
Anabaena spiroides Klebs.	65,4	381,5	666,7	1199,9
Anabaena spp.	65,4	65,4	1199,9	1199,9
Anabaenopsis nadsonii Woron.	75,4	339,3	833,3	1333,3
Anabaenopsis raciborskii Wolosz.	28,3	28,3	1833,8	1833,8
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs	18,9	381,7	777,8	2333,2
Gloeocapsa cohaerens (Bred.) Holl.	4,2	33,5	1500,2	2997,6
Gloeocapsa limnetica (Lemm.) Holl.	33,5	33,5	1500,2	1500,2
Gloeocapsa minima (Keissl.) Holl.	0,1	8,2	2399,8	11285,7
Gloeocapsa minuta (Kutz.) Holl.	8,2	8,2	2399,8	2399,8
Gloeocapsa spp.	8,2	65,4	1199,9	2399,8
Gloeocapsa turgida (Kutz.) Holl.	4,2	65,4	1199,9	2997,6
Gomphosphaeria aponina Kutz.	65,4	220,8	800,0	1199,9
Gomphosphaeria lacustris Chodat.	4,2	33,5	1500,2	2997,6
Merismopedia glauca (Ehr.) Nag.	14,1	14,1	2000,0	2000,0
Merismopedia minima G. Beck.	0,1	0,2	8045,5	11285,7
Merismopedia punctata Meyen.	4,2	4,2	2997,6	2997,6
Merismopedia spp.	8,2	8,2	2399,8	2399,8
Microcystis aeruginosa Kutz.	8,2	8,2	2399,8	2399,8
Microcystis pulvereae (Wood) Elenk.	8,2	8,2	2399,8	2399,8
Microcystis spp.	8,2	8,2	2399,8	2399,8
Nodularia spp.	0,8	0,8	5962,0	5962,0
Oscillatoria kisselevii Anis.	0,8	245,4	960,0	5962,0
Oscillatoria margaritifera (Kutz.) Gom.	49,1	153,9	1071,4	1599,9
Oscillatoria planktonica Wolosz.	1,6	1178,1	533,3	5000,0

Вид	Середньо-зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Oscillatoria spp.	9,4	196,4	1000,0	2667,7
Synechocystis spp.	4,1	4,1	2997,7	2997,7
<b><i>Eukaryota, Plantae – Phylum Chlorophyta</i></b>				
Actinastrum hantzschii Lagerh.	41,9	502,6	3006,8	3041,6
Binuclearia lauterbornii (Schmidle) Pr. — Lavr.	9,4	9,4	2667,7	2667,7
Chlorella vulgaris Beijer.	33,5	65,4	1199,9	1500,2
Chlorococcus spp.	65,4	381,5	666,7	1199,9
Coelastrum astroideum De-Not.	268,0	268,0	750,0	750,0
Coenochloris pyrenoidosa Korsch.	8,2	65,4	1199,9	2399,8
Coenococcus spp.	4,2	523,3	600,0	3204,1
Crucigenia fenestrata (Schm.) Schmidle	14,1	21,2	1999,5	2000,0
Crucigenia tetrapedia (Kirc.) West	11,7	433,0	892,8	2976,1
Crucigeniella apiculata (Lemm.) Kom.	14,1	14,1	2000,0	2000,0
Dactylosphaerium jurisii Hind.	14,1	14,1	2000,0	2000,0
Desmodesmus communis (Hegew.) Hegew.	36,8	5301,5	333,3	1866,4
Dictyochlorella reniformis (Korsch.) Silva	8,2	8,2	3092,9	3092,9
Dictyosphaerium pulchellum Wood	4,2	65,4	1199,9	2997,6
Golenkinia radiata Chodat.	33,5	65,4	1199,9	1500,2
Golenkiniopsis parvula (Woronich.) Korsch.	113,0	113,0	1000,0	1000,0
Golenkiniopsis solitaria (Korsch.) Korsch.	65,4	268,0	750,0	1199,9
Halosphaera parkeae Boalch	25,1	377,0	1613,7	3043,0
Heleochloris conica Korsch.	14,1	14,1	2000,0	2000,0
Hyaloraphidium contortum Pasch. et Korsch.	15,7	1325,4	3000,0	3005,8
Kirchneriella lunaris (Kirchn.) Moeb.	6,3	33,5	3043,0	3092,2
Lagerheimia longiseta (Lemm.) Wille	67,0	67,0	1281,9	1281,9
Lagerheimia subsalsa Lemm.	50,3	113,0	1000,0	1346,1
Micractinium crassisetum Hortob.	113,0	113,0	1000,0	1000,0

Вид	Середньо-зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Micractinium pusillum</i> Fres.	33,5	65,4	1199,9	1500,2
<i>Micractinium quadrisetum</i> (Lemm.) Smith	65,4	65,4	1199,9	1199,9
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	6,3	84,8	3001,1	3002,7
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. — Legn.	10,5	261,8	3000,7	3015,3
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.	81,8	654,5	3000,4	3001,0
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. West) Kom. — Legn.	2,6	24,5	2998,1	3023,8
<i>Oocystis borgei</i> Snow	67,0	67,0	1281,9	1281,9
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	50,3	50,3	1346,1	1346,1
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen.	98,2	5890,5	326,7	3041,6
<i>Platymonas viridis</i> Rouch.	9,4	33,5	1500,2	3353,2
<i>Pyramimonas amyliifera</i> Conrad	628,3	628,3	567,9	567,9
<i>Pyramimonas obovata</i> Carter	25,1	381,5	666,7	3189,6
<i>Raphidocelis</i> spp.	4,1	65,5	2997,6	3354,5
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	37,7	377,0	3008,4	3092,3
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	37,7	837,8	531,7	3059,2
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.	226,2	508,9	614,2	3023,3
<i>Scenedesmus armatus</i> Chod.	11,8	33,5	3091,9	3132,4
<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott et Kom.	94,3	94,3	3132,0	3132,0
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	63,6	63,6	1555,5	1555,5
<i>Scenedesmus falcatus</i> Chod.	50,3	196,4	3005,8	3059,4
<i>Scenedesmus insignis</i> (W. et G. S. West) Chod.	15,7	88,0	1285,8	2399,8
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chod.	12,6	150,8	1166,6	2499,6
<i>Scenedesmus magnus</i> Meyen	1047,2	1047,2	512,8	512,8
<i>Scenedesmus opoliensis</i> Richt	4310,3	4310,3	357,1	357,1
<i>Scenedesmus sempervirens</i> Chod.	12,6	12,6	2499,6	2499,6
<i>Scenedesmus spinosus</i> Chod.	169,7	169,7	897,5	897,5
<i>Scenedesmus soli</i> Hortob.	536,2	536,2	640,9	640,9
<i>Schroederia robusta</i> Korsch.	57,3	1885,0	3000,2	3010,4
<i>Schroederia setigera</i> (Schrod.) Lemm.	141,4	2671,9	3000,3	3002,1
<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch	33,5	41,9	3000,7	3001,5
<i>Spirogyra</i> spp.	196,4	981,8	560,0	1000,0

Вид	Середньо- зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Tetrachlorella spp.	8,2	65,4	1199,9	2399,8
Tetrastrum elegans Playf.	98,2	98,2	1077,1	1077,1
<b><i>Eukaryota, Chromista — Phylum Bacillariophyta</i></b>				
Achnantes brevipes Ag.	7875,0	54000,0	166,7	355,6
Achnantes longipes Ag.	20480,0	172872,0	115,7	275,0
Amphipleura spp.	85,0	393,3	833,3	1680,0
Amphiprora alata Kutz.	15708,0	15708,0	240,0	240,0
Amphiprora paludosa Kutz.	4908,8	49480,2	161,9	370,0
Amphora hyalina Kutz.	3166,7	116377,4	119,1	404,8
Amphora spp.	5759,6	28274,4	183,3	891,3
Ardissonia crystallina (Ag.) Grun.	58188,7	58188,7	202,4	202,4
Attheya septentrionalis (Oestr.) Craw.	24,5	42,4	1666,8	2000,4
Asterionella formosa Hass.	169,7	565,5	1358,3	2037,0
Aulacoseira granulata (Ehr.) Sim.	395,8	4398,2	342,9	809,5
Bacillaria paradoxa Gmel.	1178,1	7854,0	420,0	833,3
Caloneis silicula (Ehr.) Cl.	1809,6	1809,6	555,6	555,6
Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey	785,4	29452,5	190,5	850,0
Chaetoceros abnormis Pr. — Lavr.	147,3	1534,0	480,0	1066,7
Chaetoceros affinis Laud.	294,5	14137,2	233,3	1218,5
Chaetoceros anastomosans Grun.	150,8	6283,2	300,0	1166,6
Chaetoceros borgei Lemm.	1178,1	1534,0	480,0	533,3
Chaetoceros curvisetus Cl.	150,8	25132,8	200,0	1166,6
Chaetoceros danicus Cl.	3534,3	6590,0	366,7	797,0
Chaetoceros decipiens Cl.	19635,0	19635,0	280,0	280,0
Chaetoceros densus Cl.	1075,2	18456,9	639,7	2724,9
Chaetoceros diversus Cl.	814,0	814,0	1435,3	1435,3
Chaetoceros fallax Cl.	981,8	2714,3	416,7	560,0
Chaetoceros heterovalvatus Pr. — Lavr.	75,4	2155,1	428,6	1333,3
Chaetoceros holsaticus Schutt.	804,3	1060,3	548,2	625,0
Chaetoceros insignis Pr. — Lavr.	100,5	3534,3	366,7	1250,0
Chaetoceros lacinosus Schutt.	100,5	2770,9	396,8	1250,0
Chaetoceros lauderi Ralfs	1357,2	1357,2	500,0	500,0
Chaetoceros lorenzianus Grun.	384,9	2822,5	407,0	771,4
Chaetoceros mitra (Bail.) Cl.	21205,8	37699,2	166,7	200,0
Chaetoceros muelleri Lemm.	100,5	779,3	603,2	1250,0

Вид	Середньо-зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Chaetoceros similis</i> Cl.	98,2	4071,5	388,9	1200,1
<i>Chaetoceros similis</i> f. <i>solitarius</i> Pr. — Lavr.	97,5	785,0	600	1200,1
<i>Chaetoceros simplex</i> Ostf.	98,2	1534,0	480,0	1200,1
<i>Chaetoceros simplex</i> var. <i>calcitrans</i> Pauls.	28,3	28,3	1833,8	1833,8
<i>Chaetoceros socialis</i> Laud.	21,2	572,6	666,7	1999,5
<i>Chaetoceros</i> spp.	785,4	18522,4	285,7	1846,7
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cl.	43,0	61,4	1759,9	1828,6
<i>Chaetoceros wighamii</i> Brightw.	98,2	9698,1	261,9	1200,1
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.	251,3	3534,3	341,8	934,0
<i>Coscinodiscus granii</i> Gough.	84823,2	84823,2	133,3	133,3
<i>Coscinodiscus janischii</i> A. S.	20612,0	296316,9	92,9	296,3
<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Grev.) Ostf.	70686,0	942480,0	86,7	146,7
<i>Coscinodiscus oculus iridis</i> Ehr.	127234,8	3448220,2	50,0	144,4
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.	49087,5	212647,1	108,8	160,0
<i>Cyclotella caspia</i> Grun.	37,7	1017,9	555,6	1666,6
<i>Cyclotella chaetoceros</i> Lemm.	392,7	2671,9	412,7	800,0
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz.	3053,6	3053,6	388,9	388,9
<i>Cyclotella</i> spp.	1767,2	2650,7	400,0	466,7
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reim. et Lewin	13,4	916,3	2999,3	3003,7
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Breb.) Cl.	431027,5	431027,5	98,6	98,6
<i>Cymbella</i> spp.	10995,6	10995,6	601,3	601,3
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Berg.) Hasle	754,0	18849,6	233,3	1033,3
<i>Detonula confervacea</i> (Cl.) Gran.	125,7	2356,2	466,7	1200,1
<i>Diatoma tenue</i> Ag.	437,5	22000,0	409,1	1628,6
<i>Diploneis</i> spp.	7952,2	14137,2	291,7	311,1
<i>Ditylum brightwellii</i> (West.) Grun.	7482,5	209120,9	121,2	594,0
<i>Fragilaria</i> spp.	785,4	785,4	850,0	850,0
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngb.) Kutz.	942,5	942,5	566,7	566,7
<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grun.) Cl.	14137,2	28274,4	222,2	291,7
<i>Hyalodiscus ambiguus</i> Grun.	29321,6	153938,4	107,1	3120,0
<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kutz.) Grun.	37699,2	37699,2	166,7	166,7
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.	84,8	3927,0	440,0	2074,2



Вид	Середньо-зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran.	15,7	381,7	1000,0	4099,3
<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kutz.) Grun.	1187,5	14071,7	249,5	587,5
<i>Licmophora flabellata</i> Ag.	871,3	1323,7	529,1	620,0
<i>Melosira moniliformes</i> (O. Mull.) Ag.	589,1	24740,1	190,5	666,7
<i>Melosira varians</i> Ag.	251,3	251,3	1100,0	1100,0
<i>Navicula cancellata</i> Donk.	2262,0	2262,0	433,3	433,3
<i>Navicula pennata</i> A. S.	201,1	110400,0	192,0	1125,0
<i>Navicula</i> spp.	230,9	40840,8	215,4	1226,2
<i>Nitzschia acicularis</i> Smith	125,7	4849,1	3000,2	3001,5
<i>Nitzschia holsatica</i> Hust.	75,4	523,6	3000,8	3010,4
<i>Nitzschia longissima</i> (Bred.) Ralfs	125,7	23457,3	3000,0	3001,9
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grun.	335,1	1636,3	3000,1	3001,0
<i>Nitzschia reversa</i> W. Sm.	2618,0	12212,5	3001,3	3003,7
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm.	1256,6	120000,0	206,7	1020,0
<i>Nitzschia</i> spp.	88,0	414,7	3000,3	3007,0
<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer.	18,3	628,3	2999,5	3002,6
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl.	678,6	2035,8	444,4	666,7
<i>Plagiotropis</i> spp.	10602,9	10602,9	300,0	300,0
<i>Pleurosigma elongatum</i> Sm.	6234,5	172411,0	150,0	464,9
<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sunst.	1319,5	158336,6	278,4	2004,8
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cl.) Heid. et Kolbe	12,6	1340,4	2999,2	3005,8
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Cl.) Perag.	127,2	1908,5	3000,6	3012,4
<i>Pseudosolenia calcar avis</i> (Schul.) Sunst.	8796,5	640886,4	100,0	1002,9
<i>Rhopalodia musculus</i> (Kutz.) Mull.	24429,1	24429,1	247,5	247,5
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	21,2	785,4	600,0	2250,3
<i>Skeletonema subsalsum</i> (Cl.) Bethge	75,4	75,4	1333,3	1333,3
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.	24,5	381,7	777,8	2000,4
<i>Striatella delicatula</i> (Kutz.) Grun.	2385,7	2385,7	570,4	570,4
<i>Striatella interrupta</i> (Ehr.) Helb.	1079,9	1963,5	820,0	836,4
<i>Surirella fastuosa</i> Ehr.	1809,6	1809,6	427,3	427,3
<i>Surirella</i> spp.	12566,4	12566,4	398,0	398,0
<i>Synedra</i> spp.	12,6	8143,0	361,1	2499,6

Вид	Середньо-зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	125,7	2583,3	583,3	2050,1
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i> (Schm.) Fr. et Has.	4398,2	120687,7	112,2	342,9
<i>Thalassiosira baltica</i> Pr. — Lavr.	904,8	38792,5	166,7	583,3
<i>Thalassiosira excentrica</i> (Ehr.) Cl.	20106,2	20106,2	225,0	225,0
<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> Cleve	2155,1	14431,7	247,6	428,6
<i>Thalassiosira parva</i> Pr. — Lavr.	113,1	8143,0	277,8	1166,7
<i>Thalassiothrix mediterranea</i> Pav.	15833,7	15833,7	670,2	670,2
<b><i>Eukaryota, Chromista — Phylum Cryptophyta, Cryptophyceae</i></b>				
<i>Cryptomonas</i> spp.	1178,1	1178,1	3204,0	3204,0
<i>Leucocryptos marina</i> (Braar.) Butcher	9,4	254,5	3045,5	3205,9
<i>Monas</i> spp.	6,5	268,0	750,0	3354,5
<i>Rhodomonas amphioxeia</i> Conr.	179,6	251,3	3092,4	3162,3
<i>Rhodomonas</i> spp.	551,4	3284,0	335,2	603,1
<b><i>Eukaryota, Chromista — Phylum Ochrophyta, Chrysophyceae</i></b>				
<i>Dinobryon balticum</i> (Schutt.) Lemm.	8,1	393,2	3000	3093,2
<i>Chrysamoeba</i> spp.	382,0	382,0	667,0	667,0
<i>Ochromonas minima</i> Thron.	9,4	147,3	1000,0	3354,5
<i>Ochromonas oblonga</i> Cart.	50,3	2356,2	368,5	1346,1
<b><i>Eukaryota, Chromista — Phylum Ochrophyta, Dictyochophyceae</i></b>				
<i>Dictyocha fibula</i> Ehr.	2680,8	17148,6	187,5	351,1
<i>Dictyocha speculum</i> Ehr.	2356,2	73304,0	115,8	368,5
<i>Dictyocha triacantha</i> Ehr.	8177,1	8177,1	240,0	240,0
<i>Pseudopedinella pyriformis</i> Cart.	33,5	523,3	600,0	1866,4
<i>Pseudopedinella variabilis</i> Rouch.	33,5	257,7	1000,0	2530,7
<b><i>Eukaryota, Chromista — Phylum Ochrophyta, Craspedophyceae</i></b>				
<i>Bicosta</i> spp.	14,1	392,7	3091,9	3204,1
<i>Salpingoeca spinifera</i> Thron.	6,3	576,0	3022,7	3162,2
<b><i>Eukaryota, Chromista — Phylum Haptophyta, Prymnesiophyceae</i></b>				
<i>Acanthoica acanthos</i> Sch.	113,0	33493,3	150,0	1000,0
<i>Acanthoica lithostratus</i> Sch.	2804,7	22437,9	171,4	342,9
<i>Acanthoica monospina</i> Schil.	523,3	4186,7	300,0	600,0

Вид	Середньо-зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Acanthoica ornata</i> Conrad	2804,7	22437,9	171,4	342,9
<i>Acanthoica quattrosolina</i> Lohm.	65,4	2356,2	368,5	3250,0
<i>Acanthoica</i> spp.	2143,6	2143,6	375,0	375,0
<i>Calyptosphaera insignis</i> Sch.	904,3	3052,1	333,3	500,0
<i>Calyptosphaera</i> spp.	3052,1	10300,8	222,2	333,3
<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohm.) Hay et Mohler	33,5	381,5	666,7	1500,2
<i>Lohmannosphaera adriatica</i> Sch.	904,3	904,3	500,0	500,0
<i>Phaeocystis pouchetii</i> (Hariot) Lager.	4,2	220,8	800,0	3353,6
<i>Pontosphaera echinofera</i> Sch.	220,8	1766,3	400,0	800,0
<i>Pontosphaera nigra</i> Sch.	368,2	14130,0	200,0	703,6
<i>Rhabdosphaera hispida</i> Lohm.	268,0	268,0	750,0	750,0
<i>Rhabdosphaera longistylis</i> Sch.	16964,6	16964,6	189,3	189,3
<i>Rhabdosphaera stylifer</i> Lohm.	904,3	904,3	500,0	500,0
<i>Syracosphaera grundii</i> Sch.	904,3	14130,0	200,0	500,0
<b><i>Eukaryota, Protozoa — Phylum Myzozoa, Dinophyceae</i></b>				
<i>Akashiwo sanguinea</i> (Hiras.) Hans. et Mostr.	2143,6	70686,0	103,8	375,0
<i>Alexandrium ostenfeldii</i> (Paul.) Balech et Tangen	38772,7	38772,7	142,9	142,9
<i>Amphidinium crassum</i> Lohm.	1431,7	6806,8	265,1	437,3
<i>Ceratium furca</i> (Ehr.) Clap. et Lach.	8573,9	150419,5	656,9	1298,0
<i>Ceratium fusus</i> (Ehr.) Dujard.	14744,6	141204,3	986,4	3000,6
<i>Ceratium tripos</i> (O. F. Muller) Nitzsch.	69377,0	421031,3	143,7	1861,3
<i>Cochlodinium citron</i> Kof. et Sw.	7539,8	7539,8	260,4	260,4
<i>Cochlodinium</i> spp.				
<i>Dinophysis acuta</i> Ehr.	18849,6	100531,2	113,6	233,3
<i>Dinophysis baltica</i> (Paul.) Kof. et Skogs.	16,4	16,4	2051,3	2051,3
<i>Dinophysis caudata</i> Sav. — Kent.	15904,4	265465,2	86,5	288,9
<i>Dinophysis hastata</i> Stein	14778,1	14778,1	199,2	199,2
<i>Dinophysis ovata</i> Cl. et Lachm.	1570,8	72382,5	117,0	491,7
<i>Dinophysis rotundata</i> (Cl.) Kof. et Lach.	6283,2	78540,0	113,6	269,3
<i>Dinophysis sacculus</i> Stein	14137,2	157080,0	105,0	244,4

Вид	Середньо- зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Diplopsalis lenticula</i> Stein	3534,3	41888,0	140,4	341,8
<i>Glenodinium apiculatum</i> Zach.	7330,4	33493,3	150,0	261,7
<i>Glenodinium caspicum</i> (Ost.) Sch.	6283,2	6283,2	269,3	269,3
<i>Glenodinium oculatum</i> St.	4186,7	4186,7	300,0	300,0
<i>Glenodinium paululum</i> Lind.	508,9	508,9	614,2	614,2
<i>Glenodinium pilula</i> (Ostf.) Sch.	226,2	18849,6	184,3	854,6
<i>Glenodinium</i> spp.	14130,0	74814,1	132,3	200,0
<i>Gonyaulax apiculata</i> (Pen.) Entz.	18321,8	18321,8	3162,3	3162,3
<i>Gonyaulax cochlea</i> Meunier	4186,7	38772,7	142,9	300,0
<i>Gonyaulax digitale</i> (Pouch.) Kof.	4186,7	38772,7	142,9	300,0
<i>Gonyaulax grindleyi</i> (Reinecke)	4008,8	41888,0	140,4	310,9
<i>Gonyaulax minima</i> Kof. et Mich.	1237,0	14130,0	200,0	3204,0
<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein	5726,9	8246,7	3185,6	3263,9
<i>Gonyaulax scrippsae</i> Kof.	7234,6	87069,6	109,1	250,0
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Cl. et Lach.) Diesing.	7330,4	33493,3	150,0	3106,8
<i>Gonyaulax</i> spp.	14130,0	58316,0	125,6	200,0
<i>Gymnodinium agile</i> Kof. et Sw.	381,5	5026,6	283,9	666,7
<i>Gymnodinium agiliforme</i> Sch.	282,7	4825,5	333,3	866,7
<i>Gymnodinium najadeum</i> Sch.	1809,6	33929,3	175,0	458,3
<i>Gymnodinium neapolitanum</i> Sch.	785,4	3607,9	318,7	538,5
<i>Gymnodinium palustre</i> Schilling	98,2	654,5	561,7	1077,1
<i>Gymnodinium simplex</i> (Lohm.)	98,2	981,8	500,0	1077,1
<i>Gymnodinium</i> spp.	33,5	14726,3	226,7	1500,2
<i>Gymnodinium viride</i> Penard.	6283,2	21205,8	179,5	269,3
<i>Gymnodinium wulfii</i> Sch.	100,5	3445,9	333,3	3250,0
<i>Gyrodinium fussiforme</i> Kof. et Sw.	2262,0	103446,6	3015,0	3218,9
<i>Gyrodinium lachryma</i> (Meunier) Kof. et Sw.	3769,9	210160,0	83,3	3178,4
<i>Gyrodinium pellucidum</i> (Wulff) Sch.	2932,2	11488,2	214,3	3185,6
<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kof. et Sw.	4188,8	310339,8	200,0	3204,0
<i>Gyrodinium</i> spp.	4825,5	4825,5	333,0	333,0
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehr.) Stein	678,6	5726,9	3080,6	3498,6
<i>Kryptoperidinium foleaceum</i> (St.) Lewis	2061,7	57001,2	139,7	381,5

Вид	Середньо- зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Lessardia</i> spp.	163,6	2544,7	3010,4	3132,1
<i>Lyngulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge	5236,0	179503,3	85,7	280,9
<i>Minuscula bipes</i> Pav.	804,3	10602,9	300,0	3946,5
<i>Oxytoxum</i> spp.	4523,9	4523,9	3231,1	3231,1
<i>Peridiniella danica</i> Pauls.	1431,7	21991,2	158,6	437,3
<i>Peridinium bipes</i> St.	13613,6	82957,9	1499,5	3787,3
<i>Peridinium excentricum</i> Pauls.	23038,4	39270,0	3250,0	3713,0
<i>Peridinium latum</i> Paul.	23856,5	23856,5	3354,1	3354,1
<i>Peridinium leonis</i> Pavil.	10857,4	24127,5	3442,0	3498,6
<i>Peridinium pentagonum</i> Gran	321359,0	321359,0	1053,8	1053,8
<i>Peridinium pussilum</i> (Penard) Lemm.	4186,7	4186,7	300,0	300,0
<i>Peridinium</i> spp.	904,3	33493,3	150,0	3178,4
<i>Peridinium verrucosum</i> Meunier	65144,2	65144,2	120,5	120,5
<i>Polykrikos kofoidi</i> Chatt.	7539,8	241375,4	91,8	283,3
<i>Polykrikos schwarzi</i> Buts.	135773,7	775849,5	61,9	115,7
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abe et Dodge	2356,2	36191,2	155,3	3092,3
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Osten.) Dodge	335,1	11453,8	218,6	702,2
<i>Prorocentrum marinum</i> (Cienk.) Loeblich III	5629,8	5629,8	319,6	319,6
<i>Prorocentrum micans</i> Ehren.	6283,2	110584,3	133,6	722,1
<i>Protoperidinium breve</i> Paulsen	10833,8	328401,9	140,4	4715,8
<i>Protoperidinium brevipes</i> Pauls.	128230,7	128230,7	4715,8	4715,8
<i>Protoperidinium conicum</i> (Gr.) Ost. et Schm.	2618,0	89797,4	159,0	4290,3
<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kof.) Balech	9896,0	190852,2	100,3	4011,8
<i>Protoperidinium curvipes</i> Ost.	15708,0	67348,1	3519,7	3946,5
<i>Protoperidinium decipiens</i> Jorg.	22619,5	67557,0	119,2	177,2
<i>Protoperidinium divergens</i> Ehr.	17241,1	29732,1	192,3	3831,8
<i>Protoperidinium granii</i> Ostf.	2356,2	102625,6	150,0	4380,8
<i>Protoperidinium pellucidum</i> (Bergh) Schutt	4186,7	47688,8	133,3	3614,6
<i>Protoperidinium solidicorne</i> Mangin.	26763,3	267946,7	75,0	3746,3

Вид	Середньо- зважений об'єм клітини, мкм <sup>3</sup>		Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
<i>Protopteridinium steinii</i> Jorgen.	2544,7	131947,2	95,4	3865,4
<i>Pyrophacus horologicum</i> St.	10472,0	150796,8	92,1	249,7
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (St.) Loebl. III	603,2	25132,8	171,4	3537,7
<b><i>Eukaryota, Protozoa — Phylum Myzozoa, Ebriophyceae</i></b>				
<i>Ebria tripartita</i> (Schum.) Lemm.	2680,8	6283,2	269,3	351,1
<i>Hermesinum adriaticum</i> Zacharias	2513,3	19792,1	182,2	3250,0
<b><i>Eukaryota, Protozoa — Phylum Euglenozoa, Euglenophyceae</i></b>				
<i>Astasia</i> spp.	670,2	44334,3	3015,0	3070,9
<i>Euglena gracilis</i> Klebs	2650,7	2650,7	3041,4	3041,4
<i>Euglena spirogira</i> Ehr.	23562,0	23562,0	3033,6	3033,6
<i>Euglena viridis</i> Ehr.	83,8	2945,3	3010,4	3092,4
<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	207,4	2262,0	3007,7	3092,4
<i>Eutreptia viridis</i> Perty	890,6	3562,6	3017,2	3068,1

ДОДАТОК 2

**Флористичний склад водоростей-макрофітів прибережжя о. Зміїного**

Таксон	Період досліджень		
	[9], 1959 р.	[3], 1999 р.	Наші дані, 2003– 2007 рр.
<b>PHAEOPHYTA</b>			
<b>PHAEOSPOROPHYCEAE</b> Thur.			
<b>ECTOCARPALES</b> Setch. et N. L. Gardner			
<b>Ectocarpaceae</b> C. Agardh			
1. <i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb.	*		*
<b>DICTYOSIPHONALES</b> Setch. et N. L. Gardner			
<b>Punctariaceae</b> (Thur.) Kjellm.			
2. <i>Punctaria latifolia</i> Grev.	—	—	*
<b>Striariaceae</b> Kjellm.			
3. <i>Striaria attenuata</i> (Grev.) Grev. var. <i>attenuata</i>	—	—	*
<b>CYCLOSPOROPHYCEAE</b> Petrov			
<b>FUCALES</b> Kylin			
<b>Cystoseiraceae</b> Kütz.			
4. <i>Cystoseira barbata</i> C. Ag. var. <i>barbata</i>	*	—	*
<b>RHODOPHYTA</b>			
<b>BANGIOPHYCEAE</b> De Toni			
<b>PORPHYRIDIALES</b> Kylin			
<b>Porphyridiaceae</b> Kylin			
5. <i>Chroodactylon ornatum</i> Hansgirg	—	—	*
6. <i>Stylonema alsidii</i> (Zanard.) K. M. Drew.	—	—	*
<b>BANGIALES</b> Schmitz			
<b>Bangiaceae</b> Engler			
7. <i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) C. Ag.	*	—	—
8. <i>Porphyra leucosticta</i> Thur.	—	—	*
<b>ERYTHROPELTIDALES</b> Skuja			
<b>Erythropeltidaceae</b> Skuja			
9. <i>Sahlingia subintegra</i> (Rosenv.) Kornmann	—	—	*
<b>FLORIDEOPHYCEAE</b> Cronquist			
<b>ACROCHAETIALES</b> Garb.			
<b>Acrochaetiaceae</b> Fr. ex Tayl.			
10. <i>Acrochaetium savianum</i> (Meneghini) Nageli	—	—	*
11. <i>A. secundatum</i> (Lyngbye) Nageli	—	—	*
12. <i>Colaconema savianum</i> (Menegh.) Perest.	—	—	*
<b>CORALLINALES</b> P. C. Silva et Johansen			

Таксон	Період досліджень		
	[9], 1959 р.	[3], 1999 р.	Наші дані, 2003– 2007 рр.
<b>Corallinaceae</b> Lamour.			
13. <i>Corallina officinalis</i> L.	—	*	*
14. <i>Lithophyllum cystoseirae</i> (Hauck) Heydrich	*	—	*
15. <i>Hydrolithon farinosum</i> (Lamour.) D. Penrose et Y. M. Chamberlain var. <i>farinosum</i>	—	—	*
<b>GIGARTINALES</b> Schmitz			
<b>Phylloporaceae</b> Kylin			
16. <i>Phyllophora truncata</i> (Turn.) Ag. f. <i>brodiaei</i>	*	—	*
17. <i>P. crista</i> (Hudson) P. S. Dixon f. <i>crispata</i>	—	—	*
<b>RHODYMENIALES</b> Schmitz			
<b>Champiaceae</b> Kütz.			
18. <i>Lomentaria clavellosa</i> (Turn.) Gail.	—	—	*
<b>CERAMIALES</b> Gray			
<b>Ceramiaceae</b> Gray			
19. <i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Ag.) Ndg.	—	—	*
20. <i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lyngb.	*	—	*
21. <i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	—	*	*
22. <i>C. siliquosum</i> (Kütz.) Maggs et Hommers var. <i>elegans</i> (Roth) G. Furnari	—	*	*
23. <i>C. rubrum auctorum</i> Krauss	*	*	*
24. <i>C. deslongchampsii</i> Chauv. ex Duby	—	—	*
<b>Rhodomelaceae</b> Aresch.			
25. <i>Polysiphonia denudata</i> (Dillw.) Grev. ex Harv.	—	—	*
26. <i>P. sanguinea</i> (C. Ag.) Zanard.	—	—	*
27. <i>P. subulata</i> (Ducluz.) P. Crouan et H. Crouan	—	—	*
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<b>ULVOPHYCEAE</b> (Lamour.) Stewart et Mattox			
<b>ULOTRICHALES</b> Borzi			
<b>Ulotrichaceae</b> Kütz.			
28. <i>Ulothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.	—	—	*
29. <i>Ulothrix</i> sp.	*	—	—
<b>Ulvaceae</b> Lamour. ex Dumort.			
30. <i>Enteromorpha ahlneriana</i> Bliding	—	*	—
31. <i>E. compressa</i> (L.) Nees var. <i>compressa</i>	—	—	*
32. <i>E. flexuosa</i> (Wulf.) J. Ag. subsp. <i>flexuosa</i>	—	*	*
33. <i>E. intestinalis</i> (L.) Nees var. <i>intestinalis</i>	—	*	*
34. <i>E. linza</i> (L.) J. Ag.	—	*	—
35. <i>E. maeotica</i> Pr. — Lavr.	—	—	*



Таксон	Період досліджень		
	[9], 1959 р.	[3], 1999 р.	Наші дані, 2003– 2007 рр.
36. <i>Entocladia viridis</i> Reinke	—	—	*
37. <i>Percursaria percura</i> (C. Ag.) Rosenv.	—	—	*
<b>SIPHONOCLEDALES</b> (Blackman emend Tansley) Oltm.			
<b>Cladophoraceae</b> Wille in Warm			
38. <i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillw.) Kütz.	—	*	
39. <i>Ch. crassa</i> (C. Ag.) Kütz.	—	—	*
40. <i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillw.) Kütz.	—	—	*
41. <i>Cl. albida</i> (Nees) Kütz.	—	—	*
42. <i>Cl. laetevirens</i> (Dillw.) Kütz.	—	—	*
43. <i>Cl. sericea</i> (Huds.) Kütz.	—	*	*
44. <i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillw.) Kütz.	—	—	*
45. <i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Aresch.	*	—	*
<b>SIPHONALES</b> Wille in Warm.			
<b>Bryopsidaceae</b> Bory			
46. <i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Ag.	—	*	*
47. <i>B. hypnoides</i> Lamour.	—	—	*
Всього	9	12	42

Примітка: \* — вид, виявлений у фітобентосі; — — не виявлений.

## ДОДАТОК 3

## Список видів бентосу, зареєстрованих в прибережних водах біля о. Зміїного

Таксони	Ґрунти			
	Че-репа-шник	Піщано-черепаш-ковий	Мулисто-черепаш-ковий	Скель-ний
<b>Тип Porifera</b>				
<b>Клас Porifera</b>				
<i>Porifera sp.</i>	+	+	-	+
<b>Тип Coelenterata</b>				
<b>Клас Anthozoa</b>				
<i>Actinia equina (L.)</i>	+	+	-	+
<i>Actinothoe clavata (Ilmoni)</i>	-	+	-	-
<b>Тип Nemertini</b>				
<b>Клас Nemertini</b>				
<i>Nemertini sp.</i>	+	+	-	-
<b>Тип Annelidae</b>				
<b>Клас Polychaeta</b>				
<i>Nereis diversicolor Muller</i>	+	+	+	+
<i>Heteromastus filiformis (Clap.)</i>	-	+	-	+
<i>Melinna palmata Grube</i>	+	+	-	-
<i>Terebellides stroemi Sars</i>	+	+	-	-
<i>Pectinaria koreni Malmgren</i>	+	+	-	-
<i>Harmathoe imbricata (Linne)</i>	+	+	-	-
<b>Тип Aztropoda</b>				
<b>Клас Crustacea</b>				
<b>Підклас Cirripedia</b>				
<i>Balanus improvisus Darwin</i>	+	+	+	+
<b>Загін Decapoda</b>				
<i>Athanas nitescens Leach</i>	+	+	-	+
<i>Palaemon elegans Rathke</i>	-	-	-	+
<i>Crangon crangon (Linne)</i>	+	+	-	-
<i>Callianassa pestai De-Man</i>	-	-	-	+
<i>Diogenes pugilator Roux</i>	+	+	-	-
<i>Carcinus mediterraneus Czerniavsky</i>	-	+	-	-
<i>Macropipus arcuatus (Leach)</i>	-	+	-	+
<i>Pilumnus hirtellus (Linnaeus)</i>	-	-	-	+
<i>Eriphia verrucosa Forskal</i>	-	-	-	+
<i>Xantho poressa (Olivi)</i>	+	-	+	+
<i>Pachygrapsus marmoratus (Fabricius)</i>	-	-	-	+
<i>Pisidia longimana (Risso)</i>	-	+	+	+
<b>Загін Mysidacea</b>				
<i>Leptochelia savignyi (Kruyer)</i>	-	+	-	-

Таксони	Ґрунти			
	Черепа-шник	Піщано-черепа-шковий	Мулисто-черепа-шковий	Скель-ний
<b>Загін Isopoda</b>				
<i>Idotea baltica basteri</i> Audouin	+	+	–	–
<i>Synisoma capito</i> (Rathke)	+	–	–	+
<i>Naesa bidentata</i> (Adams)	–	–	–	+
<b>Загін Amphipoda</b>				
<i>Corophium</i> sp.	+	–	–	+
<i>Phtisica marina</i> Slabber	+	+	–	–
<b>Тип Mollusca</b>				
<b>Клас Loricata</b>				
<i>Lepidochitona cinerea</i> L.	+	–	–	+
<b>Клас Gastropoda</b>				
<i>Rissoa</i> sp.	+	+	–	–
<i>Bittium reticulatum</i> (Costa)	+	–	–	+
<i>Calyptraea chinensis</i> (L.)	+	–	–	+
<i>Tritia reticulata</i> (Linne)	–	–	–	+
<i>Nana neritea</i> (Linne)	–	–	–	+
<i>Nana donovani</i> (Risso)	+	–	–	+
<i>Rapana thomasiana thomasiana</i> Grosse	+	+	–	+
<b>Клас Bivalvia</b>				
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	–	–	–	+
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam.	+	+	+	+
<i>Modiolus phaseolinus</i> (Philippi)	–	–	–	+
<i>Modiolus adriaticus</i> (Lam.)	+	+	–	+
<i>Acanthocardia tuberculata</i> Linne	+	+	–	–
<i>Cerastoderma glaucum</i> Poirer	+	+	–	–
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin)	+	+	+	+
<i>Chamelea gallina</i> (L.)	+	–	–	+
<i>Polititapes aurea</i> (Gmelin)	–	–	–	+
<i>Polititapes petalina</i> (Lam.)	–	–	+	–
<i>Spisula subtruncata</i> (Costa)	+	+	+	–
<i>Abra ovata</i> (Philippi)	+	+	+	–
<i>Mya arenaria</i> L.	–	+	–	–
<i>Cunearca cornea</i> Reeve	+	+	–	+
<b>Тип Echinodermata</b>				
<b>Клас Ophiuroidea</b>				
<i>Amphiura stepanovi</i> Djakonov	+	+	–	+
<i>Tun</i> Chordata				
<b>Клас Ascidiacea</b>				
<i>Ctenicella appendiculata</i> (Heller)	+	–	–	–
<i>Ascidella aspersa</i> (Muller)	+	+	–	–
<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas)	–	–	–	+
Всього: 55	35	33	9	34

## ДОДАТОК 5

## Таксономічний склад іхтіофауни акваторії о. Зміїного, її еколого-зоогеографічна характеристика й зустрічальність видів

Таксономічний склад	Екологічні, зоогеографічні групи	Зустрічальність виду	
		Траловий лов	Прибережний лов
<b>Squaliformes</b> <b>Squalidae</b> Акула колюча звичайна, катран <i>Squalus acanthias</i> Linnaeus, 1758	1б	++	++
<b>Rajiformes</b> <b>Rajidae</b> Морська лисиця <i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758	1б	+	++
<b>Dasyatidae</b> Морський кіт <i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)	1а	--	++
<b>Acipenseriformes</b> <b>Acipenseridae</b> Білуга чорноморська <i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1758)	3	--	—
Севрюга <i>Acipenser stellatus</i> Pallas, 1771	3	--	—
<b>Clupeiformes</b> <b>Clupeidae</b> Чорноморський пузанок <i>Alosa taeotica</i> (Grimm, 1901)*	3	++	++
Шпрот чорноморський <i>Sprattus sprattus phalericus</i> (Risso, 1810)	1б	+++	+++
<b>Engraulidae</b> Анчоус європейський, хамса <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	1а	++	+++
<b>Gadiformes</b> <b>Lotidae</b> Тривусий морський минь середземноморський <i>Gaidropsarus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	1б	—	+++
<b>Gadidae</b> Мерланг чорноморський <i>Merlangius merlangus</i> (Linnaeus, 1758)	1б	+++	+++

Таксономічний склад	Екологічні, зоогеографічні групи	Зустрічальність виду	
		Траловий лов	Прибереж- ний лов
<b>Beloniformes</b> <b>Belonidae</b> Сарган чорноморський <i>Belone belone</i> (Linnaeus, 1761)	1a	--	++
<b>Ateriniformes</b> <b>Aterinidae</b> Атерина чорноморська <i>Atherina boyeri</i> <i>pontica</i> Eichwald, 1838	1a	+	+++
<b>Syngnathiformes</b> <b>Syngnathidae</b> Трубкарот сріблястий <i>Syngnathus</i> <i>typhle</i> Linnaeus, 1758	1a	-	+
Морська голка пухлощока чорномор- ська <i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827	1a	-	+
Морська голка товсторила <i>Syngnathus</i> <i>variegatus</i> Pallas, 1814	1a	--	+
Морська голка тонкорила <i>Syngnathus</i> <i>tenuirostris</i> Rathke, 1837	1a	--	+
Морський коник європейський <i>Hippocampus guttulatus</i> Cuvier, 1829	1a	+	+
<b>Scorpaeniformes</b> <b>Scorpaenidae</b> Скорпена чорноморська <i>Scorpaena</i> <i>porcus</i> Linnaeus, 1758	1a	+	+++
<b>Perciformes</b> <b>Pomatomidae</b> Луфар стрибаючий <i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	1a	+	+++
<b>Carangidae</b> Ставрида чорноморська <i>Trachurus</i> <i>mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	1a	+++	+++
<b>Centranchidae</b> Смарида звичайна <i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	1a	--	-
<b>Sciaenidae</b> Умбріна світла <i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758)	1a	--	-

Таксономічний склад	Екологічні, зоогеографічні групи	Зустрічальність виду	
		Траловий лов	Прибереж- ний лов
<b>Mullidae</b> Барабуля чорноморська <i>Mullus barbatus ponticus</i> Essipov, 1927	1a	+	+
<b>Mugilidae</b> Піленгас <i>Mugil soiyu</i> Basilewsky, 1855	4	--	+++
Сингіль <i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	1a	--	+++
<b>Labridae</b> Зеленушка-рябчик <i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788)*	1a	-	+++
Зеленушка плямиста <i>Symphodus ocellatus</i> (Forsskal, 1775)*	1a	--	++
<b>Trachinidae</b> Морський дракон <i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758	1a	--	-
<b>Uranoscopidae</b> Зіркогляд європейський <i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758	1a	--	+
<b>Blennidae</b> Морський собачка вухатий <i>Parablennius tentacularis</i> (Verrill, 1873)*	1a	--	+++
Морський собачка звичайний <i>Parablennius sanguinolentus</i> (Pallas, 1814)*	1a	--	+++
Морський собачка Звоніміра <i>Parablennius zvonimiri</i> (Kolombatovic, 1892)*	1a	--	+++
Собачка-сфинкс <i>Aidablennius sphynx</i> (Valenciennes, 1836)*	1a	--	+++
<b>Ophidiidae</b> Ошибень звичайний <i>Ophidion rochei</i> Muller, 1845	1a	--	++
<b>Ammodytidae</b> Пішанка стручкувата <i>Gymnammodytes cicerellus</i> (Rafinesque, 1810)	1б	--	++
<b>Gobiidae</b> Бичок-афія <i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)	1a	--	+
Бичок-пуголка зірчаста <i>Benthophilus stellatus</i> (Sauvage, 1874)	2	-	--

Таксономічний склад	Екологічні, зоогеографічні групи	Зустрічальність виду	
		Траловий лов	Прибережний лов
Бичок чорний <i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758*	1a	+	++
Бичок паганель <i>Gobius paganellus</i> Linnaeus, 1758*	1a	--	+
Бичок-жабоголовий <i>Mesogobius batrachocephalus</i> (Pallas, 1814)	2	--	++
Бичок-кругляк <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	2	++	+++
Бичок-сурман <i>Neogobius cephalargoides</i> Pinchuk, 1976	2	--	+
Бичок-ратан <i>Neogobius ratan</i> (Nordmann, 1840)	2	--	++
Бичок-цуцик <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814)	2	--	++
<b>Gobiesociformes</b> <b>Gobiesocidae</b> Прилипало <i>Lepadogaster candollii</i> Risso, 1810	1a	--	++
Плямистий присосок <i>Diplecogaster bimaculata bimaculata</i> (Bonnaterre, 1788)	1a	--	++
<b>Pleuronectiformes</b> <b>Scophthalmidae</b> Калкан чорноморський <i>Psetta maxima maeotica</i> (Pallas, 1814)	1б	+	++
<b>Pleuronecthidae</b> Камбала чорноморська <i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus, 1758)	1б	+	+
<b>Soleidae</b> Морський язик <i>Pegusa lascaris</i> (Risso, 1810)	1a	--	+

Примітки: 1a — середземноморські іммігранти, 1б — бореально-атлантичні релікти, 2 — солоноватоводні види, 3 — прохідні та напівпрохідні види, 4 — види-інтродуценти, \* — релікти фауни Тетиса; -- — вид не зустрічався, — — дуже рідкі види, + — рідкі види, ++ — звичайні види, +++ — домінуючі масові види.

*Наукове видання*

**Острів Зміїний. Науковий проект  
Монографії**

*Інформаційні джерела. Історія та археологія. Рослинний і тваринний світ.  
Абіотичні характеристики. Екосистема прибережних вод*

**Сминтина** Валентин Андрійович, **Медінець** Володимир Іванович,  
**Сучков** Ігор Олександрович, **Федорончук** Наталя Олександрівна,  
**Тюленєва** Наталя Віталіївна, **Газетов** Євген Іванович,  
**Прощенко** Вадим Володимирович, **Ковальова** Наталя Володимирівна,  
**Конарева** Ольга Петрівна, **Медінець** Сергій Володимирович,  
**Дерезюк** Наталя Володимирівна, **Новіков** Андрій Миколайович,  
**Ткаченко** Федір Петрович, **Чічкін** Володимир Миколайович,  
**Снігірьов** Сергій Михайлович, **Заморов** Веніамін Веніамінович,  
**Мерецький** Ярослав Григорович

**ОСТРІВ ЗМІЇНИЙ**  
**Екосистема прибережних вод**  
Монографія

Відповідальний редактор:  
**Медінець** Володимир Іванович

Завідувачка редакції *Т. М. Забанова*  
Редактор *Н. Я. Рихтік*  
Технічний редактор *М. М. Бушин*  
Дизайнер обкладинки *В. І. Костецький*  
Коректор *Л. М. Лейдерман*

---

Підписано до друку 18.12.2008. Формат 70x100/16. Папір офсетний.  
Гарнітура «Newton». Друк офсетний. Ум. друк. арк. 19,50 + 1,63.  
Тираж 300 прим. Вид. № 246. Зам. № 496.

Видавництво і друкарня «Астропринт»  
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21  
Тел.: (0482) 37-07-95, 37-14-25; (048) 7-855-855

**www.astroprint.odessa.ua**

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.