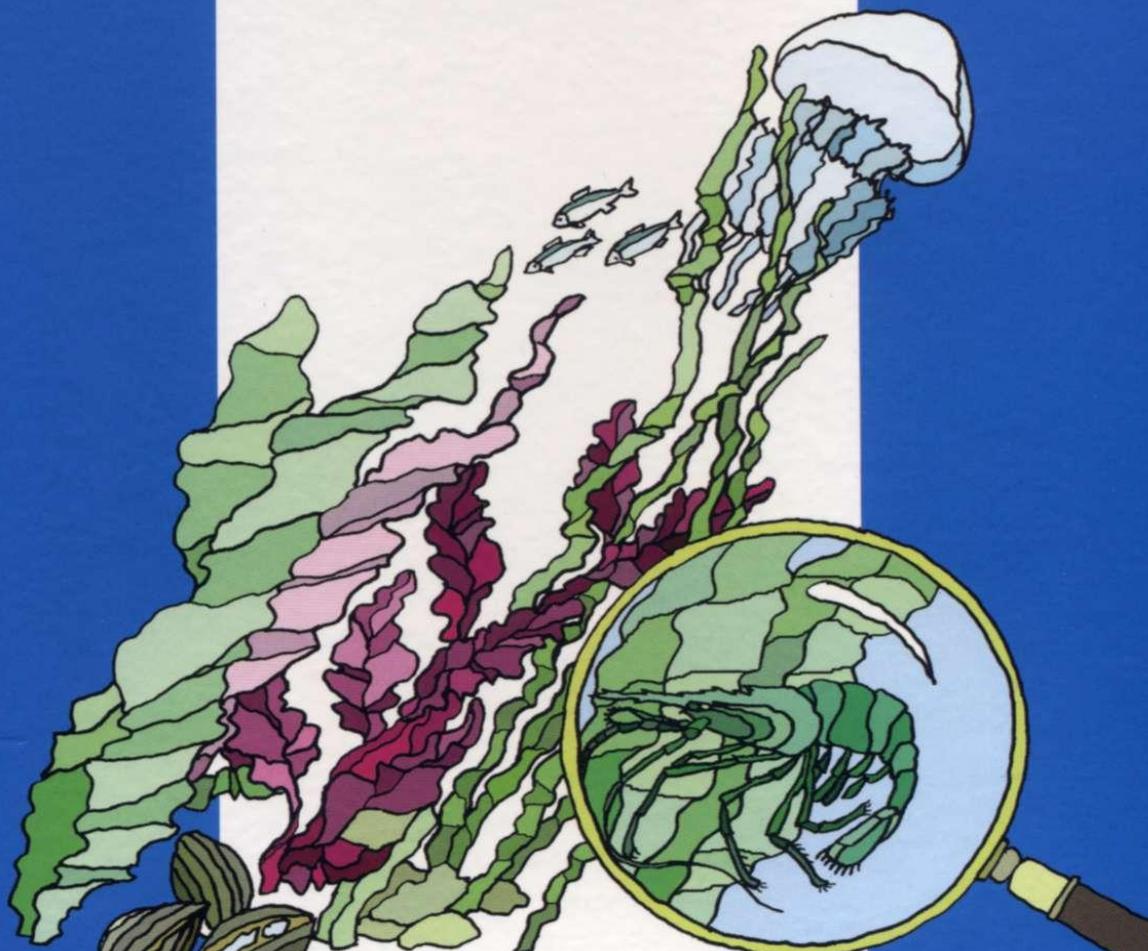


ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЮ ЧЕРНОГО МОРЯ

ЮВЕНАЛИЙ ЗАЙЦЕВ



ЮВЕНАЛИЙ ЗАЙЦЕВ

ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЮ ЧЕРНОГО МОРЯ

**Production and publication of this book was
supported by the UNDP-GEF Black Sea
Ecosystem Recovery Project (BSERP)
Istanbul, TURKEY**

•

**Книга издана Проектом ГЭФ-ПРООН
по Восстановлению Черного моря (BSERP)
в рамках финансирования
Глобального Экологического Фонда (ГЭФ, GEF)
и Программы Развития ООН (ПРООН, UNDP)
Стамбул**

**Одесса
"Эвен"
2006**

УДК 504.42 (262.5) (045)

3177

Б Б К 26.221.8 (922.8) я 463

Зайцев Ювеналий Петрович. Введение в экологию Черного моря./ - Одесса: «Эвен», 2006. - 224 с.

ISBN 966-8169-16-6

В книге дается монографическое описание экологии современного Черного моря. Излагаются и систематизируются имеющиеся в литературе и еще не опубликованные данные о характеристике моря как среды обитания и жизненных формах водных организмов. На конкретных примерах рассмотрено отношение к окружающей среде различных видов морских растений и животных, а также их популяций и сообществ. Обращается внимание на водных и околоводных птиц — мало изученному элементу морской экосистемы. Анализируются последствия для моря и его обитателей различных видов практической деятельности человека. Рассматриваются пути и возможности оздоровления экологической системы Черного моря. В заключение даются рекомендации по предварительной самостоятельной оценке экологического состояния прибрежной зоны моря. В конце каждой главы предлагаются вопросы для семинарских занятий по экологии Черного моря.

Текст дополняется таблицами цифровых данных, иллюстрируется цветными рисунками и фотографиями. Имеется толковый словарь специальных терминов, список литературы и хронологический перечень отдельных этапов в изучении экологии Черного моря. Книга рассчитана на экологов, биологов и других специалистов, интересующихся экологией моря, а также на студентов соответствующих факультетов и юных натуралистов.

1502010400
2006

Б Б К 26.221.8 (922.8) я 463
УДК 504.42 (262.5) (045)

ALL RIGHT RESERVED

An Introduction on the Black Sea Ecology
by Yuvenaly Zaitsev

United Nations Development Programme (UNDP)
Global Environment Facility (GEF)
United Nations Office for Project Services (UNOPS)
UNDP-GEF Black Sea Ecosystem Recovery Project (BSERP)

Copyright © UNDP-GEF Black Sea Ecosystem Recovery Project
Dolmabahce Sarayi, II. Hareket Kosku 80680 Besiltas,
Istanbul-TU RKEY
Tel: 90.212.310 29 23
Fax: 90.212. 227 99 33

ISBN 966-8169)-16-6

© Авторский текст — Зайцев Ю. П.
fil Оформление и макет — Карпушкин А. М.



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	11
Благодарности	13



1. Черное море как среда обитания	17
1.1. В ряду других морей	17
1.2. Геологические предпосылки экологии современного Черного моря	18
1.3. Зависимость от суши	21
1.4. Морфометрия Черного моря и его берегов	23
1.5. Вода и дно	28
1.5.1. Водная толща	28
1.5.2. Дно Черного моря	36
1.5.3. Контурные (краевые) биотопы моря	37
1.5.3.1. Нейсталь	37
1.5.3.2. Другие контурные биотопы моря	43
<i>Вопросы к главе 1 для семинара (тренинга) по экологии Черного моря</i>	48



2. Обитатели Черного моря	49
2.1. Жизненные формы водных организмов	52
2.1.1. Откуда родом обитатели Черного моря?	56
2.1.2. Характерные представители растений и животных Черного моря	57
<i>Вопросы к главе 2 для семинара (тренинга) по экологии Черного моря</i>	78



3. Экология водных организмов	79
3.1. Рыхлые грунты как биотоп	79
3.2. Твердые грунты как биотоп	82
3.3. Экология особей (аутэкология)	84
3.3.1. Отношение водных организмов к их неживому окружению (к абиотическим факторам среды)	85

3.3.2. Отношение водных организмов к их живому окружению (к биотическим факторам среды)	87
<i>Вопросы к главе 3 для семинара (тренинга) по экологии Черного моря</i>	96



4. Экология популяций и сообществ водных организмов	97
4.1. Экология черноморской популяции скумбрии	99
4.2. Экология черноморской популяции лобана	101
4.3. Экология черноморской популяции филофоры и ее биоценоза	105
4.4. Экология черноморской популяции цистозеры и ее биоценоза	107
4.5. Экология других донных биоценозов Черного моря	ПО
4.6. Птицы в экологии Черного моря	112
<i>Вопросы к главе 4 для семинара (тренинга) по экологии Черного моря</i>	120



5. Экологические предпосылки миграций морских организмов. Экологические основы организации промысла и охраны морских организмов . . .	130
<i>Вопросы к главе 5 для семинара (тренинга) по экологии Черного моря</i>	<i>130</i>



6. Влияние человека на состояние экосистемы Черного моря	131
6.1. Антропогенная эвтрофикация	133
6.1.1. Увеличение количества фитопланктона	133
6.1.2. Деградация донных водорослевых сообществ	134
6.1.3. Дефицит кислорода в придонных слоях воды	135
6.1.4. Снижение биологического разнообразия	136
6.2. Микробное загрязнение	138
6.3. Химическое загрязнение	140
6.4. Радиоактивное загрязнение	143
6.5. Загрязнение синтетическими полимерами	144
6.6. Световое и шумовое загрязнение	147
6.7. Биологическое загрязнение	149
6.8. Неуправляемый промысел живых ресурсов моря	156
6.9. Негативные экологические последствия массового туризма и рекреации	157
<i>Вопросы к главе 6 для семинара (тренинга) по экологии Черного моря</i>	<i>160</i>



7. Возможности и пути оздоровления экологической системы Черного моря	161
<i>Вопросы к главе 7 для семинара (тренинга) по экологии Черного моря</i>	165



8. Как самому оценить экологическое состояние прибрежной зоны моря при помощи доступных средств	167
8.1. Выбор места для проведения регулярных наблюдений	169
8.2. Определение гидрометеорологических условий	170
8.3. Наблюдения за флорой и фауной у песчаных берегов	171
8.4. Наблюдения за флорой и фауной у каменистых берегов	176
8.5. Наблюдения в толще воды и на ее поверхности	181
8.6. Другие наблюдения, относящиеся к экологическому мониторингу прибрежной зоны	183
<i>Вопросы к главе 8 для семинара (тренинга) по экологии Черного моря</i>	185
Послесловие	187
Словарь специальных терминов	189
Список научных и русских названий видов организмов	195
Перечень рисунков	203
Литература	207
ПРИЛОЖЕНИЕ	215
Хронология некоторых этапов в изучении экологии Черного моря	215
Об авторе	223

AN INTRODUCTION TO BLACK SEA ECOLOGY

Yuvenaly Zaitsev

CONTENTS

Introduction	11
Acknowledgements	13



1. Black Sea as a Habitat	17
1.1. Among other seas.....	17
1.2. Geological prerequisites of the modern Black Sea Ecology	18
1.3. Dependence on the land.....	21
1.4. Morphometry of the Black Sea and its coasts.	23
1.5. Water and Bottom	28
1.5.1. Water Column	28
1.5.2. Black Sea Bottom	36
1.5.3. Contour (marginal) Biotopes (Habitats) of the Sea	37
1.5.3.1. Neuston Habitat	37
1.5.3.2. Other Contour Habitats of the Sea	43
<i>Questions from Chapter 1 for training in Black Sea Ecology</i>	48



2. Black Sea Inhabitants	49
2.1. Living Forms of Aquatic Organisms.....	52
2.1.1. What Origin are the Black Sea Inhabitants from?	56
2.1.2. Typical Representatives of the Black Sea Plants and Animals	57
<i>Questions from Chapter 2 for training in Black Sea Ecology</i>	78



3. Ecology of Aquatic Organisms	79
3.1. Soft Bottom as a Habitat	79
3.2. Hard Bottom as a Habitat	82

3.3. Ecology of Individuals (Autoecology)	84
3.3.1. Relationships of Aquatic organisms and their nonliving environment (Abiotic environmental factors).....	85
3.3.2. Relationships of Aquatic organisms and their living environment (Biotic environmental factors).	87
<i>Questions from Chapter 3 for training in Black Sea Ecology</i>	96



4. Ecology of populations and communities of aquatic organisms	97
4.1. Ecology of the Black Sea population of mackerel_____	99
4.2. Ecology of the Black Sea population of striped mullet	101
4.3. Ecology of the Black Sea population of red alga <i>Phyllophora</i> and its biocoenosis.....	105
4.4. Ecology of the Black Sea population of brown alga <i>Cystoseira</i> and its biocoenosis.....	107
4.5. Ecology of other bottom biocoenoses.....	110
4.6. Birds in the Black Sea ecology	112
<i>Questions from Chapter 4 for training in Black Sea Ecology</i>	120



5. Ecological Reasons of Migrations of Marine Organisms.	
Ecological Bases of Fisheries and Protection of Marine Organisms	130
<i>Questions from Chapter 5 for training in Black Sea Ecology</i>	130



6. Human impact on the state of the Black Sea ecosystem	131
6.1. Anthropogenic eutrophication	133
6.1.1. Increasing in phytoplankton amount	133
6.1.2. Degradation of bottom algal communities	134
6.1.3. Oxygen deficiency in near-bottom water layers.....	135
6.1.4. Decline in biological diversity.	136
6.2. Microbial pollution.....	138
6.3. Chemical pollution.	140
6.4. Radioactive pollution.....	143

6.5. Pollution by synthetic polymers	144
6.6. Light and sound pollution	147
6.7. Biological pollution	149
6.8. Unmanaged fisheries.....	156
6.9. Negative ecological consequences of mass tourism and recreation	157
<i>Questions from Chapter 6for training in Black Sea Ecology</i>	160



7. Possibilities and ways of the rehabilitation of the Black Sea ecosystem	161
<i>Questions from Chapter 7for training in Black Sea Ecology</i>	165



8. How to assess the ecological state of a marine coastal zone by accessible means?	167
8.1. Choice of place for regular observations.....	169
8.2. Determination of hydrometeorological conditions	170
8.3. Observations of flora and fauna of sandy beaches	171
8.4. Observations of flora and fauna of rocky shores	176
8.5. Observations in the water column and on the water surface	181
8.6. Other observations concerning the ecological monitoring of the coastal zone.....	183
<i>Questions from Chapter 7for training in Black Sea Ecology</i>	185

Afterword	187
Glossary of special terms	189
List of scientific and Russian names of species and genera	195
List of figures	203
References	207
ANNEX	215
Chronology of some stages in the study of ecology of the Black Sea	215
About the author	223

Предисловие

Едва ли можно считать преувеличением утверждение о том, что из всех естественных наук экология сегодня наиболее популярна среди широких кругов населения. Оно и неудивительно, поскольку эта область знания занимается вопросами отношения живых существ (человека в том числе) с окружающей природной средой, их зависимости от природы, их влияния на природу и последствий такого влияния.

Хотя слово «экология» было впервые произнесено почти полтора столетия тому назад (этот термин предложил немецкий ученый Эрнст Геккель в 1861 г.), наука экология продолжает и сегодня развиваться и совершенствоваться, потому что сам предмет ее изучения не застыл на месте. Отношения живых существ и среды их обитания, человека и его природного окружения продолжают развиваться и усложняться, а последствия этого становятся все более значимыми для растений, животных и человека. Выдающийся ученый Владимир Иванович Вернадский в начале XX столетия предупреждал, что наступит время, когда воздействие человека на природную среду, по своей силе и последствиям, будет соизмеримо с геологическими факторами.

Еще продолжается дискуссия о том, является ли экология одной из биологических наук, как считали изначально, или нет? Одни авторы считают экологию частью биологии, другие придерживаются мнения, что это междисциплинарная область знания, в которой важное, решающее, место занимает биология, но не менее важны также физика, химия, география, геология и другие науки, чьи предметы изучения вместе обуславливают тот сложный комплекс процессов и явлений, в результате которых формируется то или иное состояние окружающей природной среды. Поэтому, говоря об экологии водных организмов и их сообществ, в последнее время стали чаще применять понятие «гидроэкология» (Романенко, 2001), которое по своему содержанию шире понятия «гидробиология».

Поэтому неудивительно, что дисциплину «экология» сегодня преподают в школах и высших учебных заведениях, причем не только биологам, но также физикам и химикам, географам и геологам, историкам и юристам, медикам и литераторам. Основательные знания по экологии нужны не только для расширения кругозора любого специалиста, хотя и это немаловажно. Они нужны также и потому, что многие экологические проблемы невозможно решать без участия специалистов в самых различных областях науки и практики.

Предлагаемая вниманию читателя книга посвящена экологии Черного моря. Это море начали изучать еще тогда, когда экологические проблемы не были столь актуальными и злободневными, как в наши дни.

Книга названа «Введение в экологию Черного моря» потому, что в ней излагаются основные начальные знания по экологии и рассчитана она на молодых людей — школьников и студентов, заинтересованных в изучении экологии. Эта книга, прежде всего, пособие по экологическому образованию и воспитанию экологического мировоззрения. Но не только. Автор убежден в том, что чем больше молодых людей будет увлечено проблемами экологии моря, тем больше у этой науки появится помощников. Сотни, тысячи пар молодых глаз и подготовленных умов могут стать серьезным подспорьем для исследования многих экологических процессов, особенно тех, которые требуют охвата больших береговых и водных пространств.

Благодарности

К рождению этой книги, как это чаще всего бывает, помимо автора так или иначе причастны многие другие лица - учителя, коллеги, друзья, чьи опубликованные работы, идеи, устные сообщения, советы способствовали формированию концепции научного труда. Многие из них цитируются в списке литературы. Всем этим «незримым соавторам» автор глубоко признателен. Хотелось бы назвать всех их поименно, но такое невозможно. Поэтому ограничусь немногими именами.

Профессор Иван Иванович Пузанов, последний энциклопедист XX столетия, как называли его современники, человек обширнейших знаний и твердых убеждений, был научным руководителем моей кандидатской диссертации. На руководимой им кафедре зоологии позвоночных Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова я работал с 1950 по 1956 г. в должности лаборанта гидробиологической станции. В те годы биология и И. И. Пузанов подвергались всяческому гонениям, а лично мои перспективы заняться наукой, как «Пузановского протеза», были более чем призрачны. После защиты мною кандидатской диссертации в 1956 г. И. И. Пузанов предпринимал шаги, чтобы оставить меня при кафедре ассистентом, но руководство биологического факультета не согласилось. Так я стал сотрудником Академии наук.

Профессор Константин Александрович Виноградов, известный морской биолог, охотно принял меня в конце 1956 г. на должность младшего научного сотрудника недавно созданной Одесской биологической станции (ОБС) Академии наук Украины. К. А. Виноградов всячески поощрял научный поиск сотрудников, приветствовал новые методики, неординарные решения и смелые выводы. Он был научным консультантом моей докторской диссертации, которую я защитил в 1964 г. В этом научном учреждении, преобразованном позднее в Одесское отделение, а затем в Одесский филиал Института биологии южных морей Национальной академии наук Украины, я работаю и поныне. И. И. Пузанов поддерживал тесные связи с ОБС и нередко участвовал в наших морских экспедициях.

Профессор Александр Александрович Стрелков, известный ученый, зоолог знаменитой петербургской школы. С ним я в 1965 г. работал в Институте океанологии в Гаване на Кубе и неоднократно пользовался его обширными научными знаниями, которыми он щедро делился. А. А. Стрелков положительно воспринял мои идеи относительно морского нейстона и его роли в морской экосистеме и настойчиво рекомендовал ускорить публикацию моей монографии «Морская нейстонология». Книга вышла в 1970 г. в киевском издательстве «Наукова думка», а в 1971 г. ее перевели на английский язык и издали в США и Израиле. А. А. Стрелков был этому рад не меньше автора.

Член-корреспондент АН СССР Вениамин Григорьевич Богоров из московского Института океанологии АН СССР, выдающийся специалист по морскому планктону и экологии моря, горячо поддерживал мои попытки утвердить идеи морской нейстонологии в науке. Для меня это было очень важно, поскольку не все видные отечественные ученые их тогда воспринимали.

Профессор Сигеру Мотода (Sigeru Motoda) из Японии, выдающийся морской биолог, автор многих оригинальных научных методик, тонкий ценитель новых идей, художник. В 1980 г. правительственная организация Японии «Общество содействия развитию науки» пригласила меня прочитать курс лекций «Морская нейстонология» в международном Токайском университете в г. Схимизу и выступить с обзорными лекциями на ту же тему перед университетскими аудиториями в городах Токио, Хакодате, Цукуба, Сендай и Нагоя. Профессор Мотода был моим главным гидом по Японии, познакомил со многими видными учеными и с достопримечательностями страны. Во время пребывания в Японии я, по просьбе С. Мотоды, возглавил и провел первую научную экспедицию по изучению морского нейстона в обширном заливе Суруга у подножия горы Фудзияма.

Профессор Джон Сибурс (John Sieburth) из США, крупный морской микробиолог, автор многих работ по микронейстону. Замечательные

микрофотографии, опубликованные Дж. Сибурсом, а позднее и личные беседы с ним открыли для меня «микроскопические морские ландшафты», как он их называл, которые доказывают, в частности, что в природе все многоклеточные морские организмы покрыты одноклеточными водорослями, грибами и бактериями. Это важно учитывать при проведении натурных и экспериментальных экологических исследований.

Академик Румынской академии наук Михай Бэческу (Minai Băcescu), выдающийся морской биолог и эколог, прекрасный знаток жизни Черного моря, автор многих значительных научных публикаций, в том числе в соавторстве с отечественными учеными. Я много и полезно для себя общался с М. Бэческу и неоднократно прибегал и прибегаю к его трудам в своей работе.

Знаменитый исследователь морей Жак-Ив Кусто (Jacques-Yves Cousteau) из Франции широко известен своими открытиями в подводном мире, книгами и фильмами. Это под влиянием его публикаций я в 1950 г. собственноручно изготовил свою первую подводную маску и впервые увидел тот сказочный мир, который открывается за ее стеклом. Впоследствии интереснейшие беседы с этим выдающимся исследователем навсегда укрепили во мне убеждение в первостепенной важности для научной работы визуальных подводных наблюдений. Каких бы успехов и достигала техника инструментальных наблюдений и измерений с борта научных судов, глаз исследователя способен внести свои дополнения.

Академик Национальной академии наук Украины Геннадий Григорьевич Поликарпов из Института биологии южных морей в Севастополе, выдающийся ученый, основатель радиоэкологии и хемозкологии морских организмов, руководитель всемирно признанной школы морских радиоэкологов. Вначале нас обоих заинтересовало то обстоятельство, что у поверхностной пленки моря наблюдается не только крупное скопление морских организмов, составляющих нейстон, но образуются также наивысшие в пелагиали концентрации радионуклидов. Скопление в одном биотопе живых организмов и опасных для жизни веществ на долгие годы объединило наши научные интересы. Мы провели много совместных экспедиций в морях и океанах, опубликовали немало работ в отечественной и зарубежной печати. Творческая и личная дружба с Г. Г. Поликарповым в большой мере способствовала формированию моих взглядов и научных убеждений.

И, конечно, Елена Дмитриевна Куцирий, моя жена, гидробиолог по образованию, которая вот уже вторую половину столетия самоотверженно переносит трудности и радости повседневной жизни беспокойного ученого, постоянно создает для меня дома ту обстановку, без которой я бы как исследователь не состоялся. Ей, в первую очередь, я посвящаю эту книгу.

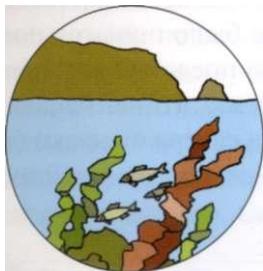
С большой теплотой и благодарностью вспоминаю учеников и товарищей по Одесскому филиалу Института биологии южных морей, их доброе отношение и помощь в повседневной, не всегда легкой и приятной работе. Особенно хочу поблагодарить моего коллегу, талантливого исследователя доктора биологических наук Бориса Георгиевича Александрова за его большую помощь в создании электронной версии текста и рисунков этой книги.

Благодарю моего давнего соратника художника А. М. Карпушкина за создание обложки, титула, заставок и макета книги, а биолога С. В. Лагутина за рисунки в тексте.

Книга так и осталась бы рукописью, если бы не была издана при поддержке Проекта Восстановления Экосистемы Черного моря (В8Е11Р), в связи с чем автор приносит свою благодарность координатору проекта д-ру Патрику Рейнольдсу, д-ру Оксане Тарасовой, д-ру Виктору Писоцкому и д-ру Егору Воловику.

Наконец, хочу выразить свою признательность г-ну В. А. Котику, сотрудникам типографии «Моряк», в короткий срок и в точности с замыслами автора превратившим рукопись в эту книгу.

Ювеналий Зайцев



Черное море как среда обитания

1.1. В ряду других морей

Во всем Мировом океане насчитывают не менее полусотни морей. По степени своей обособленности от океана моря подразделяются на внутренние (средиземные и полузамкнутые), окраинные и межостровные. В географической и другой специальной литературе морями называют и такие вполне условные части Мирового океана, как Саргассово море и Филиппинское море. Назвать точное число морей на планете Земля невозможно, потому что не существует единого критерия их определения. Например, в Большой Советской Энциклопедии (1974) названы 32 только среди важнейших морей мира. В их числе значится и Средиземное море. Однако в книге «Средиземное море. Навигационно-гидрографический обзор», изданной Гидрографическим управлением в 1955 г., в составе бассейна Средиземного моря называются 16 морей. С запада на восток это моря: Альборанское, Балеарское, Иберийское, Гальское, Сардинское, Лигурийское, Тирренское, Сицилийское, Ливийское, Адриатическое, Ионическое, Эгейское, Мраморное, Левантийское, Финикийское и Египетское. В свою очередь, Эгейское море в специальной литературе, также достаточно обоснованно, подразделяют на Фракийское море, на севере, собственно Эгейское море, в центре, и Критское море, на юге.

Черное море хорошо обособлено географически, экологически и биологически, и в литературе до настоящего времени не было попыток подразделить его на более мелкие морские водоемы. Оно представляет собой типичный пример внутреннего, полузамкнутого, межконтинентального моря. Это евразийское море, воды которого с запада и севера омывают берега стран Европы (Болгарии, Румынии, Украины и России), а с юга и востока — стран Азии (Турции и Грузии).

1.2. Геологические предпосылки экологии современного Черного моря

Сложное геологическое прошлое выпало на долю той части Европы и Азии, на которой сегодня расположено Черное море. Поэтому в его биологии и экологии сплошь и рядом просматриваются черты, напоминающие о далеких эпохах и событиях на планете. В несколько упрощенном виде геологическое прошлое моря выглядит следующим образом (Зайцев, 1998).

Еще в юрский период мезозойской эры, то есть более 65 миллионов лет тому назад, Атлантический и Тихий океаны соединялись обширнейшим соленым морем Тетис. Оно простиралось от нынешнего Гибралтара на западе через области современных Средиземного, Черного и Каспийского морей, Кавказа, Копетдага, Тянь-Шаня, Памира, Гималаев и Юго-Восточной Азии на востоке. Известный морской геолог и палеоэколог Е. В. Краснов (2003) называет его «морем юрского периода». Оно было населено морскими соленолобивыми и теплолюбивыми организмами, в частности кораллами. Вместе с кораллами, пишет Е. В. Краснов, исчезнувшие позднее крупные брюхоногие моллюски неринеи (*Nerineidae*) и двустворчатые моллюски руд исты (*Rudistidae*) образовывали главный фон юрской фауны Тетиса. На берегах Тетиса, по всей вероятности, бродили динозавры, но это уже не морская фауна. Впрочем, в море могли встречаться ихтиозавры. К середине третичного периода, в результате подвижек земной коры и образования гор, море Тетис отделилось вначале от Тихого океана, а затем и от Атлантического.

В миоцене (около 7—5 миллионов лет тому назад) продолжают крупные горообразовательные движения земной коры, приведшие к возникновению Альпийских, Карпатских, Балканских и Кавказских гор. В результате соленое море Тетис сокращается в размерах и делится на несколько солоноватых (с соленостью воды более низкой, чем в океане) бассейнов. Один из них, который геологи называли Сарматским морем (рис. 1А), простирался от того места, где сегодня находится столица Австрии Вена, на западе, до подножия горной системы Тянь-Шань в Средней и Центральной Азии на востоке. Сарматское море включало в себя районы, в которых

сегодня находятся Черное, Азовское, Каспийское и Аральское моря. Изолированное от океана Сарматское море постепенно опреснялось водами впадавших в него рек, возможно, даже в большей степени, чем опреснены сегодня Каспийское и Азовское моря. Часть морской фауны, сохранившейся от Тетиса, вымерла, однако в Сарматском море еще достаточно длительное время обитали такие типично океанические животные, как киты, сирены и тюлени. Со временем, в конце миоцена, и они вымерли.

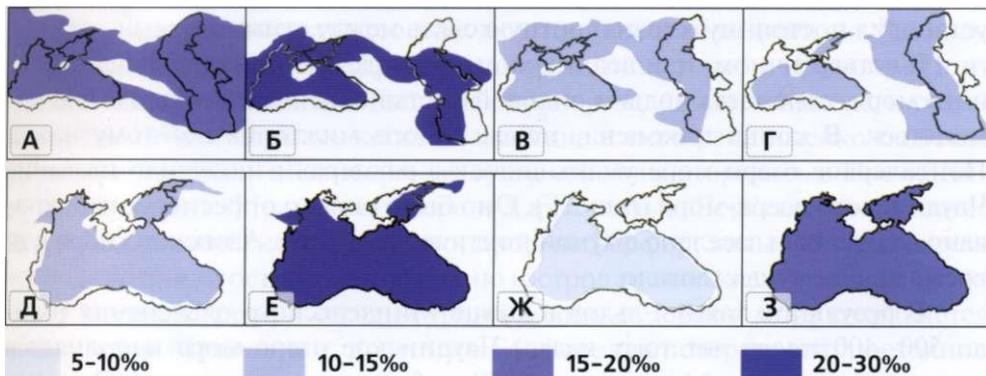


Рис. 1. Геологическое прошлое Черного моря (из *Бухъбч & Матаеу, 1997*):

А - Сарматское море, Б — Меотическое море, В — Понтическое озеро-море, Г - Чаудинское море, Д — Древнеевксинский бассейн, Е — Карангатское море, Ж - Новоевксинское море, З - современное Черное море и их предположительная соленость (‰)

В самом конце миоцена и в начале плиоцена, то есть 3—2 миллиона лет тому назад, Сарматское море уменьшается в размерах и обретает связь с океаном. Соленость воды повышается, появляются морские виды животных и растений. Этот бассейн получил название Меотического моря (рис. 1. Б).

В плиоцене, 2—1,5 миллиона лет тому назад, сообщение с океаном вновь полностью прекращается и на месте соленого Меотического моря возникает почти пресное Понтическое озеро-море (рис. 1В). В этот период будущие Черное, Азовское и Каспийское моря сообщались между собой в том месте, где сегодня находятся территории Ставрополя, Краснодарского края и Северного Кавказа. В Понтическом озере-море вымирает морская фауна и флора и формируется солоноватоводная фауна и флора. Ее представители живут до настоящего времени. Они сохранились в Каспийском и Азовском морях, а также в опресненных частях Черного моря и в некоторых его лиманах. Эта часть нынешней фауны (флора менее изучена в этом отношении) получила общее название «понтические

реликты», или «каспийские реликты», потому что в опресненном северном Каспии они представлены наибольшим количеством видов.

В конце понтического периода, в результате поднятия земной коры в районе Северного Кавказа, произошло отделение бассейна собственно Каспийского моря. С той поры развитие экологических систем Каспия, с одной стороны, и Черного моря с Азовским, с другой, проходило самостоятельными путями, хотя кратковременные водные связи между ними иногда возникали. Построенный в 1952 г. судоходный Волго-Донской канал установил постоянную транспортную связь между этими морями.

В четвертичном, или ледниковом, периоде очертания будущего Черного моря, соленость воды и видовой состав обитателей продолжали изменяться. В конце плейстоцена, менее одного миллиона лет тому назад, Понтическое озеро-море уменьшилось в размерах и получило название Чаудинского озера-моря (рис. 1Г). Оно было сильно опреснено, изолировано от океана и заселено фауной понтического типа. Азовского моря в то время еще не существовало.

В результате таяния льдов в конце Миндельского оледенения (около 500—400 тысяч лет тому назад) Чаудинское озеро-море наполняется тальми водами и принимает очертания, близкие современным Черному и Азовскому морям. Оно получило название Древнеевксинский бассейн (рис. 1Д). На северо-востоке этот бассейн, через Кумо-Манычскую впадину, сообщался с Каспийским морем, которое в то время тоже переживало период сильного опреснения. Фауна Древнеевксинского бассейна была понтического типа.

В период Рисс-Вюрмского межледниковья (150—100 тысяч лет тому назад) наступает новый этап в геологической истории Черного моря. В результате образования Дарданелл возникает связь будущего Черного моря со Средиземным морем и океаном. Образуется Карангатский бассейн (рис. 1Е), или Карангатское море. По экспертным оценкам, соленость воды в нем могла достигать 25—30‰. Из Средиземного моря и Атлантического океана в Карангатское море проникают многие виды истинно морских организмов. Соленые воды заняли большую часть водоема, оттеснив понтические виды в опресненные заливы, лиманы и устья рек. Господствовали в ту пору в море солонолюбивые виды. Однако и этот морской бассейн исчез.

Около 20—18 тысяч лет тому назад на месте Карангатского моря уже размещалось Новоевксинское озеро-море (рис. 1Ж). По времени это совпало с концом последнего, Вюрмского, оледенения. Море было снова изолировано от океана, наполнено тальми водами и сильно опреснено, возможно, до уровня 5—7‰. В очередной раз вымирают солонолюбивая фауна и флора, а понтические виды, пережившие тяжелый для них карангатский

период в лиманах и устьях рек, выходят из своих убежищ и снова заселяют все море. Так продолжалось около 10 тысяч лет или немногим более, после чего началась новейшая фаза в жизни бассейна — образование современного Черного моря (рис. 13). Это произошло не сразу. Вначале, около 7, а по некоторым источникам, даже около 5 тысяч лет тому назад, образовались проливы Босфор и Дарданеллы и возникла связь со Средиземным морем и Атлантическим океаном. Поскольку это происходило уже в историческое время, событие нашло отражение в преданиях и в трудах античных авторов.

Так, древнегреческий географ и историк Страбон (цит. по Леонову, 1960), ссылаясь на других древних авторов, пишет, что в прошлом Понт Эвксинский, сообщаясь с Каспийским морем, не имел выхода в океан через Византию. Однако, когда впадающие в него реки высоко подняли уровень и прорвали византийскую сушу, его воды вторглись в Пропонтиду и Геллеспонт (Мраморное море и Дарданеллы). Есть еще упоминание Диодора Сицилийского о том, что, прорвав Босфор, воды Понта хлынули на юг и затопили остров Самофракию (остров расположен на севере Эгейского моря). Кстати, и сегодня уровень воды в Черном море сохраняется выше, чем в Мраморном, поэтому в Босфоре, на поверхности, постоянно действует течение с севера на юг, из Черного моря в Мраморное. В придонном слое идет обратное течение — из Мраморного моря в Черное.

Через некоторое время уровни воды в двух сообщающихся морях пришли в динамическое равновесие и началось постепенное осолонение Черного моря. В то же время на севере моря продолжалось постепенное опускание земной коры, в результате чего низовья рек были затоплены морем, а на месте речных устьев образовались своеобразные пресноводно-морские водоемы, которые получили названия лиманов. Древние мореходы считали эти водоемы удобными гаванями для судов. Отсюда пошло их название: на древнегреческом языке лиман означает гавань.

Считают, что через 1,5—2 тысячи лет в Черном море создалась соленость воды, достаточная для существования многих средиземноморских видов. Они начали заселять Черное море и сегодня составляют основную по численности видов компоненту его населения.

1.3. Зависимость от суши

В географической литературе существуют термины «водосбор» и «водосборный бассейн», или «водосборная площадь». Под ними подразумевается часть земной поверхности, с которой вода поступает в реки, озера и моря. Отношение поверхности водосборного бассейна к поверхности водоема называют удельным водосбором (УВ). Чем выше УВ, тем в большей степени зависит от окружающей суши данный водоем.



Рис. 2. Водосборный бассейн Черного моря в Европе и Азии

Площадь водосборного бассейна Черного моря (рис. 2) превышает 2 млн 300 тыс. км² и охватывает полностью либо частично территории 22 стран Европы и Азии (Зайцев, 1998, Zaitsev and Mamaev, 1997). В их числе 6 уже названных причерноморских стран и 16 стран Центральной и Восточной Европы. В соответствии с политической картой 2000 г., это следующие страны (в алфавитном порядке): Австрия, Албания, Беларусь, Босния-Герцеговина, Венгрия, Германия, Италия, Македония, Молдова, Польша, Словакия, Словения, Хорватия, Чехия, Швейцария и Югославия. Вклад каждой из этих стран в формирование водосборного бассейна Черного моря неодинаков. Так, вклад Албании, Польши и Италии не более 100–300 км², Швейцарии — 1700 км², Молдовы — 33700 км², Германии — 58000 км², Румынии — 226000 км², Турции — 249000 км², Украины — 600000 км². Такова чисто статистическая раскладка, но она может и не отражать в полной мере степень влияния тех или иных территорий на Черное море. Как правило, большее воздействие на моря оказывают крупные равнинные территории, расположенные вдоль нижнего течения рек.

По водосборному бассейну Черного моря протекают большие и малые реки, из которых более 300 впадают непосредственно в море. На этой площади размещаются обширные сельскохозяйственные районы и крупные индустриальные центры, находятся десятки больших городов, в том числе много столиц государств.

1.4. Морфометрия Черного моря и его берегов

Площадь водной поверхности Черного моря составляет 423000 км^2 , а объем его водных масс — 547000 км^3 . Наибольшая глубина — 2212 м.

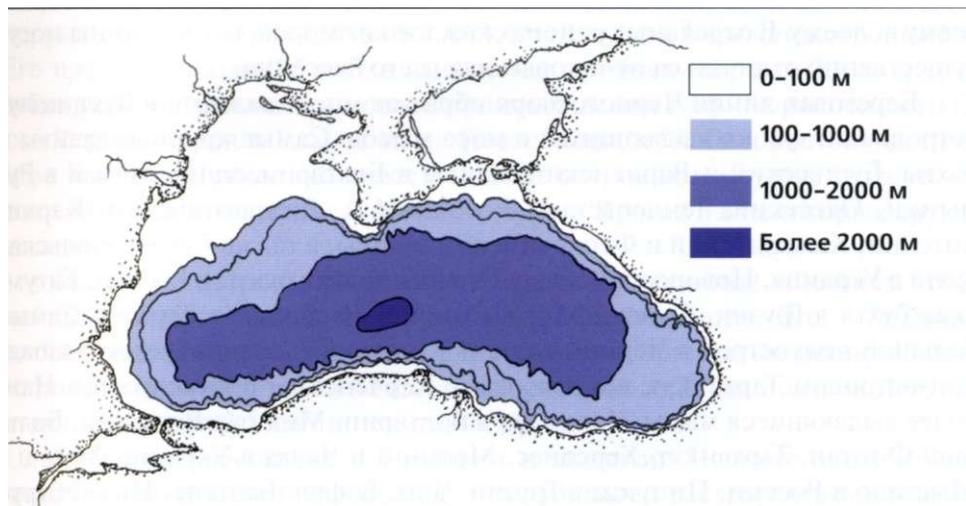


Рис. 3. Глубины Черного моря

Длина береговой линии моря, по новейшим оценкам, достигает 4.838,1 км (рис. 3). Среди черноморских стран она распределяется следующим образом: Румыния — 245 км, Болгария — 378 км, Грузия — 312 км, Россия - 379 км, Турция — 1695 км и Украина 1829,1 км. В экологии водоемов, для определения их биологической продуктивности, используют, в частности, такую характеристику, как «Развитость береговой линии (РБЛ)». Эта величина определяется по формуле:

$$C = \frac{L}{2\sqrt{S} \cdot \pi},$$

где L — длина береговой линии по периметру,
 S — площадь водоема, π — 3, 14.

Установлено, что высокие значения РБЛ определяют большую естественную продуктивность водоема (Дедю, 1989). По этой формуле, РБЛ Черного моря равняется: $4340:4062 = 1,063$. Для сравнения величина РБЛ Азовского моря (площадь 39100 км^2 и длина береговой линии 2686 км) (Грезе, 1987), значительно выше и равняется: $2686:1222=2,198$. Как известно, биологическая продуктивность Азовского моря, определенная по другим

показателям, считается одной из наиболее высоких среди морских водоемов. Каспийское море, при площади 422112 км² и длине береговой линии 7578 км (Леонов, 1960), имеет РБЛ равную 1,857, что также соответствует его высокой биологической продуктивности. Впрочем, оперируя с величинами РБЛ, следует иметь в виду, что они выражают средние данные по всему водоему. В отдельных районах каждого из морей эти величины могут существенно отличаться от таковых для всего бассейна.

Береговая линия Черного моря образует много заливов и бухт, полуостровов и глубоко выдающихся в море мысов. Самые крупные заливы и бухты: Бургасский и Варненский заливы в Болгарии, залив Мамая в Румынии, Одесский, Тендровский, Егорлыцкий, Джарылгачский, Каркинитский, Каламитский и Феодосийский заливы, а также Севастопольская бухта в Украине, Новороссийская и Геленджикская бухты в России, Батумская бухта в Грузии, Самсунский и Синопский заливы в Турции. Самый большой полуостров в Черном море — Крымский, оканчивается с запада полуостровом Тарханкут, а с востока — Керченским полуостровом. Наиболее выдающиеся мысы: Калиакра в Болгарии, Мидия в Румынии, Большой Фонтан, Тарханкут, Херсонес, Меганом и Чауда в Украине, Утриш и Мысхако в России, Пицунда в Грузии, Чам, Бафра, Бозтепе, Инджебурун и Олюдже в Турции.



Рис. 4. Остров Змеиный (общий вид). Экологическое значение этого единственного каменистого образования в открытом море на обширном пространстве северо-западного шельфа весьма существенно (фото Ю. Литвиненко)

Черное море не богато островами материкового происхождения. Самый крупный из них — остров Змеиный (в античные времена — Левке, Фидониси), площадью 1,5 км² и наибольшей высотой над уровнем моря 42 м, расположен в 37 км к востоку от дельты Дуная (рис. 4). Другой остров — Березань (античные названия Борисфен, Борисфенида, древнерусское - Буян) находится в 2 км к югу от устья Березанского лимана. Его площадь около 0,5 км², а высота над уровнем моря до 20 м. Третий небольшой остров материкового происхождения Кефкен расположен на юге Черного моря в 1 км от мыса Пазарбашы, в 90 км к востоку от пролива Босфор. Несколько совсем мелких островов и крупных скал имеются в Бургасском заливе, у Южного берега Крыма и в некоторых других местах.

Песчаные острова, образовавшиеся из наносов под влиянием течений, встречаются, в основном, у северных берегов моря. Это — Тендровский остров (Тендровская коса) длиной 65 км, площадью около 30 км², остров Джарылгач длиной 42 км, площадью около 25 км², остров Долгий, площадью около 3,5 км², и некоторые другие.

Большое значение для биологии и экологии Черного моря имеют реки, поставляющие пресную воду с различными растворенными и взвешенными веществами. Величина речного стока — важная характеристика водного баланса любого внутреннего моря (табл. 1).

| Таблица 1

ОСНОВНЫЕ РЕКИ ЧЕРНОГО МОРЯ (ИЗ ЗАЙТСЕВ АШ МАМАЕВ, 1997)

			Жидкий сток, км ³ /год	Твердый сток, 10 ⁶ т/год
Дунай	817.000	2.860	208	51,7
Днестр	71.990	1.328	10,2	2,50
Днепр	505.810	2.285	51,2	2,12
Южный Буг	68.000	857	3,0	0,53
Риони	13.300	228	12,8	7,08
Чорохи	22.000	500	8,69	15,13
Ингури	4.060	221	4,63	2,78
Кодори	2.030	84	4,08	1,01
Бзыбь	1.410	-	3,07	0,60
Ешил-Ирмак	36.000	416	4,93	18,0
Кызыл-Ирмак	78.200	1.151	5,02	16,08
Сакарья	65.000	790	6,38	-

Как видно из таблицы, по объему жидкого стока первые места занимают Дунай, Днепр и Риони, а по твердому стоку - Дунай, Ешиль-Ирмак и Кызыл-Ирмак. Твердый сток, включающий ил, песок, гальку, имеет большое экологическое значение, как определяющий мутность воды, заиление дна, развитие аккумулятивных берегов. Жидкий сток рек, содержащий растворенные в воде вещества, представляет собой важный фактор влияния на такие основные свойства морской воды, как соленость, плотность, активная реакция (рН), трофность и другие.

С одной стороны, большие объемы пресной воды поступают в Черное море в виде атмосферных осадков, также содержащих растворенные и взвешенные вещества. С другой стороны, море теряет значительную часть воды в результате испарения со всей поверхности.

Процессы, связанные с приходом, расходом и накоплением воды, выражаемые уравнением водного баланса, специфичны для каждого моря и имеют решающее экологическое значение. Представление о водном балансе Черного моря можно получить из следующих цифр (табл. 2).

Таблица 2

ВОДНЫЙ БАЛАНС ЧЕРНОГО МОРЯ (ПО О. А. АЛЕКИНУ, 1966)

Приход	Объем воды, км ³ /год	Расход	Объем воды, км ³ /год
Через пролив Босфор	176	Через пролив Босфор	340
Через Керченский пролив	53	Через Керченский пролив	32
Осадки	119	Испарение	332
Материковый сток	346		
Всего	694	Всего	704

По данным различных авторов, эти величины из года в год существенно меняются, что связано как с погодными условиями, так и с точностью измерений. Сравнение опубликованных материалов по этому поводу (Zaitsev and Mamaev, 1997) показывает, что за последнее столетие, элементы водного баланса Черного моря колебались в следующих пределах:

Речной сток	от 294 до 480 км ³ ,
Атмосферные осадки	от 119 до 300 км ³ ,
Испарение	от 54 до 402 км ³ ,
Приход через Босфорский пролив	от 175 до 312 км ³ ,

Приход через Керченский пролив	от 22 до 95 км ³ ,
Расход через Босфорский пролив.	от 241 до 612 км ³ ,
Расход через Керченский пролив	от 29 до 70 км ³

Кроме погодных условий и точности измерений, на колебания величин составляющих водный баланс Черного моря в последнее время оказывает влияние и безвозвратное изъятие речной воды на орошение и другие хозяйственные нужды. Этот фактор влечет за собой целую цепочку изменений в качестве морской воды и в экологических процессах, которые в ней протекают. Нынешняя судьба сильно опресненного Аральского озера-моря, низведенного до небольшого соленого водоема в результате чрезмерного расходования речного стока на развитие хлопководства и другие нужды, служит тому примером. Впрочем, Черному морю участь Арала не грозит хотя бы потому, что существует Босфорский пролив, связывающий Черное море со Средиземным. Да и водоемкие сельскохозяйственные культуры занимают на берегах Черного моря сравнительно небольшие площади.

По разным причинам, намечавшееся изъятие больших объемов воды из рек, впадающих в Черное море, не произошло. Поэтому соленость в открытых районах моря сохраняется на прежних уровнях 17,5—18‰. Она несколько увеличилась в открытых лиманах и в Азовском море, что обусловило проникновение морских видов в эти водоемы.

Приливы и отливы в изолированном Черном море практически не ощущаются. Амплитуда этих явлений в районе Констанцы составляет около 7 см, у Одессы - 5,5 см, у Севастополя — 1-3 см, у Поти — около 8-9 см и повсеместно имеют неправильный полусуточный характер (Леонов, 1960).

Более значительные понижения и повышения уровня моря происходят под влиянием сгонных и нагонных ветров. Первые дуют со стороны суши, угоняют в открытое море поверхностные воды и понижают уровень иногда на 1—1,5 м. Во время сгонных ветров к берегу подтягивается вода с глубин 10—20 м. Она всегда бывает более соленой, чем поверхностная вода, а летом и более холодной. В теплое время года, в течение суток, температура воды у берега под влиянием сгонного ветра может понижаться на 10-12°C. В такие дни, летом и осенью, к берегу может подойти вода с запахом сероводорода, полуживыми рыбами, крабами, креветками и другими донными животными. Это одно из проявлений придонного дефицита кислорода, о чем пойдет речь дальше.

В морской воде, наряду с минеральными веществами (соединениями азота, фосфора, углерода и др.), всегда присутствуют различные органические вещества. Как и в других морях, их основной источник — обитающие в море организмы, точнее, их прижизненные и посмертные выделения (внешние метаболиты, или гормоны среды). Кроме того, органические

вещества приносят речные воды, атмосферные осадки и ветры со стороны суши (Скопинцев, 1975). По некоторым оценкам, общая масса неживого органического вещества пелагиали (того, которое находится вне тел живых организмов) превышает биомассу всего живого, населяющего водную толщу. Большие количества органических веществ содержатся также в донных осадках.

Значение органических веществ в жизни обитателей моря исключительно велико. Они составляют важную часть пищевого рациона гетеротрофных видов, от бактерий до рыб. Гетеротрофами называют организмы, использующие в качестве источника питания органические вещества, произведенные другими (автотрофными) организмами.

В наиболее концентрированном виде органические вещества присутствуют на поверхности воды в виде морской пены.

В последние десятилетия существенные изменения претерпел качественный состав речных вод в сторону увеличения в нем содержания многих веществ, как природного происхождения, так и тех, которых в природе прежде не существовало, но человек их стал производить для каких-то своих нужд (фенолы, детергенты, пестициды и другие). Это породило глубокие изменения условий жизни в Черном море и самой жизни, которые принесли ему известность (впрочем, не вполне объективную) одного из самых загрязненных в мире. Об этих экологических изменениях не предупреждали заранее ни математические модели, ни экспертные оценки. События наступили неожиданно, но их заметили, изучили и сделали выводы. В одной из своих статей по этому поводу Л. Д. Ми (Мее, 1992) пишет, что публикации по экологии Черного моря напоминают, скорее, посмертные оповещения, нежели предупреждения. Объективности ради отметим, что такая же ситуация наблюдается во всех морях мира, ибо нет еще механизмов прогнозирования, предупреждения и оповещения об ожидаемых экологических событиях. Однако на Черном море все же раньше, чем в других морях, заметили и изучили новые явления и оценили их пагубность для моря и для общества. Установили также, что не все Черное море пострадало от новых явлений, а в основном его северо-западная часть и контурные сообщества моря, о которых пойдет речь дальше.

1.5. Вода и дно

1.5.1. Водная толща

Физические и химические особенности всех природных водоемов, и морей в их числе, это — основные экологические условия, которые определяют возможность существования живых существ и обуславливают их видовой состав, численность, распределение, образ жизни, экологию и поведение.

Как морской водоем Черное море отличается, прежде всего, пониженной соленостью воды. Система классификации природных вод по их солености, принятая на Международном лимнологическом конгрессе в Венеции (1959) получившая название Венецианской системы, различает следующие категории водоемов:

Пресноводные, соленость менее 0,5‰,

Миксогалинные, или солоноватые, соленость от 0,5‰ до 30,0‰,

Олигогалинные, соленость от 0,51‰ до 5,0‰,

Мезогалинные, соленость от 5,1‰ до 18,0‰,

Полигалинные, соленость от 18,1‰ до 30,0‰

Эугалинные, или морские, соленость от 30,1‰ до 40‰,

Гипергалинные, или пересоленные, соленость более 40‰.

Показателем нормальной морской солености считают 35‰ (35 г солей в 1 кг воды) и такова она в большинстве морей. В некоторых внутренних морях, в которых испарение превышает поступление пресной воды, соленость может достигать 37‰ (например, в восточной части Средиземного моря), а то и 40‰ (Красное море). В Черном море, в котором суммарный объем речного стока и атмосферных осадков более чем на одну треть превышает расход на испарение и которое имеет слабый водообмен со Средиземным морем, соленость значительно ниже нормальной океанической. В центральных районах моря на поверхности она близка к 18‰, а в северо-западной части, куда поступают воды Дуная, Днестра и Днепра, понижается до 15‰ и гораздо ниже, то есть соответствует мезогалинным водам по Венецианской шкале соленостей. С глубиной соленость воды Черного моря возрастает и на 200 м составляет около 20,5‰, а на 2000 м — 22,4‰, что соответствует полигалинным водам. Такое расслоение водной толщи по солености происходит потому, что речная вода и вода из атмосферных осадков, трансформируясь и осолоняясь, растекается по поверхности пелагиали и вытекает через Босфор в Мраморное море. Глубинная же котловина Черного моря, ее западная часть, принимает в себя соленую воду (около 30‰), поступающую с нижним течением в проливе Босфор. Однако эта вода быстро разбавляется превосходящей по объему массой черноморской воды и в результате нижняя двухкилометровая толща Черного моря получает соленость 20,5—22,4‰. Только у самого выхода из Босфора, не далее чем на 5—10 км от берега, можно обнаружить воду с соленостью близкой к 30‰ и встретить живые существа, которые нигде более в Черном море не выживают.

Несмотря на то, что особенности режима течений через Босфор давно привлекали внимание исследователей, по сей день в физике и динамике водных масс остается еще много неясностей.

В начале XVIII столетия итальянский ученый граф Луиджи Фердинандо Марсильи изготовил измеритель течений с вращающимся ротором (конструктивно близкий к современной морской вертушке) и измерил им глубинные течения в Босфоре и в прилегающих водах Черного моря (Groves and Hunt, 1980). Результаты своих исследований Марсильи опубликовал в книге "Физическая история моря", вышедшей в 1725 г. Остроумные опыты Марсильи предвосхитили выводы современных теорий по динамике конвективных течений. Однако его мнение долгое время не встречало единодушного признания. Лишь почти два столетия спустя, в значительной мере благодаря обстоятельным исследованиям российского адмирала С. О. Макарова, удалось устранить ошибочные взгляды на нижнее босфорское течение как на следствие неточных наблюдений и повторения перенесенных на научную почву древних местных легенд (Леонов, 1960).

В настоящее время известно, что верхним течением из Черного моря в Мраморное вытекает объем воды, равный 2—3 годовым стокам Дуная, а нижним течением в Черное море поступает объем соленой воды, равный, в среднем, одному годовому стоку Дуная. Однако, по-прежнему, очень мало известно о том, как растекаются соленые мраморноморские воды после выхода из Босфора в Черное море, какова конфигурация и площадь участка шельфа с соленостью придонной воды 30‰? Эти сведения могли бы способствовать пониманию процесса проникновения в Черное море средиземноморских видов.

Наряду с соленостью, важный экологический фактор — это температура воды. В летние месяцы, в безветренные дни, вода у берегов может прогреваться до 25—26°C, а в мелководных заливах даже до 28—30°C. В центре моря летом температура воды у поверхности достигает 23—24°C. Глубже находится более холодная вода, а на 150 м в течение всего года сохраняется температура 8,5—8,6°C. Еще глубже она повышается до 9° и такой сохраняется до дна. В водной толще имеется еще так называемый «холодный промежуточный слой» (ХПС) с температурой воды от 7,20°C до 7,50°C. В открытых водах ХПС находится на глубинах 50—70 м, а на шельфе его нижняя граница достигает 100—150 м.

В зимние месяцы вода в южных и юго-восточных районах моря охлаждается до 10—13°C, а в северных — до 4—5°C и меньше. В холодные зимы, например в 1954, 1963, 1985, 1996, 2002, 2006 гг., температура воды в Одесском заливе понижалась до 0°C и — ГС. В это время поверхность моря покрывалась льдом, иногда — до горизонта. В особо холодные зимы ледяное поле (сплошной лед или плавающие льдины) простирается на юг до о. Змеиного, а в исключительных случаях плавающий лед может достигать Босфора и даже, на короткое время, закупоривать пролив. Не позже марта лед тает и морская вода начинает медленно прогреваться.

Невысокая соленость воды и ее низкая зимняя температура образуют серьезное препятствие на пути проникновения в Черное море теплолюбивых видов из Средиземного моря. Еще одно серьезное препятствие для поселения многих живых существ в Черном море — это отсутствие больших глубин, пригодных для жизни.

Глубины Черного моря заражены токсичным для большинства организмов газом сероводородом (H_2S). Между верхней (кислородной) и нижней (сероводородной) зонами Черного моря имеется промежуточная зона сосуществования обоих газов, занимающая метры, а то и 1–2 десятка метров по вертикали. В этой воде еще встречаются некоторые живые организмы из кислородного слоя моря. Однако около 87% объема вод Черного моря лишены кислорода и заражены сероводородом (рис. 5).

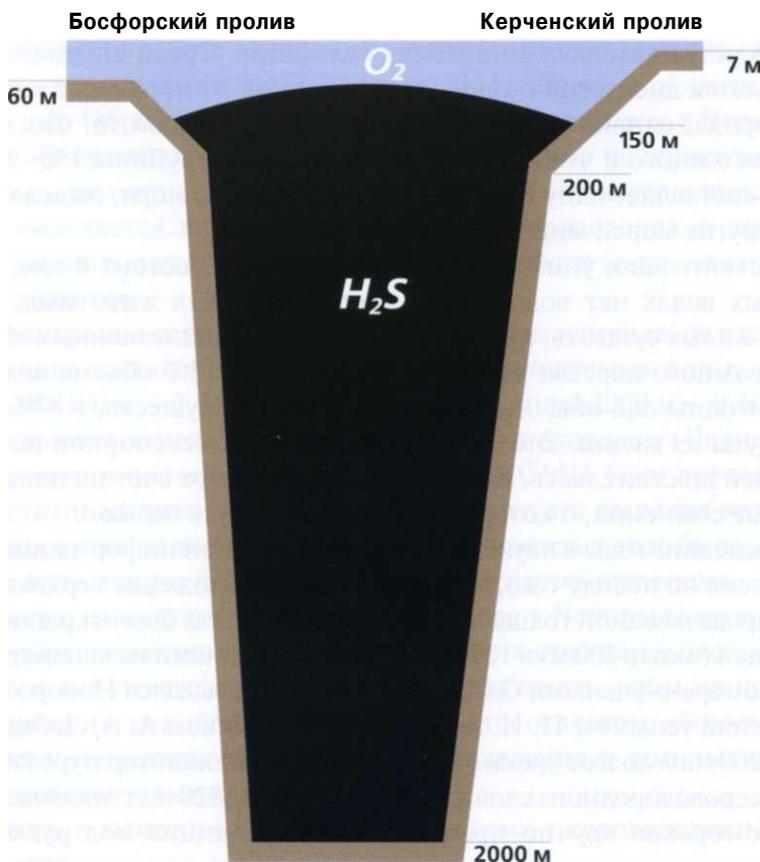


Рис. 5. Большая часть водной толщи Черного моря (87 %) насыщена сероводородом и непригодна для жизни большинства организмов. Другого такого моря в мире нет (из Zaitsev and Mamaev, 1997)

В морях мира сероводород не является такой уж большой редкостью. Он обнаружен в глубинных впадинах Балтийского и Каспийского морей, у дна Аравийского моря и в других районах Мирового океана. Однако во всех известных случаях количество сероводорода невелико и он постоянно окисляется кислородом из вышележащих водных масс. В Черном море сложилась иная экологическая ситуация. Здесь большие глубины, занимающие основную по площади и объему часть моря, почти не «проветриваются». Это зона глубокого застоя, где каждой молекуле придонной воды нужно дожидаться сто лет и более, чтобы достигнуть поверхности. Для сравнения, в Средиземном море, которое в 2,5 раза глубже, чем Черное, на это уходит около 80 лет. Поэтому на дне Средиземного моря сероводорода не обнаружено, а в глубинах Черного моря он присутствует постоянно.

Этот газ порождается деятельностью сульфатредуцирующих бактерий за счет гниения органических веществ, поступающих с поверхности моря, и в результате восстановления сульфатов. Среди специалистов еще продолжается дискуссия по поводу того, какой из процессов дает больше сероводорода, однако в экологическом аспекте важно то, что этого газа накопилось много и что он содержится в воде от глубины 150—200 м и до дна. Это составляет одну из особенностей Черного моря, выделяя его среди всех других морей мира.

Действительно, уникальность Черного моря состоит в том, что в его глубинных водах нет водорослей, беспозвоночных животных, рыб, нет никаких живых существ, кроме серобактерий — единственных обитателей этого огромного царства холода и мрака. Лишь 13% объема вод Черного моря пригодны для обычных (аэробных) живых существ, а 87%, по сути, вычеркнуты из жизни. Это считалось аксиомой, бесспорной истиной, не требующей доказательств. Если бы недавно на этот счет не появились бы некоторые сомнения, о которых будет сказано чуть позже.

В последние годы в науке и в средствах массовой информации проходила дискуссия по поводу того, не изменяется ли положение верхней границы сероводорода в водной толще Черного моря? Этот газ был открыт на глубине 100 саженей (около 200 м) в 1890 г. во время экспедиции на канонерской лодке «Черноморец» учеными Одесского (тогда он назывался Новороссийским) университета геологом Н. И. Андрусовым и химиком А. А. Лебединцевым. Глубина 200 м на долгое время утвердилась в научной литературе как верхняя граница сероводородного слоя в Черном море. В 1920-е гг. многолетняя Азово-Черноморская научно-промысловая экспедиция под руководством Н. М. Книповича уточнила, что верхняя граница сероводородной зоны в Черном море — куполообразна. А именно, в центрах постоянных круговых циклонических течений она отстает от поверхности воды на 150 м и даже меньше, а по периферии, на шельфах, опускается до 200 м, местами до 250 м.

Когда в 1980-е гг. выяснилось, что общее количество планктона в верхних слоях Черного моря существенно возросло (о причинах этого явления пойдет речь дальше), некоторые исследователи задались вопросом, а не сказалось ли это на положении верхней границы сероводородной зоны? Вполне уместный вопрос, если принять во внимание то обстоятельство, что увеличение количества живого планктона означает усиление «дождя трупов», разложение которых на дне моря составляет один из источников сероводорода. Другое дело, может ли это обстоятельство повлиять на объем сероводородной зоны, если многие доказывают, что разложение органических веществ дает лишь несколько процентов от того количества сероводорода, которое образуется в застойных глубинных водах Черного моря?

Ученые еще раз проанализировали и просчитали большой объем данных, накопленных океанографическими экспедициями. В результате, было выяснено (в работе принимали участие многие ведущие специалисты, среди них академик НАН Украины В. Н. Еремеев и американский ученый д-р Д. Обри (D. Aubrey), что сероводородная зона в Черном море находится на прежнем уровне, а ее верхняя граница не обнаруживает существенных тенденций к подъему. Кислород из атмосферы вместе с тем, который выделяется водорослями, окисляет сероводород и держит его верхнюю границу на том расстоянии от поверхности воды, на котором он сегодня находится.

Концентрация сероводорода в морской воде изменяется с глубиной. На 150 м она составляет 0,19 мг в одном килограмме воды, на 200 м - 0,83 мг, на 300 м - 2,34 мг, на 1000 м - 8,48 мг, на 2000 м - 9,60 мг.

Что касается возможности возгорания сероводорода из Черного моря, по поводу чего в последнее время некоторые СМИ бьют тревогу, вызывая общественный резонанс, то рассчитано, что это было бы возможным в лишь том случае, если бы концентрация этого газа в воде была, по меньшей мере, в тысячу раз больше, чем имеется в настоящее время.

Пример с ажиотажем вокруг сероводорода в Черном море показывает, сколь «взрывоопасными» могут быть сегодня отдельные экологические проблемы и как ответственно следует их трактовать, дабы не порождать ложной тревоги в неподготовленных умах и не отвлекать общество от реальных экологических событий, участие населения в которых могло бы принести действительную пользу.

А теперь о некоторых загадках, связанных с сероводородной зоной Черного моря.

Ряд исследователей, изучавших донные отложения, поднятые из различных глубин Черного моря, вплоть до 2000 м (в первую очередь, это доктора биологических наук М. И. Киселева, Н. Г. Сергеева и Л. В. Воробьева),

неоднократно обнаруживали в них живые существа. Это были не серобактерии, что не вызвало бы удивления, а донные беспозвоночные животные - нематоды, моллюски, ракообразные и другие (Киселева, 1979, Зайцев и др., 1987, Воробьева, 1999, Бешеева, 2000), которые вполне обычны на дне в кислородной зоне моря. Они обнаружены живыми в условиях высоких концентраций сероводорода в воде и отсутствия кислорода. Как можно объяснить такую парадоксальную ситуацию? Проще всего было бы предположить, что они каким-то образом «свалились» из кислородной зоны, но профиль морского дна это — не крутой обрыв, из которого можно было бы «упасть» на большую глубину. Да и сколько времени организм, живущий в кислородной зоне, может выжить без кислорода в токсичном сероводороде?

Из имеющихся в распоряжении науки данных можно сделать вывод, что в Черном море нет глубин, где бы не встречались животные-аэробы, то есть способные нормально существовать в кислородсодержащей среде. Анализируя сложившуюся парадоксальную ситуацию, автор выдвинул ряд гипотез (Зайцев, 1998), изложить и обосновать подробно которые в этой книге не представляется необходимым. Общий вывод сводится к тому, что обнаружение живых существ на предельных глубинах Черного моря, а также недавнее обнаружение там некоторых количеств растворенного в воде кислорода (еще одна сенсация!) говорят о необходимости проведения специальных экспедиционных исследований. Если и они подтвердят факт существования живых существ, помимо бактерий, на дне Черного моря, то укоренившееся в мировой науке название «азойная», то есть безжизненная, зона придется отменить. А считалось, что это — аксиома (Зайцев, 1998).

Разговор о сероводороде в Черном море несколько затянулся, но его невозможно было обойти молчанием: этот газ специфичен для почти 9/10 объема глубинных вод моря. О сероводороде, который в определенные сезоны года образуется на шельфе и имеет антропогенное происхождение, речь пойдет дальше.

В числе других физических и химических факторов морской среды следует назвать течения, солнечный свет, минеральные и органические вещества.

Основное течение воды в Черном море имеет кольцевой характер и направлено против движения часовой стрелки (циклоническое течение).

В самом узком месте моря между Южным берегом Крыма и мысом Керемпе на Анатолийском побережье часть вод, идущих с запада, поворачивает на север и таким образом как бы делит море на две части, западную и восточную, каждая со своим циклоническим течением (рис. 6). В центре циклонических течений находятся халистатические области, в которых соленость воды относительно устойчива и не опускается ниже 17,5‰. В восточной половине моря наблюдаются две халистатические

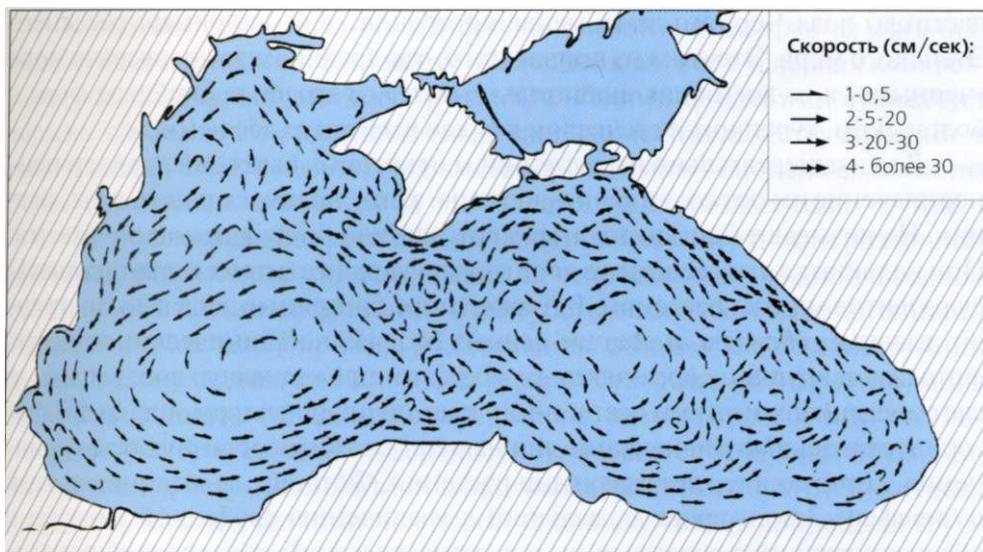


Рис. 6. Общая схема поверхностных течений в Черном море
(по Neumann, 1942 из Зенкевича, 1963)

области, которые разделяет ветвь кольцевого течения, идущая от района мыса Бафра в сторону Туапсе на Кавказском побережье. В самой восточной части моря, в районе мыса Гонио (по-гречески «гонио» означает «угол») имеется еще одно небольшое круговое вращение вод, но антициклонического характера (по часовой стрелке). В прибрежной зоне моря свои поправки в направления и скорости местных течений вносят ветры, но основные течения достаточно устойчивы. Для отдельных крупных участков циклонической системы течений, охватывающих все море, А. К. Леонов (1960) предложил следующие названия: Анатолийское течение — в промежутке от пролива Босфор до траверза Колхидской низменности, Кавказское течение — от траверза Колхидской низменности до Керченского пролива, Крымское течение — от Керченского пролива до Тендровской косы и Румелийское течение — от Тендровской косы до пролива Босфор.

В толщу вод Черного моря солнечный свет проникает и поглощается также, как и в других морях. Первыми поглощаются длинноволновые инфракрасные и красные лучи солнечного спектра, затем зеленые и синие. Глубже всех в воду проникают коротковолновые ультрафиолетовые лучи. Для зеленых растений особое значение имеют красные лучи и их присутствие определяет возможности развития водорослей. Из-за обилия в воде взвешенных частиц и организмов (планктон, органические и минеральные

частицы) вода Черного моря менее прозрачна, чем, например, соседнего Эгейского моря. Это одна из причин того, что древние жители называли море «черным», в то время как значительно более прозрачное Эгейское море в болгарском, турецком и греческом языках именуется «белым».

Для жизнедеятельности растений и некоторых бактерий первостепенное значение имеют соединения фосфора, азота, калия, кальция, серы, магния. Их называют биогенными элементами, или биогенными веществами. При недостатке этих веществ в воде может сдерживаться или ограничиваться развитие многих растений. В Черное море биогенные вещества поступают, главным образом, в составе речных вод. Из неорганических веществ, фотосинтезирующие организмы (в море это, прежде всего, водоросли), за счет энергии солнечного света, поглощаемой хлорофиллом и другими фотосинтетическими пигментами, производят сложные органические соединения, образующие клетки и ткани растений. Фотосинтез — единственный в биосфере Земли процесс, ведущий к увеличению свободной энергии и обеспечивающий существование как самих растений, так и всех животных, которые способны питаться только готовым органическим веществом.

В природных водоемах растений, как правило, больше там, где больше биогенных веществ. Применительно к Черному морю — это прибрежные мелководья и особенно северо-западная часть моря (СЗЧМ), куда вливаются три крупные реки — Днепр, Днестр и Дунай. Здесь находится самый обширный в Черном море северо-западный шельф (СЗШ), который среди биологов и экологов, с легкой руки профессора П. И. Усачева, образно называют «житницей» Черного моря.

1.5.2. Дно Черного моря

Многие морские обитатели из числа растений и животных в течение всей жизни или на определенном отрезке времени обитают в водной толще, или пелагиали. Их называют пелагическими. Другие населяют дно, или бенталь, их называют донными, или бентическими. Большинство же видов обитают в той и другой средах, меняя их в процессе индивидуального развития (чаще всего, личинки — пелагические, а взрослые особи — бентические) или в течение суток (вечером и ночью всплывают на поверхность пелагиали, а утром возвращаются на дно). Таким образом, морское дно играет важную роль в жизни водных организмов.

Как среда обитания (биотоп) различные участки дна отличаются друг от друга геологическими характеристиками (песок, галька, камни, ракуша, ил и т. д.), связанной с ними твердостью грунта, как субстрата для донных организмов (рыхлые, твердые грунты), физико-химическими и гранулометрическими свойствами грунта и т. д.

Каждому типу грунта соответствуют определенные группы организмов, приспособившихся в процессе эволюции к жизни в условиях конкретного участка дна, конкретного грунта. В биологии и экологии существует термин «биотоп». Это — относительно однородное по качеству жизненное пространство определенного сообщества организмов — биоценоза. Биотопы более четко просматриваются на дне водоема, на различных типах грунта.

Частный случай бентали представляют собой поверхности различных объектов, сооруженных или оставленных человеком на дне либо в водной толще. Их называют антропогенными субстратами, или антропогенными биотопами. Таковы, например, различные гидротехнические конструкции (буны, траверсы, волноломы, пирсы), искусственные рифы, затонувшие суда. Эти предметы бывают из камня, бетона, металла, дерева и других материалов. Со временем их поверхность покрывается микроорганизмами, водорослями, беспозвоночными животными, которые на антропогенных твердых субстратах развиваются порой успешнее, чем на природном грунте. Иногда антропогенные субстраты могут находиться в водной толще или на ее поверхности, как рыболовные сети, бакены, буи, подводные части судов и др. Они также обрастают морскими организмами.

В одних случаях обрастание антропогенных субстратов представляет собой полезный для человека биологический и экологический процесс. На этом принципе функционируют искусственные рифы и обрастают коллекторы установок для выращивания моллюсков. В других случаях обрастание — вредный процесс, создающий серьезные проблемы в работе морских водопроводов и в судоходстве. Поэтому борьба с обрастанием подводных предметов составляет одну из приоритетных задач в ряде отраслей народного хозяйства.

1.5.3. Контурные (краевые) биотопы моря

1.5.3.1. Нейсталь

Наряду с пелагиалью и бенталью, особую категорию местообитаний в морской среде составляют контурные, или краевые, биотопы. Долгое время эти биотопы, расположенные на границах моря с атмосферой, берегом и реками, не привлекали внимания исследователей как не представляющие особого интереса. В литературе даже обращалось внимание на то, что эти периферийные (маргинальные) биотопы сильно отличаются от оптимальных, поэтому организмы, их населяющие, не могут успешно конкурировать с теми особями, которые обитают в более приемлемых для жизни (оптимальных) биотопах. Поскольку живут они, так сказать, «на выселках» со всей вытекающей из этого «ущербностью». С другой стороны, было известно, что краевые зоны моря, в которых соприкасаются

и взаимодействуют морские, наземные и пресноводные сообщества организмов, отличаются краевым эффектом — высокой численностью живых существ (Дедю, 1990). На суше известен эффект опушки: на опушке леса всегда больше видов живых существ, чем в самом лесу и на граничащей с ним открытой местности. Однако априорная убежденность в бедности краевых биотопов моря преобладала среди морских биологов и в первую очередь это относилось к границе море—атмосфера. Считалось, что здесь складываются крайне неблагоприятные условия для морских организмов, поэтому они их избегают. Наиболее опасными для живых существ факторами среды на поверхности моря считались разрушительная сила волн, особенно для нежных существ, интенсивная солнечная радиация, вредная для многих видов, в том числе бактерий, двойной «пресс» хищников, преследующих своих жертв, как снизу, из воды, так и сверху, из воздуха. Все эти условия, рассуждали многие биологи, доказывают целесообразность пребывания организмов подальше от поверхности, в водной толще.

Поэтому первая информация о том, что в верхних нескольких сантиметрах пелагиали Черного моря обнаружено устойчивое скопление живых существ, приспособленных к условиям именно этого биотопа (Зайцев, 1960, 1961), поначалу большинством исследователей не воспринималась. Позднее, когда были изучены пути и способы адаптации организмов к специфическим условиям приповерхностного биотопа пелагиали (Зайцев, 1970, 1974, Цыбань, 1970), положение изменилось. Применение специальных орудий сбора биологического материала позволило обнаружить морской нейстон, практически, во всех морях и океанах. До того считалось, что сообщество нейстонных организмов может развиваться только в небольших защищенных от ветра пресноводных водоемах и не может существовать в озерах, а тем более в морях и океанах.

Оказалось, что морской нейстон представляет собой не просто плотное скопление организмов, гораздо более плотное, чем планктон из водной толщи, а сосредоточение ранних стадий развития водных беспозвоночных и рыб — икринок, личинок, мальков, которые именно в этом биотопе находят наиболее благоприятные условия для успешного развития и роста. Это — высокое содержание кислорода, присутствие инфракрасных и ультрафиолетовых лучей солнечного спектра, обилие пищи. Нейстон образно называют главным «инкубатором» и «питомником» моря, а поскольку многие виды тех, чья икра и личинки развиваются в приповерхностном биотопе, во взрослом состоянии переходят к жизни в толщу воды и на дно, нейстон обозначился еще и как «управляющее звено» в экологической системе (Поликарпов, Зайцев, 1969). Потому что, если нейстонная фаза развития пройдет успешно, значит можно ожидать

урожайного поколения, например, кефалей в водной толще или крабов и камбалы на морском дне.

Дальнейшие исследования показали, что эволюционное возникновение нейстона с его управляющей ролью в жизни моря было предопределено физико-химическими процессами, которые обеспечивают формирование на рубеже моря и атмосферы такого сочетания экологических условий, которые наиболее благоприятны для развития сообщества организмов, ответственного за судьбу многих обитателей моря. За этим специфическим биотопом пелагиали в научной литературе закрепилось название нейсталь (Константинов, 1979, 1986, Дедю, 1989).

В настоящее время известны основные физические и химические процессы, протекающие в нейстали. Их следует назвать в этой книге по экологии Черного моря.

В верхнем слое воды 0-1 см поглощается 20%, а в слое 0-10 см 50% суммарного количества солнечной радиации, проникающей в море. В верхнем десятисантиметровом слое воды поглощается вся длинноволновая радиация (инфракрасные лучи), а также ультрафиолетовые лучи в пределах длин волн 300—200 мкм.

На поверхности пелагиали происходит накопление неживого органического вещества морского и наземного происхождения. Из воздуха на воду выпадает пыльца анемофильных растений, споры, цисты, наземные насекомые. Благодаря легкости, несмачиваемости и малым размерам выпавшие из атмосферы частицы и организмы продолжительное время задерживаются на поверхности воды и служат дополнительным источником питания для многих морских беспозвоночных и рыб, в первую очередь компонентов нейстона.

Из водной толщи на поверхность пелагиали поступают мертвые организмы (так называемый «антидождь» трупов) и остаются здесь до полного разложения, после чего оседают на дно. В слое 0—5 см находили скопления мертвых представителей веслоногих и ветвистоусых ракообразных, а также фитопланктона (Зелезинская, 1966, Нестерова, 1968, Роухияйнен, Сеничева, 1985). Здесь они продолжают разлагаться, распадаются на отдельные фрагменты и обогащают приповерхностный слой «молодым» детритом (Кгеу, 1967), наиболее ценным в пищевом отношении.

Особый механизм пополнения нейстали органическим веществом, изученный рядом авторов, связан с пузырьками газа. Эти пузырьки возникают в водной толще в результате волнения, фотосинтеза растений, разложения мертвых организмов и других процессов. Пронизывая пелагиаль на своем пути вверх, пузырьки адсорбируют растворенные в воде органические вещества и транспортируют их на поверхность. При этом в органических оболочках пузырьков газа происходит изменение дисперсности

органического вещества — из истинных и коллоидных растворов образуются частицы, или агрегаты, химический состав и размеры которых делают их пригодными пищевыми объектами животных организмов.

Важным источником образования пузырьков газа является растворенный в воде кислород (Ramsey, 1962). Пузырьки кислорода, возникающие в результате колебаний температуры воды, постоянно увеличиваются в размере, перемещаются к поверхности и переносят на себе адсорбированную органическую пленку. Доказано, что стабильность пузырьков в воде объясняется именно наличием адсорбированной пленки, содержащей жирные кислоты и белковые вещества и играющей роль диффузионного барьера. Этот барьер препятствует выходу газа из полости пузырька в воду (то есть обратному его растворению) и обеспечивает достижение им поверхности воды. Здесь адсорбированная органическая оболочка остается даже в том случае, если пузырек лопается и содержащийся в нем газ высвобождается.

Одним из экологически важных последствий этого постоянно протекающего естественного процесса барботаж и флотации оказывается образование на водной поверхности пены. Пена — составной элемент поверхностного биотопа пелагиали и ее экологическое значение исключительно велико. В пене содержится в десятки и сотни раз больше органических и минеральных веществ, чем в воде, с преобладанием поверхностно-активных веществ. Различают неустойчивую (динамическую) пену и устойчивую (стабильную) пену. Первую можно наблюдать в барашках ветровых волн в открытом море, в корабельных волнах, которые образуются спереди идущего судна и оставляются за кормой. Время жизни динамической пены — секунды. Стабильная пена образуется на поверхности воды, насыщенной неживым органическим веществом. В виде хлопьев, полос или целых полей она сохраняется в течение многих часов, что соизмеримо с продолжительностью жизни бактерий и других микроорганизмов, населяющих пену. Однако пена, порожденная загрязняющими веществами, например синтетическими моющими средствами, и насыщенная ими, для живых существ непригодна.

В пене А.В. Цыбань (Цыбань, 1970, Tsyban, 1971) находила в тысячи и десятки тысяч раз больше гетеротрофных микроорганизмов, чем в воде на глубине 0,5 м.

Морская пена, не загрязненная вредными для живых существ веществами, представляет собой биологически активное вещество. В литературе имеются сведения о биологически активных свойствах прижизненных и посмертных выделений морских растений и животных (Скопинцев, 1962, Хайлов, 1963). Они проявляются в стимулировании или подавлении (ингибировании) различных физиологических процессов в организмах. Для проверки свойств пены, собранной на поверхности Черного моря, было проведено ряд лабораторных экспериментов (Зайцев, 1967, Чиликина, 1969).

В качестве реагента в опытах использовался отстой пены. Для его получения пена, собранная на поверхности моря, отстаивалась в стеклянных сосудах до образования на дне густой гомогенной жидкости, состоящей из стенок пузырьков газа, образующих пену. Этот отстой разбавлялся до необходимой концентрации профильтрованной морской водой (для опытов с морскими организмами) или водопроводной водой (для опытов с наземными растениями). Подопытными объектами служили морские и наземные растения и морские животные. В контроле те же организмы находились в условиях полива водопроводной водой (наземные растения) или в профильтрованной морской воды без добавления отстоя пены.

Результаты опытов, обработанные статистически, показали, что 0,5% раствор отстоя морской пены существенно (статистически достоверно) стимулирует рост сине-зеленой водоросли *ЯруИна (ениззЫла*, развитие личинок креветки *РаШемон айзрент*, ускоряют выклев личинок из икры бычка *Ро?а/ио5/г/5/г/5* ер. и продлевают в эксперименте жизнь личинок. Самка веслоногого рачка *Суслоpol<la &p.*, помещенная в герметически закрытый сосуд, объемом 10 см³, с неразбавленным отстоем пены, активно двигалась, линяла и, очевидно, питалась в течение 98 суток. Возможно, этот случай представляет интерес для разработки технологий замкнутых экологических систем. Опыты с семенами злаков показали, что 0,2% раствор отстоя морской пены в водопроводной воде существенно стимулирует развитие корневой системы и рост наземной части у овса, ячменя и пшеницы.



Рис. 7. Обилие устойчивой пены на поверхности воды или на берегу - признак экологического неблагополучия (фото Ю. Зайцева)

Эти опыты не получили дальнейшего продолжения, так как уже в 1970-х гг. пена, собранная в тех же районах северо-западной части Черного моря, при любых разбавлениях ее отстоя оказывала не стимулирующее, а подавляющее (ингибирующее) действие на физиологические процессы у растений и животных. По времени это совпало с началом интенсивного загрязнения моря химическими и радиоактивными веществами и с многократным снижением численности многих массовых организмов нейстонного сообщества (рис. 7).

Возможно, что в центральных водах Черного моря пена сохранила свой ростстимулирующий эффект, но таких данных у автора нет.

Когда во второй половине XX столетия влияние антропогенного фактора на моря и океаны резко усилилось, те же физико-химические процессы, которые обусловили формирование в нейстали благоприятных условий для морских организмов, привели к накоплению в ней различных веществ, опасных для растений и животных. Причем концентрации многих химических и радиоактивных веществ в поверхностном слое 0—5 см оказались в десятки, сотни и тысячи раз выше, чем в таком же объеме морской воды, взятой с глубины 0,2—0,5 м.

Представление о степени накопления различных веществ в поверхностной пленке морской пелагиали дают, например, данные, полученные С. А. Патиным в заливе Аркашон на атлантическом побережье Франции летом 1977 г. (табл. 3)

! Таблица 3

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ТОКСИКАНТОВ У ПОВЕРХНОСТИ ПЕЛАГИАЛИ (ПО С. А. ПАТИНУ, 1977)

Токсиканты	Средняя концентрация, мкг		Коэффициент накопления в по- верхностной пленке
	в поверхностной пленке 60-100 мкм	в водной толще на глубине 0,5 м	
Анионные детергенты	850 + 75	10 ± 1	85
ДДТ + ДДД	95 ± 10	0,10 + 0,02	950
ДДЕ	86 ± 9	0,10 ± 0,02	860
Линдан	44 + 8	0,07 + 0,02	650
ПХБ	105 + 15	0,10 + 0,02	1050
Ртуть (Нд)	2750 + 110	0,5 ± 0,1	5500
Свинец (РЬ)	2920 + 118	13,5 + 3,5	220
Кадмий (Сс!)	120 + 35	0,4 + 0,1	300
Медь (Си)	235 + 15	0,3 + 0,1	800
Цинк (2n)	1020 + 45	22 + 4	470

При волнении органическая пленка с поверхности воды взбивается в пену со всеми накопленными в ней веществами.

Пространственное совпадение скопления особо чувствительных к внешним воздействиям ранних стадий развития морских организмов в биотопе нейстона (нейстали), с одной стороны, и максимальных концентраций вредных веществ, с другой, породило одну из наиболее острых экологических проблем в современном Мировом океане. Черное море в этом отношении не составляет исключения.

1.5.3.2. Другие контурные биотопы моря

Обнаружение нейстона на границе море-атмосфера привлекло внимание автора к другим внешним границам морской пелагиали на ее поверхностях раздела и контакта с берегом, дном и речными водами. В научной литературе известны высказывания различных авторов об экологической важности этих областей.

Границы раздела-контакта имеют первостепенное значение в концепции биологической структуры океана, сформулированной основателем учения о биосфере В. И. Вернадским в 1926 г. Вернадский, отмечают Т. А. Айзатуллин и соавторы (1979), по-видимому, учитывал представление одного из основоположников термодинамики В. Гиббса (У. Сизов) о сгущении всех свойств на границах раздела. Однако В. И. Вернадский оперировал макромасштабными биологическими структурами. Он выделяет четыре статических сгущения жизни: две пленки—планктона и донную и два сгущения — прибрежное (морское) и саргассовое. Особый интерес, подчеркивает К. А. Виноградов (1968), представляют задачи проникновения в сущность явлений, возникающих и протекающих в контактных (пограничных) областях биосферы на границе существующих в природе естественных разделов: поверхность морей и океанов — нижние слои тропосферы, фронтальные зоны различных водных масс (в первую очередь соленых и пресных вод), неритические области океанов и морей - литосфера (берег) и др.

Однако специального изучения внешних границ моря в метровом и субметровом диапазонах расстояний, как это было сделано в отношении биотопа нейстона, еще практически не проводилось. Исследования этих зон автором и его коллегами выявили определенные черты сходства с тем, что было обнаружено в поверхностном биотопе пелагиали. Также, как и в нейстали, в других граничных биотопах пелагиали происходит накопление органических и минеральных веществ, благоприятствующих развитию в них богатой жизни. Причем физико-химические механизмы, приводящие к этому, в принципе, те же.

В частности, очень важным эффектом активных поверхностей моря является активизация адсорбированных на них различных веществ, сильное, в тысячи и десятки тысяч раз, ускорение их реакций — гетерогенный катализ. К границе море—берег относятся и важные реакции, происходящие на поверхности твердых тел, подвергающихся механическим воздействиям. Эти реакции изучает механохимия. Самым крупным механохимическим предприятием на земном шаре является волноприбойная зона Мирового океана вдоль всей его береговой линии. Однако это необычное предприятие все еще остается белым пятном в наших знаниях (Айзатуллин и др., 1979).

Внешне границы моря — преобразователь, накопитель и поставщик вещества и энергии. Берег моря, где пересекаются или сближаются различные поверхности раздела (море—атмосфера, море—дно, море—суша), можно назвать многократной границей.

Также, как и нейсталь, другие граничные биотопы населены большим количеством водных организмов с преобладанием ранних стадий их развития. Также, как и в случае нейстали, эти биотопы, несмотря на их доступность для исследования, оставались, практически, вне поля зрения ученых. Похоже, что в этой связи можно говорить о существовании некоей океанологической парадигмы, о господствующем способе научного мышления и практического решения исследовательских задач. Например, при составлении программ работ морских научных экспедиций. В этих случаях, наряду с вполне рутинными действиями, такими как измерение физических, химических и биологических параметров водной толщи на «стандартных» горизонтах (глубинах) пелагиали, иногда (если позволяют возможности) предусматривается также изучение биотопов больших глубин. Такое погружение в глубины нередко дает новые интересные для науки данные, которые оправдывают большие расходы времени, средств и интеллектуального потенциала при осуществлении таких экспедиций. Однако устремление вдаль и вглубь, в малодоступные области моря, вынуждает исследователей, образно говоря, «переступить» через близкие и доступные области и оставлять вне поля зрения важные экологические процессы, протекающие на внешних границах моря.

Внешние границы моря автор называет контурными биотопами (Зайцев, 1982, 1998, гаизеу, 1986).

Они заселены специфическими контурными биоценозами и классифицируются следующим образом (рис. 8): аэроконтур (граница море—атмосфера), псаммоконтур (рис. 9), литоконтур (рис. 10), пелоконтур (море—илистый берег и дно), потамоконтур (граница между морскими и речными водными массами). Каждому контурному биотопу присущи свои группы организмов, приспособленных к его специфическим условиям. Во всех случаях, кроме глубинного пелоконтура, в них наблюдается численное

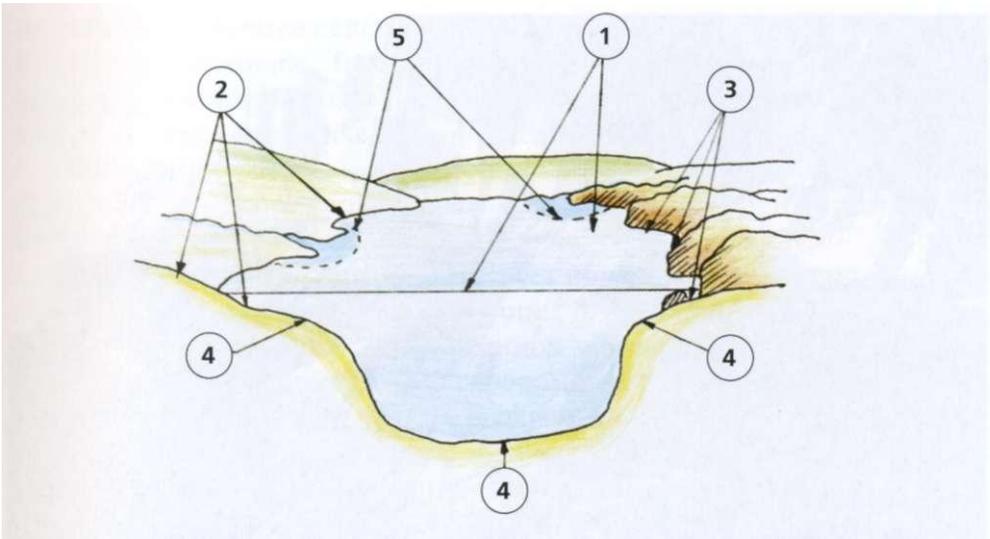


Рис. 8. Внешние контуры пелагиали на ее границах с атмосферой, берегом, дном и реками (схема): 1 — аэроконтур, 2 — псаммоконтур, 3 — литоконтур, 4 — пелоконтур, 5 — потамоконтур

преобладание ранних стадий развития организмов. Поэтому контурным сообществам присущи высокие значения биологической продуктивности, то есть высокие количественные показатели воспроизводства своей биомассы. В то же время эти сообщества находятся в зонах наиболее сильных негативных воздействий на живые организмы со стороны различных проявлений антропогенного фактора.



Рис. 9. Песчаный контур (псаммоконтур) у северо-западного побережья Черного моря. Видны ярусы супралиторали (сухой песчаный пляж), псевдолиторали (смачиваемый волнами песчаный пляж) и верхней sublиторали (песчаное дно, постоянно покрытое водой) (фото Ю. Зайцева)



Рис. 10. Каменистый контур (литоконтур) Черного моря у берегов о. Змеино-го. Брызги волн смачивают подножия скал и создают условия для развития организмов каменистой супралиторали. На снимке это нижние камни темного цвета (фото Ю. Зайцева)

Обобщая результаты первых специальных исследований биологии и экологии внешних границ морей и океанов, Т. А. Айзатуллин и соавторы (1979) приходят к выводу, что в масштабах гидросферы они представляют собой активные поверхности, по сравнению с которыми огромная толща пелагиали представляется не более чем «дремлющим гигантом». Подбирая сведения о граничных эффектах, чтобы на современном материале рассмотреть действительные основания концепции В. И. Вернадского, пишут Айзатуллин и соавторы, «мы обнаружили явные следы назревающей в океанологии революции».

Однако прошло уже четверть века после выхода книги, а революция так и не состоялась. Исследователи, в большинстве случаев, по-прежнему зондируют водную толщу пелагиали и, как правило, не уделяют специального внимания ее поверхности и береговым краевым сообществам. Исключение составляют, пожалуй, лишь работы Одесского филиала Института биологии южных морей (ОФ ИнБЮМ), где имеется отдел гидробиологии активных поверхностей моря, и отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМ (Севастополь), в котором под научным руководством академика НАН Украины Г. Г. Поликарпова специальное

всестороннее изучение нейстона и других контурных сообществ имеет уже многолетнюю историю. Такой подход и выход за пределы прежней парадигмы в океанологии позволил ученым лучше рассмотреть и понять то, что происходит в экологически критических биотопах Черного моря.

Контурные биотопы и населяющие их сообщества — это, своего рода, «болевые точки» моря, по которым можно судить о состоянии всей его экосистемы.

В современной экологии существует понятие «горячих точек», в англоязычной литературе «hot spots» (Norse, 1993). Оно включает два содержания. С одной стороны, этим термином обозначаются области с высоким видовым разнообразием или набором видов, нуждающихся в особой охране. С другой стороны, горячие точки — это области повышенного воздействия антропогенного фактора на природу. Контурные биотопы и населяющие их сообщества организмов в полной мере подпадают под определение экологических горячих точек.

В этой связи главный редактор книги «Глобальное морское биологическое разнообразие. Стратегия осуществления охраны в принятии решений», Э. А. Норее, пишет: «При ограниченных человеческих и финансовых ресурсах может быть значительно практичнее концентрировать их на немногих горячих точках». По аналогии с обществом, в той степени, в какой это можно утверждать, речь должна идти об адресной помощи тем видам и тем сообществам, которые в ней нуждаются.

**Вопросы к главе 1 для семинара (тренинга)
по экологии Черного моря**

1. Какие моря называются внутренними? Приведите несколько примеров.
2. Были ли в геологическом прошлом Черного моря периоды опреснения и осолонения? Назовите их. Входили ли нынешние Черное, Азовское и Каспийское моря в общий морской водоем? Приведите пример.
3. Что такое водосборный бассейн? Какую площадь занимает водосборный бассейн Черного моря? Территории каких современных стран он охватывает?
4. Что такое удельный водосбор?
5. Назовите основные реки, протекающие в водосборном бассейне Черного моря. Имеются ли в водосборном бассейне Черного моря крупные города? Приведите примеры.
6. Назовите основные морфометрические характеристики Черного моря: площадь водного зеркала, длину береговой линии, наибольшую глубину, объем водной толщи, основные заливы, бухты, мысы, острова.
7. Что такое развитость береговой линии и как ее определяют?
8. Какое направление имеют основные течения в Черном море?
9. Что такое соленость морской воды? Какова соленость воды Черного моря? Отличается ли она от солености воды других морей и океанов? Если отличается, то почему?
10. Приведите пример классификации морской воды по солености. Какой бывает температура воды в Черном море? Встречается ли на поверхности Черного моря лед? Где и когда?
11. Что известно о сероводороде в Черном море? Чем объясняют его происхождение и постоянное пребывание в глубинах моря? Какая часть водной толщи Черного моря заражена сероводородом?
12. Что такое шельф? Какова общая площадь шельфа в Черном море? Где находится главный по площади шельф в Черном море?
13. Назовите основные типы грунтов на дне Черного моря.
14. Что такое пелагиаль и бенталь?
15. Что такое контурные, или краевые биотопы моря? Приведите примеры.
16. Назовите основные особенности жизни на аэроконтуре пелагиали (в нейстали).



Обитатели Черного моря

2

Для каждого моря, да и не только моря, характерна своя биота. Биотой называют исторически сложившуюся совокупность видов флоры, фауны и микроорганизмов, населяющих какую-либо определенную часть биосферы. У Черного моря, как у определенной части Мирового океана, есть свои флора и фауна, свои растительная и животная части биоты. Как флора, так и фауна представлены видами диких, то есть неодомашненных и некультивируемых живых существ. Ударение делается на определении «дикий» потому, что когда человек преследует какие-то свои цели, он из диких видов, используя возможности селекции и генетики, выводит породы животных, сорта растений и штаммы микроорганизмов. В результате получаются не новые виды, а существа того же вида, но преобразованные человеком в его интересах. Левретка, дог, овчарка и другие домашние собаки принадлежат к одному биологическому виду, выведенному 10—15 тысяч лет тому назад из дикого вида волка (*Canis lupus*). То же и с породами кур или сортами пшеницы.

Дать четкий ответ на простой, на первый взгляд, вопрос, сколько видов диких животных и растений обитают в Черном море, невозможно, ибо этого никто не знает.

По экспертным оценкам специалистов, наукой описано от 1,4 до 1,7 миллиона видов (кроме бактерий), обитающих на планете Земля

(Stork, 1988 from Gray). Среди них одних только насекомых около 400 тысяч видов (Heywood and Watson, 1995). Считается, что в морях и океанах еще не описанными остаются от 500 тысяч (May, 1992) до 10 миллионов видов (Grassle and Maciolek, 1992). В сравнении с 300 тысячами известных (описанных) видов морских существ пробелы в наших познаниях из области систематики выглядят весьма значительными.

Это положение отнюдь не свидетельствует об отставании современной биологической науки в целом, когда расшифрован геном человека и других биологических видов, воссоздаются живые существа из одной клетки, получают высокие урожаи культурных растений на полях. Тем не менее, количество диких видов, населяющих Землю, нам не известно.

По сей день не существует «инвентарной книги» живых существ, без которой что-либо переделывать по своему усмотрению, исключать (уничтожать) или добавлять, иными словами, хозяйничать никак нельзя. Но человек хозяйничает, и в том, что практические действия часто не дают ожидаемого результата, повинны, не в последнюю очередь, большие пробелы в таких фундаментальных отраслях биологии, как систематика и таксономия.

Систематика — это наука об идентификации организмов различных видов и определении родственных отношений между ними. Таксономия — это наука о принципах, методах и правилах иерархической классификации организмов (царство, тип, класс, отряд, семейство, род, вид, подвид) в зависимости от степени их родства.

Нынешняя реальность такова, что в победном шествии биологических наук систематика и связанная с ней таксономия отстали в своем развитии от требований времени. Отставание это тем более заметно в условиях, когда в результате резко возросшего давления человека на окружающую природную среду утрачиваются не то что отдельные популяции видов, а целые виды. То есть вид исчез, но этого не замечают, поскольку наука даже не знала о его существовании в природе.

Создавшееся положение поддается объяснению. Следуя основоположнику современной систематики Карлу Линнею (С. Linne, 1707—1778), биологи продолжали описывать биологические виды по их анатомии и морфологии, внешним и внутренним признакам, часто трудно различимым. Эта работа требовала не только глубоких знаний, но и больших затрат времени и усидчивости. Образованные и трудолюбивые систематики XIX столетия в этом хорошо преуспели, хотя и они допускали ошибки. Нередко взрослый организм по общему виду, внешнему и внутреннему строению резко отличается от своей личинки, и в этом случае личинки описывались как отдельные, самостоятельные виды. Например, личинки речного угря, почти ничем не похожие на взрослых рыб, были первоначально описаны как отдельный вид

Leptocephalus brevirostris. Потом ошибку исправили, но за личинкой речного угря так и закрепилось название «лептоцефалус». Изобретение электронного микроскопа и других современных приборов, использование возможностей смежных наук, например характеристик носителя генетической информации, ДНК, компьютерной техники, облегчили работу систематиков, однако отставание этой биологической науки продолжается.

Не пользуется систематика должным авторитетом у большинства современных молодых биологов, предпочитающих иметь дело с количественными исходными данными о живых организмах, об их строении и функционировании. Вне всякого сомнения, работа с цифрами очень необходима, она позволяет рассчитывать не только современные показатели биомассы, продукции, деструкции и т. д. организмов и их сообществ, но и строить прогнозы на будущее при тех или иных сценариях развития экологических систем. Однако очень мало желающих считать количество различных щетинок, ресничек, зубчиков и многих других деталей строения живых существ для того, чтобы, в конечном счете, точно установить видовую принадлежность организма или обнаружить новый для науки вид. Такое положение характерно не только для Украины, оно — повсеместно. Уже упоминавшийся в книге американский ученый Э. Норее с тревогой сравнивает систематиков с исчезающими видами. Если бы систематики, пишет он, были бы биологическими видами, их следовало бы классифицировать как находящихся под опасностью исчезновения. В мире их осталось около 1500 человек, большинство близки к пенсионному возрасту, и очень немного находится желающих восполнить их популяцию.

Систематиков в мире действительно мало, они почти все знакомы друг с другом, обмениваются информацией и продолжают свою работу, составляющую начало всех начал в биологии. Когда биологам из США потребовалось узнать, какие виды ракушковых рачков (*Ostracoda*) проникли с балластными водами судов из Восточной Европы в Северную Америку, они прислали пробы в Киев, в Институт зоологии Академии наук Украины. Однако специалиста систематика по этой массовой группе донных организмов в Украине не нашлось и пробы были переадресованы в Кишинев, в Академию наук Молдовы. Там в этой области работала А. Л. Коваленко, недавно ушедшая на пенсию. Она вернулась в свою бывшую лабораторию и выполнила просьбу коллег из Америки. Пример более чем убедительный к печальной констатации Э. Норее. В Украине, например, в настоящее время не осталось специалистов систематиков по таким крупным группам морских организмов, как фораминиферы, губки, гидрозои, гребневики, турбеллярии, гастротрихи, киноринхи, тихоходки.

Этот разговор о трудностях, переживаемых систематикой, автор считал уместным в книге, обращенной в основном к молодым людям.

Систематика — одна из тех фундаментальных областей биологической науки, где пытливому уму природа сулит множество интересных открытий.

Возвращаясь к разделу книги об обитателях Черного моря, следует отметить, что о них известно все же не так уж мало, благодаря тому, что Черное море одно из наиболее изученных в мире и что многие ученые посвятили свою работу выяснению видовой принадлежности тех организмов, которые его населяют. Собственно, в книге по экологии не так уж необходимо перечислить обитателей моря различных таксономических уровней, а важно объяснить, почему в данном море поселились именно данные виды и не прижились другие.

Вначале некоторые сведения общего характера. При всем их систематическом разнообразии, водные организмы образуют несколько достаточно четко различимых жизненных форм (Константинов, 1986), или экоморф (Алеев, 1986).

2.1. Жизненные формы водных организмов

В водной толще (пелагиали) обитают организмы планктона. Это, преимущественно, мелкие существа, парящие в воде и неспособные противостоять водным течениям, которые переносят их, что называется, «по своему усмотрению». Поэтому распределение планктона в пелагиали в значительной степени определяется системой господствующих в данном водоеме течений. Различают растительный планктон (фитопланктон) и животный планктон (зоопланктон). Кроме того, планктон делится на размерные группы (табл. 4).

Таблица 4

РАЗМЕРНЫЕ КЛАССЫ ПЛАНКТОНА

Название	Размеры	Представители*
Фемтопланктон	0,02-0,2 мкм	Вирусы
Пикопланктон	0,2-2,0 мкм	Бактерии
Нанопланктон	2,0-20 мкм	Мелкие жгутиковые
Микропланктон	20-200 мкм	Простейшие, Динофитовые, Диатомовые
Мезопланктон	0,2-20 мм	Веслоногие ракообразные
Макропланктон	2,0-20 см	Сагитты, креветки
Мегапланктон	0,2-2,0 м	Крупные медузы

* Нередко представители смежных размерных классов частично совпадают.

Наряду с планктоном, пелагиаль населяют организмы нектона, активно плавающие животные, способные перемещаться на большие расстояния, независимо от скорости и направления течений. К нектону относятся рыбы, морские млекопитающие и кальмары. Кальмаров в Черном море нет, а рыбы и млекопитающие здесь обитают.

Морское дно (бенталь) заселено организмами бентоса, соответственно, растениями (фитобентос) и животными (зообентос). Они также различаются по размерным категориям.

На поверхности пелагиали, в нейстали, обитают организмы нейстона, состоящего также их растений (фитонейстон), животных (зоонейстон) и микроорганизмов (бактерионейстон). Виды нейстона, населяющие нижнюю сторону поверхности раздела море—атмосфера, образуют гипонейстон, а обитатели воздушной стороны поверхностной пленки—эпинеястон. Эпинеястон более обычен в морях тропического и субтропического пояса.

В тропических морях и океанах на поверхности пелагиали встречаются еще организмы плейстона, тело которых находится в полупогруженном состоянии и может перемещаться под влиянием ветра. Это такие виды, как парусник (*УеЫИа*) и физалия (*РИуааНа*). Рядом с ними часто можно обнаружить представителей нейстона. В Черном море плейстона нет.

Жизненные формы морских организмов не изолированы одна от другой, между ними пролегают множественные связи. Например, рыбы, ведущие донный образ жизни, как камбалы, относятся одновременно к бентосу и к нектону. Их называют иногда нектобентосом. Большинство видов на разных стадиях индивидуального развития переходят из одной жизненной формы в другую. Например, личинки в планктоне, а взрослые особи — в бентосе или нектоне. Многие в течение суток совершают вертикальные миграции, днем обитают в бентали, а ночью поднимаются в пелагиаль или нейсталь.

Общее представление о видовом разнообразии животных Черного моря дает таблица 5, в которой показано, сколько видов из тех или иных классов и типов известно науке. Всего насчитывается 2028 видов, относящихся к 21 типу из 26 типов морских животных, описанных наукой в настоящее время. Однако многие таксоны животного мира еще не исследованы, в том числе из-за отсутствия специалистов-систематиков по этим группам организмов. Таблица приведена для того, чтобы показать исключительное разнообразие жизни в Черном море и сложность работы специалистов, изучающих видовой состав морских обитателей и его изменения во времени в различных районах моря. Кстати, несмотря на существующие пробелы в систематике, Черное море считается одним из наиболее изученных морей мира.

**ЧИСЛО ВИДОВ ЖИВОТНЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ И КЛАССОВ,
ОТМЕЧЕННЫХ В ЧЕРНОМ МОРЕ**

№	Типы	Классы	В Черном море: + есть, - нет	Число видов
1	Простейшие Protozoa	Flagellata	+	?
		Sarcodina	+	67
		Gliata	+	227
2	Губки Porifera	Calcárea	+	28
		Hexactinellida		
		Desmospongia	+	?
3	Кишечнополостные Coelenterata	Hydrozoa	+	28
		Scyphozoa	+	3
		Anthozoa	+	4
4	Гребневики Stenophora	Tentaculata	+	1
		Nuda	+	2
5	Плоские черви Plathelminthes	Turbellaria	+	103
6	Немертины Nemertea	Anopla	+	33
		Enopla	+	?
7	Нематоды Nematoda	Aphasmidea	+	141
		Phasmidea		
8	Волосатики Nematomorpha	Gordioidea	+	1
		Nectonematoidea		
9	Коловратки Rotatoria	Digononta		
		Monogononta	+	102
10	Ресничнобрюхие Gastrotricha	Macrodasoldea	+	23
		Chaetonotoidea	+	?
11	Киноринхи Kinorhyncha	Cyclorhagida	+	10
		Homalorhagida	+	?
		Conchorhagida	+	?
12	Приапиды Priapulida		-	
13	Внутрипорошицевые Entoprocta	Loxosmatida		
		Pedicellinida	+	?
		Urnatellida	+	?
14	Щетинкочелюстные Chaetognatha	Chaetognatha	+	1
15	Мшанки Bryozoa	Phylactolaemata	+	20
		Gymnolaemata	+	?
		Stenolaemata		

16	Плеченогие	Inarticulata	-	
	Brachiopoda	Articulata	-	
17	Форониды		+	1
	Phoronidea			
18	Кольчатые черви	Archiannelida	+	?
		Polychaeta	+	192
		Oligochaeta	+	33
		Hirudinea	+	10
		Myzostoma		
19	Сипункулы	Sipunculidea	+	1
	Sipuncula	Phascolosmatidea	-	
20	Членистоногие	Crustacea	+	540
		Arachnoidea	+	35
		Рыцногониды	+	?
		Tardigrada	+	5
		Insecta	+	13
21	Моллюски	Amphineura		2
		Monoplacophora		0
		Scaphopoda	+	1
		Gastropoda	+	113
22	Иглокожие	Pelecypoda	+	90
		Crmoidea	-	
		Holothuroidea	+	8
		Echinoidea	+	1
		Asteroidea	+	1
23	Погонофоры	Ophiuroidea	+	4
		Rogonophora	-	
24	Крыложаберные			
25	Кишечнодышащие	Pterobranchia		
		Enteropneusta		
26	Хордовые	Ascidiacea	+	8
		Thaliacea	-	
		Larvacea	+	1
		Cephalocordata	+	1
		Chondrichthyes	+	
		Osteichthyes	+	163
		Amphibia		
Reptilia	+	2		
26	Chordata	Aves		
		Mammalia	+	4

Из таблицы видно также то, что различные типы в Черном море представлены неодинаково: в одних случаях имеется большое число видов, в других — единицы.

2.1.1. Откуда родом обитатели Черного моря?

Формирование биоты современного Черного моря происходило за счет различных источников. Часть водного населения опресненного Понтического озера-моря сохранилась до настоящего времени в опресненных заливах и лиманах Черного моря, в Азовском и Каспийском морях. Эти организмы объединяют под названием «понтических реликтов», или «каспийских реликтов», поскольку в опресненном северном Каспии они представлены наибольшим числом видов. Это древнейший элемент биоты Черного моря.

В периоды таяния ледников котлован древнего Черного моря заполнялся холодными водами, которые приносили реки из северных морей. Считают, что со стоком северных рек в Черное море могли попасть холодноводные организмы, такие как рачок калянус (*Calanus euxinus*), а из рыб, камбала глосса (*Platichthys flesus luscus*), мерланка (*Merlangius merlangus euxinus*), черноморский лосось (*Salmo trutta labrax*). Эти холодноводные виды черноморской биоты называют «бореальными реликтами», или «кельтскими реликтами». Они населяют глубинные воды моря, а у поверхности пелагиали встречаются лишь в зимнее время.

После образования Босфора и Дарданелл в Черное море стали проникать виды из Средиземного моря и смежной части Атлантического океана. Их называют «средиземноморскими иммигрантами». Они составляют большинство видов флоры и фауны современного Черного моря и предпочитают, как правило, теплые и наиболее соленые воды моря.

Четвертый элемент биоты составляют пресноводные виды растений и животных. Они постоянно поступают в море с речными водами, встречаются, преимущественно в приустьевых районах, и живут недолго, погибая от непереносимо высокой для них солености воды.

Последний элемент биоты составляют экзотические виды, или экзоты. Это растения и животные, которых в Черном море, на нынешнем этапе его геологической истории, не было, а оказались они здесь в результате сознательных или чаще непреднамеренных действий человека. К сознательно вселенным видам относятся дальневосточная кефаль пиленгас (*Liza haematocheila*, syn. *Mugil soiyu*) и толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*), иногда заходящий в море с речными водами. Случайно вселенных экзотических видов в Черном море значительно больше и попадают они, главным образом, в балластных водах приходящих в черноморские порты судов. Некоторые случайные экзоты причиняют значительный ущерб местной фауне и флоре, поэтому проблема балластных вод приобрела международное значение.

Многие виды флоры и фауны Черного моря играют важную, а нередко и определяющую роль в экологических процессах, которые в нем протекают.

Поэтому в книге по экологии моря необходимо назвать наиболее характерных представителей.

2.1.2. Характерные представители растений и животных Черного моря

О выдающемся значении бактерий в природе вообще и в Черном море, в частности, широко известно. Большинство из них относятся к гетеротрофам, поскольку питаются различными органическими веществами. Способны расти в присутствии атмосферного кислорода (аэробы) и в его отсутствии (анаэробы). Участвуют в круговороте веществ, служат основной пищей для многих видов мелких морских животных, населяют сероводородную зону Черного моря.

Растительный мир в Черном море представлен организмами фитопланктона и фитобентоса. Специалисты-систематики насчитывают в Черном море от 750 до 1000 видов фитопланктона, включая также пресноводные виды, выносимые реками в море (рис. 11). К числу массовых тепловодных видов фитопланктона относятся диатомовые *Pseudosolenia calcaravis*, *Cerataulina pelágica*, а среди динофитовых *Goniaulax polyedra*, *Prorocentrum cordatum*, *Emiliana huxleyi*. Среди холодноводных видов — это диатомовые *Chaetoceros socialis*, *Leptocylindrus minimus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima* и динофитовые *Heterocapsa triquetra*, *Scropsiella trochoidea* (Нестерова, 2001).

Донные растения (фитобентос) включают различные одноклеточные водоросли, из которых одни только диатомовые представлены почти 350 видами (Гусляков, 2002). Эти водоросли покрывают поверхность дна, камней и других твердых подводных предметов и образуют микрофитобентос. Наряду с ним в море присутствует макрофитобентос, образованный многоклеточными водорослями макрофитами, которых насчитывают около 305 видов, относящихся к типам зеленых, бурых и красных водорослей, и 8 видами высших (цветковых) растений.

Почти все крупные водоросли растут на твердых подводных поверхностях: на камнях, створках моллюсков, различных инженерных сооружениях, водоводах, рыболовных сетях, даже на подводной части корпусов судов, если они не защищены противооборастающими покрытиями (рис. 12). Над песчаным дном встречаются водоросли, сорванные волнами и водными течениями. Особенно много их бывает после штормов и осенью, когда завершается вегетационный сезон у большинства растений.

Среди зеленых водорослей в Черном море широко распространены виды с трубчатым слоевищем. Это представители рода энтероморфа (*Enteromorpha*). У видов рода ульва (*Ulva*) слоевище пластинчатое, а рода хетоморфа (*Chaetomorpha*) нитчатое. Такое же разнообразие слоевищ наблюдается у бурых и красных водорослей. Вдоль большинства скалистых берегов



Рис. 11.
Некоторые массовые пред-
ставители фитопланктона
Черного моря:

- 1 — астрионелла,
- 2 — хетоцерос,
- 3 — талассиозира,
- 4 — скелетонема,
- 5 — псевдосоления,
- 6 — цератаулина,
- 7 — ницшия,
- 8 — пророцентрум,
- 9 — перидиниум,
- 10 — церациум

Черного моря можно наблюдать крупные, обильно разветвленные кусты многолетней бурой водоросли цистозире, или бородача (*СузШека*). Благодаря наличию воздушных пузырьков на ветвях массивные кусты цистозире держатся в воде, не опадая на дно. Для экологии моря эта водоросль особенно интересна тем, что представляет собой ядро целого сообщества водных организмов, биоценоза цистозире, в состав которого входят десятки видов других водорослей, беспозвоночных животных и рыб. Цистозира очень чувствительна к загрязнению моря, в том числе к избыточным количествам питательных веществ, и исчезает там, где превышены пороги, приемлемые для этого вида. В таких случаях вместе с цистозирой исчезает и весь биоценоз, что отражается на судьбе многих членов этого сообщества.



Рис. 12. Некоторые массовые представители донных водорослей и высших растений Черного моря:

- 1 — ульва, 2 — цистозира, 3 - бриопсис, 4 — филлофора, 5 - церамиум, 6 - энтероморфа, 7 - порфира, 8 - морская трава зостера

Организмы или сообщества организмов, по наличию и состоянию которых можно судить о свойствах среды обитания, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителей, называют биоиндикаторами. Водоросль цистозира и весь биоценоз цистозире представляют собой чувствительный индикатор загрязнения моря соединениями азота и фосфора.

В числе других бурых водорослей широкое распространение в прибрежной зоне Черного моря имеют виды рода эктокарпус (*Ectocarpus*), с нитчатыми слоевищами, падина павлинья (*Padina pavonia*) с нарядным плоским вееровидным слоевищем, виды пунктарии (*Punctaria*) с пластинчатым ланцетовидным слоевищем и другие.

Многочисленны в Черном море красные водоросли или багрянки. В холодное время года у берегов встречаются крупные (до 10—15 см в поперечнике), округлые или овальные, бордовые пластины порфиры (*Porphyra*). В теплое время года широко распространены виды родов церамиум (*Ceramium*) и каллитамнион (*Callithamnion*) с нитчатыми слоевищами. Особого упоминания среди багрянок заслуживают виды рода филлофора (*Phyllophora*). Их крупные, пластинчатые слоевища прикрепляются к камням, скалам, створкам мидии и других моллюсков. Не отличаясь большой эластичностью, слоевища филлофоры под ударами волн легко теряют отдельные ветви, которые уносятся потоками воды и сосредотачиваются в середине круговых течений. Самое крупное из таких скоплений трех видов филлофоры (филлофора ребристая, *Phyllophora nervosa*, филлофора Броди, *P. brodiaei* и филлофора пленчатолстная, *P. membranifolia*) образовалось в центральной части северо-западного шельфа на глубинах от 25 до 55 м (рис. 13). Вероятно, часть слоевищ уносится и рассеивается придонными течениями, а возможно, исчезает в сероводородной зоне, но большая часть водорослей удерживается круговым течением на дне центральной части северо-западного шельфа и в неприкрепленном состоянии продолжает расти и наращивать свою биомассу.

Точно таким же природным механизмом масса плавающих слоевищ бурых саргассовых водорослей (кстати, родственных черноморской цистозире), сорванных на шельфах Карибского моря и Мексиканского залива, уносится Гольфстримом на северо-восток и удерживается круговым течением над центральными водами Атлантики в обширном районе, получившем название Саргассова моря.

Скопление неприкрепленной филлофоры на дне северо-западного шельфа Черного моря было открыто в 1908 г. известным гидробиологом С. А. Зерновым. Позднее оно получило название «Филлофорного поля Зернова». Площадь этого «поля», по оценкам специалистов, работавших в 1950-е гг., достигала 11 тысяч км², а общая биомасса водорослей

составляла 10 млн т, в сыром весе. Филлофора оказалась ценным промышленным сырьем. Вначале из нее добывали йод, а водоросль называли «йодкой», но в 1930-е гг. переключились на добычу агароида, полисахаридного препарата, одного из лучших природных гелеобразователей. Агароид широко используется в микробиологии, биохимии, в пищевой и других отраслях промышленности.

Филлофорное поле Зернова имеет в северо-западной части Черного моря средообразующее значение, как мощный генератор кислорода, пища, субстрат для откладывания икры и прикрепления организмов, убежище для многих видов животных. В зарослях филлофоры обитают до 100 видов беспозвоночных и до 40 видов рыб, большинство из которых приобрели покровительственную окраску тела, от розовой до темно-красной (например, бокоплавы, креветки, крабы, бычки, морские собачки, прилипалы и другие). Это сообщество организмов получило название биоценоза Филлофорного поля Зернова, или биоценоза филлофоры, а его окрашенных животных объединяют под общим названием «фауны филлофоры». В 1970—1980-е гг. произошло резкое сокращение Филлофорного поля Зернова (о причинах пойдет речь ниже), и это событие имело катастрофические последствия для всей экологической системы северо-западного шельфа моря.

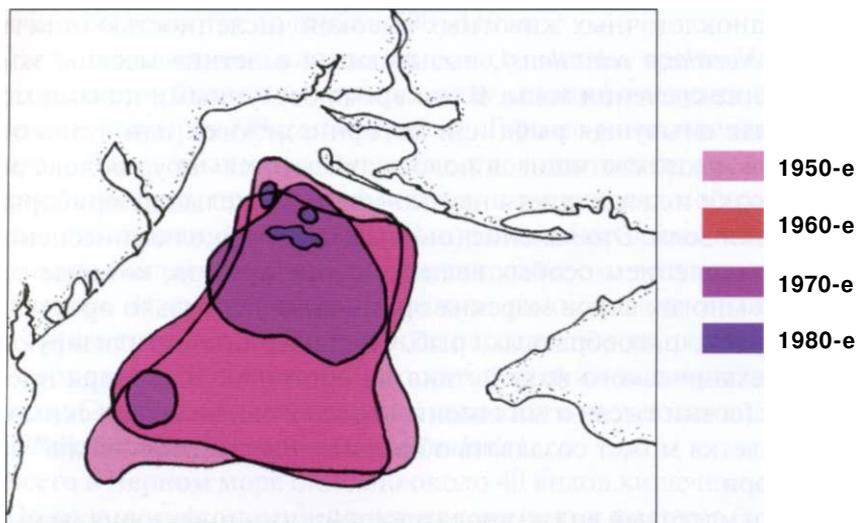


Рис. 13. Изменение площади Филлофорного поля Зернова на северо-западном шельфе Черного моря в 1950-1980-х гг.

Наряду с водорослями, на шельфе Черного моря обитают 8 видов высших (цветковых) водных растений. Наиболее широко распространены два

вида зостеры, или взморника: зостера морская (*Zostera marina*) и зостера малая (*Z. noltii*). Остальные высшие водные растения, относящиеся к родам *Potamogetón*, *Ruppia* и *Zannichellia*, не столь широко распространены, как виды зостеры. В отличие от водорослей, зостера произрастает не на камнях, а на песчаном и илистом грунтах на самых малых глубинах от 0,5 до 5 м, редко до 10 м, в местах, защищенных от значительного волнения. В грунте развиваются мощные корневища, а в воде тянутся вверх узкие, длинные (до 2 м, у зостеры морской) листья. Они обладают высокой эластичностью и легко переносят быстрые течения воды. Зостера образует густые заросли, которые становятся местом обитания десятков видов морских организмов. Часть из них живут среди корневищ (полихеты), другие растут на листьях (водоросли), прикрепляются к листьям (моллюски, ракообразные) или свободно перемещаются в пространствах между листьями (ракообразные, рыбы). Все эти организмы образуют биоценоз зостеры, который особенно успешно развивается в мелководных заливах, бухтах и в соленых лиманах.

Разнообразен мир морских беспозвоночных животных. В Черном море можно встретить представителей всех таксономических уровней беспозвоночных, от одноклеточных до иглокожих и оболочников. К настоящему времени в море описано более 2000 видов беспозвоночных, обитающих в пелагиали и бентали (Zaitsev and Alexandrov, 1998).

Среди одноклеточных животных высокой численностью отличается ночесветка (*Noctiluca scintillans*), вызывающая в летние месяцы замечательное явление свечения воды. В это время безлунными ночами можно наблюдать, как плывущая рыба или дельфин, человек или судно оставляют за собой яркие светящиеся полосы. «Светятся» орудия лова рыбы, подводные лодки и движущиеся научно-исследовательские приборы, искрятся барашки волн. Это явление (оно называется биолюминесценцией) вызывается окислением особых веществ люциферинов, которые содержатся в телах многих видов морских организмов, не только простейших, но также червей, ракообразных, рыб. Люциферины активизируются в результате механического воздействия на организм. Благодаря высокой численности (сотни тысяч и миллионы особей в одном кубическом метре воды), ночесветка может создавать обширные светящиеся "поля" на поверхности моря.

Еще один массовый вид из числа простейших — инфузория мезодиниум (*Mesodinium rubrum*). Внутри этих инфузорий живут мельчайшие, тоже одноклеточные, водоросли рода эритромонас (*Erithromonas*). Водоросли извлекают из тела хозяина различные вещества, в которых нуждаются, в частности углекислоту, выделяемую в процессе дыхания инфузории. Со своей стороны, инфузория получает от водорослей кислород, выделяемый

в результате фотосинтеза. Кроме того, при голодании инфузория потребляет часть водорослей в пищу. Такое взаимовыгодное сосуществование называется симбиозом. Для более эффективного симбиоза инфузории в поддень на 2—3 часа поднимаются в поверхностный слой воды (в ней-сталь), чтобы дать возможность водорослям «подзарядиться» солнечной энергией, а затем снова погружаются в водную толщу. Поэтому в местах высокой численности мезодиниума, в поддень, поверхность моря окрашивается в красные и бордовые цвета, соответственно пигментам водорослей из тела инфузорий.

В морях с нормальной соленостью воды в планктоне встречаются раковинные простейшие — фораминиферы (*Foraminifera*). В Черном море присутствуют только бентические виды фораминифер. Широко распространенные в морях мира радиолярии (*Radiolaria*), простейшие с ажурным кремневым скелетом, в Черном море отсутствуют, как в толще воды, так и на дне. Между тем в соседнем Средиземном море их насчитывают более 350 видов.

Следующую ступень иерархической лестницы после одноклеточных простейших занимают губки. Как и все последующие группы, губки принадлежат к многоклеточным беспозвоночным животным. Губки — донные организмы. В Черном море описано 28 видов губок, обитающих, в основном, в прибрежных водах, на малых глубинах. Только виды рода суберитес (*Suberites*) встречаются до глубин 100—110 м.

Из типа кишечнополостных широко известны, причем не только среди специалистов биологов, крупные медузы (сцифомедузы) аурелия (*Aurelia aurita*) и корнерот (*Rhizostoma pulmo*). Гораздо многочисленнее, однако, гидрозои. Часть жизни эти животные проводят в виде прикрепленных к твердому субстрату прозрачных веточек и кустиков самой разнообразной формы. Это гидроидные полипы. В определенное время года от гидроидных полипов отделяются небольшие гидромедузы, ведущие планктонный образ жизни. Затем гидромедузы оседают на дно и дают жизнь новому полипу. Таким способом эти животные расселяются по водоему и в наиболее благоприятных для жизни биотопах образуют высокую численность и биомассу. Среди наиболее массовых гидрозой отмечаются виды родов обелия (*Obelia*) и кампанулярия (*Campanularia*).

Всего в Черном море описано около 40 видов кишечнополостных.

По своему таксономическому положению к медузам близки гребневки (*Stenophora*). До 1970-х гг. в Черном море обитал один вид, плевробрахия (*Pleurobrachia rhodopsis*). В 1980-х гг. судами был завезен в Черное море и прижился гребневик мнемипсис (*Mnemiopsis leidyi*), а в 1990-х гг. еще один гребневик — морской огурец (*Berne ovata*). В Средиземном море известно не менее 17 видов гребневиков (рис. 14).



Рис. 14. Гребневники Черного моря:
 1 — местный гребневик плевробрехия,
 2 — экзотический гребневик мнемioпсис,
 случайно завезенный в 1980-е гг.,
 3 — экзотический гребневик бероз,
 случайно завезенный в 1990-е гг.

Большим видовым разнообразием отличаются морские черви и систематически близкие к ним группы беспозвоночных животных. В Черном море насчитывают более 550 видов этих организмов. Самые типичные среди них — плоские черви турбеллярии (*Turbellaria*), насчитывающие более 100 видов. Мелкие черви нематоды (*Nematoda*) представлены не менее чем 160 видами, не считая видов, паразитирующих в других морских животных. Широко распространены многощетинковые черви-полихеты (*Polychaeta*), которых известно более 190 видов. Некоторые виды полихет обитают в известковых или илистых трубках, но большинство видов свободноживущие.

К числу массовых обитателей Черного моря относятся моллюски (рис. 15).

Основные классы типа моллюсков — это двустворчатые (*Bivalvia*) и брюхоногие, или улитки (*Gastropoda*). Среди более чем 90 видов двустворчатых широко распространена мидия (*Mytilus galloprovincialis*), населяющая различные донные биотопы от уреза воды до глубин 55–60 м. Мидия — один из наиболее активных фильтраторов морской воды, которую моллюск пропускает через жаберный фильтр для отцеживания организмов планктона, которыми питается. Личинки мидии, как и других

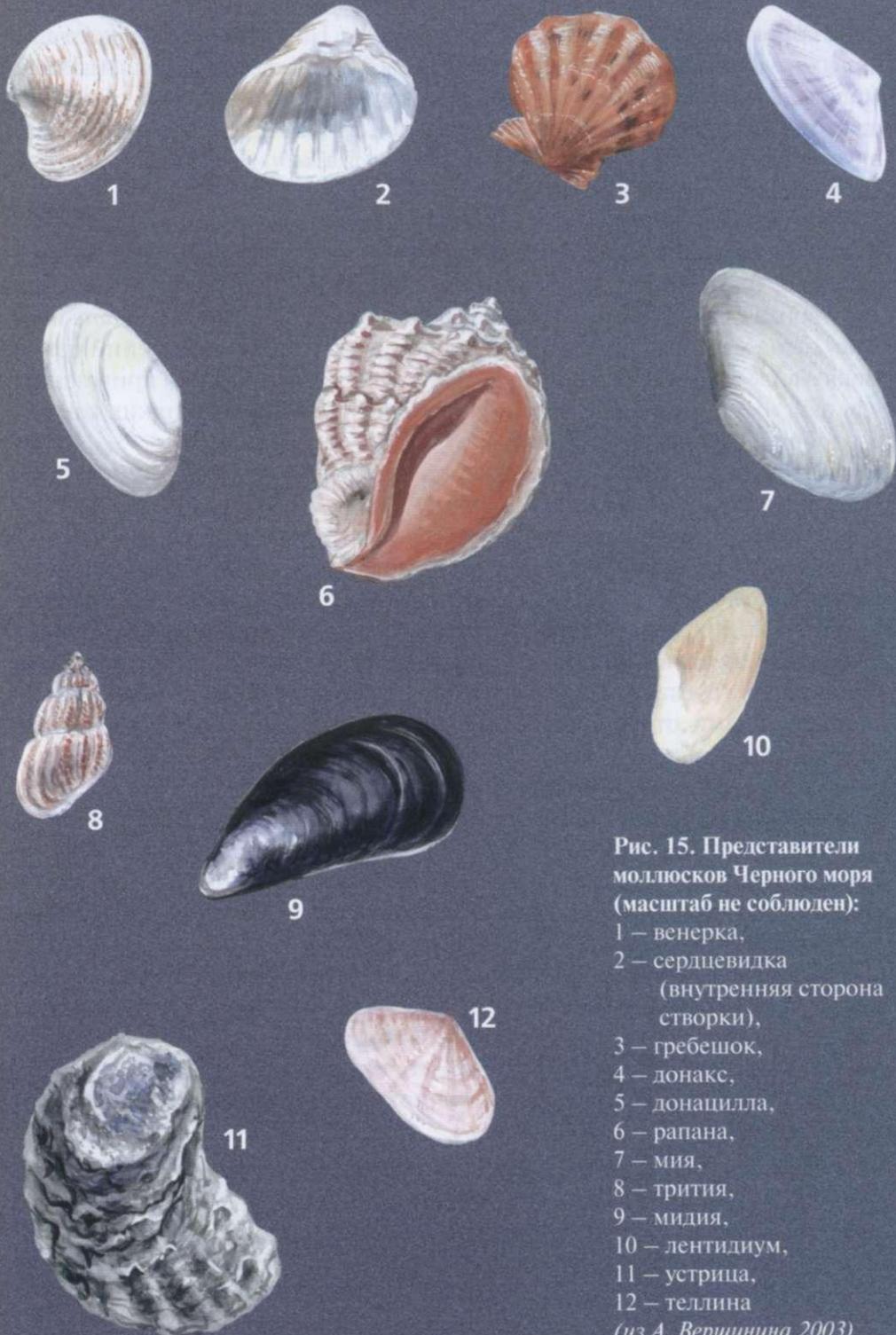


Рис. 15. Представители моллюсков Черного моря (масштаб не соблюден):
 1 – венерка,
 2 – сердцевидка
 (внутренняя сторона створки),
 3 – гребешок,
 4 – донакс,
 5 – донацилла,
 6 – рапана,
 7 – мия,
 8 – трития,
 9 – мидия,
 10 – лентидиум,
 11 – устрица,
 12 – теллина
 (из А. Вершинина 2003)

двустворок, ведут планктонный образ жизни. На песчаных и илисто-песчаных грунтах обитают двустворки венус (*Chamelea gallina*) и сердцевидка (*Cerastoderma lamarcki*). В зоне заплеска в незагрязненном крупнозернистом песке обычна донацилла (*Donacilla cornea*). Самая глубоководная двустворка в Черном море - фазеолина (*Modiolus phaseolinus*), которая встречается на глубинах до 125 м.

Некоторые двустворчатые моллюски непреднамеренно занесены в Черное море в балластных водах судов и другими путями. Таковы песчаная ракушка, или мия (*Mya arenaria*), и кунearка (*Cunearca comea*). Крупная двустворка (длина раковины более 20 см) беззубка Вуда (*Sinanodonta woodiana*) ныне массовый вид в дельте Дуная, могла попасть в бассейн Черного моря в виде личинок (глохидиев), прикрепившихся к жабрам привезенных для акклиматизации дальневосточных промысловых рыб, таких как толстолобик, белый и черный амур.

Брюхоногих моллюсков, створки которых имеют форму улитки, в Черном море описано около 115 видов.

На скалах и камнях вблизи уреза воды встречается блюдечко, или пателла (*Patella tarentina*). Домик этого моллюска, в виде невысокого колпачка, плотно прижимается к поверхности камня и может выдерживать удары волн. В воде на водорослях можно обнаружить мелких улиток родов гидробия (*Hydrobia*), риссоа (*Rissoa*) и более крупных — гибула (*Gibbula*). На илистых грунтах встречаются конические раковины с 4—5 длинными пальцевидными отростками. Это пеликанья нога (*Aporrhais pespelecani*). Там же можно обнаружить тритию (*Tritia reticulata*).

Самый крупный брюхоногий моллюск в Черном море — рапана (*Rapana thomasiana*). Вид случайно завезен в Черное море из Японского моря.

Как и в других морях, в Черном море встречаются многие виды ракообразных, населяющих биотопы водной толщи и дна. По уровню организации различаются низшие (Entomostraca) и высшие (Malacostraca) ракообразные.

Среди низших ракообразных высокой численности достигают ракушковые рачки (Ostracoda), населяющие песчаные и илистые грунты, усоногие (Cirripedia), во взрослом состоянии обрастающие подводные камни и другие твердые поверхности. Среди усоногих широко известны морские желуди рода балянус (*Balanus*). Их личинки развиваются в составе нектона и планктона.

Многие низшие ракообразные обитают в водной толще, образуя основную часть зоопланктона. Особенно широко распространены веслоногие раки (Copepoda). Одни виды веслоногих встречаются в глубинных слоях пелагиали. Это холодноводные виды калянус (*Calanus euxinus*) и псевдокалянус (*Pseudocalanus elongatus*). Другие обитают в поверхностных

теплых водах (*Acartia clausi* и *Paracalanus parvus*), а понтелла (*Pontella mediterránea*) и аномалоцера (*Anomalocera patersoni*) населяют нейсталь. В отличие от веслоногих водной толщи с преимущественно прозрачным телом, нейстонные виды окрашены в зеленые и синие тона и мало различимы на морской поверхности при ее рассмотрении из воздуха (рис. 16).

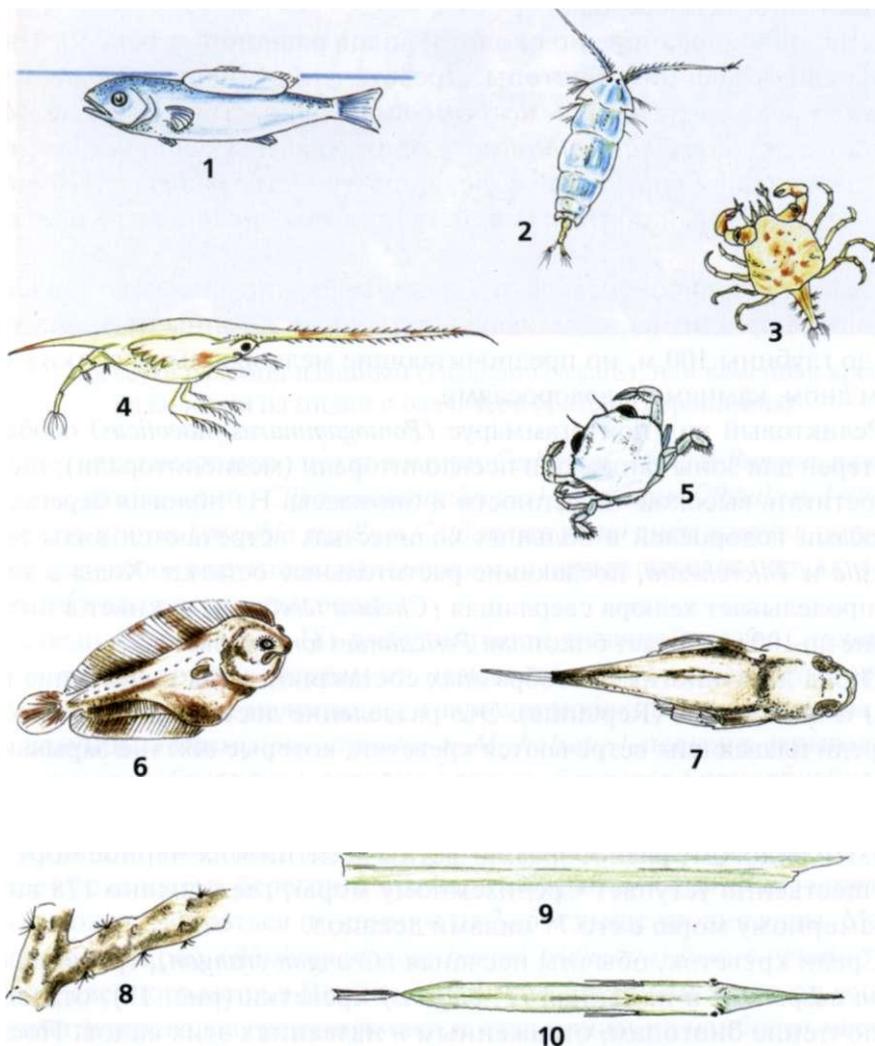


Рис. 16. Представители нейстона Черного моря:

1 - малек кефали остроноса, 2 - понтелла, 3 — личинка травяного краба, 4 - личинка краба порцелляна, 5 — молодой краб-плавунец, 6 — личинка морского языка, 7 — личинка морской мышки, 8 — обрывок таллома цистозиры, 9 — обрывок листа зостеры, 10 — малек саргана

Представители циклопид (Cyclopoida) и гарпактикоид (Harpacticoida) приспособились к жизни на дне и образуют значительную часть мейобентоса (Воробьева, 1999).

Из высших ракообразных в экологических процессах наиболее заметную роль играют виды отрядов равноногих (Isopoda), амфипод (Amphipoda) и десятиногих (Decapoda).

В Черном море описано около 30 видов равноногих ракообразных, населяющих различные биотопы. Древоточец лимнория (*Limnoria tuberculata*) живет в отверстиях, которые высверливает в древесине. Морской таракан (*Idotea baltica basteri*) — один из самых распространенных видов зарослей в прибрежной зоне, а идотея Остроумова (*Idotea ostroumovi*) — характерный обитатель нейстали, в том числе центральных вод моря.

Амфипод, или бокоплавов, в Черном море описано около 10 видов. Это донные организмы, населяющие различные глубины от линии уреза воды до глубины 100 м, но предпочитающие мелководные участки с песчаным дном, камнями и водорослями.

Реликтовый вид понтогаммарус (*Pontogammarus maoticus*) особенно характерен для зоны заплеска и псевдолиторали (медиолиторали), где может достигать высокой численности и биомассы. На пологих берегах под выбросами водорослей в больших количествах встречаются виды родов *Orchestia* и *Talorchestia*, поедающие растительные остатки. Ходы в древесине проделывает хелюра сверлящая (*Chelura terebrans*) и живет в них. На глубине до 100 м обитает бокоплав *Periculoides longimanus*.

Отряд десятиногих ракообразных составляют виды плавающие (Nantantia) и ползающие (Reptantia). Это разделение достаточно условно, так как среди плавающих встречаются креветки, которые обычно зарываются в грунт, а среди ползающих известны крабы, способные активно плавать.

В Черном море описано около 40 видов десятиногих раков (Băcescu, 1967). По видовому разнообразию фауны десятиногих Черное море также существенно уступает Средиземному морю, где описано 178 видов, и Мраморному морю с его 77 видами декапод.

Среди креветок, обычны песчаная (*Crangon crangon*), травяная (*Palaeomon adspersus*) и каменная (*P. elegans*) креветки (рис. 17), отдающие предпочтение биотопам, отраженным в названиях этих видов. Последние два вида имеют местное промысловое значение.

В составе ползающих десятиногих различают раков-отшельников, раков-котов и крабов.

Раки-отшельники получили свое название в связи с тем, что свое незащищенное панцирем брюшко они прячут в пустых домиках морских улиток, меняя их по мере своего роста. Рак-отшельник диоген (*Diogenes*



Рис. 17. Креветка палемон изящный (*Palaemon elegans*), или каменная креветка, на колонии из мидий и баянусов (фото А. Вершинина)

pugilator) чаще всего использует домики *Cerithium*, *Tritia* и *Rapana*, а рак-отшельник клибанарий (*Clibanarius erythropus*) — домики *Gibbula* и *Tritia*.

Раки-кроты *Upogebia pusilla* и *Callinassa peatai* днем живут в норах, которые вырывают в грунте на мелководьях, а ночью выходят наружу и могут всплывать до поверхности воды.

Среди крабов (рис. 18) распространен травяной краб (*Carcinus mediterraneus*, по другим авторам он называется *Carcinus aestuarii*), предпочитающий песчаные мелководья и заросли морской травы зостеры. Крабы-плавунцы (*Macropipus arquatus* и *M. holsatus*) искусно зарываются в песок, но способны также активно плавать, благодаря приспособленным для этого расширенным листовидным последним членикам пятой пары ног. Крупный каменный краб с массивным панцирем (*Eriphia verrucosa*) обитает у скалистых берегов, а мраморный краб (*Pachygrapsus marmoratus*) ночью может взбираться по камням на 3—5 м выше уровня воды. Мелкий голландский краб (*Rhithropanopeus harrisi tridentata*) был случайно завезен из Северного моря в Черное в 1930-х гг. На новом месте он успешно акклиматизировался, размножился и стал одним из наиболее массовых видов десятиногих в прибрежной зоне, особенно в опресненных заливах и лиманах.

Несмотря на то, что десятиногие ракообразные, благодаря своей внешности, величине и прибрежному распространению, сравнительно легко обнаруживаются и определяются, в отношении некоторых видов достоверной информации недостаточно.

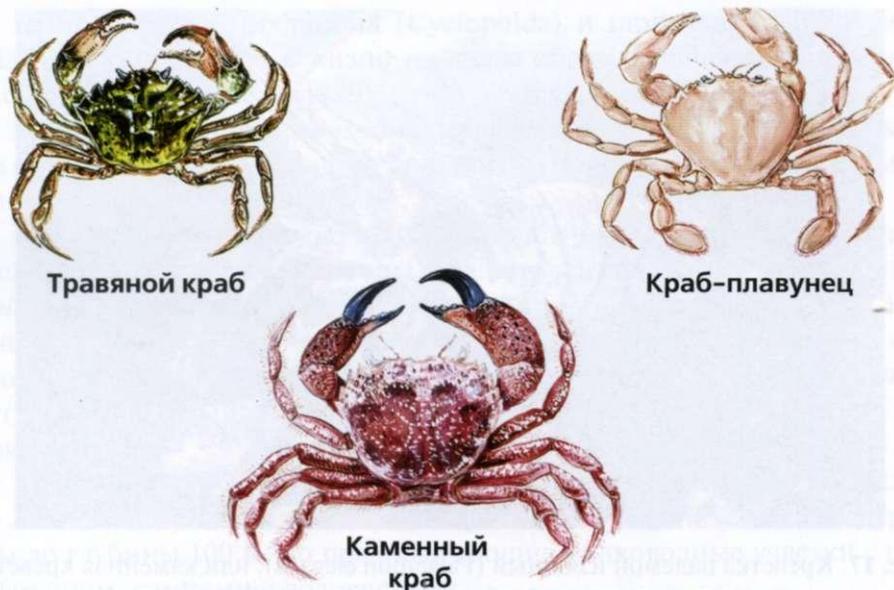


Рис. 18. Крабы Черного моря

Неясно, например, встречается ли в Черном море омар (*Homarus gammarus*), упоминаемый как в фундаментальном Определителе фауны Черного и Азовского морей (1969), так и в публикациях ряда авторов из стран Черного моря.

Нет сведений о том, в каких реках Черного моря сохранились нормальные популяции пресноводного краба (*Potamon potamios*). Этот некогда вышедший из моря краб приспособился к жизни в мелких речках и ручьях, но в каких из них он сохранился до настоящего времени и какова его численность, сведений очень мало. По крайней мере, в реках Крыма он отнесен к числу видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Недостаточно сведений поступает о новых видах крабов, замеченных в последние годы в Черном море, таких как крупный голубой краб (*Callinectes sapidus*) и китайский мохнаторукий краб (*Eriocheir sinensis*).

Можно надеяться, что эти нужные науке и практике сведения будут поступать от экологов и натуралистов, работающих на различных участках побережья Черного моря.

Близкий к классу ракообразных, класс насекомых в Черном море представлен несколькими видами хирономид, или комаров-звонцов (*Chironomidae*). Личинки этих насекомых обитают преимущественно в прибрежных опресненных водах моря и в некоторых лиманах. В числе таких известен *Chironomus plumosus*. Личинки родственного вида *C. salinarius*,

наоборот, предпочитают воды повышенной солености и развиваются даже в таких водоемах, как Сиваш в Крыму и Куяльницкий лиман близ Одессы. Ярко-красные личинки хирономусов, под общим названием "мотыль", добываются и используются для кормления аквариумных рыб. Что касается видов рода клунио (*Clunio marinus*, *C. ponticus*), то они и во взрослом состоянии живут на поверхности воды, свободно передвигаются по ней, как по суше, и питаются, по всей вероятности, органическими веществами из поверхностной пленки и пены. Эти насекомые представляют верхний (воздушный) ярус морского нейстона — эпинеuston.

Еще один класс типа членистоногих образуют клещи. Живут они и в Черном море, входя в состав мейобентоса. К настоящему времени описано более четырех десятков видов морских клещей семейства Halacaridae (Гельмбольдт, 2003).

Один из наиболее высокоорганизованных типов беспозвоночных животных представлен различными иглокожими (Echinodermata). В Черном море их описано 14 видов, в то время как в Средиземном море известно не менее 50 видов. Черноморские иглокожие, как живущие в неблагоприятных для представителей этого типа условиях, значительно мельче своих средиземноморских и океанических сородичей и не достигают высокой численности. Это 8 видов голотурий (Holothuroidea), 4 вида офиур (Ophiuroidea) и по одному виду морской звезды и морского ежа, которые обнаружены только в прибосфорском районе Черного моря.

Наиболее высокоорганизованные животные относятся к типу хордовых (Chordata), куда входят и позвоночные, в том числе млекопитающие.

Из классов типа хордовых в Черном море отсутствуют лишь сальпы да амфибии, остальные классы представлены хотя бы единичными видами.

Из класса асцидий (Ascidiacea) обнаружено 8 видов одиночных и колониальных асцидий. К первым относится циона (*Ciona intestinalis*), а вторым ботриллус (*Botryllus schlössen*). Оба вида — донные животные.

Из класса аппендикулярий (Appendicularia) в Черном море встречается один вид, ойкоплевра (*Oikopleura dioica*), довольно обычный компонент планктона.

Из состава рыб в Черном море встречаются представители классов хрящевых (Chondrichthyes) и костистых (Osteichthyes) рыб.

По сводке Т. С. Расса (1987), в Черном море собственно морских и солоноватоводных видов рыб, не считая проходных и пресноводных, насчитывается 146 видов. С учетом осетровых (5 видов), сельдей (5 видов), черноморского лосося, трехиглой колюшки, а также не менее 20 пресноводных видов, встречающихся в море на удалении иногда десятков километров от устьев рек, а также новых находок общее количество видов рыб в Черном море достигает 180 видов (рис. 19, 20).

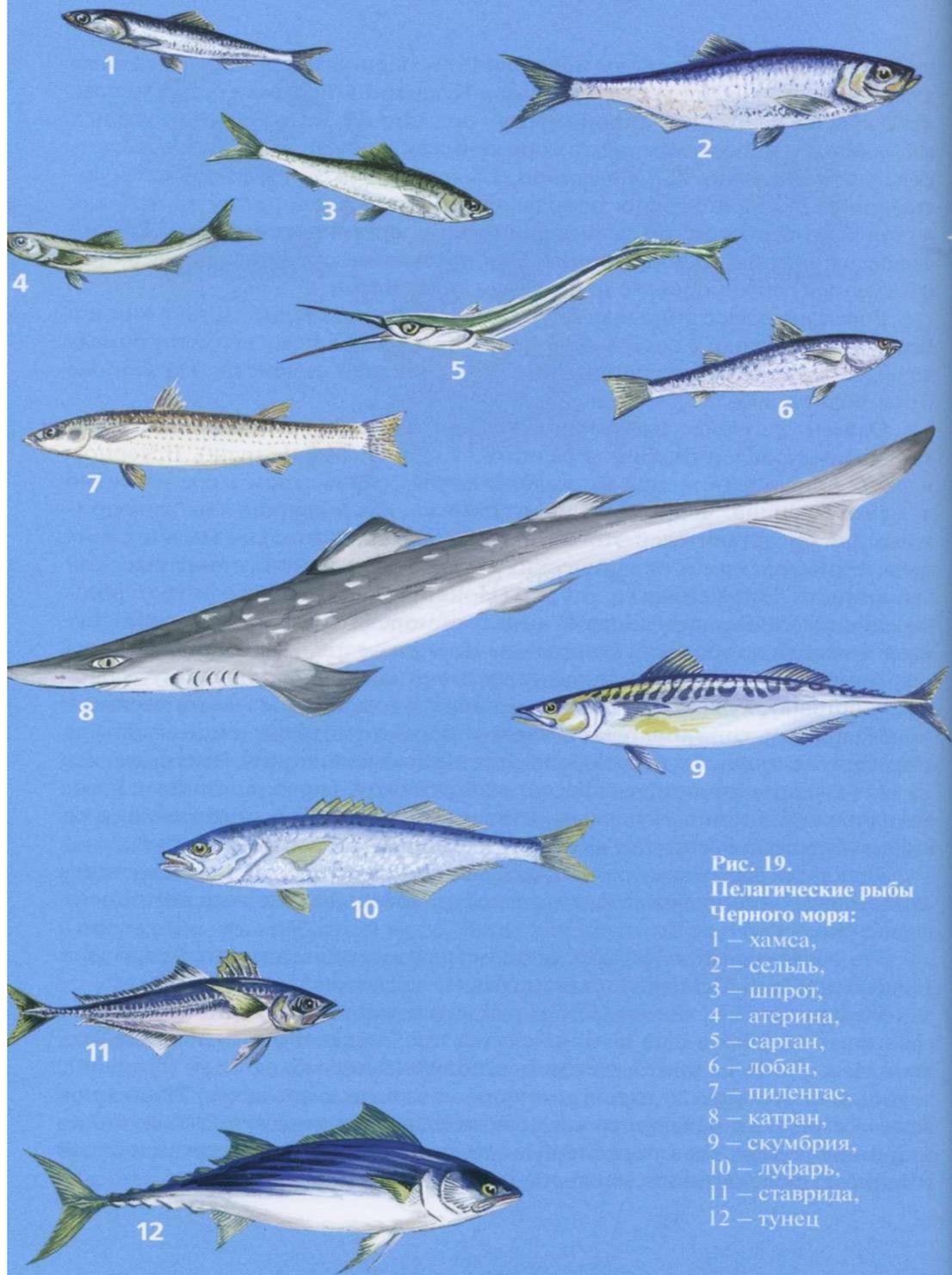


Рис. 19.
Пелагические рыбы
Черного моря:

- 1 – хамса,
- 2 – сельдь,
- 3 – шпрот,
- 4 – атерина,
- 5 – сарган,
- 6 – лобан,
- 7 – пиленгас,
- 8 – катран,
- 9 – скумбрия,
- 10 – луфарь,
- 11 – ставрида,
- 12 – тунец



Рис. 20.

Донные рыбы
Черного моря:

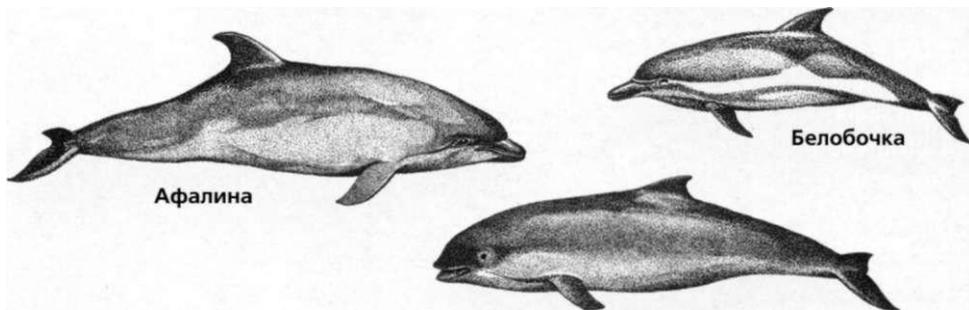
- 1 – султанка,
- 2 – мерланка,
- 3 – севрюга,
- 4 – скорпёна,
- 5 – осетр,
- 6 – морская лисица,
- 7 – бычок-кнут ,
- 8 – глосса,
- 9 – бычок-кругляк,
- 10 – калкан

Среди них имеются представители понтических реликтов (многие виды бычков, Gobiidae, тюлька, *Clupeonella cultriventris cultriventris*), борельных реликтов (шпрот, *Sprattus sprattus phalericus*, мерланка, *Merlangius merlangus euxinus*, глосса, *Platichthys flesus luscus*), но основную часть ихтиофауны Черного моря составляют средиземноморские иммигранты. В их числе имеются такие важные промысловые виды, как хамса (*Engraulis encrasicolus ponticus*), ставрида (*Trachurus mediterraneus ponticus*), калкан (*Psetta maeotica*), несколько видов кефалей (Mugilidae) и другие.

Из класса рептилий (Reptilia) в Черном море встречается водяной уж (*Natrix tessellata*). В 1840 г. А. Д. Нордман писал, что ужи этого вида весьма обычны в море и преследуют бычков даже на одесских пляжах. В наши дни подобное не наблюдается, но в некоторых лиманах и на морской стороне островов дельты Дуная можно встретить до двух-трех десятков водяных ужей на одном километре пути. Доплывают они и до острова Змеиного, еще в древности получившего свое название благодаря присутствию в его прибрежных водах и на берегах змей этого вида.

В отношении класса млекопитающих (Mammalia) достоверно известно, что в Черном море в настоящее время обитают три вида дельфинов и один вид тюленя (Биркун мл., Кривохижин, 1996). Дельфины — это морская свинья, или азовка (*Phocoena phocoena relicta*), афалина (*Tursiops truncatus ponticus*) и белобочка (*Delphinus delphis*), а единственный вид тюленя — это тюлень-монах (*Monachus monachus*) (рис. 21).

В классе птиц (Aves), при всем его видовом разнообразии, нет представителей, которые бы всю жизнь проводили в море. Даже не летающие пингвины выводят своих птенцов на суше. Однако существует много видов птиц, которые в море добывают пищу, а на его берегах устраивают свои гнезда. Такие птицы играют важную роль в экологии моря, особенно его прибрежной зоны, и их наиболее характерных представителей нельзя обойти молчанием в этой книге. В Черном море нет таких знаменитых



Азовка, пыхтун, или морская свинья

Рис. 21. Дельфины Черного моря

«птичьих базаров», как на скалистых берегах Баренцева или Охотского морей, но в отдельных местах побережья численность пернатых потребителей морских организмов очень высока (рис. 22, 23).

По литературным данным и наблюдениям автора, в числе наиболее характерных для Черного моря птиц можно назвать представителей 9 отрядов:

1). гагарообразные (Gaviiformes). Гнездятся на севере, зимуют в Черном море. Чернозобая гагара (*Gavia ártica*).

2). поганкообразные (Podicipediformes). Гнездятся в прибрежных водно-болотных угодьях. Зимой, особенно после замерзания пресноводных водоемов, зимуют в море. Серошекая поганка (*Podiceps grisegena*), Чомга (*Podiceps cristatus*).

3). трубконосые (Procellariiformes). Гнездятся на островах Эгейского и Мраморного морей. Большую часть года кормятся в Черном море. Малый буревестник (*Puffinus puffinus*).

4). веслоногие (Pelecaniformes). Гнездятся в дельте Дуная и некоторых других местах побережья. Кормятся на прибрежных мелководьях. Розовый пеликан (*Pelecanus onocrotalus*), кудрявый пеликан (*Pelecanus crispus*), большой баклан (*Phalacrocorax carbo*), хохлатый баклан (*Phalacrocorax aristotelis*).

5). аистообразные (Ciconiiformes). Гнездятся в плавнях, кормятся и в прибрежной полосе моря. Большая белая цапля (*Egretta alba*), малая белая цапля (*Egretta garzetta*).

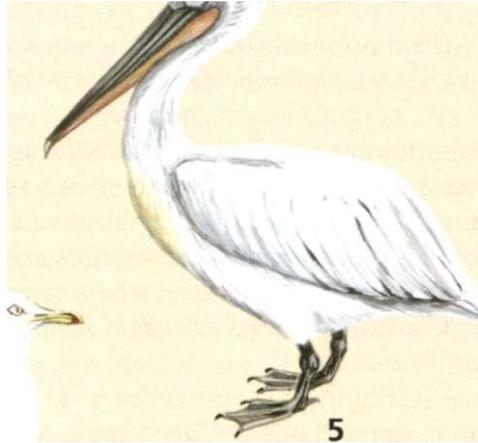
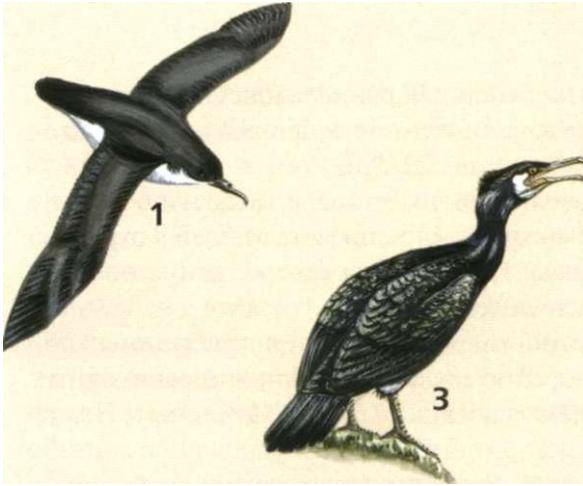
6). гусеобразные (Anseriformes). Гнездятся в плавнях и прибрежных обрывах, кормятся на полях, в пресноводных водоемах и в море. Лебедь-шипун (*Cygnus olor*), лебедь кликун (*Cygnus cygnus*), пеганка (*Tadoma tadoma*), кряква (*Anas platyrhynchos*), хохлатая чернеть (*Aythya fíligula*).

7). соколообразные (Falconiformes). Гнездятся в плавнях, охотятся в пресноводных водоемах и в море. Скопа (*Pandion haliaetus*), орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*).

8). журавлеобразные (Gruiformes). Гнездятся в плавнях, зимой кормятся и в прибрежной зоне моря. Лысуха (*Fúlica atra*).

9). ржанкообразные (Charadriiformes). Гнездятся в плавнях и на песчаных островах. Кормятся на полях, в пресноводных водоемах и в море. Морской зуек (*Charadrius alexandrinus*), кулик-сорока (*Haematopus ostralegus*), ходулочник (*Himantopus himantopus*), шилоклювка (*Recurvirostra avosetta*), черноголовая чайка (*Larus melanocephalus*), озерная чайка (*Larus ridibundus*), серебристая чайка (*Larus argentatus*).

Конечно, этот список могли бы значительно дополнить и насытить научной информацией орнитологи, однако до настоящего времени сотрудничество специалистов по птицам и по морским организмам остается, к большому сожалению, на традиционном низком уровне.



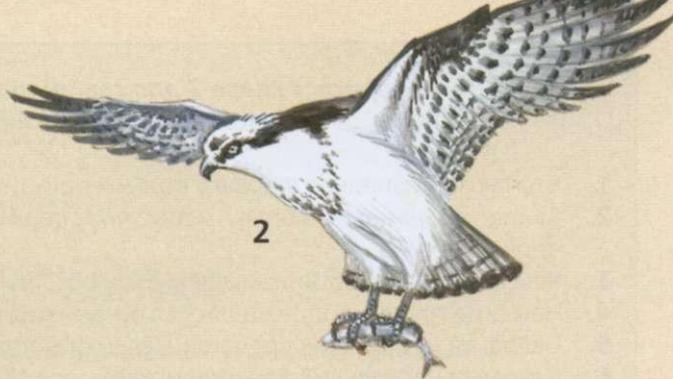
8



Рис. 22.
Птицы, добывающие
пищу в открытых и
прибрежных водах
Черного моря:
 1 — малый буревестник,
 2 — розовый пеликан,
 3 — большой баклан,
 4 — озерная чайка,
 5 — кудрявый пеликан,
 6 — малая белая цапля,
 7 — серебристая чайка,
 8 — пеганка



1



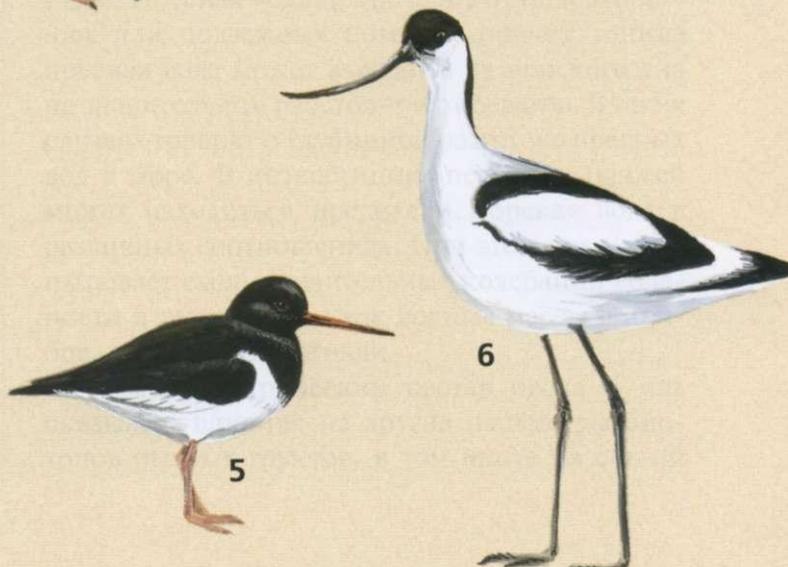
2



3



4



5



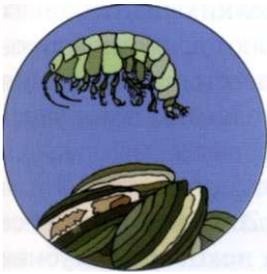
6

Рис. 23.
Птицы, добывающие
пищу в прибрежных
водах Черного моря:

- 1 – орлан-белохвост,
- 2 – скопа,
- 3 – ходулочник,
- 4 – морской зуек,
- 5 – кулик-сорока,
- 6 – шилоклювка

**Вопросы к главе 2 для семинара (тренинга)
по экологии Черного моря**

- \ 1. Что такое жизненная форма у водных организмов?
- 2. Какие жизненные формы известны среди организмов, населяющих Черное море?
- 3. Чем отличаются организмы планктона от других обитателей моря?
- 4. На какие группы подразделяются организмы планктона?
- > 5. Назовите нескольких представителей фитопланктона Черного моря.
- 6. Назовите нескольких представителей зоопланктона Черного моря.
- 7. Можно ли считать рыб планктонными организмами?
- 8. Чем отличаются организмы бентоса от других обитателей моря?
- 9. На какие группы подразделяются организмы бентоса?
- 10. Назовите нескольких представителей донных водорослей Черного моря.
- 11. Назовите нескольких представителей донных животных Черного моря.
- 12. Можно ли рыб считать бентосными организмами?
- 13. Чем отличаются организмы нектона от других обитателей моря?
- 14. Какие группы животных Черного моря относятся к нектону?
- 15. Назовите массовых представителей планктона, бентоса и нектона Черного моря.
- 16. Кто вызывает «свечение» моря?
- 17. Сколько видов гребневиков живут в современном Черном море?
- 18. Назовите самую крупную рыбу Черного моря.
- 19. Сколько видов рыб насчитывают в Черном море?
- 20. Назовите дельфинов Черного моря.



Экология ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ



3.1. Рыхлые грунты как биотоп

Рыхлые грунты (геологи используют термин «донные отложения») состоят из частиц, которые изначально имели угловатые очертания, но благодаря абразии обрели ту или иную степень округлости. Когда эти частицы собраны воедино, как в донных отложениях, пространства между ними составляют до 30—40% от общего объема осадка. Если частицы имеют сферическую форму, соотношение твердого тела и пустот выражается как 76:26. Система пустот, или интерстиций, может быть заполнена водой, воздухом, детритом или живыми организмами. Вода в отложениях удерживается силами поверхностного натяжения и капиллярным давлением. Пресная вода происходит от поверхностных или подземных потоков, причем иногда пресная вода может выходить из морского дна на значительном расстоянии от берегов. В таких случаях говорят о глубинной разгрузке пресных вод в море. В интерстициях песчаных пляжей может находиться пресная и морская вода в различных соотношениях. При этом она не испытывает столь значительных колебаний солености и температуры как водные массы в прибрежной части пелагиали.

Гранулометрический состав песка и ила оказывает влияние на другие параметры биотопов рыхлых грунтов, в том числе на общий

объем поровых пространств и их размеры. Примеси мелких частиц, таких как глина или спикулы губок, коренным образом меняют величину поровых пространств, а это, в свою очередь, изменяет процессы дренирования донных отложений и механизмы просачивания (перколяции) воды через слой грунта.

Обогащение рыхлых грунтов кислородом резко снижается, когда более чем 30% твердых частиц имеют размеры менее 200 мкм. Почти все донные отложения становятся анаэробной средой на некоторой глубине от поверхности грунта. Эта глубина определяется, наряду с гранулометрическими характеристиками грунта, гидродинамическим режимом придонных водных масс, поступлением в грунт органических веществ и населением данного участка дна.

На илистых грунтах бескислородная среда находится, как правило, очень близко от поверхности. На пляжах открытых берегов она может начинаться на глубине 1 м и более, но это определяется приливо-отливными явлениями, действием волн и гранулометрическим составом осадков.

Все виды рыхлых грунтов заселены различными донными организмами, а их видовой состав и численность определяются физическими и химическими характеристиками грунта.

Число бактерий в рыхлых грунтах, как правило, увеличивается по мере уменьшения размеров твердых частиц. Отчасти это можно объяснить увеличением общей поверхности частиц в мелкозернистых грунтах, поскольку известно, что более 90% донных бактерий прикреплены либо к минеральным частицам, либо к частицам детрита. Имеются, например, сведения о том, что на близко расположенных участках прибрежной зоны моря в одном грамме песка обнаруживали 200 миллионов бактерий, а в одном грамме ила — 5 миллиардов бактерий. В величинах биомассы бактерий это выражалось, соответственно, 5,5 г и 57,0 г на 1м² дна.

Наряду с бактериями, в рыхлых грунтах присутствуют сине-зеленые водоросли (прокариоты), которые нередко развиваются в больших количествах. Причем виды родов *Вe%\$Cлоa* и *ОьИЙюна* могут образовывать на поверхности грунта сплошные маты, которые играют важную роль в фиксации азота.

Третье место в морской воде, после натрия и хлора, занимают сульфаты. Поэтому восстановление сульфатов играет важную роль в химии рыхлых грунтов. В этом процессе принимают участие многие микроорганизмы.

Процессы первичной продукции в донных отложениях обеспечивают преимущественно диатомовые (например, *Ш&сЫa*) и динофлагелляты. Многие из этих видов способны передвигаться и их вертикальные миграции в грунте можно отмечать по окрашиванию поверхности дна в оливково-коричневые и зеленоватые тона. Ритмика этих миграций находится в

зависимости от интенсивности солнечного света, а их биологический смысл заключается в том, чтобы обеспечить пребывание одноклеточных водорослей в оптимальных световых условиях. Эти миграции ослабевают или прекращаются в тех случаях, когда приближение к поверхности грунта угрожает попаданием под действие волн или, в крайних случаях, высыханием.

В рыхлых грунтах обитает множество видов гетеротрофных жгутиковых и инфузорий. Большинство из них питаются бактериями, жгутиковыми и диатомовыми, хотя есть и детритоядные.

Водоросли-макрофиты для рыхлых грунтов не характерны, но некоторые виды дают неприкрепленные формы, которые покрывают дно. Неприкрепленные формы образуют, например, виды родов *Ectocarpus* и *Phyllophora*. В отличие от водорослей, на рыхлых грунтах на малых глубинах широко распространены морские травы. В Черном море это, прежде всего, два вида взморника, или zostеры, *Zostera marina* и *Z. noltii*, образующие биоценоз zostеры (рис. 24).



Рис. 24. В зарослях морской травы zostеры обитают многие виды водорослей, беспозвоночных животных и рыб, образующих биоценоз zostеры

В рыхлых грунтах обитают многие представители многоклеточных животных из числа многощетинковых червей (полихет), моллюсков, ракообразных и других. Особо характерны для рыхлых грунтов виды мейофауны. Это животные, размеры тела которых находятся в пределах 0,1 — 1,0 мм. В мейофауне песчаных грунтов особенно многочисленны виды нематод, гарпактикоид, турбеллярий и некоторых других таксонов. Почти все типы

беспозвоночных животных имеют своих представителей в составе интерстициальной мейофауны (Воробьева, 1999).

Численность нематод в песчаных грунтах может достигать 1-3 миллиона особей на 1 м² дна. В еще больших количествах они встречаются в илистых грунтах и на водорослях. Некоторые авторы считают, что в энергетическом отношении нематоды представляют собой важнейшую группу многоклеточных животных в прибрежных экосистемах моря.

3. 2. Твердые грунты как биотоп

По разнообразию местообитаний твердые (каменистые) грунты значительно превосходят рыхлые грунты. По геологическим характеристикам они могут быть выстроены в целый ряд различных биотопов — от крутых, нависающих обрывов до широких, постепенно углубляющихся подводных равнин, от гладких однообразных откосов до сильно рассеченных, неровных скальных массивов, камней и крупной гальки (Lewis, 1970). Многие открытые берега постоянно подвержены приливам и отливам, океанской зыби и большим волнам, в то время как глубоко врезающиеся в сушу участки побережья могут быть полностью защищены от волн. Соленость, температура воды и мутность у каменистых берегов также имеют широкий диапазон колебаний.

Организмы эпифауны, которые населяют открытые каменистые поверхности, гораздо более подвержены колебаниям абиотических факторов среды, чем виды инфауны, населяющие рыхлые грунты. Поэтому характер субстрата считается наиболее важным внешним фактором, определяющим приспособительные признаки донных организмов и их пространственное распределение. Как биотоп, подводная скала представляет собой устойчивую твердую поверхность, к которой водные организмы могут прикрепляться или в которую они могут зарываться, предварительно высверлив в камне нужные отверстия. Текстура твердой поверхности зависит от природы камня и эрозии и является определяющим условием успешного прикрепления организма. Населяющие этот же биотоп подвижные организмы вынуждены перемещаться по поверхности, сопротивляясь ударам волн и течениям.

Освоение каменистых биотопов выработало у их обитателей в процессе эволюции ряд приспособительных признаков и свойств. Это, во-первых, такие мощные прикрепительные устройства, как подошва у многолетних водорослей (например, *Cystoseira*), цементирование к субстрату, как у устриц (*Ostrea*), морских желудей (*Balanus*), биссусные нити, как у мидии (*Mytilus*), плотно присасывающаяся к субстрату подошва ноги, как у морского блюдечка (*Patella*), видоизмененные брюшные плавники, обычно сросшиеся в виде присоски, как у бычков (*Gobiidae*).

Во-вторых, прикрепление к каменному субстрату обеспечивает способность высверливать в его поверхности отверстия, как это делают моллюски-камнеточцы (*Litophaga*, *Pholas*). Другие обитатели камней, например крабы, креветки, используют для укрытий естественные трещины и полости в твердом субстрате.

Виды, населяющие верхние ярусы скал (псевдолитораль и супралитораль), часто оказываются на некоторое время вне воды. Выдерживать временную экспозицию на воздухе и предотвратить высыхание мягких тканей организма им помогают специальные приспособления. Это, например, плотно пригнанные пластинки домиков, как у усонюгих раков *Balanus* и *Chthamalus*. Эти известковые пластинки к тому же не имеют пор, как створки моллюсков. Брюхоногие моллюски переносят временное пребывание на воздухе благодаря роговой или известковой крышечке (operculum), прикрывающей наружное отверстие (устье) их домика. Эти моллюски способны к тому же выдержать не только длительное высыхание, но и перегрев, которому не подвергаются подводные обитатели. Не случайно тепловая кома у характерного обитателя супралиторали *Littorina neritoides* наступает при температуре 40°C, тогда как у других моллюсков температурный порог составляет 28°C.

На интенсивный солнечный свет реагируют и другие обитатели каменистых грунтов. Например, водоросли *Viva* и *Codium* при сильном солнечном свете «оттягивают» хлоропласты от поверхности клеток. Другие водоросли содержат гранулы полифенола, которые защищают молекулы хлорофилла от распада (фотолиза) под действием солнечной радиации.

Многие организмы, обитающие на поверхности скал и камней, ведут сидячий образ жизни. Основное преимущество этого заключается в устойчивости по отношению к ударам волн. Однако неподвижность сильно ограничивает способы добычи пищи. Поэтому прикрепленные организмы широко используют жабры (двустворчатые моллюски), щетинки (усонюгие раки), венец из щупалец (мшанки) и другие приспособления для добычи взвешенных частиц. Некоторые способны также добывать растворенное органическое вещество, пропуская через пищеварительный тракт большие объемы воды.

Хитоны и многие брюхоногие моллюски используют напильникообразную терку для соскабливания поверхности камня. Основную пищу таких организмов составляют водоросли, включая одноклеточные, покрывающие подводные твердые поверхности.

Актинии своим видом «цветков» (недаром их называют еще морскими цветами, или морскими анемонами) привлекают беспозвоночных, мальков рыб и хватают доверчивую жертву своими щупальцами.

3.3. Экология особей (аутэкология)

Строго говоря, отдельных особей водных растений или животных, особей, так сказать, «в чистом виде» в природе не бывает. Они сосуществуют с особями других видов, которые находятся либо внутри организма-хозяина, как, например, паразиты, либо прикрепляются к его внешним покровам. В различных условиях обитания количество таких биологических «попутчиков» может меняться, но они всегда присутствуют. Науке мало известно о роли попутчиков в жизни организма-хозяина (за исключением лучше изученных паразитов), однако в том, что они сами и их выделения оказывают влияние на организм хозяина, сомнений не возникает. Они могут действовать как факторы, ускоряющие какие-то процессы, происходящие в организме хозяина (стимуляторы), или, наоборот, замедляющие процессы (ингибиторы), как вещества, привлекающие другие организмы (аттрактанты), либо отталкивающие их (репелленты). Роль химических веществ как посредников и регуляторов в экологических взаимоотношениях организмов изучает биохимическая экология (Телитченко, Остроумов, 1990).

Поэтому, рассуждая об экологии морских организмов, следует понимать, что в действительности исследователь имеет дело не только с изучаемым организмом, но также с другими живыми существами, так или иначе связанными с этим организмом. Каким-то образом «очистить» исследуемый организм от попутчиков невозможно, да и не нужно, поскольку, как уже говорилось, в природе «чистых» организмов не бывает.

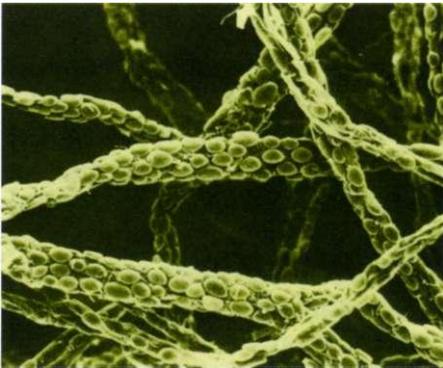


Рис. 25. В эвтрофированной морской воде одноклеточные водоросли густо покрывают поверхности других организмов. Так под увеличением микроскопа выглядят слоевища зеленой водоросли кладофоры, покрытые клетками диатомовой водоросли *Cocconeis* (Из Гельшп, 1975)

Представление о биологических попутчиках гидробионтов дают специальные фотографии (рис. 25). Эти «микроскопические морские пейзажи», как назвал их профессор Дж. Сибурс, показывают, что, рассуждая об отношении организма (вида) к солнечному свету, солености, температуре и другим факторам водной среды, следует понимать, что в действительности речь идет о группе видов, ассоциированных с изучаемым объектом.

3.3.1. Отношение водных организмов к их неживому окружению (к абиотическим факторам среды)

Рассмотрим примеры отношения морских организмов (допустив, что они существуют в «чистом» виде) к отдельным физическим и химическим факторам морской среды (к абиотическим факторам).

Для обозначения отношения организмов к факторам природной среды обычно пользуются терминами, которые начинаются с приставок эври- либо стено-, при этом, эври- означает широкий разнообразный, а стено- узкий, ограниченный. Например, эвритермными видами называют такие виды растений и животных, которые способны обитать в различных температурных условиях и переносить большие колебания температуры воды. Стенотермные виды, наоборот, приспособлены к относительно постоянным температурным условиям и не выносят их колебаний. Точно также называют отношение к другим факторам среды: эври- и стеногалинные (отношение к солености), эври- и стенобатные (отношение к глубине), эври- и стенооксибионтные (отношение к растворенному в воде кислороду) и т. д. (Константинов, 1986, Романенко, 2001).

Как правило, на ранних стадиях своего индивидуального развития (икра, личинки) виды более стенобионтны, чем во взрослом состоянии. Например, осетровые и лососевые рыбы во взрослом состоянии эвригалинны, а нерестятся только в реках: икра и личинки не переносят соленость морской воды.

Большинство обитателей Черного моря относятся к эврибионтным видам, способным жить при значительных изменениях условий водной среды, иначе они не поселились бы в Черном море с его специфическими условиями.

Массовый вид планктона, веслоногий рачок акарция (*AcaSha c1aw1*) представляет собой пример эврибионтного вида, который встречается в Средиземном море, в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах. Он переносит и большие колебания температуры воды, а в Азовском море его находили зимой под покровом льда. Другой массовый рачок, калянус (*Ca1anush euxthia*, прежде его называли *Ca1anush ke^oШncИсу*) тоже широко распространен в мире, но в холодных водах. В Черном море он населяет глубинные слои воды, а у поверхности встречается только в ночные часы весной, осенью и зимой. Калянус не только стенотермный холодноводный вид, но также и фотофобный (светобоязненный).

К холодноводным видам в Черном море относятся гребневик плевробрахия (*PБ1угоЪгасВ1а тойор15*), а из рыб — шпрот (*БрглПш эргаМшркакпсу*) и мерланка (*МеНан^ш meг1an%ц\$ euxthи*). Эти рыбы нерестятся только в холодной воде. При низкой температуре воды нерестится также камбала

гlossa (*Platichthys flesus luscus*), но взрослые особи выдерживают и летний прогрев воды и большие колебания солености — от пресной воды (гlossу называют еще речной камбалой) до 40 ‰.

Для изучения экологии черноморских видов часто используют приморские лиманы, их поэтому называют еще естественными лабораториями. Бывают лиманы соленые, солоноватоводные и пресноводные, мелкие и глубокие, более прогреваемые летом и менее охлаждаемые зимой благодаря подземным источникам пресной воды. Изучение выживания морских организмов в лиманах дает ответы на многие вопросы по экологии видов.

В 1950-е гг. соленость воды в Хаджибейском лимане близ Одессы составляла 35—37 ‰. Летом вода в лимане прогревалась до 28°C, а зимой лиман замерзал. В те годы в лимане обитали и достигали высокой численности glossa, бычок-травяник (*Gobius ophiocephalus*), черный бычок (*G. niger*), травяной краб (*Carcinus aestuarii*), мидия, а также несколько других видов. Как холодноводный вид северного происхождения, glossa нерестилась зимой и весной, но успешно переносила и летнюю высокую температуру воды, была объектом промысла. Остальные виды, по происхождению, были средиземноморскими иммигрантами, но переносили зимнее охлаждение воды, иногда до отрицательного значения — 1,4°C.

Примечательно, что ни один из реликтовых видов бычков в лимане не прижился, хотя попытки их вселить в этот высококормный водоем предпринимались неоднократно. Вселяли в лиман также десятки тысяч мальков кефали сингиля (*Liza aurata*) из Одесского залива и около 20 миллионов оплодотворенных икринок калкана (*Psetta maeutica*), полученных в районе о. Змеиногорского. Оба вида прижились и успешно росли до начала ноября, после чего погибали от критически низкой температуры воды. К этому времени кефаль успевала достичь промыслового размера и массы 140—150 г, а мальки калкана выросли до длины 66—70 мм.

Результаты таких крупных экспериментов в природных условиях наглядно иллюстрируют особенности экологии двух видов рыб. Эти рыбы положительно восприняли отличные от моря условия обитания (высокую соленость, иной ионный состав воды, иной набор пищевых организмов, отсутствие больших глубин, высокую летнюю температуру воды и т. д.), но лимитирующим для них фактором оказалась зимняя температура воды. В лиманах, в которых устроены зимовалы для рыб, препятствие со стороны температурного фактора удается преодолеть.

В Хаджибейском лимане лучше, чем в море, росла мидия и успешно промышлялась. На рынках покупатели всегда спрашивали «лиманскую» мидию, не только потому, что она крупнее морской, но и потому, что на ее створках не было нароста из домиков баянусов и полихеты поматоцерос

(*РомШосегоз МауеIeг*), которых приходилось соскабливать перед приготовлением мидии, добытой в море. Для бал анусов и полихеты поматоцерос соленость воды в лимане была непреодолимо высокой.

Самая массовая пелагическая рыба открытых вод Черного моря — хамса (*En^auIII епсгаьклоБъропйсуз*) относится к теплолюбивым видам. Она начинает нереститься не раньше, чем вода прогреется до 17°C, а осенью уходит на зимовку к берегам Кавказа и Малой Азии. Одна из наиболее теплолюбивых рыб Черного моря — ласточка, или хромис (*СкгомIз с/гготгя*), круглогодично встречается только у берегов Южного Крыма, Кавказа и Малой Азии.

Многие организмы избирательно относятся к характеру грунта. Бычки, морской ерш, или скорпена (*Бсограена рогси*), предпочитают каменистое дно, а песчанка (*Сутпнаттойугеь асегеИш*) и ошибень (*ОрЫсИон госкег*) — песчаное дно с рыхлым песком, в который легко зарываться. Особенно требователен к типу песка ланцетник, или амфиоксус (*АмрЫохуь IансеоЫлм*). Он отдает предпочтение крупнозернистому песку без примеси мелкозернистого песка или ила. В этот грунт ланцетник зарывается почти целиком, такой песок получил название «амфиоксусного» песка.

3.3.2. Отношение водных организмов к их живому окружению (к биотическим факторам среды)

Отношения организмов друг с другом (биотические взаимоотношения) составляют особый раздел экологии, который в равной мере относится как к аутоэкологии (взаимоотношения отдельных организмов (видов) с окружающей средой), так и к синэкологии (экологии популяций и сообществ).

Большая часть приспособлений, ориентированных на другие живые существа, относится к разряду отношений «хищник — жертва». Проблеме хищничества, как одной из основных форм межпопуляционных связей в биоценозе, посвящена большая литература. В этом разделе книги пойдет речь о признаках и свойствах морских организмов, которые помогают хищнику настичать и хватать жертву, а жертве — избегать хищника.

В качестве защитного приспособления в природе, в том числе в море, организмы используют покровительственную окраску в виде криптизма и мимезии.

Криптизм — это окраска под общий фон окружающей среды, когда животное «сливается» со своим привычным местом обитания. Многие донные виды окрашены таким образом, чтобы сливаться с песком или илом, куда они обычно зарываются (краб-плавунец, бычок-песочник, глосса, калкан, морской кот и др.). Обитатели каменистых грунтов тоже окрашены соответствующим образом (многие виды крабов, морской ерш, бентофилоидес, присоски).

Многие обитатели водной толщи имеют прозрачное тело, при котором животные почти незаметны в воде и только черные глаза выдают присутствие таких «невидимок». До длины тела 30—35 мм остаются прозрачными личинки хамсы и морских собачек рода *Blennius*. Прозрачны пелагические икринки рыб, личинки креветок и крабов. Бычок бланкет, или хрустальный бычок (*Aphia minuta*), сохраняет прозрачность тела в течение всей жизни. В отличие от всех остальных видов бычков, этот вид обитает в водной толще.

Взрослые рыбы, населяющие пелагиаль, используют так называемый «принцип противотени», когда сторона тела, обращенная вверх, окрашена в зеленоватые и синеватые тона, а нижняя сторона тела — светлая. В результате объемность животного как бы исчезает и это облегчает его маскировку.

Особенно интересны способы маскировки среди организмов нейстона, и это неудивительно, так как им, в отличие от других морских сообществ, угрожает двойной «пресс» хищников: из воды и из воздуха.

Тело некоторых видов нейстона, например рачков-понтеллид (*Pontella mediterranea*) и (*Anomalocera patersoni*), окрашено в зеленоватые и синеватые тона, что делает их незаметными для преследователей из воздуха. Однако такая пигментация демаскирует их на фоне серебристо-белого «потолка» водной толщи при наблюдении снизу. Этот недостаток, с точки зрения маскировки, компенсируется способностью понтеллид выпрыгивать из воды при появлении опасности снизу. Прыжки достигают 10—15 см в высоту и 15—20 см в длину и могут быть как одиночными, так и многократными. Как защитная реакция, прыжки понтеллид аналогичны полету летучих рыб и цель у них одна — уход от водных преследователей.

Другие организмы нейстона используют «принцип противотени», который доведен у них до высокой степени контраста: спинка темно-синяя, а брюшко ярко-серебристое. Так маскируются мальки всех видов кефалевых, султанки, или барабули (*Mullus barbatus ponticus*), морского налима (*Gaidropsarus mediterraneus*). Взрослые особи этих рыб ведут донный и придонный образ жизни и имеют соответствующую покровительственную окраску, а мальки окрашены в цвета, адекватные условиям жизни в нейстале. В этом слое воды мальки морского налима находятся до достижения длины тела 50—55 мм, а мальки султанки — до 60 мм.

Еще один вид криптизма составляет так называемая расчленяющая окраска, когда чередование по-разному окрашенных участков нарушает представление о контурах тела и затрудняет распознавание животного. Расчленяющая окраска характерна для нейстонных личинок морского языка (*Solea nasuta*), которые, будучи хорошо заметными на поверхности моря, представляются неживыми объектами и теряются среди различных частиц плавника. Кстати, этот вид маскировки используется и человеком, когда он надевает камуфляж. Кроме расчленяющей окраски, личинки

морского языка прибегают к защитным формам поведения. Если к такой личинке прикоснуться, она мгновенно застывает в "искореженной" форме и начинает погружаться в толщу воды. Такой "предмет" пелагические рыбы обычно не трогают.

Криптизм, хотя и не исключает полностью опасности со стороны хищников, несомненно, уменьшает интенсивность выедания, иначе этот вид маскировки не имел бы распространения в природе. Однако зрение и другие органы чувств хищников также совершенствуются и нацеливаются на то, чтобы жертву отыскать и схватить. Однажды в центральных водах Черного моря было выловлено 24 нейстонных малька барабули. В желудках всех мальков, наряду с другой пищей, было найдено от 16 до 249 икринок хамсы. Несмотря на полную прозрачность, икринки были обнаружены и съедены.

Более совершенный способ маскировки, чем криптизм, представляет мимезия, при которой потенциальная жертва уподобляется безразличным для хищника предметам из данного биотопа. Так, морские иглы уподобляются листьям морской травы zostеры, а морские коньки — обрывкам водорослей.

Мальки кефалей несут на спине пузырьки воздуха, которые не только помогают держаться в слое нейстона во время их длительных миграций к берегам, но и маскируют. Сверху малек кефали виден как пузырек воздуха, а его блестящее основание — иризирующая спинка малька, подобно рефлектору лампы, отвлекает хищника от ассоциаций, связанных с добычей.

Другой объект массового подражания среди организмов нейстона — мелкий плавник: кусочки древесной коры, пемзы, шлака и другие предметы, безразличные для хищников. Все эти долгоплавающие инородные тела покрываются налетом бактерий и водорослей и приобретают бурые, коричневые, зеленоватые тона. Многие организмы нейстона своим внешним видом имитируют плавник, за что их иногда называют «фауной плавника» (Беседнов, 1960). Особенно часто такие организмы встречаются в открытых водах океанов.

В Черном море плавнику подражает нейстонный рачок идотея Остроумова (*Motea ostroumovi*). Спинная сторона его тела темно-коричневого цвета, часто с синеватым металлическим блеском, напоминает плавник, покрытый обрастаниями или пленкой нефти. Идотея часто садится на кусочки настоящего плавника и благодаря сплюсненному телу полностью сливается с имитируемым объектом. Однако, несмотря на отличную маскировку, этот рачок в Черном море успешно поедается дельфинами. У выловленных особей белобочки (*Delphinus delphis ponticus*) и азовки (*Phocoena phocoena relicta*) профессор С. Е. Клейненберг наблюдал желудки, наполненные исключительно рачком идотеей.

В качестве объектов подражания организмы нейстона используют также плавник морского происхождения — обрывки донных водорослей и листья zostеры, которые обычны на поверхности моря не только в области шельфа, но и в центральных водах. Тело личинок и мальков малой морской мыши (*Callionymus belenus*) длиной до 5—6 мм окрашено в коричневые тона и походит на обрывки саргассовой водоросли цистозеры (*Cystoseira*). Этим же обрывкам подражают личинки саргана (*Belone betone euxini*) длиной до 12—15 мм. Подрастая, мальки и молодь саргана утрачивают коричневую пигментацию и приобретают зеленую спинку и серебристое брюшко. В таком виде они успешно маскируются под плавающие листья zostеры. В центральных водах Черного моря приходилось наблюдать, как молодь саргана, длиной до 10—15 см, неизменно держится вблизи листьев zostеры и даже повторяет их колыхания на морской поверхности. В желудках таких мальков встречали по 100—200 рачков-понтеллид, много нейстонных личинок рыб, личинок крабов, а также наземных насекомых с морской поверхности.

Трофические (пищевые) взаимоотношения в природе, в том числе и в морской среде, схематично представляются в виде трофических цепей и трофических сетей. Трофическая цепь (цепь питания) — это взаимоотношения между организмами при переносе энергии пищи от ее источника — зеленого растения — через ряд организмов путем поедания одних организмов другими из более высоких трофических уровней. Кстати, при переносе энергии пищи от одного звена трофической цепи к другому большая часть (до 80—90%) теряется в виде теплоты, и это обстоятельство учитывается при расчете биологической продукции. Трофическая сеть — это сплетение пищевых цепей в сложном природном сообществе. Формирование локальной пищевой цепи морских организмов можно наблюдать, например, в Одесском заливе.

После зимнего охлаждения вода в прибрежной полосе залива на глубинах менее 3—4 м прогревается быстрее, чем на расстоянии от берега. На каменистом грунте растут водоросли макрофиты, а в воде развивается богатый и разнообразный растительный и животный планктон. Из мест зимовки в глубокой воде сюда подходит мелкая стайная рыба атерина и начиная с апреля откладывает на водоросли свою икру. Выклюнувшиеся из икры планктонные личинки обеспечены хорошим кормом и быстро растут. Нерест атерины растянут с апреля по август и в воде можно одновременно наблюдать стайки личинок с различной длиной тела. Так, 19 июля 1998 г. через подводную маску хорошо различались три поколения личинок и мальков атерины, причем рыбки каждого поколения держались отдельными стайками: 15—20 мм, 25—30 мм и 40—45 мм (Зайцев, 2001). Молодь быстро растет и пополняет популяцию атерины в прибрежной полосе моря. Однажды, это было 14 августа 1993 г., автору удалось подсчитать, что в плотной стайке рыбы с очертаниями 100 x 20 x 20 см находилось около

40 тыс. сеголетков атерины. Это типичная картина для конца лета и начала осени. Поэтому совсем не случайно, что в сентябре и октябре высокая численность атерины привлекает к берегу крупных хищных рыб — саргана, луфаря и даже черноморского лосося. В это время года рыбаки-любители заняты ловом саргана и луфаря. В качестве наживки используется живая атерина, а на крючки попадают рыбы длиной до 40—45 см. Питаются атериной и донные хищники — бычки, калкан и морской петух. Эти хватают рыбок, которые оказались вблизи дна. Трофическая цепь описанных выше событий выглядит следующим образом (рис. 26).

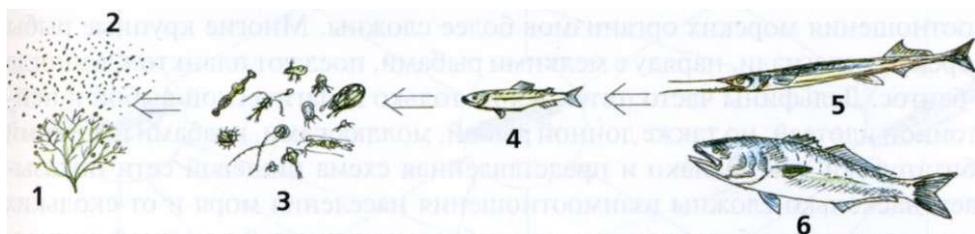


Рис. 26. Схема трофической цепи в прибрежных водах Одесского залива.

Весной на донные водоросли откладывает свою икру атерина (1). Здесь же развивается обильный фитопланктон (2). Фитопланктоном питаются организмы зоопланктона (3), а ими — молодь и взрослые особи атерины (4). В сентябре—октябре, увеличившаяся за счет приплода популяция атерины привлекает к берегу хищных рыб — саргана (5), луфаря (6), а также черноморского лосося. Эта пищевая цепь начинает функционировать в апреле и достигает полного развития осенью

Более сложные трофические связи складываются у обитателей пелагиали открытых вод Черного моря.

Начальным звеном в этом случае также служат мельчайшие организмы из числа водорослей и бактерий. Они служат пищей мелким беспозвоночным зоонейстона и зоопланктона: инфузориям, веслоногим и ветвистоусым ракообразным, а также более крупным существам, вроде нейстонной изоподы — идотеи Остроумова, длиной тела до 3—4 см.

В свою очередь, эти организмы составляют кормовую базу мелких пелагических рыб. Ближе к берегу — это атерина, а в открытых водах хамса, или анчоус, и шпрот, или килька. К этому же трофическому уровню относятся мальки кефалей, барабули, морского налима, населяющие биотоп нейстона.

Мелкие рыбы поедаются крупными пелагическими рыбами, такими как сарган, луфарь, сельдь, а в недавнем прошлом также скумбрия и пеламида. Есть основания считать, что популяция пелакиды в Черном море начала возрождаться. Некоторые крупные рыбы, такие как сельдь, наряду с мелкими рыбами поедают также планктон.

Наконец, наивысший трофический уровень среди обитателей Черного моря составляют дельфины. Они поедают крупных пелагических рыб, но также хамсу и шпрота, а иногда наполняют свои желудки нейстонным рачком идотеей *Остроумова*. Уже упоминались случаи, когда желудки дельфина-белобочки и морской свиньи были наполнены исключительно рачком *Motea ostroumovi* (синоним *Motea algerica*).

Трофическая сеть в пелагиали открытых вод Черного моря схематично может быть изображена следующим образом (рис. 27).

Как всякая схема, данная трофическая сеть представляет действительные события в упрощенном виде. В действительности пищевые взаимоотношения морских организмов более сложны. Многие крупные рыбы морской пелагиали, наряду с мелкими рыбами, поедают планктон, а иногда и бентос. Дельфины часто питаются не только пелагической рыбой и нейстонной идотеей, но также донной рыбой, моллюсками, крабами и другими обитателями дна. Однако и представленная схема пищевой сети показывает, насколько сложны взаимоотношения населения моря и от скольких факторов зависит благополучие или неблагополучие той или иной популяции организмов. Однако на схеме показаны только пищевые связи, а не их количественные выражения: кто, чего и сколько поедает? Сколько органического вещества воспроизводится за счет роста и размножения растений и животных? Если получить такие данные и выразить их в единицах биомассы или энергии, можно было бы узнать, как функционирует экосистема пелагиали. Именно как исторически сложившаяся экосистема, а не как случайный набор видов. Попытки таких определений неоднократно делались, но, учитывая сложность получения достоверных исходных данных, конечные результаты разнятся между собой и научный поиск продолжается.

Предпринимаются попытки определить массу живых существ, населяющих Черное море. Это тоже весьма сложная задача, для решения которой нужно определить количество организмов данного вида или популяции, среднюю биомассу одного организма, общую массу его черноморской популяции, биомассу других видов, населяющих море, прирост живой массы за единицу времени и т. д. Поэтому результаты таких работ носят приблизительный характер, даже в тех случаях, когда авторы выражают их десятичными дробями. Однако такие подсчеты нужны для того, чтобы оценить состояние экосистемы по сравнению с экосистемами других морей, определить тенденции изменений в экосистеме, узнать величины биологической продукции, обосновать возможности и пути рационального использования и охраны живых ресурсов, обеспечивая при этом их стабильное развитие.

Пример таких подсчетов для периода конца 1970 — начала 1980-х гг. приводится в работе Зайцева и Поликарпова (1987). Годовая продукция

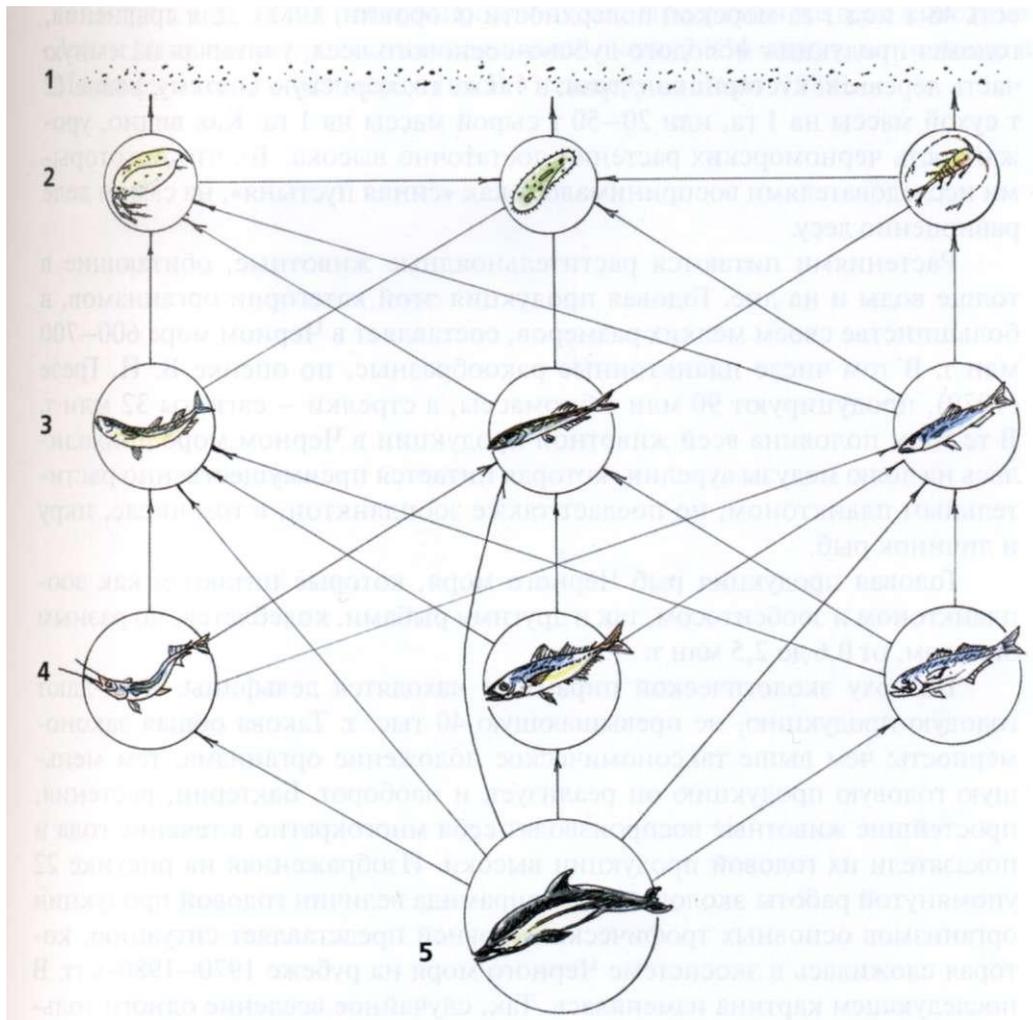


Рис. 27. Схема трофической сети в пелагиали открытой зоны Черного моря. Первое звено образует фитопланктон (1), продуцирующий органические вещества из минеральных. Фитопланктоном питаются растительноядные организмы зоопланктона (2): инфузории и другие простейшие, ракообразные, личинки донных беспозвоночных. Они составляют трофический уровень первичных консументов. Зоопланктоном питаются планктоноядные рыбы: хамса, шпрот, молодь других видов (3). Это — вторичные консументы в морской пелагиали. Мелкие планктоноядные пелагические рыбы поедаются хищными рыбами (4), такими как сарган, луфарь, ставрида, скумбрия, образующими трофический уровень третичных консументов. Третичными и вторичными консументами питаются дельфины (5)

растений кислородного слоя Черного моря составляет около 2 млрд т, то есть 48 т под 1 га морской поверхности (Сорокин, 1982). Для сравнения, годовая продукция молодого дубово-соснового леса, учитывая наземную часть деревьев, кустарников, трав, а также их корневую систему, равна 12 т сухой массы на 1 га, или 20—50 т сырой массы на 1 га. Как видно, урожайность черноморских растений достаточно высока. То, что некоторыми исследователями воспринималось как «синяя пустыня», на самом деле равноценно лесу.

Растениями питаются растительноядные животные, обитающие в толще воды и на дне. Годовая продукция этой категории организмов, в большинстве своем мелких размеров, составляет в Черном море 600-700 млн т. В том числе планктонные ракообразные, по оценке В. Н. Грезе (1979), продуцируют 90 млн т биомассы, а стрелки — сагитты 32 млн т. В те годы половина всей животной продукции в Черном море приходилась на долю медузы аурелии, которая питается преимущественно растительным планктоном, но поедает также зоопланктон, в том числе, икру и личинок рыб.

Годовая продукция рыб Черного моря, которые питаются как зоопланктоном и зообентосом, так и другими рыбами, колеблется, по разным оценкам, от 0,6 до 2,5 млн т.

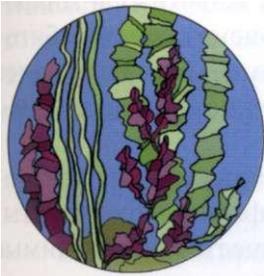
Наверху экологической пирамиды находятся дельфины. Они дают годовую продукцию, не превышающую 40 тыс. т. Такова общая закономерность: чем выше таксономическое положение организма, тем меньшую годовую продукцию он реализует, и наоборот. Бактерии, растения, простейшие животные воспроизводят себя многократно в течение года и показатели их годовой продукции высоки. Изображенная на рисунке 22 упомянутой работы экологическая пирамида величин годовой продукции организмов основных трофических уровней представляет ситуацию, которая сложилась в экосистеме Черного моря на рубеже 1970—1980-х гг. В последующем картина изменялась. Так, случайное вселение одного только экзотического вида гребневика мнемнопсиса, образовавшего в конце 1980-х гг. общую биомассу в 1 млрд т и в несколько раз более высокую годовую продукцию, изменило соотношение численных значений трофических уровней в сторону увеличения количества потребителей растительноядных животных. Затем, после вселения биологического антагониста мнемнопсиса — гребневика берое, наступили дальнейшие изменения в строении экологической пирамиды. Однако графическое изображение продукции организмов различных трофических уровней во всех случаях напоминало именно пирамиду.

Эта закономерность прослеживается и в масштабе биосферы. Так, ежегодная продукция всех растений Земли (первичная продукция) составляет

около 470 млрд т сухого вещества, из которых на долю суши приходится 117 млрд т, а 353 млрд т дает Мировой океан. Продукция же всех животных Земли (вторичная продукция) составляет около 3,934 млрд т, в том числе в Мировом океане 3,025 млрд т (по Р. Уиттекеру из Дедю, 1989).

**Вопросы к главе 3 для семинара (тренинга)
по экологии Черного моря**

1. Что представляют собой рыхлые грунты как биотоп?
2. Назовите массовых обитателей рыхлых грунтов из числа растений, беспозвоночных животных и рыб.
3. Что представляют собой твердые грунты как биотоп?
4. Назовите массовых обитателей твердых грунтов из числа растений, беспозвоночных животных и рыб.
5. Как называются растения и животные, способные обитать при широком диапазоне колебаний солености воды, температуры, глубины, освещенности?
6. Приведите примеры водных организмов, способных выдерживать значительные колебания экологических факторов.
7. Как называются растения и животные, способные обитать только при незначительных изменениях солености воды, температуры, глубины, освещенности?
8. Приведите примеры водных организмов, неспособных выдерживать значительные колебания экологических факторов?
9. Каким путем морские животные уменьшают опасность быть замеченными хищниками? Что такое криптизм и мимезия?
10. Как называют водные организмы, по наличию и состоянию которых можно судить о свойствах окружающей среды, в том числе о присутствии в ней загрязняющих веществ?
11. О чем свидетельствует присутствие, угнетение и исчезновение зарослей цистозиры?
12. Что такое замор водных организмов и что его вызывает?
13. Когда и где в Черном море был зарегистрирован первый случай массового замора донных организмов?
14. В каких случаях и чем вызывается микробное загрязнение моря?
15. Какие источники химического загрязнения моря известны?
16. Чем вызывается радиоактивное загрязнение моря?
17. Приведите примеры коэффициентов накопления радионуклидов в телах морских организмов.
18. Приведите примеры загрязнения моря синтетическими полимерами.
19. Каково значение для морских организмов шума и яркого света в прибрежной зоне?
20. Что такое биологическое загрязнение моря?
21. Приведите примеры, когда случайные вселенцы в Черное море вызвали наиболее серьезные экологические последствия.
22. В чем опасность неуправляемой добычи морских организмов?
23. Могут ли экскурсии и отдых на берегу быть факторами отрицательного воздействия на морские организмы?



Экология популяций и сообществ водных организмов

4

Популяцией в экологии называют группу особей одного вида, населяющих пространство с относительно однородными условиями существования, в пределах которого наблюдается единый ритм жизненных явлений и другие функциональные особенности, отличающие данную популяцию от других популяций того же вида, находящихся в иных условиях обитания. Многие виды, распространенные в морях и океанах, представлены в Черном море особой черноморской популяцией, на образе жизни которой отразились местные условия обитания. Иногда отличия черноморской популяции в экологии, поведении и морфологии особей достигают таких значений, что это дает основания выделять их в особый черноморский подвид данного вида.

Все виды средиземноморско-атлантического происхождения, поселившиеся в Черном море, представлены черноморскими популяциями, а иногда даже черноморскими подвидами, потому что для освоения Черного моря им пришлось приспособливаться к его условиям, отличным от тех, которые характерны для Средиземного моря и Атлантики. Эта адаптация выразилась в приобретении ряда морфологических и физиологических признаков, свойств и поведенческих реакций.

Биоценозом в экологии называют биологическую систему, представляющую собой

совокупность популяций различных видов растений, животных и микроорганизмов, населяющих определенный биотоп. Биоценоз вместе с биотопом образует экосистему. Каждый биоценоз обычно имеет более или менее определенный набор видовых популяций, количественно определяемый с помощью уравнения Шеннона (Дедю, 1989).

Члены биоценоза находятся в определенных пищевых взаимоотношениях между собой. Так, зеленые растения (автотрофы, или продуценты) из неорганических веществ создают органические вещества, необходимые не только им самим для роста и развития, но также всем остальным живым существам, именуемым гетеротрофами, или консументами.

Питающиеся готовым органическим веществом консументы делятся на первичных консументов (это растительноядные организмы), вторичных консументов, поедающих растительноядных животных, консументов третьего порядка, поедающих вторичных консументов и т. д. Еще одну категорию членов биоценоза составляют организмы, разрушающие мертвое органическое вещество до уровня минеральных соединений, которые снова используются зелеными растениями. Эти организмы называются редуцентами, или деструкторами. Они разрушают мертвое органическое вещество и обеспечивают продолжение жизни в данном биотопе.

Жизнь в море в решающей степени зависит от способности фотосинтезирующих растений использовать солнечную энергию для синтеза из простых неорганических молекул сложных и энергетически богатых органических молекул. Это и есть первичная продукция.

Хотя водоросли-макрофиты и высшие водные растения имеют существенное значение в обеспечении продуктивности прибрежных вод, основная роль в этом процессе принадлежит фитопланктону верхних слоев пелагиали. Ниже компенсационной глубины в толще воды важным фактором первичной продукции являются хемосинтезирующие бактерии.

Первичная продукция обычно измеряется по косвенным показателям, а именно, по количеству кислорода, выделенного в процессе фотосинтеза. Ее можно определять также по прямым показателям с использованием радиоактивного углерода C^{14} .

В общем, первичная продукция в открытых водах морей и океанов протекает менее интенсивно, чем в области шельфа и в прибрежных водах. Это обуславливает соответствующее распределение беспозвоночных, рыб, а также водных птиц и морских млекопитающих.

Показатели вторичной продукции, например, продукции зоопланктона, как правило, повторяют сезонный ход и пространственное распределение показателей первичной продукции. Однако крайне высокие темпы первичной продукции (например, вследствие антропогенной эвтрофикации моря) могут привести, в конечном счете, к появлению придонной

гипоксии и гибели бентических организмов от недостатка растворенного в воде кислорода. В этих случаях происходит резкое снижение уровней вторичной продукции и усиление деятельности организмов редуцентов, прежде всего бактерий и грибов.

4.1. Экология черноморской популяции скумбрии

Широко распространенный в морях и океанах вид скумбрия, или макрель (*Scomber scombrus*), обитает в шельфовой зоне и прилегающих водах Атлантического океана от Лабрадора, Исландии, Мурмана и Новой Земли на севере до Флориды и Канарских островов на юге, в Белом, Северном, Балтийском, Средиземном и Черном морях. Проникает в Азовское море, Днепровско-Бугский и Днестровский лиманы.

В Черном море этот вид представлен популяцией, которая размножается на северо-западе Мраморного моря (рис. 28). Нерест происходит в феврале—марте. Икра развивается в воде с соленостью не ниже 30‰. Поскольку верхняя часть пелагиали Мраморного моря заполнена черноморской водой, непрерывным потоком поступающей через Босфор, икринки скумбрии оседают на глубину 30—40 м, где нижний слой соленой воды обеспечивает их плавучесть и нормальное развитие. В конце марта — начале апреля через Босфор скумбрия входит в Черное море. По выходе из пролива основная масса скумбрии мигрирует на север вдоль западного берега моря и уже в середине апреля появляется в районах Одесского залива Гендры, Тарханкута и Евпатории. Меньшая часть популяции, выйдя из Босфора, поворачивает на восток и следуя вдоль Анатолийского побережья, достигает берегов Кавказа, где ловится с начала мая. Скорость миграций стай скумбрии составляет 0,5—2 км в час и только, спасаясь от хищников, на короткий срок рыба может развивать скорость 10—12 км в час.

Черное море привлекает скумбрию обилием пищи, в частности зоопланктона (особенно *Acartia clausi*, мизид) и хамсы. Рыба придерживается верхних слоев воды, редко погружаясь на 10—15 м. Скумбрия — быстрорастущая рыба, в течение года достигает длины 22—24 см, а ее максимальная длина в Черном море составляет 32 см при массе 265 г. В августе и сентябре в северной части моря появляется подросшая молодь скумбрии, которую называют чирусом, возможно, от итальянского слова *cirosi*—скумбрия. В возрасте 6 месяцев от роду чирус имеет длину 17—18 см.

В осенние месяцы (сентябрь—октябрь) много скумбрии сосредоточивается у Керченского пролива, куда ее привлекает массовая осенняя миграция в Черное море азовской хамсы.

Основные враги скумбрии в Черном море — это пелагида (*Sarda sarda*) и дельфины. Иногда скумбрией питается катран.

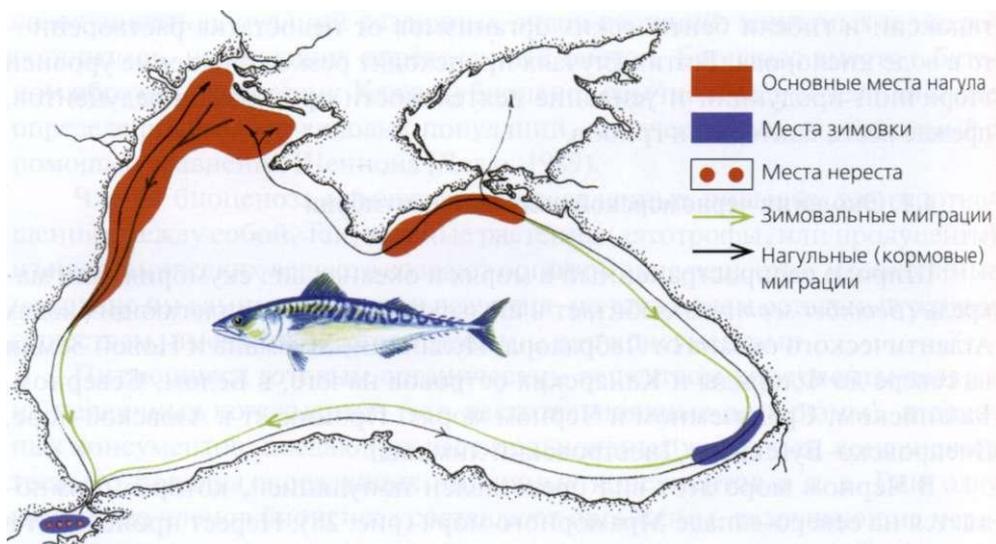


Рис. 28. Экологическая пиктограмма жизненного цикла черноморской популяции скумбрии (по А. В. Кротову, 1940 с дополнениями)

При понижении температуры воды в Черном море до 8°C , скумбрия уходит через Босфор в более теплое Мраморное море. Часть популяции может оставаться на зимовку в юго-восточной части Черного моря, но возможностей для нереста там у нее нет. Перезимовав и отнерестившись в Мраморном море, скумбрия снова мигрирует в Черное море на нагул. Продолжительность жизни скумбрии в Черном море составляет 4, редко 5–6 лет, наибольшая длина не превышает 32 см. В Средиземном море и Атлантическом океане этот вид достигает длины 50 см и более. Общая закономерность такова, что многие рыбы из Средиземного моря и Атлантики, попав в Черное море, становятся мельче, но приобретают значительно более высокую упитанность. Это обстоятельство объясняет, почему с античных времен черноморская рыба ценилась на рынках Средиземного моря, несмотря на то, что эти же виды, помимо осетровых, вылавливались и на местах.

Уловы скумбрии в Черном море в 1930–1950-х гг. достигали 10 тыс. т и это была одна из наиболее ценных промысловых рыб.

Черноморская популяция скумбрии сформировалась несколько тысяч лет тому назад, после того, как в результате прорыва Босфора Черное море стало доступным для средиземноморских видов. Для формирования черноморских популяций рыбам необходимо было приспособиться к пониженной солености воды и другим местным условиям. Скумбрия не «научилась» только зимовать и размножаться в Черном море. Это компенсировалось близостью нерестилищ на северо-западе Мраморного моря в

районе Принцевых островов. Для достижения кормовых угодий в Черном море также не требовалось преодолевать больших расстояний.

Черноморская популяция скумбрии просуществовала, как объект промысла, до начала 1970-х гг. В последний раз эта рыба промышлялась в украинских водах северо-западной части моря в 1969 г., а в водах Румынии и Болгарии в 1970 г. Внезапное исчезновение скумбрии в Черном море поначалу объяснялось как временное явление, как проявление флюктуации численности, что уже наблюдалось в прошлом. Однако прошли годы и десятилетия, а популяция так и не возродилась. Как вид, скумбрия до настоящего времени благополучно существует и промышляется в Средиземном море и Атлантическом океане, только Черное море выпало из ареала (области распространения) этого вида.

По данным турецких ученых (Kokatas et al., 1993), в 1960-х гг. началось интенсивно возрастающее загрязнение Мраморного моря промышленными и бытовыми стоками. Это вызвало глубокие негативные изменения в экосистеме Мраморного моря, включая резкое сокращение численности, вплоть до исчезновения, некоторых видов рыб, среди которых и скумбрии. В настоящее время на рынках Стамбула по-прежнему можно купить свежую скумбрию вида *Scomber scombrus*, однако эта рыба принадлежит к популяции Эгейского моря, а не Черного моря. Скумбрия Эгейского моря в Черное море не заходит, то ли потому, что между ними лежит почти трехкратный перепад солености, то ли потому, что на севере Мраморного моря и в Босфоре образовался своеобразный «химический барьер» из вредных веществ, который не все рыбы в состоянии преодолеть. Специалисты отмечают, что в последние два-три десятилетия резко сократилась миграция через Босфор в Черное море пелагиды и тунца. Еще не исследованы экологические последствия «акустического барьера» в Босфоре, который усилился в связи с интенсификацией судоходства в проливе. Возможно, и этот фактор причастен к обмену организмами между Черным и Мраморным морями.

4.2. Экология черноморской популяции лобана

Представитель семейства кефалевых рыб — лобан (*Mugil cephalus*) чрезвычайно широко распространен в морях и океанах. Он встречается в теплых и умеренных водах Атлантического, Тихого и Индийского океанов и в прилегающих морях. У атлантических берегов Америки лобан отмечается от мыса Код на севере до берегов Бразилии на юге, у западных берегов океана от Бреста до мыса Доброй Надежды, в Тихом океане от Сан-Франциско до Чили и от Сахалина до Новой Зеландии, в Индийском океане от Австралии и юга Африки до Красного моря, в Средиземном, Черном и Азовском морях. В Черном море сформировалась местная популяция

этого космополитического вида, которая размножается, нагуливается и зимует в пределах водоема. Лобан — эвригалинный вид, который в теплое время года предпочитает заходить в лиманы и лагуны на откорм. Встречается также в низовьях рек, а на зимовку отправляется к южным берегам Черного моря. Имеются сведения, что часть черноморской популяции лобана заходит зимой в Мраморное море.

Основную пищу лобана составляют организмы микро- и мейобентоса, которые он захватывает своей совкообразной нижней челюстью с поверхности песчаного и илистого дна, а также с поверхности камней. Как и другие виды черноморских кефалей, за исключением пиленгаса, лобан размножается в открытых водах Черного моря. Кефали, и лобан в их числе, относятся к той немногочисленной экологической группе рыб, которые на нерест отправляются в открытое море, а не наоборот. Эта особенность поведения связана с тем, что икра кефалей, благодаря наличию крупной жировой капли, отличается самой высокой среди рыб плавучестью и почти вся сосредоточивается в нейстали (Зайцев, 1960). Выметанная вблизи берегов, такая икра может быть выброшена волнами на берег и погибнуть. В открытом море икра успевает развиваться и из нее выклеваются личинки, которые, вырастая в мальков, постепенно приближаются к берегам в поисках проливов, ведущих в лиманы и лагуны.

Экология черноморской популяции лобана показана на экологической пиктограмме (рис. 29). Кстати, такой же жизненный цикл характерен и для других кефалей, в частности сингиля (*Liza aurata*) и остроноса (*L. saliens*).

В июне—июле взрослые особи лобана откармливаются на прибрежных мелководьях моря. Можно наблюдать, как крупные серо-серебристые рыбы питаются. Они зачерпывают верхний слой песка, процеживают его через жабры, а съедобную фракцию донных отложений проглатывают. За этим занятием лобанов подстерегают подводные охотники. Еще менее внимательны рыбы, начинающие так называемые брачные игры, когда несколько самцов окружают самку и вращаются в медленном «танце». Тут уж добыча подводному стрелку обеспечена. Однако большая часть рыб все же избегает охотников и отправляется в открытое море. По пути лобанов преследует дельфин афалина, реже акула катран. Афалина подплывает снизу, лобан выпрыгивает из воды (это характерно для вида), и дельфин берет его в воздухе, хватая вначале поперек туловища, а затем подбрасывает и глотает с головы.

Массовый выход лобана (рис. 30) из Азовского моря в Черное море на нерест использовали для заготовки его икры. Просоленные и покрытые оболочкой из расплавленного воска, лобаньи ястыки относятся к разряду морских деликатесов.

Однако не все рыбы попадают в уловы добытчиков икры и большая их часть выметывает икру в 30—50 км от берегов.

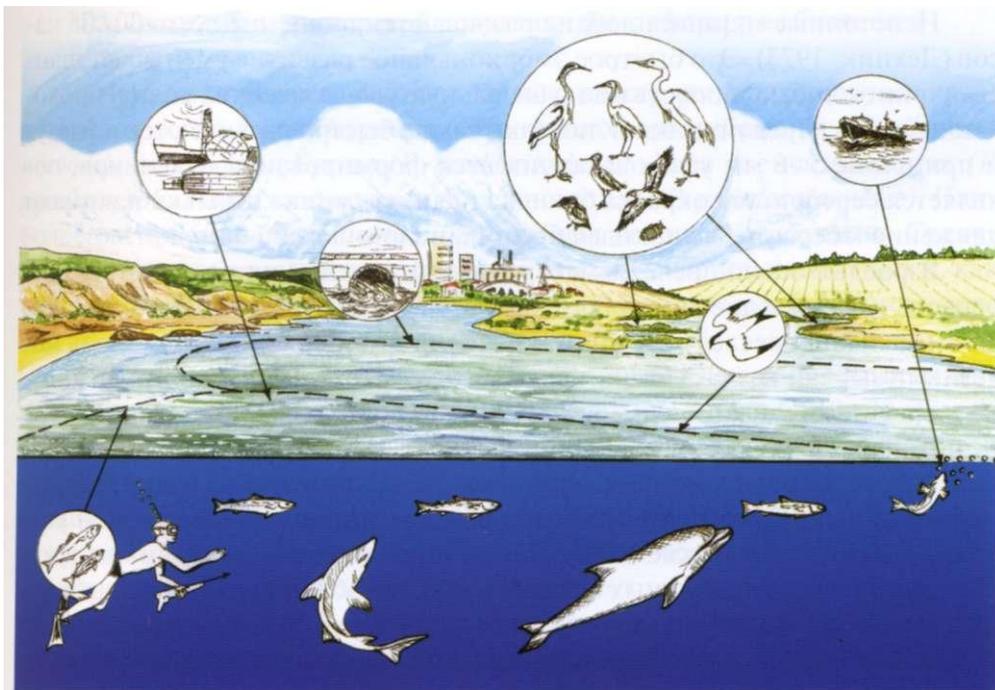


Рис. 29. Экологическая пиктограмма жизненного цикла черноморской популяции лобана (по Ю. П. Зайцеву, 1974)



Рис. 30. Самые крупные рыбы семейства кефалевых в Черном море: вверху — местный вид, лобан (*Mugil cephalus*), внизу — акклиматизированный дальневосточный вид, пиленгас (*Liza haematocheila* syn. *Mugilsoiuy*)

Нейстонные икринки лобана развиваются в течение всего 30—35 часов (Дехник, 1973). Это быстрое эмбриональное развитие уменьшает шансы икринок лобана попасть под губительные удары высоких волн и проходящих судов. Предличинки и личинки также быстро развиваются и растут и при длине 5—6 мм у них заканчивается формирование плавников, появляется серебристая окраска брюшка и синяя спинка. Мальки начинают движение к берегам, не покидая биотопа нейстона.

Взрослые особи после вымета и оплодотворения икры уходят из мест нереста, а мальки достигают берегов в возрасте 2—3 недель. По пути к берегам мальков преследуют чайки, крачки и другие птицы, и им очень полезны пузырьки воздуха на спине, которые служат не только «поплавком», но и средством маскировки.

В первых числах августа, иногда уже в конце июля, можно наблюдать, как стайки мальков передвигаются вдоль линии уреза воды, следуя к местам нагула (Савчук, 1967). В это время их миграцию сдерживают различные гидротехнические сооружения, лодки, водяные мотоциклы и купающиеся. Вдоль пустынных берегов мальков лобана поджидают рыбацкие птицы, например малая белая цапля, из-за камней и других укрытий подстерегают молодые луфари. Эти хищные рыбы молниеносно набрасываются на мальков, их стайки также мгновенно рассеиваются, но зазевавшаяся рыбка попадает на острые зубы луфара (рис. 29).

Наконец, мальки находят протоки и входы в лиманы и лагуны, где успешно растут и к концу октября — началу ноября достигают массы 18—20 г. К этому времени температура воды в лиманах понижается до 4—5°C, а в море еще сохраняется в пределах 8—10°C. Поэтому мальки стремятся выйти в море. Если это им удастся, они направляются на юг и зимуют у берегов Болгарии и Турции, там же, где зимует и большинство взрослых кефалей. Часть популяции лобана зимует вдоль южных берегов Крыма. Иногда, мальки остаются на зиму в акваториях портов, где их привлекает значительная глубина. Такое наблюдалось в порту Скадовск. Однако эти акватории становятся обычно ловушкой для мальков, которые не выдерживают зимней температуры в северных портах Черного моря.

Весной взрослые особи и подросшая молодежь появляются у северных берегов моря. Однако большого стремления войти в лиманы уже не проявляют.

Если в лиманах устроены зимовалы на местах выхода подземной пресной воды, температура которой круглогодично сохраняется на уровне 8—10°C, мальки лобана, остроноса и других кефалей, как виды эвригаллинные, успешно переживают зиму и весной выходят на просторы лиманов на нагул. До следующей осени такие лобаны достигают промыслового размера и массы 500 г.

4.3. Экология черноморской популяции филлофоры и ее биоценоза

В Черном море произрастают 4 вида филлофоры, представителя красных водорослей, или багрянок. Это филлофора ребристая (*Phyllophora nervosa*), филлофора Броди (*P. brodiaei*), филлофора пленчатolistная (*P. membranifolia*) и филлофора ложноцераноидная (*P. pseudoceranooides*). Наиболее распространенный вид — филлофора ребристая, родом из Средиземного моря, остальные три вида — родом из Северной Атлантики и, как виды холодноводные, в Средиземном море отсутствуют. В Черном море они обитают на глубинах 20—55 м.

Филлофора ребристая встречается на прибрежных подводных скалах на глубинах от 3 до 35 м, но, главным образом, на глубинах 10—20 м и образует биомассу до 2—3 кг на 1 м² (Калутина-Гутник, 1979). Слоевища этой филлофоры, в виде кустиков до 50 см высоты, хрупки, поэтому течения отрывают отдельные ветви и уносят из мест произрастания. Благодаря тому, что на северо-западном шельфе Черного моря имеется достаточно устойчивое круговое циклоническое течение, оторванные слоевища филлофоры собираются на дне в центральной части северо-западного шельфа, на глубинах от 25 до 55 м, там, где произрастают три холодноводных вида филлофоры. Образуется обширное скопление водорослей одного рода, в котором доля принесенной филлофоры ребристой достигает 80%. Это скопление было открыто в 1908 г. известным гидробиологом С. А. Зерновым и получило в дальнейшем наименование Филлофорного поля Зернова (ФПЗ). Механизм образования ФПЗ схож с механизмом формирования Саргассова моря в Атлантическом океане, с той разницей, что саргассовые водоросли, благодаря наличию в слоевищах пузырьков воздуха, остаются на поверхности пелагиали, а филлофора ребристая опускается на дно.

Небольшое скопление филлофоры ребристой имеется также в восточной части Каркинитского залива на глубинах 8—10 м. Здесь действует местное антициклоническое течение. Еще два небольших скопления неприкрепленной филлофоры того же вида есть в Тендровском и Егорлыцком заливах на глубинах, соответственно, 7—10 и 4—5 м.

Площадь ФПЗ составляет около 11 тыс. км², общая биомасса водорослей, по оценкам различных авторов, достигает 6—10 млн т. До начала 1990-х гг., на ФПЗ ежегодно добывали 15—20 тыс. т водорослей для извлечения из них йода, а после 1932 г. — желирующего вещества агароида.

Популяция филлофоры ребристой из ФПЗ пребывает в условиях заметно отличных от тех, в которых водоросли этого же вида существуют в прикрепленном состоянии на прибрежных камнях и скалах. На дно доходит значительно меньше солнечных лучей, температура воды в течение года не превышает 10°C, соленость воды сохраняется в пределах 18 + 0,5 ‰.

Пребывая в этих условиях, филофора ребристая продолжает расти, размножаться, осуществлять фотосинтез. Подсчитано, что в течение дня ФПЗ, в пору его максимального развития, выделяло в воду около 6 млн м³ кислорода, что имело большое значение для морских организмов.

В отличие от прикрепленных водорослей того же вида, донная неприкрепленная филофора оказалась эдификатором, или видом-доминантом, сыгравшим определяющую роль в формировании специфического биоценоза филофоры. В составе этого сообщества ученые насчитали более 100 видов беспозвоночных животных и около 40 видов рыб. Одни из членов биоценоза филофоры находят здесь пищу, другие субстрат для откладывания икры и материал для строительства гнезд, третьи — укрытие от преследователей и т. д. Многие виды приобрели покровительственную окраску «под филофору». Эти розовые, красные и бордовые губки, черви, амфиподы, креветки, крабы и другие беспозвоночные, бычки, морские собачки, прилипалы, морской налим и другие рыбы объединяются под названием «фауны филофоры».

Практически все красные водоросли способны развиваться при слабом освещении в воде, и это позволило неприкрепленной филофоре нормально существовать на глубинах до 55 м, что составляет рекордную глубину произрастания макрофитов в Черном море.

В экологии водных растений существует понятие «компенсационной глубины». Это глубина, на которой величина фотосинтеза равна величине дыхания, то есть образование кислорода равно его потреблению. На этой глубине прироста биомассы уже не происходит.

Начиная с конца 1960-х гг., развитие событий в экосистеме Черного моря пошло таким образом, что прозрачность воды в северо-западной части стала резко убывать и по сравнению со значениями для 1950-х гг. уменьшилась в 2—3 раза. Это привело к тому, что ФПЗ оказалось ниже прежней отметки компенсационной глубины. В результате дефицита солнечного света, в условиях затенения, филофора стала погибать, а ее поле сокращаться в размерах (рис. 13). К началу 1980-х гг. площадь ФПЗ сократилась до 3 тыс. км², общая биомасса водорослей до 1,7 млн т, а к началу 1990-х гг., соответственно, до 500 км² и 300 тыс. т (Zaitsev, 1992).

В 1984 г. автору удалось ознакомиться с состоянием ФПЗ *in situ* с подводного обитаемого аппарата (ПОА) «Аргус», который базировался на научно-исследовательском судне Института океанологии АН СССР «Витязь». Незначительные скопления водорослей были обнаружены лишь в северной части ФПЗ на глубинах 25—30 м. Они лежали пластами высотой до 0,5—0,7 м и были покрыты рыхлым слоем «морского снега». Так называют хлопья органического детрита, оседающего на дно в районах с массовым развитием фитопланктона в поверхностных слоях воды. Сбившийся

в рыхлые комки, диаметр которых с глубиной увеличивается до 5—10 мм, органический детрит с его микробным населением по виду действительно напоминает обильный снегопад. Оседая на водоросли, эти «снежинки» покрывают их, ухудшая и без того сложные условия освещения и сдерживая фотосинтез.

Попытки обнаружить представителей фауны филлофоры ни визуально, ни в пробах, отобранных с помощью манипулятора ПОА и доставленных в лабораторию, не удалось. Визуально были обнаружены лишь две особи, похоже, перепелки, или пятнистого губана (*Crenilabrus quinque maculatus*), замеченные на северной опушке ФПЗ. Длина рыбок не превышала 8-10 см и их внешние покровы не носили следов покровительственной окраски «под филлофору».

Глубже, на 35—40 м, были замечены единичные веточки филлофоры Броди, прикрепленные к створкам мидий, а после глубины 40 м следов филлофоры не обнаружено.

О том, что произошло с ФПЗ в середине 1990-х гг., когда прозрачность воды стала увеличиваться, в литературе данных нет.

Таким образом, в относительно однородных условиях внешней среды, вдали от береговых источников загрязнения, образовался самый глубоководный в Черном море полночленный биоценоз, состоящий из автотрофных водорослей и гетеротрофных животных. Этот биоценоз оказался привлекательным для многих беспозвоночных и рыб, которые адаптировались к его условиям и обрели покровительственную окраску. Биоценоз успешно развивался на границе эвфотической зоны моря, куда проникало достаточное количество света, необходимое для фотосинтеза водорослей-эдификаторов биоценоза. Когда в результате антропогенной эвтрофикации прозрачность воды в северо-западной части Черного моря уменьшилась, филлофора пришла в упадок, а с ней и весь ее биоценоз.

4.4. Экология черноморской популяции цистозиры и ее биоценоза

Представитель бурых водорослей из семейства саргассовых цистозира, или цистозейра (известны два вида, *Cystoseira barbota* и *C. crinita*), произрастает в Черном море на прибрежных камнях и скалах на глубинах от 0,5 до 32 м, но основная масса этих водорослей обитает на глубинах до 8—10 м (рис. 31). Растет цистозира круглый год, но неравномерно. В декабре и январе рост замедляется, в феврале—марте, в связи с усилением солнечной радиации, темп роста возрастает, достигая максимума в мае. В июле и августе рост замедляется и происходит массовое опадание боковых ветвей, выросших в весенние месяцы (Калугина-Гутник, 1979). Опавшие ветви кустов цистозиры длительное время плавают на поверхности воды. Это

происходит потому, что ветви содержат большое количество воздушных пузырей. В сентябре—октябре темп роста снова увеличивается, но не достигает весенних значений. Если возраст боковых ветвей куста цистозире исчисляется 5—7 месяцами, то ствол у нее многолетний.

Цистозира — самая крупная водоросль Черного моря. Длина взрослых растений достигает 170 см, но чаще всего 60—70 см. Благодаря воздушным пузырям весь куст цистозире в спокойной воде сохраняет вертикальное положение.



Рис. 31. Густые заросли бурой водоросли цистозире отражаются от морской поверхности и предстают перед подводным наблюдателем каким-то сказочным лесом. Биологи установили, что этот «лес» населен десятками видов других водорослей, беспозвоночных животных и рыб, образующих вместе биоценоз цистозире

Нижняя граница зарослей цистозире в Черном море, в зависимости от характера грунтов, проходит на глубине от 6 до 32 м. Средняя биомасса водоросли (общая для обоих видов) равна $3,4 \text{ кг/м}^2$, максимальная биомасса достигает 21 кг/м^2 . Наибольшие величины численности и биомассы цистозире наблюдаются на глубинах от 1 до 10 м.

В местах массового произрастания цистозира становится видо-эдификатором биоценоза цистозире, в состав которого, наряду с эпифитными водорослями, диатомовыми, бурыми водорослями *БШорНога* и *С Iайо\$леpни\$*, красными водорослями *Ро Iу\$IpНога*, *Сегатит*, *РогрИуга* (Маккавеева, 1959), входят от 25 до 60 видов животных макробентоса и десятки видов организмов мейобентоса. Это полихеты, например *5/?/*ог/»*,

усоногие (*Baianus eburneus*, *Chthamalus stellatus*), амфиподы (*Erichthonius difformis*, *Amphithoe vaillanti*), и другие. На ветви цистозеры откладывает свою икру мелкая прибрежная рыба атерина (*Atherina mochon pontica*).

Цистозера весьма чувствительно реагирует на увеличение содержания в воде веществ, действующих как эвтрофикаторы, например детергенты. В прибрежных районах, где концентрация детергентов в воде превышает 0,1 мг/л, цистозера исчезает (Bellan, 1976). В 1960-х гг. по этой причине, цистозера исчезла в Марсельском заливе Средиземного моря (Bellan et Peres, 1974). Эта водоросль исчезла на севере Адриатического моря, в фиордах Норвежского моря, на берегу которых расположены приморские города (Герлах, 1985).

Очевидно, с этим же связано исчезновение зарослей в северо-западной части Черного моря, у побережья Румынии в конце 1970-х гг. (Petranu, 1997) и в районе Одесского залива в начале 1980-х гг., которые были замещены нитчатыми водорослями. Причины такой сукцессии макрофитов исследовала и объяснила Г. Г. Миничева (1993). Оказывается, что при увеличении трофности морской воды водоросли с невысоким значением удельной поверхности таллома (отношение поверхности таллома к его объему, S/V) вытесняются нитчатыми водорослями, имеющими высокое значение S/V , и более выносливыми (толерантными) по отношению к высокому содержанию удобрений в воде.

Вместе с видом-эдификатором в Одесском заливе и в смежных водах прекратил свое существование и биоценоз цистозеры. На Южном берегу Крыма, в районе Ялтинского залива, также прослеживается постепенное вытеснение цистозеры зелеными водорослями *Cladophora*, *Enteromorpha* и др.

Еще одно сообщество морских организмов, ядро которого составляют растения, — биоценоз zostеры (рис. 24). В Черном море произрастают два вида этого цветкового растения, zostера морская (*Zostera marina*) и zostера малая (*Z. noltii*). Их основной биотоп — глубины от 0,2 до 5 м на илисто-песчаном грунте в защищенных от волн мелководных заливах и бухтах. Животные, которые поселяются на листьях и в зарослях zostеры, образуют временный (сезонный) биоценоз, так как в зимний период года zostера сбрасывает листья. На разных участках побережья Черного моря в составе биоценоза zostеры растут в виде эпифитов несколько видов водорослей. Среди наиболее массовых животных биоценоза отмечаются моллюски (*Mytilaster lineatus*, *Rissoa euxinica*, *Bittium reticulatum*), полихеты, бокоплавы, креветки (*Palaemon adspersus*, *P. elegans*), травяной краб (*Carcinus aestuarii*). Из рыб здесь обычны морские иглы и морской конек, бычок-травяник (*Gobius ophiocephalus*) и несколько видов зеленушек (Labridae).

4.5. Экология других донных биоценозов Черного моря

Другие донные биоценозы Черного моря могут включать некоторые виды водорослей макрофитов, но руководящую роль в них, по своей биомассе, играют беспозвоночные макробентоса, по которым биоценозы получают свое название. Это биоценоз мидии (*Mytilus galloprovincialis*), широко распространенный в Черном море на глубинах от 1 до 55 м, венуса (*Chamelea gallina*), на глубине 7—30 м, лентидиума (*Lentidium mediterraneum*), на 0,5—20 м, мии (*Mya arenaria*), на 3—16 м, полихеты мелинны (*Melinnapalmata*), на 12—28 м, и др. Во всех этих биоценозах, наряду с животными, присутствуют и продуценты в виде водорослей макрофитов и одноклеточных водорослей микрофитобентоса. Эти водоросли обнаруживаются в донных отложениях Черного моря на глубинах до 55-60 м (Бодяну, 1979).

Что касается наиболее глубоководного в Черном море биоценоза фазеолины (*Modiolus phaseolinus*), который расположен на глубинах от 60 до 125 м, то он не имеет в своем составе водорослей, которые в Черном море глубже 60 м не обнаруживаются. Тем не менее в биоценозе фазеолины зарегистрировано до 85 видов животных макробентоса из числа губок, полихет, моллюсков, ракообразных и некоторых других таксонов. Кроме того, в этом биоценозе отмечена высокая численность организмов мейобентоса, в среднем около 40 тыс. особей/м² (Киселева, 1979). По своим трофическим характеристикам животные макробентоса этого биоценоза относятся к детритоядным, планктоноядным, фильтраторам и хищникам. Биоценоз существует в основном благодаря оседанию на дно органических частиц («морской снег», отмершие организмы планктона и фрагменты их тел) из верхних слоев пелагиали.

Через иллюминаторы ПОА «Аргус» на северо-западном шельфе на глубинах 100—120 м можно было наблюдать ровное дно темно-оливковых тонов, местами изрытое донными тралями, покрытое илом, створками и живыми особями моллюска фазеолины. На этом фоне, словно разбросанные кем-то мандарины, выделялись оранжево-красные губки *Suberites cagnosus*, диаметром до 50 мм. Местами их можно было насчитать до десятка на 1м² дна. Над дном то и дело проходили стаи по 5—10 крупных особей мерланки (*Merlangius merlangus euxinus*), длиной тела до 40 см. Рыбы медленно проплывали, подбирая со дна что-то, возможно, полихет. Вокруг не замечалось каких-либо движений воды* а взмученные лыжами «Аргуса» частицы мельчайшего ила медленно оседали на дно. Обширные пространства, занимаемые биоценозом фазеолины, представились наблюдателю царством покоя и стабильности условий обитания. Конечно, покой и здесь относительный, жизнь развивается со всеми ее проявлениями, но, действительно, до 100-метровой изобаты не доходят удары волн, течения, если бывают, то

медленные, видимая часть солнечного спектра доходит наподобие глубоких сумерек, да и то лишь в полдень, температура воды и соленость практически постоянны в течение года, загрязняющие вещества из береговых источников тоже почти не доходят. Лишь выпадающие сверху пищевые частицы, в зависимости от течений воды на поверхности пелагиали, бывают то обильными, то едва ощутимыми.

Кажущийся покой этого глубинного биоценоза явно нарушают крупные, ярко окрашенные полихеты *Platynereis dumerilii*, *Nereis zonata*, а также редкий в Черном море *Nereis longissima* (Закутский, 1963, 1968), которые летом каждую ночь поднимаются сквозь 100-метровую толщу воды и устраивают в нейстали настоящее «роение». На рассвете они уходят обратно. Ради чего эти донные полихеты совершают столь далекое путешествие, еще предстоит выяснить. Не исключено, что в нейсталь их влечет обилие корма. Здесь и взрослые особи и личинки обеспечены пищей намного лучше, чем в глубоком донном биотопе.

По сравнению с биоценозом фазеолины, биоценоз донациллы-офелии (*Donacilla cornea*, *Ophelia bicornis*) представляет собой пример экологического антипода. Двустворчатый моллюск донацилла и полихета офиелия населяют крупнозернистые и среднезернистые пески в зоне заплеска, на псевдолиторали, где под влиянием волн и течений водные массы и донные осадки очень динамичны, а сезонные и суточные колебания температуры достигают наибольшей для моря амплитуды. Этот биоценоз встречается на ограниченных участках песчаного побережья и прекращает свое существование, если в песок поступают примеси мелкозернистых частиц, закупоривающих интерстициальные пространства между песчинками, а тем более, если поступают токсические вещества. Только хорошо аэрируемый песок пригоден для жизни донациллы и офиелии. В таком песке успешно развиваются одноклеточные водоросли (находили до 230 тыс. клеток под 1см^2 поверхности песка) и организмы мейобентоса. Водоросли обогащают песок кислородом и наряду с мейофауной служат пищей для организмов макробентоса. В составе биоценоза отмечено всего 13 видов животных макробентоса, что и неудивительно, учитывая специфические условия обитания. Биоценоз служит биологическим индикатором здорового биотопа псаммоконтура моря. В таком песке под 1 м^2 поверхности находили до 22 тыс. особей донациллы и до 4 тыс. 500 особей офиелии.

Для более углубленных характеристик биоценозов и их сравнения в экологии специалисты используют различные формулы и уравнения. Так, в частности, отношение числа общих видов к общему числу всех видов в сравниваемых биотопах выражается коэффициентом видовой общности (К), или коэффициентом видового сходства биоценозов (он же индекс Жаккара) и определяется уравнением:

$$K = \frac{C}{(a + b) - c},$$

где C — общее число видов, найденных на двух исследуемых участках биотопа;

a и b — число видов, обнаруженных в каждом из сравниваемых биоценозов;

c — число общих для них видов.

Количественная оценка структуры биоценозов, характеризующая их разнообразие, или индекс Шеннона (H) определяется уравнением:

$$H = -\sum_{i=1}^m \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N},$$

где N_i — численность каждого i -го вида;

N — общая численность всех видов в сообществе;

m — число групп.

Индекс Шеннона суммирует обширную информацию о численности и составе организмов в биоценозах.

Известно много других способов математической обработки материалов экологических наблюдений, а их точность зависит, в конечном итоге, от достоверности исходных данных, полученных в природе или в эксперименте. Можно создать математически совершенную формулу расчета, но она не оправдает себя, если при получении исходных данных были допущены неточности или искажения. Такие случаи встречаются. Однако без применения математики невозможно изучить количественные отношения в экологии, сделать правильное обобщение большого объема фактического материала, оценить достоверность полученных результатов, а тем более составить прогноз, по которому могут развиваться экологические процессы в той или другой ситуации.

4.6. Птицы в экологии Черного моря

Все птицы, жизнь которых связана с добыванием пищи в воде, в той или иной степени приспособлены к водной среде. Хорошо ныряющие птицы имеют утяжеленное тело. Удельный вес тела бакланов, поганок близок к единице, поэтому поганке достаточно лишь сравнительно небольшого усилия ног, для того, чтобы погрузиться под воду. Зато чайки, удельный вес тела которых едва превышает 0,5, нырять не могут. Чайка

может погрузиться лишь с налета, да и то на очень небольшую глубину и на несколько секунд, а пищу она берет с поверхности воды.

Виды, длительное время проводящие в море, например буревестники, имеют хорошо развитые так называемые носовые железы. Они устроены по принципу почек высших позвоночных животных и выделяют наружу избыточные количества солей, попадающих в организм птицы.

Несмотря на то, что образ жизни водных организмов, населяющих Черное море, и птиц, населяющих его побережье, изучен достаточно хорошо, комплексные работы по определению роли птиц в экологии Черного моря и роли Черного моря в экологии птиц практически отсутствуют. Это особенно заметно на фоне других морей мира, где взаимодействие гидробиологов и орнитологов более эффективно. Между тем Черное море в этом аспекте выделяется не только достаточно богатой «собственной» орнитофауной, но еще и тем, что черноморский регион представляет собой крупный узел биосферных связей («биологический коридор») для мигрирующих птиц (Назаренко, Амонский, 1986). В периоды сезонных пролетов с длительными остановками на берегах Черного моря давление «орнитологического фактора» на море и приморские водоемы многократно усиливается, но в чем и в каких величинах это выражается, не знает никто. Также не известно, чем и как «выручает» Черное море пернатых путешественников, сделавших остановку на его берегах. Основная цель данного раздела книги привлечь внимание биологов и экологов к важной научной и практической проблеме «Птицы и Черное море» для более углубленного и комплексного ее изучения.

Птиц, которые всю жизнь проводили бы в морях и океанах, в природе нет. Даже неспособные летать, но способные нырять на глубину до 250 м пингвины гнездятся и выводят птенцов на суше. Однако видов птиц, тесно связанных с морской средой, достаточно много. Некоторые авторы предлагают различать первично морских и вторично морских птиц (Voaden, Seed, 1985). К первой группе авторы относят птиц, для которых море, открытые или прибрежные воды, представляет собой обычную среду обитания и добычи пищи, а берег используется только в период гнездования. Вторую группу составляют птицы, обитающие, преимущественно, в пресноводных и солоноватоводных приморских водоемах и использующие морские берега в основном как кормовые угодья.

Следует отметить, что, по существу, первично морских птиц не может быть, поскольку птицы, как класс хордовых, возникли на суше и уже затем некоторые из них в большей или меньшей степени приспособились к жизни в море. Точно такое же произошло и с млекопитающими. Однако степень привязанности к морю и степень зависимости от моря у разных видов птиц действительно не одинакова.

В наибольшей степени с Черным морем связаны такие виды, как малый буревестник (*Puffinus puffinus*), розовый и кудрявый пеликаны (*Pekcanus onocrotalus*, *P. crispus*), несколько видов бакланов (*Phalacrocorax*), также несколько видов чаек рода *Larus* и крачек родов *Sterna*, *Hydroprogne*.

В меньшей степени с Черным морем связаны птицы, обитающие в основном в приморских водоемах, но добывающие пищу у морских побережий. Это различные виды куликов, утиных, гусей, лебедей.

Некоторые сухопутные птицы также могут питаться на морских берегах, например вороны, трясогузки и др.

Птицы, связанные с морем, обладают различными морфологическими и физиологическими приспособлениями к морской среде. У многих видов, проводящих длительное время в соленой воде, хорошо развиты так называемые носовые железы, которые выделяют наружу в виде рассола избыточные соли из организма. Среди черноморских видов это свойство присуще чайкам, буревестнику, утиным.

Целый ряд приспособлений связанных с морем птиц обеспечивает их плавание, ныряние, преследование и поимку добычи, ее доставку на берег птенцам. Некоторые птицы используют для передвижения под водой не только ноги, но и крылья. На Черном море к последним относится малый буревестник, который преследует добычу на глубине до 40 м. У некоторых птиц обнаружена способность изменять фокусное расстояние хрусталика глаз для лучшего ориентирования под водой, преследования и поимки добычи. Уменьшению плавучести тела бакланов способствуют смачиваемые контурные перья. Можно часто наблюдать, как после ныряния баклан сушит свои крылья, сидя на каком-то столбе или другом возвышении.

Приспособительное значение имеет также цвет оперения. Белые перья, покрывающие нижнюю часть тела и крыльев морских птиц, делают их незаметными для добычи, находящейся снизу. Впрочем, рыбы тоже используют этот прием: верхняя часть их тела окрашена в синие тона, чтобы не выделяться на фоне морской поверхности при ее рассмотрении с воздуха, а нижняя часть тела серебристо-белая, что маскирует рыбу на фоне морской поверхности при ее рассмотрении снизу из водной толщи.

Морские птицы используют различные способы добычи пищи. На примере черноморских видов можно выделить следующие.

Преследование и поимка добычи в подводном положении с использованием крыльев и лап (буревестник).

Преследование и поимка добычи в подводном положении с использованием лап (бакланы, поганки, чомга).

Добыча пищи, находясь в надводном положении (чайки, крачки).

Отъем добычи у других птиц (поморники).

Добыча летящих над морем птиц, путем сбивания их в воду (клуша).

Находясь на берегу или на малых глубинах, птицы также используют различные приемы добычи пищи. Кряква и другие не способные нырять представители утиных фильтруют воду, используя для этого особое строение языка и клюва.

Ныряющие птицы — бакланы, поганки, нырковые утки — хватают рыб, моллюсков и других беспозвоночных на дне. Поэтому они нередко попадают в рыболовные сети и погибают (рис. 32).



Рис. 32. Рыбоядные птицы часто застревают в рыболовных сетях и погибают. Этого баклана, попавшего в сеть в дельте Дуная, удалось спасти (фото А. Биркуна мл.)

Кулики зондируют рыхлый грунт на псевдолиторали и в зависимости от длины клюва добывают амфипод, моллюсков, червей, находящихся на той или иной глубине в грунте. Обладающие короткими клювами морской зуек (*Charadrius alexandrinus*) и галстучник (*Charadrius hiaticula*) берут на поверхности грунта мелких брюхоногих моллюсков, как *Hydrobia*, а зарывающихся глубже червей могут схватить лишь тогда, когда они выходят на поверхность. Кулики с клювами средней длины, как травник (*Tringa totanus*), могут питаться червями, ракообразными и двустворчатыми моллюсками, находящимися на некотором удалении от поверхности грунта. Лишь длинноклювые кулики, как большой кроншнеп (*Numenius arquata*) и малый веретенник (*Limosa lapponica*), могут зондировать грунт до глубины около 10 см и добывать пищу оттуда (рис. 33).

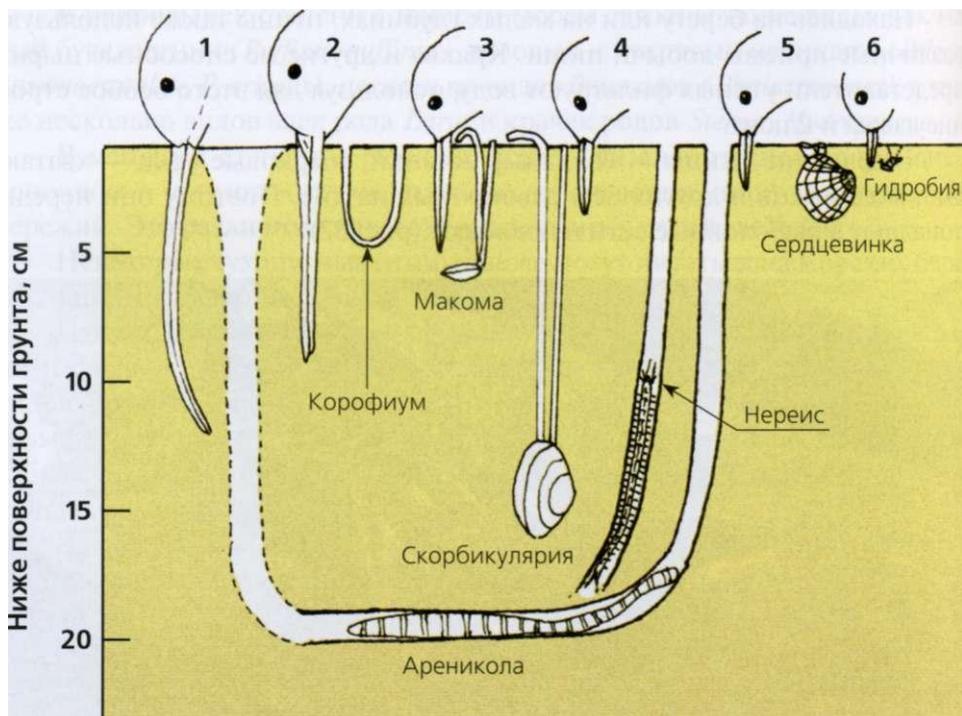


Рис. 33. В зависимости от длины клюва, различные виды куликов в поисках пищи могут зондировать рыхлые грунты на разную глубину: 1 — большой кроншнеп, 2 — малый веретенник, 3 — травник, 4 — исландский песочник, 5 — песчанка, 6 — галстучник (из J. Green, 1968)

Кулик-сорока (*Haematopus ostralegus*) имеет особо плотный и почти лишенный чувствительных телец долотообразный клюв, представляющий собой идеальный инструмент для раскрытия створок моллюсков (рис. 34). Рационы и приемы добычи пищи кулика-сороки у различных берегов могут отличаться, в зависимости от доступности добычи, прочности ее соединения с субстратом и другими обстоятельствами.

Цапли выслеживают добычу. Для этого они застывают неподвижно на малой глубине и стремительным клевком хватают проплывающих мимо мальков. В желудке одной малой белой цапли (*Egretta garzetta*), которая охотилась у берега на глубине 10–15 см (это происходило в августе в Каркинитском заливе), обнаружили около 120 мальков кефалей остроноса (*Liza saliens*) и лобана (*Mugil cephalus*). Стаи этих мальков, длиной тела 15–20 мм, следуют вдоль берегов моря в поисках входа в лиманы и лагуны.

В отличие от куликов, клювы которых приспособлены для схватывания отдельных организмов, клювы многих утиных, например пеганки,



Рис. 34. Своим крепким клювом кулик-сорока способен легко открывать створки пресноводных и морских моллюсков (из Ю. Зайцев, В. Прокопенко, 1989)

кряквы, способны процеживать воду и вылавливать из нее рачков и другую мелкую добычу. Такой способ добычи пищи эффективен лишь в местах с высокой численностью мелких водных организмов. В Черном море и лиманах пеганки (*Tadorna tadorna*) особенно успешно добывают пищу таким образом в местах массового развития моллюска *Hydrobia ulvae* и бокоплава *Pontogammarus maeticus*. Крякву (*Anas platyrhynchos*) привлекает и плавающее на поверхности воды зерно. Так, летом в хлебной гавани Одесского порта можно часто наблюдать множество крякв, слетевшихся с окрестных лиманов для сбора на поверхности воды зерна, просыпавшегося во время погрузки и разгрузки.

Сведения об экологическом значении птиц в прибрежной зоне Черного моря в литературе встречаются крайне редко, да и то в виде отдельных фактов. Этот интересный и важный вопрос еще ожидает своих исследователей. О том, что экологические процессы с участием птиц и морских организмов действительно происходят в природе, можно судить по опубликованным материалам, относящимся к другим морям Европы, хотя и там авторы сетуют на то, что количественных данных о влиянии птиц на экологию прибрежной зоны удивительно мало (Green, 1968, Milne and Dunnet, 1972, Furness, 1982, Boaden and Seed, 1985 и другие).

Птицы прибрежных вод, в частности кулики и утиные, поедают большое количество беспозвоночных. Одна особь кулика травника в течение одного дня потребляет около 40 тыс. особей бокоплавов, в основном *Corophium*. Один кулик-сорока за день съедает 300 моллюсков *Cardium*, а один исландский песочник (*Calidris canutus*) — более 70 особей моллюска *Macoma*. Стаи этих птиц часто насчитывают несколько тысяч. В районе

Dutch Waddensee популяция одной лишь гаги (*Somateria*) в течение года | выедает более одного миллиарда особей мелких двустворок, 220 милли-
онов мидий и 30 миллионов крабов. В течение года популяция кулика- 1
сороки поедает 3 миллиарда сердцевидок (*Cardium*), а популяция бека- \
сов — более 1 миллиарда червей. Стая пеганок в течение летне-осеннего ;
сезона может потребить 15 миллиардов *Hydrobia*. Ходулочник в течение
суток поедает от 214 до 315 особей сердцевидок. На протяжении зимы
эти птицы выели 22% популяции *Cardium* на одном из участков побере-
жья Ирландского моря. Кулик-сорока выедает до 40% общей продукции
популяции сердцевидок. Подсчитано, что в Шотландии водные птицы
выедают около 37% годовой продукции этих двустворок (Milne and Dun-
net, 1972).

Замечено, что водные птицы предпочитают не только определенные
виды водных организмов, но и определенные размеры добычи, чем оказы-
вают влияние на структуру популяций отдельных обитателей моря.

Все перечисленные выше виды птиц на Черном море присутствуют
как гнездящиеся или пролетные (Фесенко, Бокотей, 2002, Radu, 1979).
Присутствуют также упомянутые водные организмы. В регионе Черно-
го моря работают высококвалифицированные специалисты-орнитологи.
Неизвестно только, как, в какое время года и в какой степени птицы, по-
требляющие в пищу морские организмы, влияют на экологию моря, преж-
де всего его прибрежной части. Работа Б. Г. Александрова (1999) представ-
ляет в данном контексте обнадеживающее начало.

Определенный интерес представляют также данные, которые сообщ-
ает Ю. В. Костин в книге «Птицы Крыма» (1983).

Так, в 34 желудках буревестников, добытых в июле—августе 1957—
1958 г. у мыса Тарханкут (западная часть Крыма), обнаружены следующие
пищевые объекты. Хамса (у 50% особей), песчанка (12%), ставрида (9%),
морской конек и тюлька (очевидно, шпрот. — *Ю. З.*) (3%), не определен-
ные до вида рыбы (17%), равноногие ракообразные (9%), бокоплав (3%),
не определенные беспозвоночные (15%). По этому списку кормовых объ-
ектов можно судить о способах добычи пищи и о местах охоты. Обычно
буревестник осенью улетает на юг, где на островах Мраморного и Эгей-
ского морей расположены основные гнездовья этого вида, и лишь в конце
весны возвращается в богатые рыбой места Черного моря. Однако зимой
2003/04 г. буревестника наблюдали у южных берегов Крыма и зимой.
Так, 29 февраля 2004 г. между мысами Айя и Фиолент А. А. Биркун (мл)
и С. В. Кривохижин (личное сообщение), проводившие учет дельфинов,
наблюдали многочисленные стаи буревестника, насчитывающие десят-
ки особей каждая, которые кормились в прибрежных водах. Можно пред-
положить, что их основным кормом была зимующая здесь черноморская

ставрида, популяция которой в последние 2—3 года значительно возросла и успешно промышляется. Очевидно, дельфины питались той же ставридой.

В желудках двух птиц серошекой поганки обнаружено 12 креветок, 10 морских игл и 2 бычка.

У 22 отпрысков птенцов большого баклана 18—21 июля 1978 г. было обнаружено 43 бычка и другие рыбы. У 20 птиц, зимовавших у южного побережья Крыма и добытых 16—21 января 1978 г., 16 желудков не содержали пищи, а у 4 остальных обнаружена кефаль. Наиболее крупная добытая бакланом кефаль имела длину до 40 см и массу 950 г. Суточный рацион большого баклана составляет около 350 г рыбы, поэтому длительное пребывание этой птицы в данном районе и ее охота указывают на наличие здесь необходимой кормовой базы.

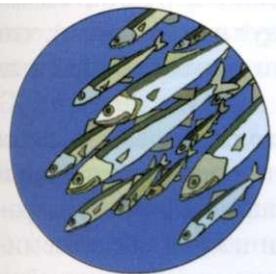
В желудках 62 особей хохлатого баклана, добытых в районе Тарханкут-Черноморское, обнаружены: бычки (72%), смарида (12,6%), тюлька (4,9%), ставрида (6,4%), хамса и ласкирь (3,2%), креветки (8%), крабы (6,4%), равноногие раки (1,6%). У особей этого вида, добытых на Южном берегу Крыма в январе 1978 г. обнаружены только песчанка, атерина и единичные особи ласкиря и зеленушки.

У поганки (*Tadorna tadorna*), добытой у Лебяжьих островов 24 декабря обнаружены 20 мидий и остатки рачков. У серой утки (*Anas strepera*), добытой там же, у Лебяжьих островов, обнаружено около 400 моллюсков. В 200 погадках крачки чегравы из района Лебяжьих островов, исследованных в июле 1971 г., обнаружены остатки следующих пищевых объектов: бычок-кругляк (54,2% обнаружений), бычок-ротан (32,8%), бычок-рыжик (13%), бычок-кнут, *Mesogobius batrachocephalus* (13%), ласкирь, *Diplodus annularis* (13%).

В желудках лысухи встречали только растения в виде зеленой массы, а у двух особей исключительно рыбацкой птицы скопы, добытых у Бакальской косы 25 апреля 1966 г., — одного крупного бычка и саргана длиной около 30 см.

**Вопросы к главе 4 для семинара (тренинга)
по экологии Черного моря**

- 1.** Что такое популяция вида и сообщество видов?
- 2.** Чем Черное море привлекательно для средиземноморских рыб?
- 3.** Опишите жизненный цикл черноморской популяции скумбрии.
- 4.** Когда и почему черноморская популяция скумбрии перестала быть объектом рыбного промысла?
- 5.** Опишите жизненный цикл черноморской популяции лобана.
- 6.** Какие факторы, природные или антропогенные, в большей степени влияют на черноморскую популяцию¹ лобана?
- 7.** Что такое виды-эдификаторы биоценозов?
- 8.** Какие виды участвуют в образовании биоценоза филлофоры в Черном море?
- 9.** Где размещается Филлофорное поле Зернова, какова его площадь, общая биомасса водорослей и современная судьба?
- 10.** Какие виды участвуют в формировании биоценоза цистозир в Черном море?
- 11.** Где и почему цистозира и ее биоценоз угнетаются и исчезают?
- 12.** Где размещается биоценоз морской травы zostеры и какие организмы входят в его состав?
- 13.** Какие птицы питаются морскими организмами?
- 14.** Каким образом птицы охотятся и добывают морских животных?
- 15.** Какая морская птица может считаться «рекордсменом» по глубине ныряния в Черном море? Назовите птиц неспособных нырять.
- 16.** Какую пользу и какой вред могут наносить человеку птицы, поедающие морские организмы?



Экологические предпосылки миграций морских организмов

Экологические основы миграции их промысла и обеспечения оры

5

Миграциями называют передвижения организмов в пространстве, вызванные изменением условий существования в местах обитания или связанные с особенностями их жизненного цикла. Первые могут быть регулярными (сезонными, суточными) или нерегулярными (уход из мест по тем или иным причинам, неблагоприятным для жизни). Вторые обеспечивают расселение вида и могут приходиться на личиночную стадию или на время созревания взрослых особей и подготовки их к размножению.

Регулярные миграции совершаются по более или менее определенным путям, а нерегулярные не имеют четкой направленности, нередко хаотичны. По своему направлению в воде, миграции бывают горизонтальные и вертикальные.

Среди морских организмов наиболее обстоятельно изучены миграции рыб. Это диктовалось необходимостью более полного знания их жизненного цикла и тем, что сведения о миграциях лежат в основе управления промыслом рыб.

Различают нерестовые, нагульные и зимовальные миграции рыб.

Передвижения рыб, связанные с размножением, имеют своей целью обеспечение лучших условий для выживания и развития икры, личинок и мальков.

Некоторые виды рыб, их называют проходными, отправляются на нерест из моря в реки,

как, например, сельдевые, осетровые и лососевые. Такие миграции называются анадромными, а осуществляющие их рыбы идут в реки потому, что их икра может развиваться только в пресной воде, в то время как взрослые особи хорошо себя чувствуют и в море.

Черноморская сельдь (*Alosa kessleri pontica*) заходит в реки с марта по июнь и направляется вверх по течению. Рыбы преодолевают от 180 до 400 км (в Дунае) и выметывают икру. Отнерестившись, рыбы возвращаются в море, а их плавающая икра развивается и из нее выходят личинки, которые скатываются (дрейфуют) вниз по течению. В дельте они задерживаются на нагул, а осенью выходят в море.

Этот и другие виды сельдей Черного моря добываются сетями во время их миграции на нерест и составляют один из ценных объектов промысла. Правила рыболовства регулируют место, время вылова сельди, а также научно-обоснованные квоты (количества) добычи с тем, чтобы не подрывать запасы каждой отдельной популяции. При строгом соблюдении правил рыболовства использование живых ресурсов моря обеспечивает устойчивое развитие этой отрасли народного хозяйства. В условиях Черного моря принятие и соблюдение правил рыболовства зависит не только от специалистов и рыбаков, но и от согласованных действий правительств всех приморских государств.

Анадромные миграции из Черного моря в реки на нерест совершают также осетровые рыбы (белуга, осетр, севрюга и др.). В прежние времена, когда течение рек не было перегорожено плотинами, белуга, например, поднималась по Дунаю до Австрии. С середины XX столетия, в связи со строительством плотин на реках, дальнейшие миграции осетровых стали невозможными и это, наряду с другим причинами, отразилось на эффективности нереста. Произошло значительное снижение численности популяций осетровых рыб. В настоящее время в Украине белуга (*Huso huso ponticus*), атлантический осетр (*Acipenser sturio*) и шип (*A. nudiventris*) внесены в Красную книгу, а их вылов запрещен. В реках осетровые откладывают свою донную икру на галечниках, а личинки скатываются по течению и до наступления холодов нагуливаются в дельтах. Подросшая молодь и взрослые особи живут в море.

Лососевые рыбы представлены в Черном море одним видом — черноморским лососем, или кумжей (*Salmo trutta labrax*), который откладывает икру на гальку в реках Кавказа, а взрослые особи живут в море. Черноморская популяция этого вида немногочисленна и он занесен в Красную книгу Украины.

Миграции рыб из рек в море называются катадромными миграциями. Так, личинки анадромных рыб, выклюнувшиеся в реках, совершают пассивные катадромные миграции в море. Активные катадромные миграции из

рек в море на нерест, среди черноморских рыб, характерны только для речного (европейского) угря (*Anguilla anguilla*). Представления о нерестовых миграциях этого вида основываются на данных, полученных еще в начале XX столетия датским ихтиологом И. Шмидтом. Согласно этим данным, половозрелые особи угря из рек Европы и Северной Америки отправляются на нерест в Атлантический океан, в район Саргассова моря, где на глубине 500—1000 м откладывают пелагическую икру при температуре воды не менее 7°C и солености не менее 35 ‰. После икрометания взрослые особи погибают, а выклюнувшиеся личинки подхватываются Северо-Атлантической ветвью Гольфстрима и уносятся к берегам Европы. Другая часть личинок уносится к берегам Северной Америки. Путешествие личинок от мест выхода из икры до берегов Европы длится около 3 лет. За это время личинки вырастают в мальков, затем в молодь, которая заходит в реки, впадающие в Северное, Балтийское, Средиземное и Черное моря. Здесь они растут в течение 10—15 лет, часто выходят в море, а по достижении половой зрелости отправляются в свою первую и последнюю в жизни катадромную нерестовую миграцию.

Придерживаясь версии И. Шмидта, следует предположить, что, например, угри из Днепра проходят с севера на юг Черное море, затем Босфор, Мраморное море, Дарданеллы, Средиземное море, Гибралтарский пролив, выходят в Атлантический океан и направляются с район Саргассова моря, где на глубине откладывают икру и погибают. Возможно, не все в этом рассказе покажется правдоподобным, хотя науке известны рыбы, совершающие дальние нерестовые миграции и погибающие после нереста, например кета и горбуша.

Тем более что существует гипотеза, высказанная английским ихтиологом Таккером (Tucker, 1959), согласно которой европейские угри погибают в Атлантическом океане, так и не оставив потомства, а новые поколения этого вида происходят от североамериканского угря *Anguilla rostrata*, который тоже нерестится в районе Саргассова моря. Личинки этого угря, унесенные Северо-Атлантической ветвью Гольфстрима, вынуждены продлить свою личиночную жизнь до 3 лет и поэтому у них образуется больше позвонков, чем имеются у американского вида этого же рода угрей. Однако эта гипотеза не получила дальнейшего подтверждения и версия И. Шмидта в настоящее время остается в силе.

В пределах Черного моря рыбы также совершают регулярные нерестовые миграции. На период откладывания икры большинство видов перемещаются из глубинных районов к берегу. Такие перемещения называют адлиторальными миграциями. Они характерны для калкана, бычков, губановых и многих других рыб. На нерестовой миграции калкана к берегу основывается добыча этого ценного промыслового вида Черного моря.

Кефалевые рыбы, наоборот, на нерест уходят из прибрежной зоны в открытые воды моря. Эту миграцию еще до недавнего времени использовали для добычи икры лобана (рис. 30). Мальки кефалей, родившиеся в открытом море, мигрируют по направлению к берегу, однако это уже не нерестовая, а нагульная (кормовая) аддиторальная миграция.

Практически все кормовые миграции рыб ориентированы в сторону берега, где кормовая база для молоди и для взрослых особей намного богаче, чем в глубоководной части шельфа или в открытых водах пелагиали. Это относится не только к донным, но и к пелагическим видам, таким как хамса и ставрида. Весной, а иногда и летом, при невысокой температуре воды, к берегам подходит кормящийся шпрот. Стаи этих рыб мигрируют вдоль берегов, и на этом основан их вылов при помощи ставных неводов, действующих по принципу ловушки.

По сравнению с Мраморным и Средиземным морями, Черное море как нагульный водоем предпочтительнее. Поэтому некоторые виды из Средиземного и Мраморного морей на лето мигрируют на откорм в Черное море, а осенью возвращаются на зимовку. Таковы скумбрия (*Scomber scombrus*), тунец (*Thunnus thynnus*), меч-рыба (*Xiphias gladius*), пелагида (*Sarda sarda*). Первые три вида в Черном море не размножаются, а пелагида сформировала свою черноморскую популяцию. Скумбрия до начала 1970-х гг. была ценным промысловым видом, а тунец и меч-рыба встречались единично.

Зимовальные миграции рыб, не покидающих Черное море, ориентированы в сторону районов с более высокой температурой воды в зимние месяцы. Это, отчасти, глубинные воды (60—80 м) у Южного берега Крыма, но, в основном, у побережий Кавказа и Малой Азии. Зимой здесь на ограниченных пространствах сосредотачиваются популяции черноморского и азовского подвидов хамсы (*Engraulis encrasicolus ponticus* и *E. encrasicolus maeoticus*), ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus*), пелагиды (*Sarda sarda*), кефалей (Mugilidae) и других видов. Сюда же устремляются на зиму дельфины. Неудивительно, что зимние скопления рыб привлекают рыбаков, которые добывают их тралами и другими орудиями лова. Поскольку речь идет о рыбных запасах всего моря, которые оказываются сосредоточенными вдоль южных и юго-восточных берегов, зимний промысел также нуждается в международном регулировании.

Многие виды зоопланктона совершают дальние (по размерам их тел) вертикальные миграции в течение суток. Днем они держатся в глубинных слоях пелагиали, а в сумерки начинают подъем и приближаются к поверхности пелагиали либо достигают ее, сосредотачиваясь в нейстали. С рассветом они возвращаются на глубину дневного пребывания.

В Черном море наиболее четко выраженные суточные вертикальные миграции совершают веслоногие ракообразные *Calanus euxinus* и *Pseudocalanus elongatus* (Грезе, 1979). Они поднимаются с глубины 100—150 м в поверхностные воды, богатые фитопланктоном. Типичную картину таких миграций восстановила А. П. Кусморская (1954) в восточной половине Черного моря путем проведения последовательных ловов планктонной сетью на разных глубинах. Таким способом был отмечен постепенный подъем основной массы *C. euxinus* с глубины 100—150 м до поверхности. Миграция *P. elongatus* имеет меньшие амплитуды по вертикали. Как показала Н. И. Чохури (1939), выраженную способность совершать суточные вертикальные миграции проявляют также веслоногие рачки *Oithona similis*, *Centropages krøyeri* и морская стрелка *Sagitta setosa*.

Во время солнечного затмения 30 июня 1954 г., когда солнечный диск закрылся на 92%, Т. С. Петипа (1955) обнаружила в Севастопольской бухте быстрый подъем более 70% организмов планктона из слоя 14—5 м в слой 5-0 м. Этот подъем был отмечен у всех видов зоопланктона, что, как полагает В. Н. Грезе (1979), указывает на освещенность как на основной фактор, обуславливающий вертикальные миграции планктона.

По поводу причин вертикальных миграций в литературе нет единого мнения. Действительно, многое указывает на солнечный свет как на основную причину миграций. Но миграции часто охватывают очень большой диапазон глубин, а некоторые глубоководные виды совершают вертикальные миграции в далеких от поверхности слоях пелагиали.

Некоторые видят биологическую целесообразность вертикальных миграций в том, что ночью мигранты не столь заметны для хищников из поверхностного слоя воды. Однако многие мигранты светятся в воде и выдают себя. Кроме того, многие хищники сами совершают суточные вертикальные миграции.

Выдвигается также версия о том, что вертикальные миграции в условиях разных скоростей течений на разных глубинах способствуют рассредоточению популяции мигранта. Без такого рассредоточения плотные скопления зоопланктона привели бы к тотальному выеданию фитопланктона. Миграции помогают растительным видам менять свои «пастбища».

Наконец, считают, что вертикальные миграции связаны с энергетическим обменом. Организмам зоопланктона энергетически выгоднее проводить часть времени суток в холодной воде глубинных слоев пелагиали, где скорость обмена веществ замедлена.

Очевидно, все высказанные соображения имеют то или иное отношение к вертикальным миграциям организмов планктона, которые охватывают огромные массы живых существ, ритмично поднимающиеся к поверхности воды ночью и уходящие в глубину на дневное время.

Автор имел возможность наблюдать ночные вертикальные миграции планктона в северо-западной части Черного моря через иллюминаторы ПОА «Аргус». Было это 31 мая 1984 г. над глубиной 100–120 м. В течение ночи «Аргус» выполнил многократные погружения на дно и всплытия на поверхность с остановками по пути для того, чтобы наблюдатель имел возможность детально рассмотреть сам процесс вертикальных миграций. Наблюдения не только подтвердили факт миграций, но позволили отметить ряд деталей поведения организмов, которые не могут быть получены при их содержании в аквариумах и при лабораторном изучении собранных сетью проб планктона.

В свете заборных прожекторов «Аргуса» было хорошо заметно, как после 18 часов пришли в движение организмы зоопланктона. Визуально удалось идентифицировать крупных веслоногих ракообразных *Ca\anu\$ euxim*, а также *РзеюёсаШнуБ еIon%аШШ*. и морских стрелок *Sagitta* зе/авд. Рачки перемещались вверх при помощи энергичных ударов первых антенн, поэтому движение получалось скачкообразным с краткими остановками после каждого скачка. Сагитта, несмотря на стреловидную внешнюю форму, давшую латинское название роду, двигалась тоже рывками, но совершая угреобразные движения телом. Многие другие организмы также перемещались вверх, но идентифицировать их визуально, в виду малых размеров, не удавалось.

На черном фоне толщи ночной пелагиали в свете прожекторов отчетливо выделялись прозрачные, словно изготовленные из хрусталя, гребневики *РкигоБасВла гкойоргь*. На их шаровидном теле диаметром 5–10 мм видны были 8 меридиональных рядов гребных пластинок, каждая расщепленная в виде гребня, за что гребневики и получили свое название. По бокам «шара» прикреплены два длинных щупальца, многократно превышающие размеры тела животного, а от щупалец отходят длинные тончайшие нити. Щупальца могут втягиваться в специальные щупальцевые карманы. Вся поверхность щупальца и его нитей покрыта многочисленными клейкими клетками. При соприкосновении со щупальцами мелкие морские организмы оказываются прочно приклеенными и запутываются в щупальцах. Пойманная жертва подтягивается к краям рта гребневика и поедается. Это достаточно подробное описание внешнего строения гребневика понадобилось для того, чтобы понять способ его охоты, прослеженный автором из «Аргуса» и в научной литературе не описанный.

Предполагалось, что за гребневиком, который медленно перемещается благодаря биению гребных пластинок, щупальца с нитевидными отростками танутся наподобие хвоста воздушного «змея», а мелкие организмы, прилипшие по пути, становятся пищей этого малоподвижного животного. Оказалось, что в действительности гребневик способен

совершать молниеносные вращательные движения вокруг своей оси. При этом, подчиняясь центробежным силам, щупальца вытягиваются на максимальную длину, а их тончайшие нитевидные отростки образуют при вращении сплошную ловчую сеть, визуальную напоминающую круг, который становится заметным при работе пропеллера самолета. Диаметр этого «пропеллера» колебался, по наблюдениям автора, от 10 до 20 см. Стремительное вращение гребневика продолжалось не более 3—5 секунд, после чего на месте серебристого диска в поле зрения появлялся сам гребневик, подтягивающий ко рту щупальца с уловом. Раскинув на пути мигрирующего планктона ловчую сеть, которая по площади в сотни раз превышала размеры тела, гребневик многократно увеличивал вероятность поимки добычи. Конечно, не все из них достаются хищнику, и это тоже приходилось наблюдать воочию. Иногда резкими энергичными движениями рачку калянусу и крупной сагитте удавалось разорвать тонкие липкие нити и обрести свободу, однако большинство становилось жертвами.

Таким образом, гребневик плевробрахия, который представлялся вялым медузообразным существом, способен вести активную охоту и наносить серьезный урон популяциям своих жертв. В этой связи следует заметить, что, в отличие от плевробрахии, другой гребневик, мнемнопсис, который был случайно занесен в Черное море, устроен иначе и охотится другим способом.

Специальные исследования показали, что в Черном море (а также в Азовском и Каспийском морях) происходят регулярные массовые миграции не только пелагических, но и донных организмов на поверхность моря и их сосредоточение в нейстали (Закутский, 1968). Выяснилось, что многие представители бентоса ведут двойственный образ жизни. Светлое время суток они проводят в составе бентоса, а темное — в составе нейстона, а именно, его нижнего яруса, гипонейстона. Оба состояния организмов - бентическое и нейстонное — представляются в равной степени важными для жизни этих видов, для которых был предложен термин «бентогипонейстон» (Зайцев, 1964).

В составе бентогипонейстона Черного моря в летние месяцы, по данным В. П. Закутского для 1961—1965 гг., известно 47 видов, в том числе полихет 7 видов, кумовых раков — 8, мизид — 8, равноногих раков — 5, танаид — 1, амфипод — 15 и десятиногих раков 3 вида.

Наибольшее скопление организмов бентогипонейстона в слое 0—5 см наблюдалось с 21:00 до 04:00, после чего начинался обратный отток мигрантов и к 07:00 утра у поверхности пелагиали их уже не обнаруживали. Иногда в составе бентогипонейстона встречались редкие виды, мало известные по пробам бентоса. Так, в июле—августе 1965 г. на кавказском шельфе Черного моря неоднократно встречались морские волосатики.

Они находились в нейстали не более одного часа, после чего мигрировали вниз. По определению Е. С. Кирьяновой, речь идет о *Nectonema agile euxina* ssp. nov. Для морей СССР этот организм еще не указывался (Закутский, 1968).

Отмечается, что в дождливые дни и туманную погоду вертикальные миграции организмов бентогипонейстона начинаются раньше и заканчиваются позже, чем вясные дни. В зимние месяцы они, судя по всему, ослабевают, но не прекращаются.

Наибольшее количество организмов бентогипонейстона зарегистрировано в пределах шельфовой зоны, над глубинами до 50—60 м. С увеличением глубины, над биоценозом фазеолины, количество мигрантов из бентоса сокращается, однако и там на поверхности можно наблюдать «роение» полихет *Platynereis dumerilii* и *Nereis zonata* (Закутский, 1963).

Представляют интерес неоднократные находки взрослых организмов бентогипонейстона в приповерхностном слое пелагиали центральных районов Черного моря. В. П. Закутский (1968) находил там кумовых рачков *Cumella limicola* и *Cumella pygmaea*, которые считались типичными представителями бентоса. Экземпляры *C. pygmaea* обнаруживались в ночных ловах нейстонной сетью даже над глубиной 2000 м.

На полпути между мысами Сарыч (Крым) и Инеболу (Турция) над глубиной 2100 м находили мизиду *Gastrosaccus sanctus*, а над глубиной 2026 м в западной части моря бокоплава *Dexamine spinosa*.

Можно полагать, что эти организмы были занесены течениями из шельфовых областей, однако и находясь над сероводородной областью, они продолжают совершать суточные вертикальные миграции в той же последовательности, что и на шельфе. О продолжительности вынужденного пелагического образа жизни у таких организмов ничего не известно. Можно предположить, что они становятся добычей пелагических рыб или гибнут в результате попадания в губинные слои пелагиали, зараженные сероводородом.

Суточные вертикальные миграции донных организмов представляют для них перемещение в биотоп, более насыщенный кормовыми объектами, чем бенталь, где взрослые особи и личинки лучше обеспечены пищей. О том, что в нейстали происходит размножение донных организмов, можно предположить на основании обнаружения эпитокных форм полихет. Эпитокция — это резкое изменение внешней формы и внутреннего строения тела полихеты во время созревания половых продуктов. В это время полихеты поднимаются на поверхность для размножения. Среди ракообразных бентогипонейстона встречается много яйценосных самок.

Вертикальные миграции бентоса в Черном море изучены еще недостаточно. Однако очевидно, что разграничение морских организмов на

бентос, планктон и нейстон не абсолютно, поскольку они переходят из одной жизненной формы в другую не только в период индивидуального развития (например, личинки в планктоне, взрослые особи в бентосе), что носит обычно сезонный характер, но даже в течение суток, что демонстрируют организмы бентогипонейстона. Из этой констатации следует и методологический вывод: применяемые орудия сбора и количественного учета донных организмов, такие как дночерпатели, драги, тралы, в темное время суток дают искаженное представление о численности и биомассе тех видов, которые совершают суточные вертикальные миграции. Для их учета нужно применять, наряду с классическими орудиями сбора бентоса, также планктонные и особенно нейстонные сети.

Миграции рыб принимаются во внимание при обосновании мер по их охране. Так, во время нерестовых миграций добыча осетровых, сельди, калкана и других рыб на определенный период времени запрещается. Добыча рыб в местах их зимних скоплений также регулируется в законодательном порядке. Рыбы, совершающие трансграничные миграции, подпадают под действие соответствующих международных соглашений и правил. Внутреннее и международное законодательство постоянно совершенствуется, с учетом биологии и экологии рыб, в том числе их миграций.

**Вопросы к главе 5 для семинара (тренинга)
по экологии Черного моря**

- 1.** Что представляют собой миграции водных животных?
- 2.** Назовите различные типы миграций беспозвоночных животных и рыб, происходящие в Черном море.
- 3.** В чем заключается экологическая целесообразность вертикальных миграций организмов зоопланктона?
- 4.** Какие расстояния ежедневно проходят организмы планктона, совершающие вертикальные миграции? В чем экологическая целесообразность вертикальных миграций организмов планктона?
- 5.** Приведите примеры промысловой добычи мигрирующих рыб в Черном море.
- 6.** Какие виды рыб добываются в больших объемах в районе вашего участка побережья?
- 7.** Какие орудия промышленного лова рыбы используются в районе вашего участка побережья: сети, ставные невода, тралы и т. д. ?
- 8.** В чем заключается опасность вылова мигрирующих рыб для процесса естественного воспроизводства их запасов?
- 9.** Какие виды черноморских рыб промысляются на местах их зимовок? Где расположены такие места?
- 10.** Промысляются ли в вашем районе другие морские организмы, помимо рыб?
- 11.** Каким образом знание миграций рыб помогает выработке наиболее правильных и эффективных способов их охраны?



Влияние человека на состояние экосистемы Черного моря

6

Вопросы влияния человека на окружающую природную среду и последствия этого влияния для природы и общества — одна из наиболее актуальных тем, обсуждаемых сегодня не только в научной литературе, но и в средствах массовой информации. Аналитики считают, что ничто так не возбуждает интерес широких кругов населения, как известия о постигших нас или ожидаемых экологических катастрофах. При этом, наряду с достоверными фактами и обоснованными выводами, в информационное поле нередко сбрасываются непроверенные или искаженные сведения, особенно в тех случаях, когда преследуются какие-то политические цели.

Как у любого морского водоема, у Черного моря имеются экологические проблемы, связанные с деятельностью человека. В таких случаях говорят об антропогенных, или антропических, факторах воздействия на природную среду. Как у водоема, в значительной степени изолированного, экологические проблемы Черного моря более обострены, чем в морях со свободным водообменом с океаном.

Виды прямого и косвенного влияния человека на море очень разнообразны, но большинство из них подпадают под определение «загрязнение».

Межправительственная Океанографическая Комиссия ЮНЕСКО (МОС UNESCO) дает следующее определение загрязнению морской

среды: «Загрязнение моря — это непосредственное или косвенное внесение человеком веществ или энергии в морскую среду (в том числе, в эстуарии), влекущее за собой такие неблагоприятные последствия, как нанесение ущерба биологическим ресурсам, опасность для здоровья людей, помехи для морских отраслей хозяйственной деятельности, включая рыболовство, снижение пригодности морской воды для использования и ухудшение эстетических достоинств морских ландшафтов».

Таким образом, укоренившееся в массовом сознании убеждение в том, что загрязнение моря есть следствие внесения в него вредных веществ, неполно. Действительно, химические, токсические, радиоактивные вещества вызывают загрязнение моря. Но существуют и другие факторы негативного влияния на море, поэтому различают еще тепловое, световое, шумовое и биологическое загрязнение моря.

Считают, что загрязнение Черного моря началось уже в античные времена. Хотя достоверных доказательств этому нет, согласно некоторым авторам, древние мореходы на своих деревянных судах занесли в Черное море корабельного червя (*Teredo navalis*). В Средиземном море этот сверлящий дерево моллюск отсутствует, но его могли доставить из Атлантического океана. В Черном море корабельный червь прижился, размножился и стал наносить ущерб судам и портовым сооружениям. Как массовый вид, он просуществовал в Черном море до 1950-х гг. и вредил, в частности, рыболовству, за несколько месяцев приводя в негодность деревянные опоры ставных неводов. По мере вытеснения дерева бетоном, металлом и синтетическими материалами, численность этого вида сокращалась и в настоящее время она незначительна.

Из прошлых лет известны также другие примеры загрязнения Черного моря, причем не только биологического. Однако особенно заметно оно проявилось во второй половине XX столетия, в связи с интенсификацией сельского хозяйства, развитием промышленности, транспорта, ростом населения приморских городов и другими проявлениями активизации деятельности людей.

С особой остротой экологические проблемы, вызванные человеческой деятельностью, проявляются в небольших, мелководных приморских водоемах — лиманах и лагунах или на их отдельных участках. Особенно в тех случаях, когда эти водоемы превращаются в отстойники загрязненных сточных вод, как это произошло, например, в лиманах Будакский, Сасык и Хаджибейский, а также в Карагольском заливе Днестровского лимана. С учетом того, что морская экосистема претерпевает наиболее глубокие изменения, а в крайних ситуациях начинает отмирать именно с лиманов, участь этих водоемов заслуживает специального внимания и обсуждения. В настоящей книге речь пойдет далее об экологических проблемах собственно Черного моря.

6.1. Антропогенная эвтрофикация

Многие глубокие изменения в экосистеме Черного моря спровоцированы антропогенной эвтрофикацией. Так называют переудобрение природных водоемов соединениями, преимущественно, азота и фосфора, вызывающими бурное развитие водных растений. Эти вещества поступают в море с речными водами, со стоками городов и промышленных объектов, из атмосферы. В Черном море антропогенная эвтрофикация наиболее отчетливо проявилась в его северо-западной части, и это вполне объяснимо. В эту часть моря вливаются крупные реки Дунай, Днестр и Днепр, на прилегающей суше расположены обширные сельскохозяйственные районы, в том числе участки орошаемого земледелия, большие города, промышленные центры, порты и другие хозяйственные объекты. В этом районе суша с трех сторон обступает море и находится самый широкий северо-западный шельф Черного моря. Антропогенная эвтрофикация проявилась и в других районах моря, особенно в заливах и бухтах, но в северо-западной части она достигла наибольших масштабов и вызвала самые болезненные для морской экосистемы последствия.

По многолетним материалам Г. П. Гаркавой и соавторов (1991), в 1950-е гг. три большие реки, впадающие в СЗЧМ, вносили в течение года в среднем: 13940 т фосфатов, 154 тыс. т нитратов и 2350 тыс. т органических веществ. В 1980-е гг. годовой вклад питательных веществ возрос: до 55 тыс. т фосфатов, 340 тыс. т нитратов и 10488 тыс. т органических веществ. Причины такого явления (оно, кстати, характерно и для других внутренних морей) заключаются, прежде всего, в том, что в мире произошла интенсификация сельского хозяйства, так называемая «зеленая революция», путем резкого увеличения производства и применения удобрений. Это отразилось на Черном море, имеющем большой водосборный бассейн с обширными зонами интенсивного земледелия, в результате усиленного притока удобрений через речной сток (Айзеу, 1998).

6.1.1. Увеличение количества фитопланктона

Мощная подпитка моря фосфатами и нитратами вызвала ответную реакцию в виде бурного развития фитопланктона, прежде всего, в северо-западной части моря. По осредненным показателям, биомасса фитопланктона в СЗЧМ изменялась по десятилетиям следующим образом (в миллиграммах биомассы на один кубический метр морской воды):

1950-е гг.	670	(Иванов, 1967)
1960-е гг.	1030	(Маштакова, 1971)
1970-е гг.	18690	(Нестерова, 1987)
1980-е гг.	30000	(Нестерова, 1987)

Таким образом, в 1970-е гг., средняя биомасса фитопланктона возросла по сравнению с 1960-ми гг. в 18 раз, а в следующем десятилетии еще в два раза.

По отдельным видам фитопланктона количественные изменения еще более резкие. Например, численность одноклеточной перидиниевой водоросли пророцентрум (*Prorocentrum cordatum*) в 1950-е гг. не превышала 3 миллионов клеток в одном литре воды. В 1970-е гг. она возросла до 140 миллионов клеток в том же объеме воды. В 1950-е гг. морская вода была прозрачной, а когда численность клеток превышает стомиллионный рубеж, вода окрашивается в кирпично-красный цвет и теряет белую прозрачность. Такое явление массового развития фитопланктона называют «цветением воды», или «красным приливом». Первый случай «красного прилива» в Черном море описала Д. А. Нестерова в 1979 г. Многие виды фитопланктона Черного моря реагируют на эвтрофикацию так называемой «вспышкой» численности, поэтому площади зон «цветения» воды в море существенно расширились. В СЗЧМ площадь этих зон возросла в 10 раз, по сравнению с 1950-ми гг.

Наступившее в 1970-е гг. обилие фитопланктона оказалось благоприятным обстоятельством для растительноядных видов зоопланктона. Такие его представители, как ночесветка (*Noctiluca scintillans*) и медуза-аурелия (*Aurelia aurita*), откликнулись особенно живо. Биомасса ночесветки в СЗЧМ возросла в десятки раз, а общая средняя биомасса медузы-аурелии во всем море увеличилась с 670 тыс. т в 1950-х гг. до 222 млн т в 1981—1982 гг. Причем четверть черноморской популяции этой медузы находилась в пределах СЗЧМ. К сожалению, и ночесветка, и медуза относятся к сильно оводненным (желетелым) существам, которых ни рыбы, ни другие животные в пищу практически не используют. Это — некормовой планктон, а кормовые виды планктона (рачки, личинки моллюсков, полихет и другие животные) тенденции увеличения численности не обнаружили. Наоборот, их численность сократилась по сравнению с тем, что было до начала эвтрофикации моря. Отчасти потому, что их выедают медузы.

Крупное обобщение работ по эвтрофикации морей выполнено М.-Т. Гомойу (Gomoiu, 1985).

6.1.2. Деградация донных водорослевых сообществ

Другое следствие чрезмерного увеличения численности фитопланктона — снижение прозрачности морской воды. Это оказалось отрицательным явлением для донных водорослей, которые перестали получать солнечный свет в количестве, необходимом для нормального фотосинтеза. Водоросли, произраставшие на глубине 20 м и глубже, оказались настолько затененными, что не смогли развиваться и расти и стали погибать. Это явление

проявилось особенно наглядно на примере Филлофорного поля Зернова (ФПЗ), занимавшего глубины от 25 до 60 м в центральной части северо-западного шельфа Черного моря (рис. 13). В 1950-е гг. это уникальное поле филлофоры занимало площадь около 11 тыс. км², а общая биомасса водорослей составляла, по разным оценкам, от 7 до 10 млн т. С 1970-х гг. ФПЗ начало сокращаться, наподобие «шагреновой кожи» и к середине 1980-х гг. уменьшилось по площади до 500 км², а по биомассе — до 200 тыс. т (Zaitsev, 1992). Возможно, что участь филлофоры усугубила также прогрессирующая эвтрофикация северо-западной части Черного моря, хотя этот процесс коснулся в основном верхних слоев пелагиали.

Это оказалось серьезной утратой для морской экосистемы, поскольку вокруг филлофоры группировались, находя пищу, условия для нереста и укрытие более сотни видов беспозвоночных животных и рыб, составлявших биоценоз филлофоры — одно из самых крупных сообществ организмов в Черном море. В период своего наибольшего развития ФПЗ продуцировало ежедневно до 2 млн м³ кислорода, который обогащал придонные слои воды.

Другой пример негативной реакции на эвтрофикацию моря — крупная бурая водоросль цистозира (*Cystoseira barbata*), многолетнее светолюбивое растение, не переносящее, как показали работы Г. Г. Миничевой, чрезмерного удобрения морской воды. Цистозира растет на камнях и скалах на глубине до 10—20 м, но в основном на 0,5—5 м. Вдоль северо-западного побережья Черного моря цистозира исчезла в 1970—1980-х гг. Основная причина этого — высокое содержание питательных веществ в воде в результате антропогенной эвтрофикации моря. Цистозира образует ядро биоценоза цистозир, включающего несколько десятков организмов, в том числе водорослей эпифитов (растущих на слоевище цистозир), беспозвоночных животных и рыб.

6.1.3. Дефицит кислорода в придонных слоях воды

Одно из самых серьезных экологических последствий антропогенной эвтрофикации моря связано с возникновением на шельфе зон придонного дефицита кислорода, или гипоксии.

После окончания вегетации клетки фитопланктона отмирают и оседают на дно. Это всегда происходит с мертвым планктоном. Однако, начиная с 1970-х гг., в связи с антропогенной эвтрофикацией моря отмершего фитопланктона стало оседать во много раз больше, чем прежде. Например, в 1950-е гг. на один квадратный метр дна СЗЧМ в районе 10-метровой изобаты в разгар «цветения» воды оседало за сутки около 2—3 г отмершего фитопланктона. В 1960-е гг. этот органический осадок увеличился до 5—6 г, в 1970-е гг. — до 90 г, а в 1980-е гг. — до 150 г фитопланктона (Зайцев, 1998).

Этими органическими выпадениями питаются многие детритоядные животные бентоса. Однако с резко возросшим количеством выпадений они уже справиться не в состоянии. Остатки разлагаются бактериями, которые расходуют растворенный в воде кислород до полного его исчезновения. Затем, за счет деятельности анаэробных бактерий, вырабатывается сероводород и оставшаяся в живых донная фауна вымирает. Такие условия гипоксии и аноксии создаются на северо-западном шельфе моря в придонном слое воды на глубинах от 10 до 40 м в летнее и осеннее время.

В августе 1973 г. в Черном море была впервые обнаружена обширная зона гипоксии и массовой гибели (замора) донных организмов (рис. 35). Это было в северо-западной части моря между дельтой Дуная и Днестровским лиманом. Тогда, на площади около 3500 км², на глубинах от 10 до 22 м погибло около 500 тыс. т донных животных: мидий, креветок, крабов и других беспозвоночных, бычков, глоссы, калкана и других рыб. В последующие годы площади зон замороз на северо-западном шельфе увеличились до 40 тыс. км². На основании выполненных подсчетов (Зайцев, 1992) установлено, что в период 1973—1990 гг. потери биомассы донных животных на северо-западном шельфе достигли 60 млн т. Эта цифра включает и 5 млн т рыбы, взрослых особей и молоди, промысловых видов и непромысловых.

Наряду с экономическим ущербом, заморы от гипоксии нанесли крупные экологические потери экосистеме моря. В частности, потери, связанные с массовой гибелью животных фильтраторов, таких как мидия. По данным М. И. Киселевой (1979), биоценоз мидии на одном квадратном километре шельфа фильтрует за сутки 15—20 млн м³ морской воды. В 1960-е гг. биоценоз мидии на северо-западном шельфе занимал площадь, равную 10 тыс. км². В 1980-е гг. площадь биоценоза мидии сократилась в несколько раз, а общая биомасса мидий — на порядок величин. Экологическое значение гибели большого количества активных фильтраторов в условиях, когда в водной толще резко возросло количество фитопланктона, бактериопланктона и разного рода органических частиц, трудно подсчитать, но невозможно переоценить.

6.1.4. Снижение биологического разнообразия

В результате антропогенной эвтрофикации на северо-западном шельфе произошли существенные сокращения биологического разнообразия фауны и флоры. Помимо уже упоминавшихся биоценозов филлофоры и цистозиры, в составе многих десятков видов каждый, которые либо исчезли, либо сильно сократились по площади, стали крайне редкими некоторые массовые в прошлом виды нейстона, планктона, бентоса и рыб.



Рис. 35. Площади зон кислородной недостаточности (гипоксии) и массовых заморов донных животных на северо-западном шельфе, впервые для в Черного моря отмеченные в 1973 г., продолжали увеличиваться до начала 1990-х гг. (из Ю. Зайцев, 1998)

На два порядка величин сократилась численность организмов нектона: веслоногих рачков *Pontella mediterranea*, *Anomalocera patersoni*, *Labidocera brunescens*, изопода *Idotea ostroumovi*, мальков кефалей, барабули, саргана.

В планктоне практически исчез рачок *Centropages kroyeri*. В бентосе СЗЧМ на 2–3 порядка величин сократилась численность таких массовых еще в 1960-х гг. видов как рак-отшельник диоген (*Diogenes pugilator*), раки-кроты (*Callinassa pestai* и *Upogebia pusilla*), травяной краб (*Carcinus aestuarii*), волосатый краб (*Pilumnus hirtellus*) и другие, а среди донных рыб — камбала морской язык (*Solea nasuta*), морская мышь (*Callionymus risso*), морской конек (*Hippocampus ramulosus*).

О том, что в это же время из биоты Черного моря полностью выпал такой массовый вид хищной рыбы, как скумбрия (*Scomber scombrus*), уже говорилось, хотя это крупное событие в экосистеме Черного моря связано в основном с загрязнением соседнего Мраморного моря.

С другой стороны, в 1970–1990-е гг. в Черном море существенно возросло количество экзотических видов, случайно занесенных с балластными водами судов. Формально это можно расценить, как увеличение биологического разнообразия моря, но фактически многие вселенцы оказались причиной резкого сокращения популяций местных видов. В известной степени усиление притока экзотов связано с

антропогенной эвтрофикацией моря, поскольку улучшилась кормовая база ряда планктоноядных животных. Однако есть и другие причины, поэтому о проблеме экзотических видов пойдет речь в разделе о биологическом загрязнении.

В других районах черноморского шельфа антропогенная эвтрофикация и ее последствия проявились не столь отчетливо и масштабно, как в СЗЧМ. Тем не менее аналогичные процессы произошли и в других местах (Заика и др., 1990, Konsoulova, 1993). В последнее время заметно усилилась эвтрофикация южного шельфа Черного моря, а летом 1995 г. в районе дельты реки Кызыл-Ирмак была зарегистрирована зона гипоксии и массовый замор рыбы (Б. Озтюрк, личное сообщение).

6.2. Микробное загрязнение

Согласно Стратегическому плану действий по восстановлению и охране Черного моря (Strategic Action Plan, 1996), подписанного в г. Стамбуле (Турция, 31 октября 1996г), министрами по вопросам экологии всех черноморских государств вторым видом отрицательного воздействия человека на Черное море названо микробное загрязнение. По масштабам оно не сравнимо с антропогенной эвтрофикацией, но по социальным и экономическим последствиям ничуть ему не уступает. Достаточно назвать такие случаи, как эпидемии холеры и других желудочно-кишечных инфекций, закрытие пляжей для купания по микробиологическим показателям, простои в работе всей бальнеологической и рекреационной инфраструктуры — санаториев, домов отдыха, отелей, столовых и ресторанов, убытки индустрии туризма, чтобы стала понятной значимость этого вида загрязнения моря.

Еще в середине XX столетия микробиологи считали морскую воду неблагоприятной средой для развития патогенных микроорганизмов, а некоторые приписывали ей даже бактерицидные свойства. Со временем выяснилось, что дело не в самой воде, а в отсутствии в ней достаточного количества органических веществ, поскольку бактерии, для своего успешного развития, нуждаются в обогащенной питательной среде. Когда, в результате антропогенной эвтрофикации, такая среда в Черном море была создана, морская вода перестала лимитировать рост и размножение патогенных микроорганизмов и об ее «бактерицидное™» больше не вспоминали. На повестке дня встали проблемы, связанные с бактериологическим состоянием прибрежных морских вод.

В настоящее время микробное загрязнение вод, донных осадков и морских организмов отмечается во многих морях мира. Средства массовой информации то и дело оповещают о случаях заболеваний в результате прямого контакта человека с морем или с морепродуктами.

По действующим правилам, в большинстве стран Европы пороговая численность бактерий группы кишечной палочки в зонах купания в прибрежных морских водах не должна превышать 2 тыс. клеток в 100 мл воды, или 2 тыс. в одном литре морской воды (Boaden, Seed, 1985).

В 1940-1950-е гг. микробиологическая ситуация на Черном море была вполне благоприятной, и по этому поводу имеются соответствующие публикации. Тщательное санитарно-бактериологическое обследование прибрежной морской воды и песка пляжей г. Одессы было выполнено в летние месяцы 1946-1947 гг. д-ром С. З. Хаит и Г. И. Шпильбергом (1950). Они обнаружили от 10 до 200 клеток кишечной палочки (*Esherichia coli*) в одном литре морской воды.

Позднее, в 1960-х гг., профессор Д. М. Бабов (1970) обнаружил там же значительно больше особей этого вида — до 90 тыс. клеток в одном литре воды. В начале 1980-х гг., Л. Е. Нижегородова (личное сообщение) определила среднюю численность эшерихии в 140 тыс., а максимальную в 620 тыс. клеток в одном литре воды. В конце 1980-х гг., согласно тому же источнику, средняя численность поднялась до 250 тыс. клеток, а максимальная, на одном из наиболее популярных пляжей Одессы — Аркадии, доходила до 2 млн 400 тыс. клеток в одном литре морской воды.

Увеличение численности клеток кишечной палочки от двух сотен до двух с половиной миллионов в одном литре воды за четыре десятилетия показательно само по себе, как следствие загрязнения прибрежной зоны моря канализационными стоками, точнее, фекальными водами, крупного города. Однако эшерихия — не единственный патогенный микроорганизм, поступающий в море тем же путем. В морской воде обнаружены еще сальмонелла, холерный вибрион, яйца глист, вирусы и другие болезнетворные микроорганизмы, которые встречаются обычно в недостаточно очищенных канализационных водах.

Кроме того, источником микробного загрязнения прибрежных вод служит и сам человек. Во время купания в море с поверхности каждого тела смываются десятки миллионов микроорганизмов, в том числе патогенных. При большой скученности купающихся в ограниченных прибрежных акваториях вероятность заражения достаточно высока. Особенно в безветренные дни, когда течения замедляются и водообмен в зоне пляжей практически не происходит.

Впервые случаи заболевания холерой в г. Одессе и в некоторых других прибрежных городах Черного и Азовского морей были зарегистрированы летом 1970 г. Летом 1995 г. серьезная эпидемиологическая ситуация сложилась в г. Николаеве на Бугском лимане. В то лето пляжи г. Одессы были большей частью закрыты для купания по микробиологическим показателям. Лишь в те немногие дни, когда ветры со стороны суши

(сгонные ветры) уносили поверхностную воду в открытое море, у пляжей появлялась глубинная микробиологически чистая вода. Однако в такие дни ее температура была 10–12°C, иногда даже 8°C, что не благоприятствовало купанию.

Значительное увеличение количества патогенных микроорганизмов отмечалось в 1980-е гг. у берегов Аджарии (Komakhidze, Mazmanidi, 1998). В прибрежных водах были обнаружены повышенные против нормы количества *Esherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi murium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella* и других патогенных микроорганизмов.

6.3. Химическое загрязнение

Этот процесс связан с поступлением в море с речным стоком, из атмосферы, с судов, из мест добычи нефти и газа на шельфе, из расположенных на суше источников большой группы опасных для живых организмов веществ. Об этом в средствах массовой информации рассказывают чаще, чем об эвтрофикации и микробном загрязнении, поэтому настороженность населения по отношению к ним, соответственно, больше, чем к другим видам загрязнения. Между тем реальный ущерб Черному морю и человеку от химических загрязнителей пока еще уступает ущербу от антропогенной эвтрофикации и от микробного загрязнения. Однако химический фактор также относится к разряду опасных для моря.

По разным литературным источникам, в Черное море с водами рек и из атмосферы ежегодно поступают около 80 т ртути. Что с ней происходит дальше и по каким пищевым цепочкам она мигрирует внутри экосистемы Черного моря, не вполне ясно. Известно, что некоторые организмы, как бокоплавы корофиум (*Corophium*), полихеты (*Nereis*) и моллюски (*Hydrobia*), накапливают в своих органах и тканях этот тяжелый металл. Известно также, что кормящийся ими кулик-песочник (*Calidris canutus*) накапливает, особенно в печени, до 14,4 мгртути на килограмм массы птицы (Герлах, 1985). В Черном море обитают все названные беспозвоночные, а кулик-песочник в больших количествах бывает во время сезонных миграций. Однако еще не изучены «ртутные» отношения между этими видами в Черном море.

Высокие коэффициенты накопления ртути (от 309 до 2714) обнаружены у многих организмов из дельты Дуная и Черного моря, таких как перловица (*Unió pictorum*), дрейссена (*Dreissensia polymorpha*), речной рак (*Astacus leptodactylus*), черноморская сельдь (*Alosa kessleri pontica*), щука (*Esox lucius*), сом (*Silurus glanis*), морской дракон (*Trachinus draco*), ставрида (*Trachurus mediterraneus ponticus*), бычок-головач (*Neogobius kessleri*) и другие (Поликарпов и Рисик, 1977).

Помимо ртути, из тяжелых металлов в Черное море ежегодно поступает около 4500 т свинца и 12 тыс. т цинка. Очевидно, эти металлы также могут наносить ущерб морским организмам, особенно в тех точках побережья, откуда они поступают в море из наземных источников. Однако прямых доказательств на этот счет тоже пока нет.

Вредное влияние на морские организмы оказывают многие вещества из группы пестицидов. Это влияние заметно по угнетению роста морских водорослей в местах выпуска в море вод из рисовых чеков, содержащих гербициды (химические препараты для подавления растений-сорняков), фунгициды (средства от грибов) и инсектициды (средства от насекомых-вредителей). Выпуски таких вод имеются в Тендровском и Джарылгачском заливах, на крымском берегу Каркинитского залива. Многие пестициды накапливаются в телах водных беспозвоночных и рыб и передаются рыбающим птицам. При этом, в соответствии с правилом биологического усиления (биомагнификации), концентрация пестицидов значительно, иногда на порядок величин, возрастает при переходе от одного трофического уровня к следующему, например, от водорослей к беспозвоночным, от беспозвоночных к рыбам, от рыб к птицам, достигая в конечном звене пищевой цепи уровней, критических для жизни соответствующих организмов. Это правило касается не только пестицидов, но и любых химических веществ, а также радионуклидов.

Характерный пример влияния пестицидов на водных птиц популяция пестроклювой крачки (*Sterna sandwicensis*) на острове Гринд в Северном море у побережья Нидерландов (Герлах, 1985). Рыба, которой питались крачки, была заражена, по своим пищевым связям, сточными водами расположенного вблизи завода по производству пестицидов. В результате к 1965 г. из 20 тыс. пар крачек, гнездившихся на острове, выжило только 650 пар. В 1967 г. сброс токсических стоков был прекращен, и к 1974 г. число гнездящихся крачек увеличилось до 5 тыс. пар. В Черном море присутствуют все участники этой экологической трагедии: пестициды, водоросли, беспозвоночные животные, рыбы и пестроклювая крачка. Специальное изучение токсикологических аспектов их связей представило бы не только теоретический интерес.

В этой связи заслуживает внимания и тот факт, что в яйцах розового пеликана (*Pelecanus onocrotalus*) из популяции, гнездящейся в дельте Дуная, обнаружен пестицид ДДЕ (производный ДДТ) в количестве 13,3 мг на килограмм массы птицы (Фосси, 1985). Эта концентрация, обращает внимание Фосси, подобна той, которая была обнаружена в яйцах бурого пеликана (*Pelecanus occidentalis*), гнездящегося у берегов Флориды, и которая привела к резкому снижению воспроизводительной способности его популяции. Розовый пеликан, который гнездится, в основном, в румынской части дельты Дуная, а кормится преимущественно

в украинской части дельты, включен в Красную книгу Украины (1994), а по экологическому статусу отнесен к категории видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Количества ДДТ, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК), а именно, 0,5 мг/кг, обнаружены исследованиями водных организмов из дельты Дуная и ее взморья, проведенными под руководством академика НАН Украины Г. Г. Поликарпова (Поликарпов и Рисик, 1977). Превышение ПДК по ДДТ зарегистрировано в мягких тканях речного рака, а также в теле шпрота, леща, сома и барабульки.

К химическим загрязнителям моря относятся также детергенты, или синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). В последние десятилетия они широко используются в промышленности и в быту, прежде всего, как моющие средства.

С речной водой, городскими и промышленными стоками в Черное море ежегодно поступают около 50 тыс. т детергентов (ганзеу 1993). Считается, что при концентрации выше 0,1 мг на 1 кг воды детергенты становятся токсичными для водных организмов (Bellan, 1976). В прибрежных водах, в которых концентрация детергентов превышает это пороговое значение, исчезает бурая водоросль цистозира, отмечает Ж. Беллан. Действительно, в 1970-х и 1980-х гг. цистозира исчезла в местах произрастания на северо-западном побережье Черного моря между мысом Калиakra, на юге, и мысом Аджияск, на севере. Это наиболее опресненный участок побережья, и, возможно, детергенты из речных вод причастны к этому процессу. Во всяком случае, в украинских водах Черного моря содержание детергентов в 2–3 раза превышает предельно допустимые концентрации (ВИуаузку et al., 1998).

Среди загрязняющих море веществ на одном из первых мест в общественном сознании находится нефть. Для этого имеются как объективные, так и субъективные основания. К первым относится то, что нефть, как правило, токсична и при количествах, превышающих пороговые уровни, приводит к угнетению или гибели животных и растений. Субъективные основания заключаются в том, что нефть в море зрима и ощутима в виде пленки на воде, пятен на пляже, «керосинового» запаха рыбы и, конечно, в виде черных потоков, устремленных к берегу от потерпевшего крушение танкера.

При всем этом у нефти как загрязнителя моря имеются и «смягчающие вину обстоятельства». В отличие от многих других химических загрязнителей, нефть предстает собой природный продукт. В моря и океаны она попадала и до человека, и без его участия — в результате просачивания из морского дна, землетрясений и подвижек земной коры. Поэтому у многих морских организмов выработалось определенное

привыкание к нефти. Там, где нефть просачивается постоянно, как например у берегов Калифорнии, морская фауна такая же, как и в местах, где извержений нефти не наблюдается (Straughan, 1976).

Большая группа организмов питается нефтью, например нефтеразрушающие бактерии, другие успешно растут на твердых комках мазута, плавающих на поверхности моря. Это одноклеточные водоросли, грибы, ракообразные моллюски. Нефтяные поля из комков мазута рассматриваются в качестве специфической экологической ниши на поверхности пелагиали (Поликарпов и др., 1971).

Последствия аварийных разливов нефти изучены достаточно обстоятельно. Они зависят от качества и количества нефти и нефтепродуктов и от продолжительности их воздействия на живые организмы. Данные натурных наблюдений и экспериментов показывают, что нефтяные разливы губительны для большинства видов растений и животных. Токсичными свойствами может обладать как сама нефть, так и ее водные экстракты. Лишь немногие моллюски, герметично закрывши створки, в состоянии противостоять нефтяным разливам, да и то всего в течение 2—3 суток. Экологические последствия разливов нефти ощущаются обычно в течение месяцев, а то и лет, особенно в холодных водах, где микробное разрушение нефти протекает медленно.

На Черном море нефтяное загрязнение до настоящего времени не достигало масштабов экологических катастроф. В море нефть поступает, главным образом, с речными и ливневыми водами в количестве около 111 тыс. т в год (Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis, 1997).

6.4. Радиоактивное загрязнение

Под радиоактивным загрязнением, относящимся к сфере изучения радиоэкологии (Поликарпов, 1964, Polikarpov, 1961, 1966), подразумевается появление в абиотических и биотических компонентах экосистем отсутствовавших в них в доядерную эпоху антропогенных радионуклидов или повышенное в сравнении с природным содержание естественных радионуклидов в связи с промышленной деятельностью. Яркий пример этому — поступление и перенос повышенных концентраций ^{90}Sr после аварии на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г. по Днепровскому каскаду в Черное море и далее в Эгейское море (Поликарпов и др., 1988, Polikarpov et al., 1991, Egorov et al., 1999).

Также, как и химические вещества, радионуклиды накапливаются в контурных биотопах моря (Зайцев, Поликарпов, 1964, Поликарпов, 1971, Зайцев, Поликарпов, 2002). При этом морская пена, как ячеисто-пленочный концентрат органических и других поверхностно-активных

частиц, всплывающих из толщи воды и выпадающих из атмосферы веществ, может содержать на многие порядки величин больше токсикантов, чем сам обогащенный ими поверхностный слой, в свою очередь, по сравнению с водной толщей.

Известно, что загрязняющие химические и радиоактивные вещества, инжектированные в атмосферу промышленными предприятиями, а также образующиеся при испытаниях и авариях, оседают из нее с разными полупериодами на земную, в том числе, и особенно, на водную поверхность (Зайцев, 1970, Поликарпов, 1964, Зайцев, Поликарпов, 2002). Илстые биотопы пелоконтур также служат концентрирующей поверхностью, в особенности для химических и радиоактивных веществ, оседающих из пелагиали в виде коллоидов и частиц.

Морские растения и животные накапливают в своих телах, органах и тканях не только химические, но и радиоактивные вещества, создавая в организмах концентрации этих веществ, в десятки, сотни, а иногда и в тысячи раз превышающие их концентрации в воде. Отношение концентрации радионуклида в водном организме к концентрации этого же радионуклида во внешней водной среде называют коэффициентом накопления (Кн).

Величины Кн радионуклидов у многих обитателей Черного моря и приморских водоемов были определены исследованиями Г. Г. Поликарпова и его учеников (табл. 6).

Накопленные водными растениями и животными радионуклиды передаются по пищевым цепям, подчиняясь при этом правилу биомагнификации, и оказывают влияние на организмы, в том числе в виде хромосомных мутаций. Полученные данные (Поликарпов, Цыцугина, 1999, Цыцугина, Поликарпов, 2000) служат фундаментальной базой для изучения индуцированного хромосомного мутагенеза у гидробионтов в зонах антропогенного радиоактивного и химического загрязнения.

6.5. Загрязнение синтетическими полимерами

К числу наиболее характерных загрязнителей морей (как, впрочем, и пресных вод) в настоящее время относятся различные предметы, изготовленные из синтетических полимеров. Современное общество все больше использует всякого рода пластические материалы, в быту получившие общее название «пластиков». Свойства пластиков — прочность, долговечность, легкость, простота изготовления, наконец, дешевизна — привели к тому, что им все чаще отдают предпочтение перед другими материалами.

Полиэфирные волокна заменили собой хлопок, шерсть и холст, фиберглас и ему подобные материалы пришли на смену дереву и стали,

Коэффициенты накопления (Кн) радионуклидов у представителей флоры и фауны Черного моря (Поликарпов, 1964, Polikarpov, 1966)

ВИДЫ	⁹⁰ SR	¹³⁷ CS	⁶⁵ ZN	¹⁴⁴ CE	⁹⁵ ZR	⁹⁵ NB	¹³¹ I	⁵⁴ FE	¹⁰⁶ RU	⁶⁰ CO
РАСТЕНИЯ										
<i>Nitzschia closterium</i>	17	--*	50.00	2.000	--	--	--	--	--	--
<i>Prorocentrum micans</i>	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Ulva rigida</i>	2	--	127	350	--	335	200	730	95	335
<i>Enteromorpha compressa</i>	--	--	--	340	--	--	--	--	--	--
<i>Bryopsis plumosa</i>	--	--	--	640	--	--	--	--	--	--
<i>Cystoseira barbata</i>	43	--	186	350	--	2.038	300	1.060	197	45
<i>Phyllophora nervosa</i>	8	--	--	1.100	2.960	1.020	--	1.650	593	--
<i>Ceramium rubrum</i>	--	--	--	430	--	500	--	100	--	--
<i>Zostera marina</i>	3	--	336	210	1.120	1.094	30	435	181	--
БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ										
<i>Mytilus galloprovincialis</i> тело	--	--	629	35	20	140	20	99	16	125
биссус	--	12	--	1.000	600	3.000	2.000	--	500	186
<i>Calanus euxinus</i>	--	13	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Palaemon elegans</i>	--	--	37	--	--	--	--	--	--	--
<i>Palaemon adspersus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	11
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	--	--	--	220	--	--	--	--	--	--
<i>Sagitta setosa</i>	--	--	--	--	--	--	--	1.800	--	--
РЫБЫ										
<i>Engraulis encrasicolus ponticus</i> икра ястыковая	--	9	--	--	14,5	--	--	--	12	--
предличинка	--	9,4	--	--	34,1	--	--	--	3,6	--
личинки 42–96 час.	--	26,1	--	--	152	--	--	--	26,2	--
<i>Belone belone</i> икра ястыковая	--	--	--	22	24	106	--	--	--	--
оболочка икры	--	--	--	156	56,7	256	--	--	--	--
желток	--	--	--	12	18,7	126	--	--	--	--
<i>Merlangius merlangus euxinus</i> икра ястыковая	--	--	--	152	--	--	--	--	--	--
личинки 24 час.	--	--	--	20,4	--	--	--	--	--	--
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> икра ястыковая	--	--	--	495	--	--	--	--	--	--
личинки 24 час.	--	--	--	538	--	--	--	--	--	--
<i>Psetta maotica</i> икра ястыковая	1,6	8,8	--	308	--	--	--	--	--	--
предличинки	1,8	10,3	--	4,4	--	--	--	--	--	--
личинки	1,3	14,1	--	611	--	--	--	--	--	--

*нет данных

плексиглас и полистирол вытесняют стекло и картон, полиэтилен - лучший упаковочный и изоляционный материал и т. д.

С каждым днем полезность предметов из синтетических полимеров становится все более очевидной и одновременно встает проблема, куда их девать после использования? Пластики вывозят на свалки на суше, закапывают в землю, выбрасывают за борт судна в море, о том не задумываясь, что в природных условиях многие из них разрушаются очень медленно.

В литературе можно встретить сведения о «долгожительстве» различных твердых отходов в морской воде. Так, хлопчато-бумажная ткань полностью разрушается в течение 4—5 месяцев, шерстяная ткань — в течение года. Пеньковый канат выдерживает в воде до полутора лет, окрашенная деревянная доска до 10 лет. Капроновый канат сохраняется в море 100—200 лет, жестяная банка от пива или кока-колы — 200-400 лет, а пластиковая бутылка от питьевой воды или других напитков — до 500 лет. Как видно, синтетические материалы в морской воде в десятки и сотни раз долговечнее природных.

Когда для ловли рыбы применяли сети из хлопчато-бумажной нити, рыбаки для продления срока их службы пропитывали новые сети дубильными веществами, олифой и другими маслами, а после каждого использования в море тщательно промывали в пресной воде и высушивали на воздухе в тени. При таком уходе сети служили несколько месяцев. С появлением капроновых сетей необходимость во всех этих видах ухода отпала. Мокрую сеть, извлеченную из морской воды, складывают без промывки и просушки, а на завтра снова бросают в море. Так продолжается несколько лет, пока разрывы сетного полотна (не его разрушение!) не вынуждают заменить эту сеть новой.

Есть много источников синтетических полимеров, которые оказываются в море. На суше — это различные предприятия, населенные пункты, рекреанты и туристы на берегу. Их отходы, рано или поздно, попадают в реки и море. Рыболовные, торговые, пассажирские и иные суда также могут быть источником попадания пластика в море.

Последствия попадания в морскую среду синтетических материалов тоже разные.

Утерянные рыбаками жаберные сети или обрывки тралов продолжают и после обретения «свободы» улавливать донных и пелагических животных — крабов и других беспозвоночных, рыб, дельфинов, тюленей. Запутавшись в сетях, эти животные погибают. Капроновые сети и лески находят на шеях тюленей, на хвостах дельфинов.

Пластиковые гранулы, плавающие на поверхности моря, заглатываются буревестниками и другими морскими птицами, принимающими их, очевидно, за какие-то организмы нейстона. Не исключено, что птиц

вводят в заблуждение микроскопические водоросли, тонкой пленкой покрывающие поверхность многих пластиков. Такая «пища», особенно принесенная птенцам, может причинить большой вред.

Синтетические полимеры в море могут причинять вред и человеку. Тонкие сети, линии, лески опутывают пловцов и ныряльщиков, сети, канаты и тросы наматываются на гребные винты и валы судов, выводя их из строя. В случаях, когда в пластиковых емкостях содержатся какие-то фармакологические препараты (так называемые медицинские отходы), они могут вредить здоровью человека.

Всевозможные полимерные пленки, кульки, упаковки, бутылки, зарытые в песок на пляжах или в прибрежной зоне моря, задерживают воздухообмен и водообмен в песке, создают застойные участки, в которых погибают многие обитатели песка, ответственные, кстати, за процессы биологического очищения пляжей и морских мелководий от органических веществ. В этом не трудно убедиться, подняв пленку или другой пластиковый предмет, пролежавший несколько дней в пляже. Под ним песок окажется черным, с запахом сероводорода. Это погибли от удушья жившие здесь организмы. Если вспомнить, как много пластиковых отходов попадает в море и как долго они там сохраняются, можно представить себе всю степень вреда от этого вида загрязнения моря.

Кроме всего, отходы из синтетических полимеров наносят большой ущерб эстетическому виду морских побережий, снижая этим их рекреационную ценность.

По уже укоренившейся хорошей традиции, в День Черного моря, 31 октября (в этот день в 1996 г. в г. Стамбуле министры по вопросам окружающей среды всех шести черноморских стран подписали Стратегический план действий по восстановлению и охране Черного моря), общественными организациями, молодежью проводится много полезных акций. В том числе собираются и удаляются большие количества пластиковых материалов, оставленных отдыхающими, выброшенных волнами и засоряющих черноморские пляжи. Как хорошо было бы, чтобы в следующем году этих отходов было бы гораздо меньше!

6.6. Световое и шумовое загрязнение

Негативные последствия этих видов загрязнения моря очевидны, однако их специальных исследований в конкретных условиях Черного моря еще не проводилось. Известно, что увеличение уровня шума сверх природного, искусственные источники мощного света нарушают нормальную жизнедеятельность организмов, воздействуют на их биологические часы, вносят изменение в их поведение. Все знают, что

хорошая рыбалка бывает там, где тихо и нет беспокоящих рыбу огней. В своей практике сбора живого материала в море биологи часто прибегают к ловле на свет от вывешанной за бортом судна лампы. В конусе света в воде тотчас же образуется скопление живых существ — полихет, креветок, крабов и других беспозвоночных животных, а также рыб, которые прервали свои обычные занятия и скопились на неожиданно возникшем в темном ночном море освещенном участке. Рыбаки тоже практикуют лов рыбы на свет.

Все это известно. Но как влияют, например, ночные массовые развлечения на берегу, с их неизбежным сопровождением из громких звуков и яркого света, на морскую жизнь, не известно. Трудно согласиться с тем, что они не мешают, например, вдольбереговым миграциям мальков кефалей к местам нагула или нересту прибрежных рыб. Речь не идет о введении запретов на проведение различных береговых дискотек, но учитывать этот фактор при оценке экологического состояния конкретного участка морского побережья необходимо. По крайней мере, создавать в таких местах охраняемые территории и акватории бессмысленно.

Приблизительно в 50 км на северо-восток от болгарского порта Варна расположен наиболее крупный мыс всего западного побережья Черного моря — Калиакра. Он выступает в море более чем на 2 км и имеет высоту до 70 м над уровнем моря. Его крутые берега обрываются в море, а отколовшиеся под ударами волн каменные глыбы образуют в нескольких десятках метров от берега подводные рифы, хорошо знакомые мореходам с давних времен. К экологии Черного моря мыс Калиакра имеет отношение, как главное местообитание черноморской популяции средиземноморского тюленя-монаха. Тюленя это место привлекает пустынными ненаселенными берегами, подводными пещерами (гrotами) и обилием рыб, которые через эти места мигрируют на нерест, на нагул и на зимовку.

Так продолжалось до 60-х гг. XX столетия. В 1930-х гг. здесь насчитывали до 140 тюленей, в 1941—1945 гг. их численность сократилась до 25—30 особей. В 1966 г. автору довелось увидеть с высоты мыса двух тюленей, игравших в воде. Встечали тюленей до 1979 г., а после 1981 г. ,как следует из Красной книги Болгарии (1985), их уже не наблюдали. Очень редким животным стал средиземноморский тюлень-монах и в других местах Черного моря, а после 1997 г., по сведениям автора, его уже никто в Черном море не видел. Мыс Калиакра потерял свою фаунистическую особенность, но не утратил туристической привлекательности. На его надводных террасах построили рестораны, бары, танцевальные площадки и другие места отдыха, которые стали факторами шумового и светового загрязнения прилегающей части моря. Поэтому, даже если отдельные особи тюленя, следуя за стаями рыб, войдут из Эгейского моря в Черное, они уже вряд ли приблизятся к мысу Калиакра.

Однако громкие звуки и яркий свет на морском берегу представляют собой все же точечные источники загрязнения моря этими физическими факторами. Более серьезно они сказываются в проливах, в которых имеется интенсивное судоходство. В этом отношении Керченский и особенно Босфорский проливы представляют несомненный экологический интерес. Некоторые исследователи допускают, что своеобразный «акустический барьер», который появился в Босфоре в результате усиления движения крупных судов в последние годы, оказался одной из причин резкого сокращения миграций рыб и дельфинов через этот пролив в Черное море на нагул и обратно на зимовку. Во всяком случае, вопрос заслуживает специального изучения.

6.7. Биологическое загрязнение

Биологическим загрязнением моря называют случайное, часто прямо или косвенно связанное с деятельностью человека проникновение в морскую экосистему чуждых ей видов животных и растений. При натурализации (окончательной акклиматизации) на новом месте, пришлые виды могут оказывать угнетающее или деструктивное действие, особенно заметное при массовом размножении пришельцев. Их называют еще экзотическими видами, или экзотами.

В любом случае, появление нового вида в местности, в которой он ранее не проживал, означает вторжение в исторически сложившуюся совокупность флоры, фауны и микроорганизмов, в устоявшееся биологическое равновесие между видами и биологическое разнообразие экосистемы. Это явление представляет собой нарушение сложившихся биологических и экологических устоев, поэтому его называют биологическим загрязнением (Дедю, 1989).

По поводу биологического загрязнения Черного моря пришлыми видами имеется большая литература и в этой книге достаточно ограничиться кратким изложением сути проблемы.

Черное море оказалось водоемом-приемником (реципиентом) для большого количества экзотических видов.

Успешной акклиматизации экзотических видов в Черном море способствует ряд обстоятельств. Среди них — разнообразие мест обитания (биотопов), как в самом море, так и в приморских водоемах-лиманах, лагунах, устьях рек, хорошие кормовые условия для планктоноядных, бентосоядных и рыбаюдных видов. Особенно благоприятствует вселению чужеродных видов низкий «экологический иммунитет» Черного моря. Под иммунитетом экосистемы подразумевается ее устойчивость перед вторжением новых видов со стороны.

Весь окружающий мир живых существ отличается высокой надежностью функционирования. Надежность явилась результатом длительного эволюционного процесса отбора более надежных форм, популяций, видов, сообществ. Термины «хорошая выживаемость» и «высокая надежность» воспринимаются почти как синонимы, а определение надежности организма (популяции, сообщества) почти полностью совпадает с определением надежности технических систем (Гродзинский, 1983).

Одно из условий обеспечения надежности биологических систем связано с явлением антагонизма. Так в экологии называют противоборство организмов, при котором один вид сдерживает или подавляет развитие другого вида. В результате этой конкуренции (за пищу, за нагульные биотопы, за места нереста, зимовки и т. д.) численность одного вида никогда не бывает настолько высокой, чтобы подавлять численность другого. В природе у всех видов имеются свои виды-антагонисты, которые, в конечном счете, поддерживают биологическое равновесие в системах живых существ.

Черное море, в силу низкой солености воды, резких сезонных колебаний температуры и других природных причин, отличается невысоким, по сравнению с «настоящими» морями, биологическим разнообразием. По этой причине экзотические виды, оказавшись в Черном море, не всегда встречают «своих» видов-антагонистов и получают возможности для практически неограниченного размножения на новом месте. Этим объясняется «вспышка» численности многих экзотических видов на первых порах пребывания в Черном море.

Аналогичную закономерность можно наблюдать не только в морях, но и в наземных условиях. Известны мощные «вспышки» численности европейского дикого кролика, акклиматизированного в Австралии, непарного шелкопряда, случайно завезенного в Северную Америку, и другие примеры.

В Черное море экзотические виды проникают преимущественно водным путем. Организмы «путешествуют» либо в составе обрастаний подводной части корпуса судна, либо, чаще, в балластных емкостях судна, в которые они попадают вместе с забортной водой. Вода, принимаемая на судно для обеспечения требуемой посадки и остойчивости, когда полезного груза и запасов для этого недостаточно, набирается обычно в прибрежной зоне. Поэтому она содержит множество планктонных организмов, в том числе личинок пелагических и донных животных. Некоторые организмы, например споры водорослей и покоящиеся яйца беспозвоночных животных, находят благоприятную среду в осадке, который образуется на дне балластных танков. По прибытии в порт назначения водяной балласт выкачивается за борт и организмы оказываются в новых условиях обитания.

Если эти условия для них приемлемы, они начинают приспосабливаться к жизни в новом водоеме.

Однако вселение некоторых экзотических видов не подпадает под определение биологического загрязнения. Речь идет о видах, которые были сознательно вселены в Черное море на основании предварительных исследований.

В 1920-е гг. в приморские водоемы Колхидской низменности для борьбы с малярийным комаром была вселена небольшая рыбка гамбузия (*Gambusia affinis holbrooki*). Гамбузию привезли из Италии, а в Европу она попала, тоже сознательно, из Северной Америки. Благодаря особому устройству челюстного аппарата (вытянутая нижняя челюсть, верхнее положение рта), гамбузия успешно поедает личинок и куколок комаров, которые развиваются в составе гипонейстона пресных вод. Это свойство снискало гамбузии известность как объекта биологической борьбы с комарами. Наряду с другими мерами, вселение гамбузии способствовало преодолению малярии в кавказском регионе Черного моря. Будучи достаточно эвригалным видом, гамбузия встречается в прибрежных водах многих опресненных районов Черного моря.

Пиленгас (*Mugil soiuy*) был вселен в Черное море, также после предварительных исследований, как ценный промысловый вид рыбы (Zaitsev and Öztürk, 2001). В 1972—1982 гг. мальки пиленгаса доставлялись самолетами из низовьев реки Амур и прилегающих вод Японского моря и выпускались в Молочный лиман Азовского моря и лиманы северо-западной части Черного моря. Вселенец прижился, размножился и в конце 1980-х гг. стал объектом промысла во всех черноморских странах, проник в Средиземное море. По мнению известного ихтиолога Н. В. Ларина (2003), правильное научное название кефали пиленгаса — *Liza haematocheila* (Temminck et Schlegel, 1845), однако в этой работе еще используется привычное название вида.

Конкурентных отношений с местными видами кефалей и с другими рыбами не отмечено. По обстоятельным исследованиям Т. Я. Чечун (2003), основную часть рациона пиленгаса в Азовском и Черном морях составляют донные фораминиферы, гарпактикоиды, личинки моллюсков, полихет и другие представители мейобентоса. Таким образом, априорные обвинения в адрес пиленгаса, как конкурента и даже хищника по отношению к местным видам, должны быть сняты. Есть сведения, что внутренние паразиты пиленгаса перекочевали в тела местных кефалей и наоборот, но изменений запасов местных кефалей не зарегистрировано.

Иначе обстоят дела с некоторыми видами, которые случайно попали в Черное море и прижились в нем. Большинство из них, по всей вероятности, находились в балластных водах судов и с ними попали в Черное море.

Считают, что в течение XX столетия таким путем в Черное море попали не менее полусотни видов растений и животных. Происходят они из различных районов мирового океана, но большинство — из прибрежных вод бореальной части Атлантического океана.

Влияние основной части случайных вселенцев на местную фауну и флору не вызывает серьезных опасений, а некоторые из них оказались даже полезными. Например, небольшой краб *Rhithropanopeus harrisi tridentata*, получивший на Черном море название голландского, потому что завезли его предположительно из залива Зейдер-Зе Северного моря, считается полезным, так как им активно питаются местные промысловые рыбы — бычки, глосса, калкан, осетровые (Zaitsev and Óztürk, 2001), хотя в Каспийском море он однозначно оценен как вредный пришелец, поедающий корм бентосоядных рыб и повреждающий улов в сетях. Вообще, делить виды на полезные и вредные, хорошие и плохие - занятие не из простых, если вообще такая классификация возможна. Поэтому чаще используют формулу «вид приносит больше пользы, чем вреда» или наоборот.

Однако в отношении некоторых вселенцев оценки носят вполне определенный характер: это вредные виды, от которых экосистема Черного моря и ресурсы промысловых видов несут очевидные убытки. Таких видов, к счастью, немного, но «стоят» они дорого, как в выражениях «экологической валюты», (по Ю. Одуму), так и в денежном выражении.

Крупный брюхоногий моллюск рапана (*Raparia thomasi*), родом из Японского моря, впервые в Черном море был обнаружен в 1946 г. (рис. 15) Предполагают, что рапана была завезена в начале 1940-х гг. судном, к днищу которого была прикреплена кладка ее яиц. Впрочем, пелагические личинки этого вида вполне могли находиться и в балластных танках. Рапана настолько успешно размножилась, вначале у Кавказского побережья, что в 1950-е гг. уничтожила почти всех устриц на крупной Гудаутской устричной банке, а затем принялась за мидию и морского гребешка, населявших ту же банку. Позже рапана начала уничтожать поселения мидии у Южного берега Крыма, а затем у берегов Болгарии и Турции. В 1980-е гг. на азиатском рынке появился спрос на мясо черноморской рапаны и моллюска стали интенсивно вылавливать. Вначале добыча велась аквалангистами вручную, затем начали применять донные тралы. Добыча резко снизила численность популяции рапаны и ее давление на местных двустворок, но это единственный пример того, как деятельность вредного вида, случайно вселенного человеком, им же была существенно ослаблена.

Благодаря специальной литературе и в средствах массовой информации широкую известность получил атлантический гребневик мнемнопсис

(*Mnemiopsis leidyi*). Предполагают, что в Черное море его завезли в балластных водах из прибрежной зоны атлантического побережья Северной Америки, например, из Чесапикского залива (рис. 14). Первые экземпляры этого крупного (до 10—11 см в длину) медузоподобного существа в Черном море были замечены в 1982 г. После этого им занялись многие биологи, выяснившие, что тело мнемиипсиса на 99% состоит из воды, что он быстро растет и обладает высокой плодовитостью, а его основную пищу составляют беспозвоночные зоопланктона, а также икра и личинки рыб.

К концу 1980-х гг. общая биомасса мнемиипсиса в Черном море, по оценкам академика М. Е. Виноградова, приблизилась к рекордному уровню, одному миллиарду тонн. Для сравнения, даже биомасса «тяжеловесной» медузы аурелии, в пору ее наивысшей численности в Черном море в 1980–1981 гг. не превышала 225 миллионов тонн. При столь высокой численности и крупных размерах мнемиипсис стал серьезным пищевым конкурентом планктоноядных рыб, а как потребитель их икры и личинок — прямым врагом.

Основной пострадавшей стороной в этом экологическом конфликте оказалась хамса, главная промысловая рыба Черного моря. Это ее корм, ее икру и личинок поедает размножившийся новосел мнемиипсис. В результате в 1989—1990 гг. произошло катастрофическое падение уловов хамсы. По оценкам профессора Дж. Кейди и д-ра Р. Гриффитса из Организации по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО) ООН, это падение уловов принесло черноморским странам убытки в 200 миллионов долларов США в год. Еще более значительные убытки связаны с простым рыбодобывающего флота, рыбпортов, рыбзаводов и всей инфраструктуры отрасли.

Проблема мнемиипсиса в Черном море обрела международное значение, и в марте 1995 г. в г. Женеве (Швейцария) было созвано заседание рабочей группы GESAMP (Объединенная группа экспертов по научным аспектам охраны моря). Это был первый случай, когда экологическая проблема Черного моря рассматривалась на уровне экспертов ООН. В числе рекомендаций, предложенных экспертами, было вселение в Черное море естественных врагов мнемиипсиса, среди которых был назван хищный гребневик берое (*Berne*). Пока рекомендация GESAMP обсуждалась в соответствующих ведомствах черноморских стран, в 1997 г. в Черном море, одновременно гидробиологами нескольких стран, был обнаружен гребневик *Berne ovata* (Nastenko, Polischuk, 1999). Его завезли, очевидно, тоже в балластных водах и, встретив богатую подходящую кормовую базу (берое специализирован на поимке и поедании именно мнемиипсиса), он прижился и размножился. Популяция мнемиипсиса начала резко снижаться, а уловы хамсы — заметно увеличиваться (рис. 36).

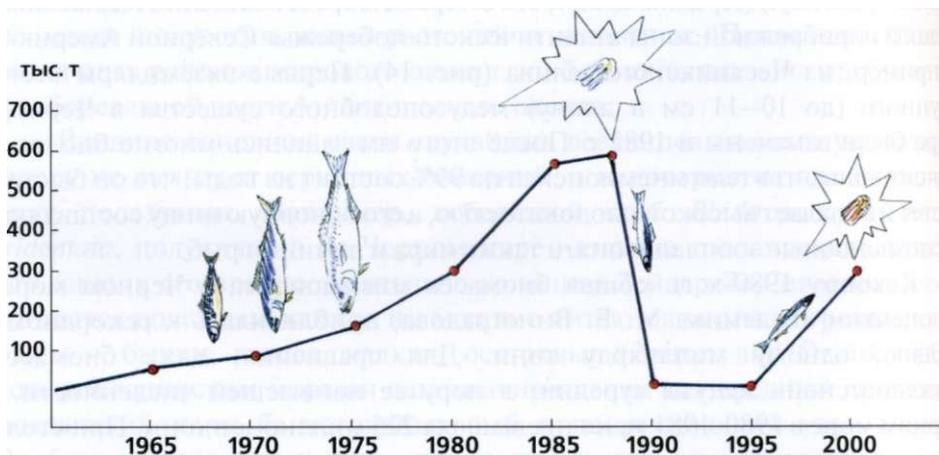


Рис. 36. Многолетняя динамика уловов рыбы, в основном хамсы, в Черном море. Обращает на себя внимание резкое падение уловов хамсы после вспышки численности гребневика мнemiопсиса в конце 1980-х и начале 1990-х гг. и увеличение ее вылова после вспышки численности антагонистического вида - гребневика берое в конце 1990-х гг. Изображениями скумбрии, пелагиды и луфаря отмечено окончание промысла этих видов в Черном море (по, гаквеу, 1993 с дополнениями)

Пройдет некоторое время, берое выест мнemiопсиса до какого-то минимального уровня, а затем и его численность упадет. Этим воспользуется мнemiопсис и снова размножится, в результате чего запасы хамсы упадут. Наступит пора размножаться берое (появился корм) и история повторится. И так без конца. Новым окажется лишь то, что гребневика мнemiопсиса и берое уже никогда не исчезнут в Черном море, а конкурентная борьба этих видов-антагонистов будет поочередно определять урожайные и неурожайные годы в отношении хамсы и других рыб. На этом примере особенно понятно, сколь важна проблема непреднамеренного вселения чужеродных, или экзотических видов.

Другие случайные новоселы Черного моря еще не снискали себе печальной славы мнemiопсиса или рапаны, однако такое не исключено. Особенно в связи с тем, что в новых местах обитания переселенцы нередко начинают вести себя совсем не так, как в родных водах. Но поведенческие (этологические) изменения экзотов — особая тема для обсуждения, и здесь нет возможности ее развить.

Другие вселенцы, в том случае, если они обоснуются и размножатся в Черном море, могут задеть интересы человека и об этом следует упомянуть в контексте биологического загрязнения моря.

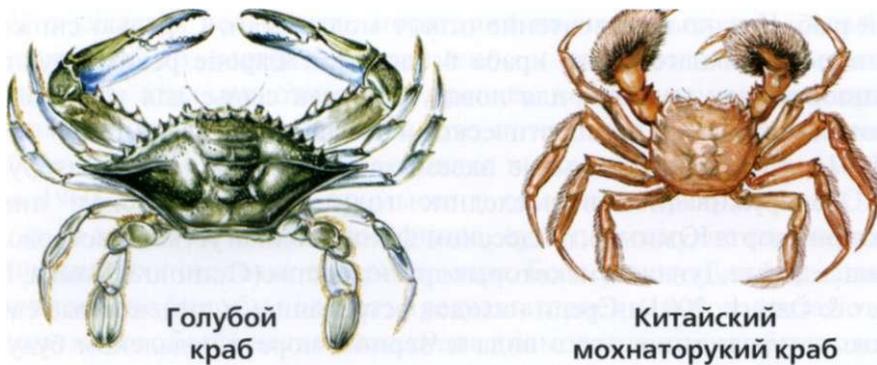


Рис. 37. Два экзотических вида крабов, голубой и китайский мохнаторукий, в случае успешной акклиматизации в Черном море могут стать факторами существенного воздействия на местные виды беспозвоночных и рыб

Крупный плавающий голубой краб (*Callinectes sapidus*) в Черном море пока встречается единично (рис. 37). Однако природные условия, в том числе низкая соленость воды, ему подходят и он может стать массовым. В этом случае его появление будут оценивать по-разному. Рыбаки отнесут его к злостным врагам: плавающий голубой краб легко находит рыболовные сети и повреждает улов, предпочитая внутренние органы рыбы. Достаточно представить себе сеть с дунайской сельдью, в которой у всех рыб вырваны брюшные части тела. Гурманы же, наоборот, будут только рады появлению своего, а не заморского изысканного деликатеса. В США голубого краба даже специально разводят для гастрономических целей.

По поводу другого вероятного вселенца, китайского мохнаторукого краба (*Eriocheir sinensis*), опасений гораздо больше, чем в случае с голубым крабом (рис. 37). Этот краб, случайно завезенный судами в Европу в 1912 г., предположительно из Желтого моря, попал вначале в низовья р. Эльбы, а оттуда начал быстро расселяться вдоль берегов Западной Европы и в настоящее время встречается в больших количествах во многих реках и их устьевых частях в Германии, Бельгии, Голландии, Дании, Франции, Швеции и Финляндии. О численности этого краба можно судить по данным, приведенным в литературе (Gollash et al., 1999). Весной 1998 г. в р. Эльбе вручную за два часа было поймано 850 кг (75 тыс. особей) краба. Дневной вылов может достигать 2 тыс. кг молодых крабов (180 тыс. особей). Мохнаторукий краб, как ни один другой краб, поднимается вверх по течению рек на сотни и тысячи километров от устья, роет норы в земляных берегах, чем ускоряет их разрушение, приводит к быстрому заилению рек и их рукавов, создает серьезные помехи для судоходства. Питается растениями, различными беспозвоночными, рыбами (в том числе пойманными в сетях)

икрой рыб, однако предпочтение отдает моллюскам. С целью снижения численности мохнаторукого краба в Западной Европе рекомендуют его использовать как наживку для лова угрей, как сырье для изготовления кормовой муки, как фармацевтическое и отчасти пищевое сырье.

В Черном море отдельные экземпляры китайского мохнаторукого краба обнаруживались в последние годы в Григорьевском лимане (акватория порта Южный), в Одесском заливе, вблизи устья Днестровского лимана, в дельте Дуная и в некоторых других местах (Gomoiu & Skolka, 1998, Zaitsev & Oztiirk, 2001). Среди находок встречались и яйценосные самки, так что натурализация этого вида в Черном море в недалеком будущем вполне возможна. В Дунайском биосферном заповеднике (Украина) в ноябре 2003 г. обнаружены экземпляры китайского мохнаторукого краба с шириною панциря 7,5 и 10,5 см (Е. Волошкевич, личное сообщение), что значительно превышает максимальные размеры этого вида, приводимые в литературе (Gollash et al., 1999).

6.8. Неуправляемый промысел живых ресурсов моря

В ряду отрицательных видов воздействия человека на природу Черного моря, перечисленных в Стратегическом плане действий (Strategic Action Plan, 1996), названо неуправляемое и неконтролируемое изъятие морских биологических ресурсов. В этой связи жертвами перелова чаще называют дельфинов, осетровых, калкана. Не исключая причастности рыболовства к резкому снижению численности этих живлтных, необходимо добавить, что к нему имеют отношение и другие факторы, так или иначе связанные с деятельностью человека. Для калкана — это гибель рыб от сезонной гипоксии на шельфе, для осетровых — неэффективный нерест из-за плотин, сооруженных на реках на нерестовых миграционных путях рыб, а для дельфинов — накопление токсических веществ в конечных звеньях пищевых цепей, к которым из обитателей Черного моря относятся дельфины и рыбаодные птицы.

Однако при всех обстоятельствах регулирование добычи морских ресурсов в Черном море представляет собой одно из важных условий обеспечения их устойчивого воспроизводства и устойчивого промысла. Это особенно важно в связи с тем, что большинство промысловых видов рыб Черного моря имеют трансграничное распределение: в своих нерестовых, кормовых и зимовальных миграциях они многократно пересекают государственные границы. В этих условиях только научно обоснованные и международно согласованные сроки, способы, условия промысла и квоты добычи помогут уберечь биологические ресурсы Черного моря от истощения вследствие неуправляемого рыболовства.

Что касается дельфинов, мораторий на их добычу в Черном море продолжается до настоящего времени, и это позволяет удерживать численность этих животных на уровне, по различным экспертным оценкам, от 10 тыс. до 50 тыс. голов. Это, по крайней мере, в 20 раз меньше, чем было в 1950-е гг., когда проводился их промысел, и в 6 раз меньше, чем в 1960-е гг., когда их промысел в основном прекратился. Однако принятый запрет на добычу дельфинов, судя по всему, не способствовал увеличению их поголовья в Черном море. Более точную информацию на этот счет можно было бы получить в результате специального учета по всему Черному морю с борта нескольких судов и самолетов, как это было сделано в последний раз в середине 1980-х гг. Однако факт поражения дельфинов токсическими веществами сомнений не вызывает. Так, в период массовой гибели дельфинов в 1989—1990 гг. были проведены токсикологические исследования образцов их жира (Биркун, Кривохижин, 1996). В результате удалось выяснить, что содержание ДДТ и гексахлорциклогексана у азовок оказалось в среднем в пять раз выше, чем у афалин, и в десять раз выше, чем у белобочек. Очевидно, не случайно тогда около 80% от общего количества выброшенных на берег мертвых дельфинов составляли именно азовки. Наряду с пестицидами, в организм дельфинов поступают также другие химические и радиоактивные вещества. Как показали исследования, выполненные под руководством Г. Г. Поликарпова (1992), со сбросными водами из рисовых чеков и стоками химических заводов в Каркинитский залив поступают, в частности, большие количества ртути. В мышцах и печени азовки из этого района была обнаружена ртуть в количествах, значительно превышающих предельно допустимые концентрации (Биркун, Кривохижин, 1996). Кроме названных причин, серьезное влияние на численность дельфинов оказывает их попадание в орудия лова рыб и последующая гибель от асфиксии. Особенно подвержена этому азовка, использующая донную пищу (Birkun, 2002). По данным ряда авторов (Tonay and Oztürk, 2003, Radu et al., 2003), наибольшую опасность для дельфинов представляют крупноячеистые донные сети, которые применяются для лова калкана.

6.9. Негативные экологические последствия массового туризма и рекреации

Рекреацией (отлат. *recreatio* — отдых, восстановление, выздоровление) называют восстановление здоровья и трудоспособности путем отдыха на лоне природы или во время туристической поездки либо похода, связанных с посещением интересных для обозрения мест. Как оздоровительное

мероприятие, рекреация на морском берегу называется талассотерапией, одним из видов климатотерапии — использования природных условий внешней среды и особенностей климата в лечебных и оздоровительных целях.

С позиций экологии, рекреация на морском берегу представляет собой один из потенциально опасных видов отрицательного воздействия человека на морскую среду. В этой связи используют понятия «рекреационная емкость ландшафта» и «рекреационная нагрузка» (Дедю, 1989). Рекреационная емкость ландшафта — это способность территории обеспечить определенное количество отдыхающих психофизиологическим комфортом и возможностями для спортивно-укрепляющей деятельности без деградации природной среды. Выражается числом людей (или человеко-дней) на единицу площади (или на рекреационный объект) за определенный отрезок времени. При оценке рекреационной нагрузки рассматривается лишь выносимость природных комплексов и рекреационных объектов, а при оценке рекреационной емкости ландшафта обращается внимание на степень комфорта (Дедю, 1989).

При несоблюдении норм рекреационной нагрузки и превышении рекреационной емкости ландшафта происходит рекреационная дигрессия, выражающаяся в негативных изменениях в природных биотопах под влиянием их интенсивного использования для отдыха населения.

К основным видам рекреационного воздействия на морское побережье в зонах супралиторали, псевдолиторали и верхней сублиторали (рис. 38) относятся следующие:

а) механическое воздействие — вытаптывание пляжей и морского дна, их уплотнение и связанное с ним ухудшение аэрации песка, повреждение и уничтожение живых организмов;

б) химическое и бактериологическое воздействие — внесение в пляжи, в морское дно и в воду химических и органических веществ (остатки пищи, окурки, экскреты организма и т. д.), что приводит к ухудшению качества пляжей, морской воды и дна и условий для жизни морских организмов;

в) неуправляемое собирательство морских организмов и охота на них; для морской экосистемы особенно опасны сбор и уничтожение растений и животных, ответственных за биологическое очищение прибрежной зоны: водорослей и морских трав — генераторов кислорода, мидий, губок и других фильтраторов, креветок, крабов и других потребителей органических остатков;

г) беспокойство, причиняемое рыбам и другим существам; из-за присутствия в воде большого числа активных рекреантов животные покидают прибрежную зону, прекращают свои занятия, укрываются, задерживают миграции;

д) при проведении на морском берегу массовых развлекательных мероприятий, например ночных дискотек, прибрежная зона подвергается к тому же шумовому и световому загрязнению.

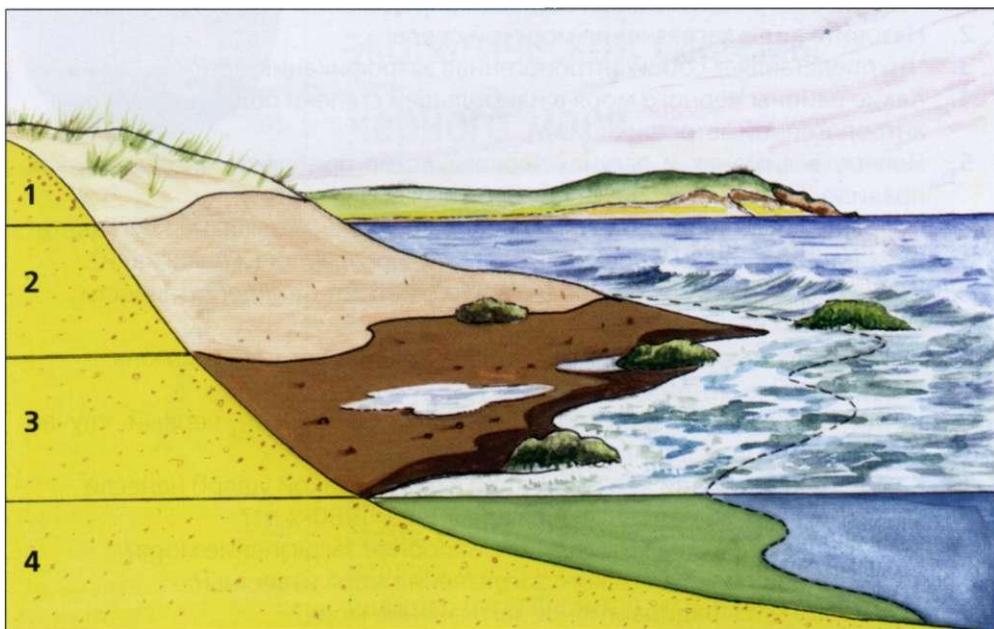


Рис. 38. Основные биотопы псаммоконтура моря (схема): 1 - дюны, биотопы не смачиваемые морской водой, населенные растениями-ксерофитами и наземной фауной; 2 — супралитораль, временами смачиваемая брызгами волн, населенная видами наземной и морской флоры и фауны; 3 - псевдолитораль, регулярно смачиваемая морскими волнами, населенная преимущественно морскими организмами; 4 — верхняя сублитораль, постоянно покрытая морской водой, населенная исключительно морскими организмами

**Вопросы к главе 6 для семинара (тренинга)
по экологии Черного моря**

1. Что такое загрязнение моря согласно определению МОК ЮНЕСКО?
2. Назовите виды загрязнения морской среды.
3. Что представляет собой антропогенная эвтрофикация моря?
4. Какие районы Черного моря в наибольшей степени подвергаются антропогенной эвтрофикации?
5. Почему в лиманах и лагунах экологические проблемы протекают, как правило, более остро, чем в прибрежных водах моря?
6. Что такое «цветение» воды и какие факторы его вызывают? Как «цветение» воды в Черном море сказывается на прозрачности пелагиали?
7. Какие морские организмы более всего страдают от недостаточности солнечного света?
8. Что такое гипоксия в придонных слоях воды на шельфе и чем она вызывается?
9. Когда и где в Черном море был зарегистрирован первый случай массового замора донных организмов?
10. Какие донные организмы гибнут при заморе? Какой ущерб нанесли заморы на северо-западном шельфе в 1970-1980-х гг.?
11. В каких случаях и чем вызывается микробное загрязнение моря?
12. Какие источники химического загрязнения моря известны?
13. Чем вызывается радиоактивное загрязнение моря?
14. Приведите примеры коэффициентов накопления радионуклидов в телах морских организмов.
15. Приведите примеры загрязнения моря синтетическими полимерами.
16. Имеют ли значение для морских организмов шум и яркий свет в прибрежной зоне?
17. Что такое биологическое загрязнение моря?
18. Приведите примеры, когда случайные вселенцы вызвали в Черном море наиболее серьезные экологические последствия.
19. В чем опасность неуправляемой добычи морских организмов?
20. Считается ли пелингас промысловой рыбой в районе ваших наблюдений?
21. Ведется ли подводная охота на рыб аквалангистами и как она регламентируется?
22. Могут ли экскурсии и отдых на берегу быть факторами отрицательного воздействия на морские организмы?
23. Какие представители морской флоры и фауны в прошлом были многочисленными в вашем районе, а в настоящее время стали редкими либо исчезли?
24. Встречаются ли на вашем участке побережья живые устрицы?



7

Возможности и пути оздоровления экологической системы Черного моря

В силу ряда объективных обстоятельств, обусловленных физико-географическими особенностями Черного моря и его водосборного бассейна, развитием экологически агрессивных технологий в народном хозяйстве, а также нерациональной эксплуатацией природных ресурсов человеком, на протяжении нескольких последних десятилетий морской экосистеме был нанесен серьезный ущерб. Это, в первую очередь, касается главного северо-западного шельфа моря, который на протяжении столетий считался его основной «житницей». Исправление нанесенного ущерба потребует больших стартовых усилий в течение ближайшего времени. Это необходимо для того, чтобы заложить основы устойчивых природоохранных мероприятий на дальнейший период. Осуществить это будет невозможно без продуманного планирования и координации действий многих партнеров, в том числе национальных и местных властей всех шести прибрежных стран.

На такую работу нацеливает принятый в 1996 г. шестью черноморскими государствами Стратегический план действий. Это не просто очередной документ с научно обоснованной схемой оздоровления природной среды, а ясно и точно сформулированное прагматичное изложение общих для черноморских стран целей и задач, а также путей их решения.

В настоящий период черноморские страны переживают время экономических трудностей и не готовы к срочным дорогостоящим природоохранным мерам. Поэтому Черноморская Экологическая Программа (ЧЭП), работавшая в 1994—1998 гг., предложила правительствам черноморских стран развивать для этой цели инновационные механизмы.

В частности, высказана идея создания Черноморского экологического фонда, который мог бы пополняться за счет отчислений от прибылей таких отраслей, как транспорт, туризм, инспекция и охрана Черного моря. Такая мера, по мнению ЧЭП, будет способствовать ускорению экономического роста и позволит избежать перекладывания решения экологических проблем на плечи следующих поколений, что окажется дороже и сложнее, как по экономическим, так и по этическим критериям.

Имея в виду макроэкологические проблемы Черного моря, предстоит решить еще одну сложную задачу — координацию природоохранных мер на Черном море с аналогичными программами в бассейнах Дуная, Днепра и других крупных рек. Интегрирование этих работ в Стратегию управления экосистемой Черного моря относится к числу приоритетных задач ближайших лет. Необходимо объединение усилий всех черноморских стран и стран водосборного бассейна. Охрана Черного моря не может быть осуществлена на односторонней основе. Даже такие, на первый взгляд, частные и локальные экологические воздействия, как выпуск в море неочищенных вод у данной точки побережья или уничтожение молоди рыб, которые впоследствии должны были мигрировать в воды другой страны, затрагивают экономические интересы нескольких государств.

Однако многие экологические проблемы на Черном море имеют локальный характер и порождаются местными причинами. Их решение зависит, в первую очередь, от местных администраций, а также от понимания и помощи со стороны общественных организаций, обладающих необходимой информацией. Эти проблемы касаются в основном прибрежной зоны моря и приморских водоемов.

Наиболее насыщенная жизнью и в то же время экологически наиболее уязвимая прибрежная зона моря особенно нуждается в охране, которая, по существу, сводится к разумному (рациональному) использованию ее ресурсов. В этой связи можно выделить четыре основные задачи, которые необходимо решать: 1) недопустимость эксплуатации некоторых видов ресурсов прибрежной зоны; 2) сложность определения приоритетности использования ресурсов; 3) недостаточность информации (невежество) и 4) предыдущие ошибочно принятые решения. Наиболее сложная из этих задач, по всей видимости, связана с неосведомленностью, ибо без достаточных знаний невозможно определить приоритеты, а решения в таких случаях принимаются произвольно либо на основании каких-то личных

критериев. В последнем случае нередко получают сиюминутный выигрыш взамен долгосрочной выгоды.

Трудности охраны прибрежной зоны значительно возрастают, когда речь идет о городских побережьях с их разнообразным влиянием на морскую среду. Комплексные исследования экологов и экономистов сложной системы взаимоотношений между человеком и урбанизированным побережьем еще только начинаются. К тому же нередко лица, принимающие решения на местах, похоже, и не предполагают необходимости комплексного, экосистемного подхода. В результате возникают сложные экологические и экономические проблемы, часто порождающие социальные конфликты, на решение которых затрачивается много времени, сил и средств.

Важным условием оздоровления экологической системы Черного моря является признание и соблюдение принятых страной соответствующих международных обязательств. Среди них следует назвать Рамсарскую конвенцию о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение (1975), Конвенцию о биологическом разнообразии (1993), Бухарестскую конвенцию о защите Черного моря от загрязнения (1992), Одесскую декларацию по охране Черного моря (1993), Стратегический план действий по восстановлению и охране Черного моря (1996) и другие документы.

Однако в любом случае, когда необходимость принятия решения доходит до отдельного человека, многое зависит от его личной осведомленности в вопросах экологии Черного моря, его экологических убеждений и экологической этики.

Поэтому охрана моря, и в первую очередь его прибрежной зоны, включает в себя процесс экологического образования, который должен быть частью обширной Стратегии Охраны Земли с ее тремя основными целями: 1) сохранить основные экологические процессы в биосфере как механизмы поддержания жизни на Земле; 2) сохранить генетическое разнообразие живого, сокращение которого принимает угрожающие масштабы и 3) обеспечить устойчивое использование биологических видов и экосистем нынешнему и будущим поколениям (Boaden, Seed, 1985). Это ясные и научно обоснованные цели. Однако их достижение зависит не только от совершенства технологий производства, квалификации производителей материальных благ и строгого, повсеместного контроля за соблюдением действующего законодательства. В большой степени это зависит также от личных знаний и убеждений каждого, полученных от выученных уроков экологии. Но и это еще не все.

Кто-то из мудрых сказал, что знания должны привести к действию, однако понимание умом бесполезно, если оно не связано с моральными обязательствами. Когда человек остается наедине с природой, только его личные знания, убеждения и этические принципы определяют

его решения и формулируют правила его поведения по отношению к природе. Рассуждая об этом, известный эколог и философ О. Кинне (Kinne, 1997) подчеркивает, что человек, как вид, не является центром вселенной. Он лишь один среди миллионов других видов и часть процесса жизни — точно так же как дельфин, мышь или вирус. На протяжении миллиардов лет жизнь на Земле эволюционировала, теснейшим образом увязав и интегрировав биологические виды в сбалансированные экологические системы. Сами по себе виды, даже такие как человек, *Homo sapiens*, не могут существовать отдельно от экосистем, частью которых они являются и к жизни в которых они приспособлялись тысячами предшествовавших поколений. И мы будем сурово наказаны, если не сможем установить новые равновесные отношения между нашей современной жизнью и природой, считает О. Кинне.

Для того чтобы содействовать распространению в среде специалистов и всех природопользователей, особенно среди юного поколения, этических принципов и убеждений по отношению к природе, профессор Отто Кинне (Германия) и академик Геннадий Григорьевич Поликарпов (Украина) основали в 1998 г. Международный Союз Экоэтики (Eco-Ethics International Union) с девизом «Человечество сможет выжить только с новой концепцией этики: с Экоэтикой». В настоящее время МСЭ насчитывает сотни членов в десятках стран мира и открыт для всех разделяющих его взгляды и принципы. Обращения о членстве можно посылать по адресам:

EEIU Headquarters:

Nordbunte 23 & 25, 21385 Oldendorf/Luhe, Germany,

Fax: +49 4132-8883; e-mail: eeiu@eeiu.org

Academician Prof. Gennady Polikarpov,

Institute of Biology of South Seas,

National Academy of Sciences, 2,

Nahimov Prospect, Sebastopol, 335011

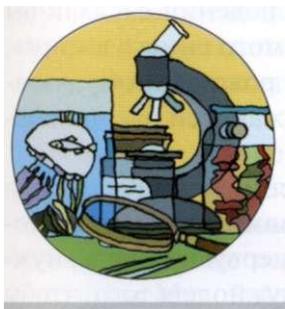
Ukraine (tel. + 380 692 526629/524827;

Fax: + 380 692 453578/592813;

e-mail: [ggp@iur.Sebastopol, ua](mailto:ggp@iur.Sebastopol.ua))

**Вопросы к главе 7 для семинара (тренинга)
по экологии Черного моря**

- 1.** Какие экологические проблемы на вашем участке побережья Черного моря вызваны местными причинами и должны решаться на местном уровне?
- 2.** Что такое трансграничный перенос загрязняющих веществ?
- 3.** Какие экологические проблемы современного Черного моря вызываются не только местными, но также внешними факторами и должны решаться на международном уровне?
- 4.** Назовите некоторые международные конвенции и другие правовые документы, относящиеся к Черному морю и приморским водоемам?
- 5.** От чего зависят и как формируются экологические убеждения у человека?
- 6.** Что такое экологическая этика (экоэтика)?
- 7.** Проводились ли в вашей части Черноморского побережья природоохранные мероприятия? Если проводились, ответьте на следующие вопросы.
- 8.** Функционируют ли заповедники, заказники, национальные парки и другие охраняемые территории и акватории? Какие виды, сообщества, местообитания и ландшафты они призваны охранять?
- 9.** Действуют ли правила рыболовства, временно либо постоянно запрещающие или ограничивающие добычу рыб и других биологических ресурсов моря?
- 10.** Ведутся ли регулярные наблюдения за микробным загрязнением прибрежных вод и определяется ли их пригодность для купания людей?
- 11.** Проводится ли очистка сточных вод перед их выпуском в море?
- 12.** Проводятся ли акции по сбору синтетических полимеров и других предметов, загрязняющих пляжную зону?
- 13.** Действуют ли в вашей местности неправительственные общественные организации (НОО) природоохранного направления?
- 14.** Какие общественные акции по охране прибрежной зоны Черного моря были предложены и успешно проведены НОО?
- 15.** Какие дополнительные природоохранные меры следовало бы, по вашему мнению, осуществить в конкретном районе Черноморского побережья? Дайте обоснование вашему предложению.



Как самому оценить экологическое состояние прибрежной зоны моря при помощи доступных средств

8

Получить представление о биологии и экологии прибрежной зоны моря и на этом основании дать предварительное заключение о состоянии прибрежной экосистемы можно и своими силами. Конечно, экспедиция в составе высококвалифицированных специалистов, вооруженных современной техникой, даст гораздо более полную и обстоятельную оценку. Однако экспедиции работают нечасто и не везде, а их организация и проведение требуют больших материальных и временных затрат.

Любители же природы, юные натуралисты, студенты на практике посещают различные участки побережья и, обладая основными начальными знаниями, хотя бы в рамках этой книги, могут заметить и пронаблюдать многие явления и события, в том числе и такие, которые не попали в поле зрения однажды работавшей здесь научной экспедиции. Результаты таких наблюдений могут существенно дополнить представления о состоянии природы края.

Автор не сомневается в том, что отряды любителей природы, используя единую систему наблюдений на северных, южных, западных и восточных берегах Черного моря, могли бы оказывать большую помощь в познании нашего общего моря и в оценке тех изменений, которые оно претерпевает. Проанализированные

и обобщенные специалистами материалы этих наблюдений сделали бы весомый вклад в изучение биологии и экологии «самого синего в мире». Сказанное в равной мере относится к соседнему и родственному Азовскому морю, где живут люди неравнодушные к окружающей нас природной среде.

Успешные наблюдения в прибрежной зоне моря можно проводить и собственными силами, в одиночку или вместе с друзьями. Однако для этого необходимо соблюдать определенные правила. В первую очередь, нужно хотеть этого, понимая, что общение с природой нужно для того, чтобы узнать о ней новое, а заодно — переключиться на иной вид занятий и отдохнуть от повседневных забот. Если такая цель есть, необходимо помнить, что полноценным натуралистическим наблюдениям мешают некоторые наши привычки, которых мы, возможно, и не замечаем сами.

Нужно прекратить разговоры на посторонние темы, потому что они отвлекают. Темные очки не позволяют различать естественные цвета морской воды, песка, прибрежных камней и их живых обитателей. Музыка отвлекает от звуков природы, а табачный дым — от ее запахов. Иными словами, нужно «превратиться» в зрение, слух, обоняние, разговаривать следует тихо и только по теме наблюдений.

С собой необходимо иметь записную книжку, чтобы заносить все результаты наблюдений. Желательно иметь термометр для измерения температуры воды, карманную лупу, линейку с ценой деления 1 мм, фотоаппарат, бинокль.

Зачем все это, может спросить иной скептически настроенный человек? Пусть бы себе дети и молодежь бегали, играли, купались и укрепляли свое здоровье на берегу. Одно не исключает другого, и каждый использует природу в соответствии со своими интересами. Что касается натуралистов, любителей и профессионалов, то они получают удовольствие от самого процесса общения с первозданными ценностями, которые таит в себе дикая природа. Кроме того, эти занятия, требующие большого терпения, умения и целеустремленности — хорошая школа естествознания, особенно для молодежи, а также ненавязчивый способ воспитания правильных экологических взглядов и убеждений.

И еще одно существенное обстоятельство необходимо отметить в этой связи. В наше время, в результате прямого или косвенного влияния человеческой деятельности, природа все сильнее испытывает то, что в экологии называют антропогенным прессом. Последствия такого «пресса» бывают разными, но почти все они изменяют природу в худшую для человека сторону.

Различные «следы» человека находят всюду на вершинах гор и на равнинах, в реках, морях и океанах. Однако в горах таких следов меньше,

чем на равнинах и в глубинах океанов потому, что все скатывается, сползает и стекает сверху вниз. До наибольших глубин океанов они пока еще не доходят, а в низовьях рек и в морях обнаруживаются в избытке.

Черное море некоторые считают одним из самых загрязненных морей мира, но это не так. Загрязнено не все Черное море, а отдельные его прибрежные мелководные районы, такие как северо-западная часть. Центральные же воды моря, да и прибрежные воды Южного Крыма, Кавказа и Малой Азии находятся в удовлетворительном экологическом состоянии. Однако средства массовой информации обращают внимание больше на чрезвычайные ситуации, катастрофы и редко показывают ту природу, которую человеку приятно видеть. Да и некоторые руководители неправительственных организаций, ориентированных на проблемы экологии, то ли по незнанию, то ли из каких-то личных соображений, нередко, что называется, сгущают краски. Конечно, каждому нужно знать о том, что происходит в природе, для того чтобы извлекать уроки и вырабатывать свою линию поведения. Однако в результате избытка негативной информации самые впечатлительные и поддающиеся внушению люди (в основном, из числа недостаточно образованных в естествознании и экологии) проникаются убеждением, что в природе все уже уничтожен или отравлено, что грядут еще более страшные катастрофы, а там и до «конца света» недалеко.

Возможность получать самому достоверную информацию о состоянии природы морского побережья дает натуралисту большие преимущества, в том числе и перед неосведомленными прорицателями. Для получения этой информации необходимо следующее.

8.1. Выбор места для проведения регулярных наблюдений

Это может быть приметная точка, например мыс, выступающая в море скала или другой участок побережья, как правило, не очень людный и удобный для регулярного посещения. Хорошо, если в районе наблюдений есть пирс для причаливания лодок и катеров, с которого можно выполнять работы.

Протяженность избранного участка побережья может быть разной, в зависимости от возможностей пешего передвижения наблюдателя или группы. Частота наблюдений зависит от возможностей, но они должны быть регулярными и длительными, проводиться во все сезоны года и при любой погоде. Хорошие результаты можно получать, проводя наблюдения один раз в неделю или один раз в десять дней. При более редких посещениях можно упустить важные детали.

8.2. Определение гидрометеорологических условий*

Записать в дневнике место, дату и время наблюдений.

Определить направление ветра (по компасу): северный (С), северо-восточный (С.-В.), южный (Ю.) и т. д. С ветрами связаны сгонно-нагонные явления. Ветры со стороны берега (сгонные ветры) угоняют (сгоняют) поверхностную воду в открытое море и подтягивают к берегу глубинную воду. При таких ветрах поверхность моря у берега бывает гладкой, а вода (в летнее время) холодной и прозрачной. Ветры со стороны моря (нагонные ветры) нагоняют к берегу поверхностную воду и вызывают волны. Вода при нагонных ветрах бывает теплой и мутной.

Определить скорость ветра. В экспедиционных условиях это делается при помощи специальных приборов и выражается в баллах шкалы Бофорта или в метрах в секунду. Наблюдателю достаточно записать в дневник наблюдений приблизительные значения скорости ветра: штиль (безветрие), умеренный, сильный ветер.

Определить облачность, в данном случае количество облаков на небесном своде, в десятых долях покрытия неба. Определяется на глаз. Например, облачность 50% означает, что половина небесного свода покрыта облаками.

Определить высоту волн. За неимением специальных приборов определяется на глаз.

Определить направление течения. У берегов водные массы перемещаются обычно в одну или другую сторону. На направление течений влияют ветры, близость реки, конфигурация берега и другие факторы. Направление течения определяется по движению плавающих предметов: обрывков водорослей, пены, наземных насекомых и т. д. При отсутствии таковых можно бросить в море кусочек древесины и проследить, в какую сторону он перемещается. При очень слабом течении предмет может долго находиться на том же месте. Направление течений выражается в румбах горизонта: С, С.-З., Ю., З., и т. д. При этом имеется в виду то направление, куда течет вода, а не откуда течет. Поэтому вода, которая перемещается с севера на юг, называется южным течением, а ветер, который дует с севера на юг, называется северным ветром.

Определить прозрачность воды. В данном случае определить на глаз, до какой глубины (в метрах) просматривается морское дно и отдельные крупные предметы на дне. Прозрачность воды удобно определять с пирса.

*Здесь и дальше даются самые общие рекомендации по проведению наблюдений. В каждом отдельном случае они могут быть дополнены или скорректированы в зависимости от конкретных условий местности.

Отметить присутствие или отсутствие на поверхности воды устойчивой пены, не исчезающей в течение длительного времени. Пена появляется в результате разложения массы водорослей или других морских организмов либо в результате выпуска в море стоков, содержащих органические и пенообразующие вещества. Под влиянием нагонного ветра пена может оказаться на берегу.

Измерить температуру воды при помощи термометра. В теплое время года измерение можно производить, войдя в воду с термометром в вытянутой руке. В холодное время термометр опускается в ведро с морской водой. Иметь в виду, что точность измерения зависит от точности термометра. Можно сравнить показания данного термометра с показанием точного ртутного термометра и внести соответствующие поправки. Следует иметь в виду, что на показания термометра, извлеченного из воды, влияют температура воздуха, руки наблюдателя и другие факторы. Поэтому считать показания термометра необходимо как можно быстрее после извлечения из воды, держа его в укрытии от прямого солнечного света и ветра.

Отметить время появления и исчезновения льда на поверхности моря, если такое наблюдается в данном районе. Определить густоту плавучего льда (в % от поверхности моря).

Отметить расстояние по морскому берегу до ближайшей реки и дать ее название.

Отметить время появления у берега и отлета зимующих птиц.

Отметить случаи массового выброса на берег, под влиянием нагонных ветров, водорослей, моллюсков, рыб и других организмов. Изучение штормовых выбросов дает представление о флоре и фауне прибрежных вод моря.

Результаты наблюдений за гидрометеорологическими условиями очень важны для объяснения различных особенностей биологии морских организмов и экологических процессов, протекающих в данном районе моря.

8.3. Наблюдения за флорой и фауной у песчаных берегов

У морских побережий, как песчаных, так и каменистых, прослеживаются три основных яруса вертикального (этажного) расслоения живых существ и их сообществ (рис. 38). Самый верхний из них — супралитораль — лишь иногда смачивается брызгами морской воды, порождаемыми волнами, а большей частью это сухой песок пляжей и сухая поверхность прибрежных камней. Далее следует ярус псевдолиторали, или медиолиторали. Это та часть берега, которая регулярно смачивается морской водой при накате волны на пляж и ее откате и имеет наклон в сторону моря. Наконец, третий ярус, который охватывается наблюдениями натуралистов,

работающих с берега, — это верхняя сублитораль. Она начинается сразу же за псевдолиторалью и простирается (только в рассматриваемом случае!) до той глубины, которую можно охватить наблюдениями без специального снаряжения и навыков. На практике это глубина 1 — 1,5 м, на которой в теплое время года наблюдения можно проводить не только с берега или с пирса, а и находясь в воде. Подводная маска и дыхательная трубка намного облегчат такую работу.

Песок супралиторали бывает сухим лишь на поверхности, но глубины с 10—15 см он влажный, а межпесчиночные пространства (интерстиции) заполнены морской, солоноватой или пресной водой, в зависимости от условий конкретного участка побережья.



Рис. 39. Берега Будакского лимана (Одесская область, Украина) в багровых зарослях солянки. За песчаной косой видно Черное море. В таких местах добывают пищу кулики и другие птицы (фото Ю. Зайцева)

На поверхности песчаной супралиторали можно увидеть многие виды растений, которые питаются влагой из нижележащих слоев песка, такие как осоки (виды рода *Carex*), пырей (*Elytrigia*), кермек (*Limonium*), синеголовник равнинный (*Eryngium campestre*), бодяк (виды рода *Cirsium*), подорожник приморский (*Plantago maritima*) и другие. На засоленных грунтах во множестве произрастает солянка чумная, или курай (*Salsola pestifera*). К концу лета это растение приобретает красные и бордовые оттенки, создавая замечательный колорит, характерный для супралиторали лиманов и лагун (рис. 39). В местах выхода пресных вод встречается тростник (*Pnragmites*), а на старых песчаных косах лиманов обычны кустарники лоха узколистного (*Eleagnus*) и тамарикса.

Из беспозвоночных животных на сухом песке можно встретить различных насекомых, например прибрежную уховертку (*Labidura riparia*). Питается уховертка остатками растений и животных. Встречается скакун-межнйк (*Cicindela hybrida*). Это небольшой жук длиной 12—15 мм, бурозеленоватого цвета с металлическим блеском (рис. 40). Он населяет побережья моря и острова дельт, обитая преимущественно на границе (меже) между водой и сушей (отсюда и название «межнйк»), очень быстро бегают и прыгают по песку («скакун»), мгновенно взлетает и вновь опускается, чередуя бег с короткими остановками. Его трудно поймать, но сам он легко ловит других насекомых и оставшихся после отката волны бокоплавов, хватая их своими острыми челюстями. Из-за них жук получил еще название - жук-тигр (Tiger beetle). Его личинки живут здесь же, на пляже в норках, и промышляют бокоплавов и других водных и наземных мелких беспозвоночных. Скакун-межнйк — массовое насекомое супралиторали островов дельты Дуная и других рек.

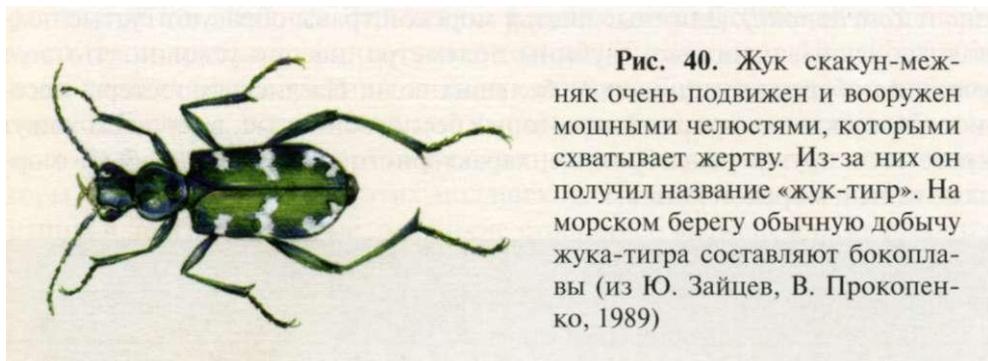


Рис. 40. Жук скакун-межнйк очень подвижен и вооружен мощными челюстями, которыми схватывает жертву. Из-за них он получил название «жук-тигр». На морском берегу обычную добычу жука-тигра составляют бокоплавы (из Ю. Зайцев, В. Прокопенко, 1989)

На песчаных пляжах встречаются и многие виды насекомых, особенно там, где волны выбросили на берег водоросли и других морских обитателей. Под лучами солнца водоросли быстро высыхают, но остаются лакомой пищей для насекомых и других существ. Если приподнять над песком пласт таких высушенных водорослей и морских трав, под ними можно обнаружить массу бокоплавов рода орхестия (*Orchestia*). Другие бокоплавы не отваживаются появляться на супралиторали, а виды орхестий находят здесь богатую для себя кормовую базу. Поедая органические остатки, орхестий выполняют экологически очень важную функцию «морских санитаров».

В песчаной псевдолиторали обитают многие виды беспозвоночных. Среди них особенно многочисленны различные бокоплавы, а вид понтогаммарус (*Poncitagui taеойсиз*) иногда встречается в таком количестве, что его биомасса достигает 1—2 кг на один квадратный метр влажного песка.

В этом можно убедиться, просяев (промыв) песок через сито с ячейками 1 — 1,5 мм. Высокая численность бокоплавов свидетельствует об обилии остатков растений и животных, которыми этот рачок питается.

В песчаной псевдолиторали встречаются виды особенно чутко реагирующие на ухудшение условий жизни на данном участке побережья. Это небольшой двустворчатый моллюск донацилла (*Donacilla*) и полихета офелия (*Ophelia*). Они встречаются, как правило, в песках крупной и средней зернистости в местах, где количество органических остатков не превышает приемлемых для этих видов норм. В благоприятных условиях количества донациллы и офелии могут достигать десятков и сотен экземпляров на 1 м² псевдолиторали.

Жизнь в верхней сублиторали у песчаных берегов очень богата и разнообразна (рис. 41). Если внимательно присмотреться, даже не погружаясь в воду, можно увидеть множество организмов. Водоросли здесь обычно не произрастают, так как им нужны подводные камни и другие твердые поверхности, но встречается морская трава зостера двух видов (*Zostera marina* и *Zostera noltii*). Длинные листья морской травы образуют густые подводные «луга», начиная с глубины полуметра, но при условии, что этот участок побережья защищен от больших волн. На листьях зостеры поселяются мелкие водоросли и некоторые беспозвоночные, в зарослях живут креветки и другие ракообразные, характерного своего вида рыбы - морские иглы и морской конек.



Рис. 41. Под действием слабых волн на песчаном мелководье образуется причудливая «рябь». В углублениях между песчаными складками скапливается детрит и мельчайшие организмы, а также их потребители — раки-отшельники, креветки, мальки рыб и другие (фото Ю. Зайцева)

На свободных от zostеры участках песчаных мелководий можно встретить раков-отшельников двух видов — диогена (*Diogenes pugilator*) и клибанария (*Clibanarius erythropus*). Свое незащищенное панцирем брюшко эти раки прячут в пустые домики моллюсков. Количество раков-отшельников на определенном участке дна тоже служит показателем его экологического состояния. Например, в результате ухудшения условий жизни в северо-западной части моря в 1970—1980-х гг. диоген местами вовсе не наблюдался.

В песок искусно зарываются крабы-плавунцы (виды рода *Macropipus*), способные всплывать в водную толщу. Они тоже было исчезли вслед за диогеном.

Песчаные мелководья верхней сублиторали — это основные кормовые площади молоди таких донных рыб, как бычки, калкан, глосса, морской язык, барабуля и других.

Глубоко (до 15—20 см) зарываются в песчаное дно двустворчатые моллюски вида мия (*Mya arenaria*). Этот случайно завезенный в Черное море вид стал одним из самых массовых моллюсков в верхней сублиторали моря и в лиманах. Зарывшись в песок, мия выставляет на поверхность свои трубки-сифоны, через которые в тело моллюска поступает вода, доставляющая частицы пищи и кислород. Зарытая в песок мия мало доступна рыбам, но ее извлекают из укрытия большие волны и выбрасывают на берег. После штормов на песчаных пляжах можно увидеть целые горы серо-белых створок этих моллюсков. На берегу мясо мии поедают птицы и другие животные, а хрупкие створки со временем измельчаются и входят в состав пляжа.

Об экологическом благополучии данного участка верхней песчаной сублиторали можно косвенно судить по размерам раковин мии. Например, раковины длиной 8—10 см свидетельствуют о том, что на протяжении нескольких лет условия обитания были приемлемыми для этого вида. В противном случае, моллюски погибли бы в молодом возрасте. Наиболее крупные раковины мии, известные автору, имели длину 11,5 см и обнаруживались на пляжах Одесского залива в 1970—1971 гг. Потом размеры раковин заметно уменьшились, а возраст моллюсков, соответственно, сократился. Интересно было бы узнать, какого размера достигают створки мии в других районах Черного моря?

Большое разнообразие морских существ можно встретить на берегу в свежих штормовых выбросах. Помимо морской травы и водорослей, в выбросах можно обнаружить губок, моллюсков, бокоплавов, раков-кротов и раков-отшельников, креветок, крабов, асцидий, рыб и другие организмы, которые значительно дополняют представления о флоре и фауне верхней сублиторали, полученные путем визуальных надводных и подводных наблюдений.

8.4. Наблюдения за флорой и фауной у каменистых берегов

Протяженность скалистых и каменистых побережий в Черном море не меньше, а возможно, и больше, чем песчаных. В одних местах скалы отвесно уходят в море, в других отступают от линии уреза воды, оставляя у своих подножий галечные пляжи, и во всех случаях под водой имеются камни различных размеров и форм (рис. 42).



Рис. 42. Отвесно уходящие в море скалистые берега и подводные камни у их подножия создают наилучшие условия для развития сообществ литоконтура. На снимке Голубая бухта на Южном берегу Крыма (фото А. Биркуна мл.)

Супралитораль у каменистых берегов представлена галечными пляжами (рис. 43) и надводной поверхностью скал, которые смачиваются брызгами воды при волнении. С этими брызгами на каменистую поверхность выбрасываются живые существа. Большинство из них разбиваются,

но прочные мелкие формы, такие как цисты водорослей, яйца некоторых беспозвоночных, не только сохраняются в живом виде, но прикрепляются к поверхности камней и развиваются в надводном положении. Из них вырастают водоросли и личинки беспозвоночных, которые со временем смываются обратно в воду. В безветренную погоду эти организмы на воздухе высыхают, не теряя при этом жизнеспособности, и доживают до того времени, когда снова разыграются высокие волны, которые смывают их обратно в море.

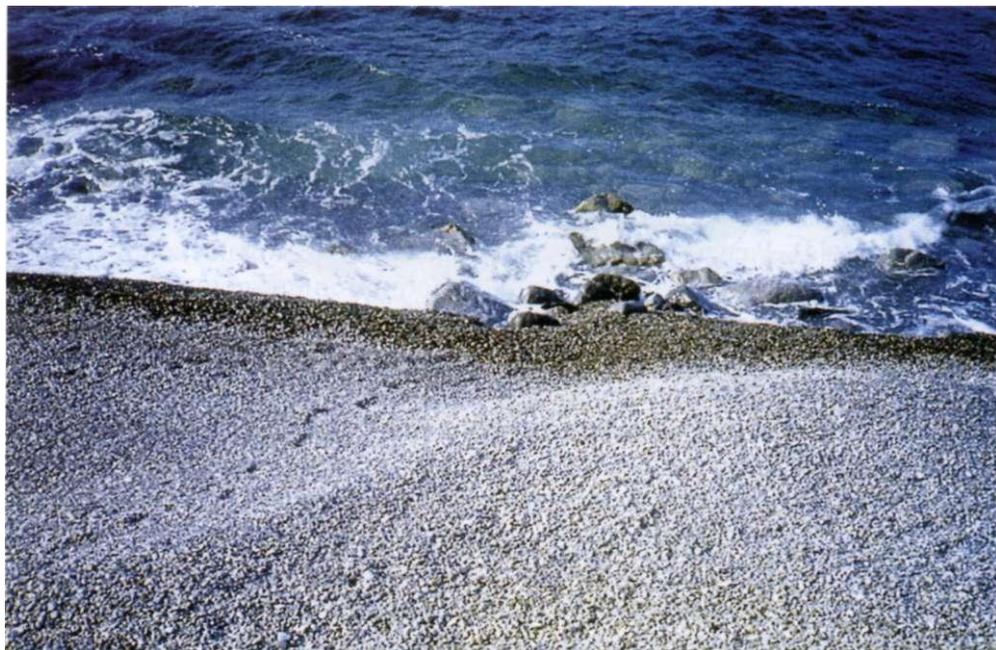


Рис. 43. Галечный пляжу каменистого берега. Под действием волн галька постоянно перемещается, но и в полостях такого пляжа обитают различные морские организмы (фото Ю. Зайцева)

Безветрие может длиться многие дни, и живые обрастания надводной части скал усыхают до состояния тонкой пленки темного, почти черного, цвета. По этой засохшей пленке можно узнать, до какой высоты доходят брызги волн и где, следовательно, пролегает верхняя граница супралиторали на каменистом берегу. В обиходе эту зону называют иногда «черным поясом». Черная полоса высохших водорослей, и в самом деле, напоминает гигантскую ленту, опоясывающую море по всему скалистому побережью.

В том, что «черный пояс» — живое образование, легко убедиться. Для этого нужно аккуратно снять кусочек пленки с камня и поместить ее в

морскую воду. Перед этим воду следует тщательно профильтровать через фильтровальную бумагу, чтобы не занести в опыт посторонние организмы из воды. Через несколько часов под микроскопом можно увидеть, как пленка оживает: начинают прорастать водоросли и появляться микроскопические животные.

Временное пребывание в супралиторали защищает морские организмы от врагов, находящихся в воде, поэтому возможность проводить часть жизненного цикла вне воды представляет собой защитное приспособление. Однако и это не гарантирует абсолютной безопасности. В туманные и дождливые дни супралиторальная пленка увлажняется, приобретает зеленоватый цвет, и в это время она становится добычей животных, которые поднимаются из морской воды. Это такие виды, как мраморный краб (*Pachygrapsus marmoratus*) и брюхоногий моллюск морское блюдечко, или пателла (*Patella tarentina*). Краб схватывает отдельные частицы клешнями, а морское блюдечко пользуется специальным органом — теркой, или радулой (рис. 44). Радула имеется у всех брюхоногих моллюсков и состоит из одонтофора — гибкого языка или подобной листовидной структуры, имеющего на поверхности поперечные ряды острых хитиновых зубцов различной формы. При помощи радулы моллюски соскабливают («сбривают») поверхности твердых объектов, в том числе обрастания подводных камней. Пателла, в отличие от других видов, способна питаться путем соскабливания и над водой, в супралиторали, чаще в ночное время. По оставленному при этом следу можно судить, насколько высоко над водой выбирается морское блюдечко (иногда до 1 м) и как моллюск меняет направление движения в поисках пищи. Раковина пателлы, имеющая форму низкого конуса до 35—40 мм у основания, вплотную пригоняется к поверхности камня даже тогда, когда она шероховата. Во многих местах этих моллюсков собирают и употребляют в пищу.

Что касается мраморного краба, то его можно наблюдать на скалах даже в 4—5 м выше уровня моря. При появлении опасности сверху, например пролетающей низко птицы или ставшего на скалу человека, краб камнем падает в воду.

В обычном состоянии, мраморный краб и морское блюдечко обитают в каменистой псевдолиторали и верхней сублиторали. Оба эти вида биологи используют как чувствительные индикаторы (биоиндикаторы) качества морской воды у побережья. При ухудшении условий обитания, количество этих животных заметно сокращается, а в крайних случаях они исчезают. Так, например, еще в конце 1970 — начале 1980-х гг. морское блюдечко было обычным видом не только у Южного берега Крыма, но даже в Севастопольской бухте. В настоящее время этот вид в бухте уже не встречается, а в других местах обнаруживаются лишь единичные экземпляры.

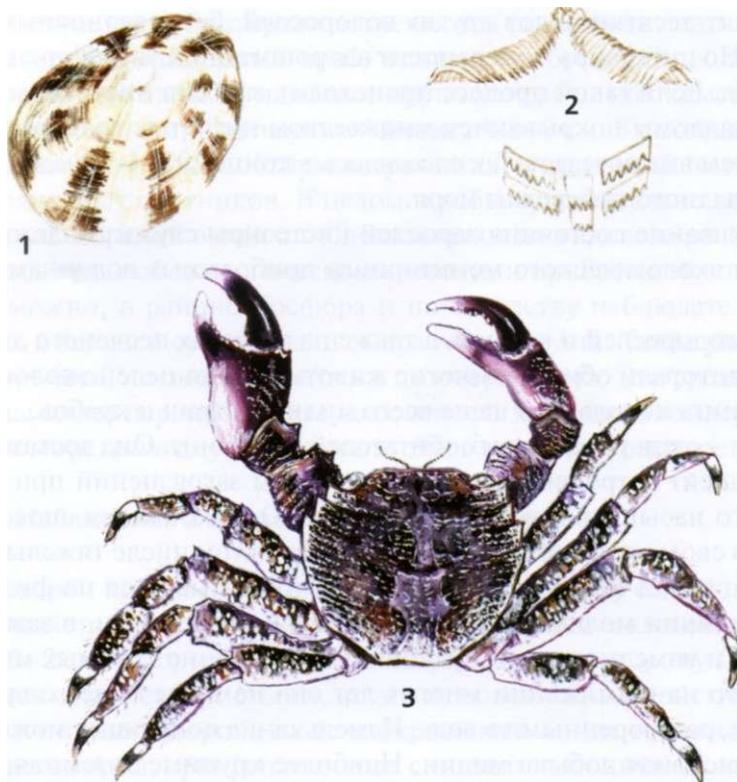


Рис. 44. Обитатели каменистой супралиторали Черного моря: 1 — брюхоногий моллюск морское блюдечко; 2 — общий вид терок, или радул, на языке брюхоногих моллюсков, при помощи которых они соскабливают пищу с поверхности камней; 3 — мраморный краб

В каменистой псевдолиторали Черного моря обитают те же виды, а также береговая улитка литторина (*MeIagarke nenBlüez*), несколько видов крабов и других беспозвоночных, а также некоторые виды водорослей.

Наибольшее видовое разнообразие наблюдается в верхней сублиторали каменистых берегов. Здесь господствуют зеленые, бурые и красные водоросли. Они покрывают все твердые подводные поверхности и создают основной фон подводных ландшафтов. Среди водорослей наиболее ярко выделяются заросли цистозиры. Крупные талломы этой многолетней бурой водоросли произрастают на самых малых глубинах. В солнечные дни, в прозрачной воде, отражаясь от морской поверхности, они создают у подводного наблюдателя впечатление какого-то сказочного леса (рис. 31). Выше уже шла речь о том, что эта широко распространенная водоросль играет роль ключевого вида целого биоценоза живых существ, в состав ко-

тогого входят десятки видов других водорослей, беспозвоночных животных и рыб. Но цистозира не переносит антропогенной эвтрофикации прибрежных вод. Если такой процесс происходит, заросли цистозиры вначале редуют, ее талломы покрываются множеством нитчатых водорослей-эпифитов, а затем вид исчезает. Так сложилось в конце 1970 — начале 1980-х гг. у северо-западного побережья моря.

Отслеживание состояния зарослей цистозиры служит надежным инструментом экологического мониторинга прибрежных вод у каменистых берегов.

Среди водорослей и камней, а также на участках песчаного дна каменистой сублиторали обитают многие животные. Для целей экологического мониторинга используют чаще всего мидий, устриц и крабов.

Мидия — один из массовых обитателей этой зоны. Она достаточно хорошо переносит эвтрофикацию и другие виды загрязнений при условии нормального насыщения воды кислородом. Однако мидия способна накапливать в своем теле токсические вещества, в том числе тяжелые металлы и пестициды, а также радионуклиды. Это сказывается на физиологическом состоянии моллюска, что выражается, в частности, в замедлении темпа роста и измельчании популяции. Обнаружение крупных мидий доказывает, что на протяжении многих лет она не встречалась с вредными веществами, растворенными в воде. Измельчение популяции может вызывать и интенсивная добыча мидии. Наиболее крупные экземпляры этого моллюска могут достигать длины 8—11 см.

Еще более чувствительна к загрязнению воды черноморская устрица (*Ostrea edulis*). Ее створки прочно прикрепляются (цементируются) к поверхности камня и хорошо переносят удары волн. После сильного нагонного ветра на берегу можно увидеть много выброшенных мидий и ни одной устрицы. Впрочем, их количество в море тоже, очевидно, невелико. В своей содержательной и красочной книге «Жизнь Черного моря» (2003), рассчитанной на юных натуралистов, А. О. Вершинин утверждает, что устрица съедобная в Черном море — вымерший вид, ее съела рапана. Однако точных данных об устрицах вдоль всего каменистого периметра Черного моря нет и наблюдения натуралистов могли бы быть полезными и в этом отношении. Достоверно известно, что в районе мыса Тарханкут (западный Крым) живые устрицы в настоящее время встречаются, есть они местами и на Южном берегу Крыма.

Среди мидий и устриц встречается их главный потребитель - рапана. Этого крупного моллюска и кладки его яиц можно обнаружить в штормовых выбросах. Сведения о количестве рапаны у разных берегов также представляют научный и практический интерес.

В каменистой сублиторали встречаются различные виды крабов: уже упоминавшийся мраморный краб, а также прибрежный, волосатый, каменный и другие виды. У наиболее крупного среди них каменного краба (*Eriphia verrucosa*) ширина панциря достигает 8—9 см. В последние годы такие крупные особи уже почти не встречаются и причиной тому — деятельность подводных охотников. В целом, крабы чувствительно реагируют на загрязнение морской воды, а по показателям их видового разнообразия и количества судят об экологическом состоянии прибрежной зоны моря.

Возможно, в районе Босфора и по соседству наблюдателям удастся встретить в верхней сублиторали омара или лангуста. Такие упоминания в литературе есть, но они нуждаются в подтверждении. Эти средиземноморские виды плохо переносят низкую соленость и зимнюю температуру воды в Черном море, поэтому не получили здесь широкого распространения.

8.5. Наблюдения в толще воды и на ее поверхности

Во второй половине июля, в августе и сентябре, у самой поверхности воды (в нейстоне), у берега можно увидеть стайки мальков длиной тела, около 1,5—2 см, которые движутся в одну или другую сторону. Сверху мальки кажутся ярко-серебристыми, но это не совсем так. В действительности, верхняя (спинная) сторона их тела окрашена в синие тона, но, благодаря пузырькам воздуха, прикрепленным к спинным плавникам и отражающим солнечные лучи, создается впечатление зеркального блеска. Так выглядят из воздуха мальки черноморских кефалей остроноса (*Liza saliens*) и лобана (*Mugil cephalus*). Они выклюнулись из икры, выметанной в открытых водах моря и за месяц или немногим больше подошли к берегам. Пузырьки воздуха помогали им держаться у самой поверхности воды, где они были обеспечены обильной пищей, и в то же время маскировали рыбок под пузырьки воздуха, что в какой-то мере предохраняло их от зорких морских птиц. Подойдя к берегу, мальки кефалей начинают искать ближайшие лагуны и лиманы для нагула.

Результаты наблюдений натуралистов за количеством мальков кефалей и направлением их движения окажутся полезными сведениями для оценки урожайности данного поколения этих рыб и для определения перспектив их выращивания в лиманах и лагунах.

Также с воздуха можно проводить наблюдения за крупными медузами, аурелией и корнеротом (рис. 45), за их количеством, размерами, окраской и поведением.

Имея навык наблюдения через подводную маску, в толще воды до глубины до 1—1,5 м можно увидеть много интересного. Вблизи корнерота можно встретить мальков рыб, которые при опасности, тут же укрываются

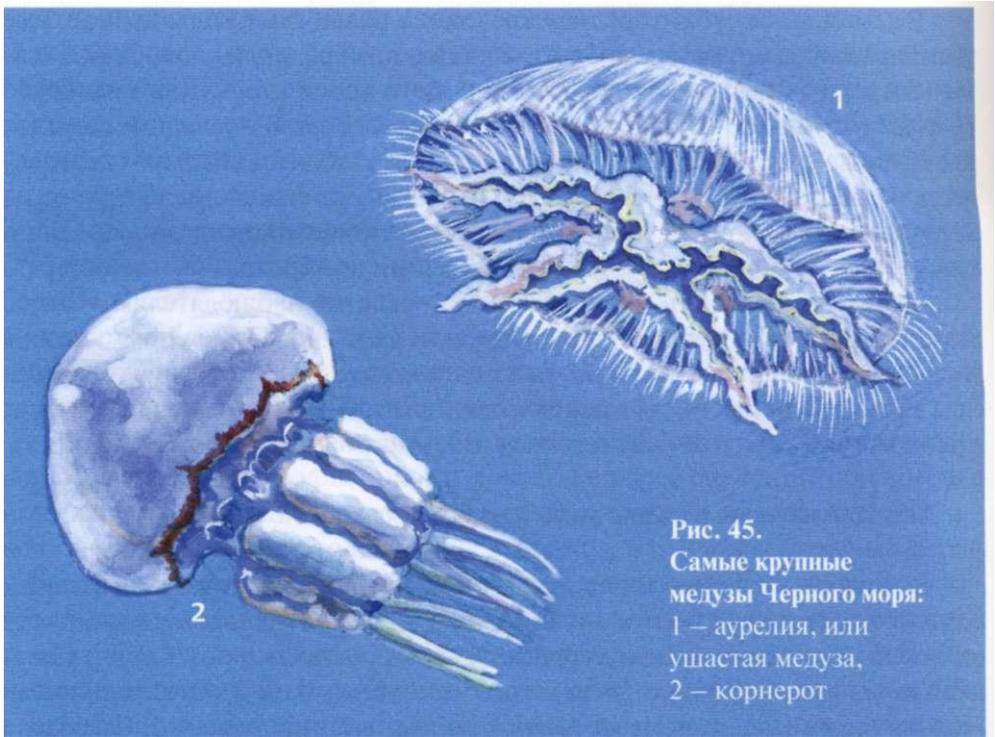


Рис. 45.
Самые крупные
медузы Черного моря:
1 – аурелия, или
ушастая медуза,
2 – корнерот

под куполом и в полостях медузы. Это мальки ставриды, единственной из черноморских рыб, не опасющейся ядовитых щупалец корнерота. Мальки получают пищу, очищая поверхность медузы от налипшего планктона, а сами, в случае опасности, находят надежную защиту. Вблизи одного корнерота можно встретить до сотни мальков ставриды. Это пример симбиоза в прибрежной зоне моря.

Под водой можно увидеть большие стаи атерины и ее личинок. Атерина откладывает икру на водоросли (это тоже можно увидеть), здесь же в воде развиваются личинки и встречаются взрослые особи, которых легко различить по серебристой полосе вдоль боков тела. Стаи атерины привлекают к берегу хищных рыб, таких как сарган, луфарь и другие. Наблюдать этих быстрых рыб сложнее, но их можно увидеть в уловах рыбаков.

Во второй половине лета, перед отправкой в открытое море на нерест, у берегов кормятся крупные кефали. Иногда можно наблюдать, как эти рыбы зачерпывают нижней челюстью поверхность дна с его мелкими обитателями или соскабливают с камней то, что вырастает на их поверхности.

Удобно наблюдать под водой бычков, морских собачек и других рыб, но все это может лишь опытный наблюдатель и при гарантии его полной безопасности.

На поверхности моря наблюдают также чаек, крачек, бакланов, буревестников и других птиц. В дневнике необходимо записать, какие виды птиц отмечены (зимой их бывает даже больше, чем летом), чем они занимаются (отдыхают, питаются), если ныряют, определить время пребывания под водой (по часам). Результаты этих наблюдений интересны во многих отношениях. Они показывают сезонные изменения видового состава птиц, их количество, способы добычи пищи. Кроме того, присутствие рыбадных птиц в данном районе в течение длительного времени и их охота указывают на обилие рыбы в этом районе. Иначе птицы улетели бы в другое место.

8.6. Другие наблюдения, относящиеся к экологическому мониторингу прибрежной зоны

Могут представлять научную ценность данные об уловах редких или необычных для данного района рыб или других животных, например тунца, рыбы-меч или морской черепахи. Их встречали в Черном море, но новых наблюдений уже давно не было.

Интересны сведения об основных промысловых рыбах: какие виды составляют основу промысла и любительского лова, как изменяются уловы по сезонам и другая информация.

Случаи выброса на берег мертвых дельфинов тоже должны быть зафиксированы в дневниках наблюдений. Если это возможно, необходимо определить вид дельфина и его длину.

Особый интерес представляют сведения о появлении новых видов водорослей, беспозвоночных и рыб в Черном море. В основном это можно сделать лишь при помощи специалистов, но некоторые новые виды распознаются достаточно легко. Такие, например, как китайский мохнаторукий краб и голубой краб (рис. 37). Эти виды уже встречаются в Черном море, но на вопрос, как широко они распространились, могут дать ответ только наблюдения вдоль всех черноморских берегов.

Все данные о видовом составе и количестве (хотя бы на качественном уровне: «единично», «мало», «много») морских организмов, об их поведении и другие наблюдения, занесенные в полевые дневники, могут послужить хорошим исходным материалом для обстоятельного научного анализа экологической ситуации в районе работ. При условии, что эта работа проводится регулярно, единообразно и на протяжении длительного времени.

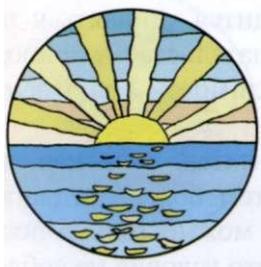
Хорошее руководство для проведения самостоятельных наблюдений за жизнью прибрежных вод Черного моря представляет собой замечательно изданная книга А. О. Вершинина «Жизнь Черного моря»,

опубликованная в Москве в 2003 г. при поддержке Фонда Дж. и К. Маккартуров и компании АРТИ. Автор книги — ученый гидробиолог, опытный подводный наблюдатель и фотограф — в доступной форме увлекательно рассказывает молодым натуралистам о том, что можно увидеть у северо-восточного побережья Черного моря в районе Анапы, где соседствуют каменистые и песчаные берега, а также лиманы.

С разрешения А. О. Вершинина автор использовал в своей книге изображения некоторых морских моллюсков.

**Вопросы к главе 8 для семинара (тренинга)
по экологии Черного моря**

1. Каким условиям должно отвечать место на морском берегу, выбираемое для проведения регулярных самостоятельных наблюдений?
2. Какие метеорологические (погодные) наблюдения и каким образом можно проводить самому?
3. Какие гидрологические (водные) наблюдения и измерения у побережья и каким образом можно проводить самому?
4. На что следует обращать внимание, наблюдая жизнь у песчаного берега моря?
5. На что следует обращать внимание, наблюдая жизнь у каменистого (скалистого) берега моря?
6. Каких птиц и в какое время года можно наблюдать в вашем районе на поверхности воды в прибрежной зоне Черного моря?
7. Какие морские организмы можно наблюдать, внимательно рассматривая поверхность воды в прибрежной зоне?
8. Что можно наблюдать вблизи морского берега в водной толще, используя подводную маску? Какие виды планктона и рыб можно рассмотреть?
9. Что можно наблюдать на морском дне у побережья, используя подводную маску? Какие водоросли, беспозвоночные животные и рыбы, видимые невооруженным глазом, встречаются на вашем участке наблюдения?
10. Какие необычные явления или редкие морские организмы могут быть замечены при регулярных наблюдениях в прибрежной полосе моря?
11. Встречаются ли в горных реках вашего края пресноводные крабы?



Послесловие

Подшло к концу краткое изложение основ экологии Черного моря. Автор попытался рассмотреть экологические процессы, протекающие в Черном море, на фоне аналогичных явлений в других морях и океанах, показать их общее происхождение, развитие по сходному сценарию и ту специфику, которая определяется конкретными условиями данного морского водоема. В литературе известно очень немного попыток целостного изложения вопросов экологии отдельного моря. Эта задача становится особенно сложной, когда речь заходит о морских водах, испытывающих сильное воздействие со стороны человека.

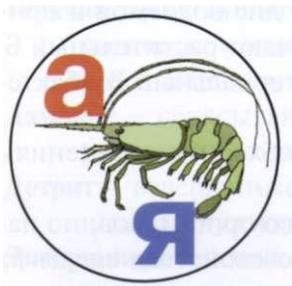
Изложение сущности науки экологии и экологических проблем — задача не из простых. С большими оговорками, это можно было бы сравнить с изложением строения и физиологии одного вида, например человека, и его различных болезней: причин, проявлений и лечения. Однако в природе, в данном случае в море, обитает не один, а тысячи разных видов и у каждого из них особые отношения с соседними видами и со средой обитания. Кроме того, человеческий организм изучают с глубокой древности, а на «организм» природы, на экосистемы, люди обратили внимание совсем недавно, когда начали проявляться различные признаки экологической «болезни».

Исследования экологами и экономистами экологических проблем еще, по сути, только начинаются. Поэтому приходится удивляться тем случаям, когда на местах, при хозяйственном вмешательстве в природу, лица, принимающие решения, не сознают необходимости соблюдения принципа экосистемного подхода.

Все это говорится для того, чтобы молодой читатель понимал, что трактовать и комментировать вопросы экологии, тем более предлагать конкретные пути решения экологических проблем можно только после обстоятельного, всестороннего их изучения. Когда это условие не соблюдается, приходят к ошибочным выводам и заключениям, которые не помогают делу и никак не содействуют авторитету одной из самых актуальных и нужных человеку наук — экологии.

Автор надеется, что предлагаемая книга поможет в деле экологического образования молодых людей, перед которыми отчетливо встают три основные цели в данной сфере: а) поддержание главных экологических процессов и экологических систем, б) охрана биологического разнообразия, которое продолжает сокращаться с тревожным ускорением, в) обеспечение устойчивого использования популяций видов и экосистем, помня о нынешнем и грядущих поколениях.

Практические действия должны быть разумными, осознанными и подкрепленными этическими обязательствами человека перед природой.



Словарь специальных терминов

Автотрофные организмы (автотрофы) — организмы, производящие необходимые им вещества из минеральных веществ посредством фотосинтеза или хемосинтеза.

Анадромные миграции — миграции рыб на нерест из моря в реки (осетровые, сельдевые, лососевые).

Анаэробные организмы (анаэробы) — организмы, способные жить и развиваться в бескислородной среде.

Антициклоническая циркуляция — круговое течение воды по ходу часовой стрелки в Северном полушарии и против ее хода в Южном полушарии.

Антропогенные факторы — факторы, обязанные своим происхождением деятельности человека.

Апвеллинг — подъем вод из глубины в верхние слои моря (океана).

Аэробные организмы — организмы, способные существовать только в кислородсодержащей среде.

Балластные воды (водяной балласт) — заборная вода, принимаемая на судно для обеспечения требуемой посадки и остойчивости, когда полезного груза и запасов для этого недостаточно.

Бенталь — донная экологическая зона водоема и прилегающие к ней слои воды. Место обитания бентоса.

- Бентос** — совокупность организмов, обитающих на дне водоемов и приспособленных к тем или иным грунтам. Различают растительный Б. (фитобентос), животный Б. (зообентос) и бактериальный Б. (бактериобентос).
- Биогенные вещества** — растворенные в воде соли, необходимые растениям для поддержания жизнедеятельности.
- Биологический индикатор** — организм или сообщество организмов, по наличию и состоянию которых можно судить о свойствах среды их обитания.
- Биологическое загрязнение водоема** — непреднамеренное вселение в водоем чуждых им видов растений и животных.
- Биологическое разнообразие** — Конвенция по биологическому разнообразию, принятая Конференцией ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г., определила понятие Биологическое разнообразие следующим образом: «Изменчивость среди живых организмов из всех источников, включая наземные, морские и другие водные экосистемы и все экологические комплексы, к которым они относятся; это подразумевает разнообразие внутри видов и внутри экосистем». В экологических исследованиях и на практике различают генное разнообразие внутри видов, видовое разнообразие, разнообразие других таксономических уровней (родов, семейств, отрядов, классов, типов), разнообразие сообществ (биоценозов), разнообразие биотопов (местообитаний) и т. д.
- Биомасса** - масса живых организмов, приходящаяся на единицу площади дна (бентос) или объема воды (планктон). Выражается в единицах массы (мг, г, кг) на единицу площади или объема.
- Биотоп** — относительно однородное жизненное пространство определенного биоценоза.
- Биоценоз** — совокупность популяций различных видов растений, животных и микроорганизмов, населяющих определенный биотоп. Биоценоз вместе с биотопом образует экосистему.
- Вид-эдикатор сообщества** — вид, играющий определяющую роль в формировании биоценоза.
- Водосборный бассейн** — территория, с которой в данную реку или водоем стекают поверхностные и подземные воды.
- Гетеротрофные организмы** (гетеротрофы) — организмы, использующие в качестве источника питания органические вещества, произведенные другими организмами. К Г. о. относятся человек, все животные, некоторые растения, грибы и большинство бактерий.
- Гипоксия в водоеме** — недостаточное для нормального развития большинства организмов количество растворенного в воде кислорода.

- Горячие точки экологические** — 1) области, отличающиеся высоким биологическим разнообразием; 2) области, испытывающие наибольшие воздействия антропогенного фактора.
- Дампинг** — сбрасывание грунта от дноуглубительных работ в специально разрешенных районах моря.
- Детрит** — взвешенные в воде и осевшие на дно остатки растений и животных. Д. служит пищей для организмов-детритофагов.
- Дивергенция течений** — расхождение потоков поверхностных и глубинных вод.
- Жизненная форма** — организмы (в том числе, и различных систематических уровней), характеризующиеся общими чертами приспособления к среде обитания.
- Жизненный цикл** — совокупность всех стадий развития организма, пройдя которые он достигает зрелости и способен дать начало следующему поколению.
- Загрязнение моря** — согласно определению Межправительственной Океанографической Комиссии ЮНЕСКО, загрязнение моря — это «непосредственное или косвенное внесение человеком веществ или энергии в морскую среду (в том числе, в эстуарии), влекущих за собой такие неблагоприятные последствия, как нанесение ущерба биологическим ресурсам, опасность для здоровья людей, помехи для морских отраслей хозяйственной деятельности, включая рыболовство, снижение пригодности морской воды для использования и ухудшение эстетических достоинств морских ландшафтов».
- Замор** — массовая гибель водных животных, вызываемая уменьшением содержания растворенного в воде кислорода. На шельфе Черного моря З. — одно из последствий антропогенной эвтрофикации.
- Зообентос** — совокупность животных организмов, обитающих на дне или в грунте водоемов.
- Зоопланктон** — животный компонент планктона.
- Интерстициальные организмы** — бактерии, микроскопические растения и животные, обитающие в пространствах между песчинками.
- Катадромные миграции** — нерестовые миграции рыб из рек в море (угорь).
- Конвергенция течений** — схождение потоков поверхностных вод.
- Контуробионты** — организмы контурных сообществ моря.
- Контурные биотопы моря** — внешние биотопы моря, примыкающие к поверхностям раздела моря с атмосферой (аэроконтур), каменистым (литоконтур), песчаным (псаммоконтур), илистым (пелоконтур) берегом и дном, а также с речными водами (потамоконтур).
- Контурные сообщества моря** — сообщества контурных биотопов моря: на аэроконтуре — нейстон и плейстон, на литоконтуре — сообщества

камней и скал, на псаммоконтуре — сообщества песка, на пело-контуре — сообщества илистых грунтов. Потамоконтур моря своих специфических сообществ не имеет, однако здесь происходит скопление организмов нейстона и планктона.

Краевой эффект — увеличение разнообразия и численности водных организмов на границе соседствующих сред или биотопов.

Криптизм — защитное приспособление морских организмов, выражающееся в том, что их тело сливается с общим фоном окружающей среды.

Мимезия — защитное приспособление морских организмов, выражающееся в том, что потенциальная жертва окраской и формой тела уподобляется безразличным для хищника предметам из данного биотопа (например, окраска нейстонных организмов, имитирующая фрагменты водорослей, кусочки дерева, пузырьки воздуха и т. д.).

Лиман — бывшие устья рек, затопленные морской водой в результате опускания земной коры.

Макробентос — донные организмы с размерами тела более 1 мм.

Миграции морских организмов — регулярно повторяющиеся во времени и пространстве массовые перемещения морских животных в поисках наиболее благоприятных, жизненно важных условий.

Мейобентос — донные организмы с размерами тела 0,1—1,0 мм.

Нагул — период интенсивного питания и роста рыбы или другого организма.

Нейсталь — верхний слой морской пелагиали толщиной до 5 см, населенный нейстоном.

Нейстон — сообщество организмов мелких и средних размеров, населяющих нейсталь.

Нектон — организмы, обитающие в толще воды, способные к активному плаванию и преодолению водных течений (рыбы, водные млекопитающие, кальмары).

Обрастание — способность организмов селиться на подводных твердых субстратах.

Пелагиаль — толща воды в океанах, морях и озерах.

Пелагические организмы - обитатели пелагиали.

Пиктограмма экологическая — вид письменного изображения, на котором биологические виды, их действия, экология и другие события изображаются с помощью условных знаков. Например, миграции — стрелами, районы нагула, нереста, зимовки — цветовым фоном и т. д.

Планктон — совокупность пассивно парящих и переносимых течениями в толще воды бактерий (бактериопланктон), растений (фитопланктон) и животных (зоопланктон).

Понтические реликты (Каспийские реликты) — виды растений и животных, которые были широко распространены в полупресном Понтическом

озере-море, а в настоящее время населяющие опресненные районы Черного, Азовского и Каспийского морей.

Популяция организмов — совокупность особей определенного вида, которые населяют определенную территорию (акваторию) и в той или иной степени изолированы от соседних популяций. Важное условие **П. о.** — способность самостоятельно поддерживать численность на определенном уровне на протяжении длительного времени.

Продукция биологическая — скорость образования популяцией или сообществом (биоценозом) органического вещества за единицу времени на единицу пространства в экосистеме. Различают **П. б.** первичную и вторичную, чистую и валовую.

Продуктивность биологическая — способность экосистемы продуцировать определенное количество органического вещества в виде живых организмов.

Сообщество организмов (см. Биоценоз).

Рыхлые грунты — песчаные, илесто-песчаные, илестые донные биотопы.

Свечение моря — ночное свечение моря, связанное с биолюминесценцией некоторых организмов, например ночесветок.

Симбиоз — тесное сожительство организмов двух или более видов, которое, как правило, стало необходимым и полезным для обоих партнеров (симбионтов).

Систематика — биологическая наука о разнообразии, классификации организмов и родственных отношений между ними.

Соленость морской воды — общее количество всех твердых минеральных веществ в граммах, растворенных в 1 кг морской воды. Выражается в тысячных долях — промилле, обозначаемых ‰.

Стено... — часть сложных слов, означающих: узкий, ограниченный, тесный.

Таксон — название классификационных единиц, показывающее их ранг или место в системе.

Таксономия — раздел биологии, занимающийся принципами (теорией), методами и правилами иерархической классификации организмов (царство, тип, класс, отряд, семейство, род, вид, подвид) в зависимости от степени их родства.

Таллом (слоевище) — тело низших растений (водорослей, грибов, лишайников), не расчлененное на стебель и листья.

Твердые грунты — скалистые, каменистые, галечные донные биотопы.

Трансграничный перенос загрязнений в море — перенос морскими течениями загрязняющих веществ за пределы административных или государственных границ.

Шельф — мелководная материковая отмель до глубин, обычно, 150—200 метров, образующая прибрежную зону морского и океанического

дна и имеющая общее с суши геологическое строение. Со стороны суши Ш. ограничен линией уреза воды, а со стороны моря (океана) — уступом с резким нарастанием глубин (материковый склон).

Трофическая сеть (пищевая сеть) — сплетение пищевых цепей в сложном природном сообществе.

Трофическая цепь (пищевая цепь) — взаимоотношения между организмами при переносе энергии пищи от ее источника — зеленого растения — через ряд организмов, путем поедания одних организмов другими из более высоких трофических уровней.

Факторы экологические антропогенные (см. Антропогенные факторы).

Факторы экологические природные — неживые и живые факторы, влияющие на организмы, популяции и биоценозы. Например, температура воды, соленость, грунт, освещенность, хищники и т. д.

Фитобентос — донная флора, растительный бентос.

Фитопланктон — пелагическая флора, растительный планктон.

«Цветение воды» — массовое развитие планктонных водорослей (фитопланктона), придающее воде окраску: зеленую, сине-зеленую, коричневую, красную, в зависимости от пигментации видов — возбудителей «цветения».

Циклоническое течение (циклоническая циркуляция) — движение воды с замкнутым поверхностным течением, направленным в Северном полушарии против хода часовой стрелки, а в Южном — по ее ходу.

Эври... — составная часть сложных слов, означающая: широкий, обширный, разнообразный.

Эвтрофикация (евтрофикация) — обогащение водных масс питательными веществами — соединениями азота и фосфора, вследствие которого происходит интенсивное развитие низших и высших водных растений (см. «Цветение» воды)

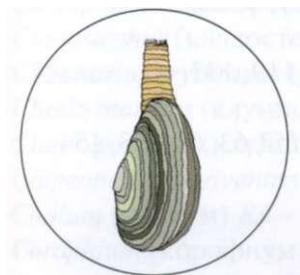
Экзотические виды (экзоты) — несвойственные данному району виды растений и животных, сознательно или случайно занесенные из других мест.

Экологическая пиктограмма (экопиктограмма) — изображение событий в экологии вида, популяции или сообщества с помощью условных знаков.

Экология — наука о взаимоотношениях между живыми организмами, их сообществами и средой их обитания.

Экосистема (экологическая система) — единство организмов и их неживого окружения, функционирующее как экологическая единица. Единство живого и неживого составляющих компонентов биотпа.

Эндемический вид (эндемичный вид, эндемик) — вид, обитающий, как правило, только в данном регионе.



і Список научных и русских
названий
организмов

- Acarîia clausi* (акарция Клауса) 67, 99
Acipenser guldenstadti colchicus (русский осетр) 73
Acipenser nudiventris (шип) 122, 122
Acipenserstellatus (севрюга) 73
Acipensersturio (атлантический осетр) 122, 122
Alosa kessleripontica (черноморская сельдь)
122, /40,72,91, 122, 140
Amphioxus lanceolatum (ланцетник) 87, 87
Amphithoe vaillanti (амфитое Вайана) 109
Anas platyrhynchos (кряква) 75, 117,15, 115, 117
Anas strepera (серая утка) 119, 119
Anguilla anguilla (европейский речной угорь)
123, 50, 123
Anguilla rostrata (американский речной угорь)
123, 123
Anomalocera patersoni (аномалоцера Патерсона)
67, 88, 137, 67
Aphia minuta (афия, или хрустальный бычок)
88, 88
Aprorhais pespelecani (пеликанья нога) 66, 66
Astacus leptodactylus (речной рак) 140, 140
Asterionella sp. (астерионелла) 58
Atherina mochon pontica (атерина)
109, 72, 90, 109
Aurelia aurita (аурелия, или ушастая медуза)
63, 134.63,94, 134
Aythya fuligula (хохлатая чернеть) 75, 75
- Baïanus eburneus* (морской желудь слоновокост-
ный) 82, 83, 109, 83

Baianus improvisus (морской желудь необычный) 66, 83, 66, 83
Beggiatoa (беггиатоа) 80
Belone belone euxini (сарган) 90, 145, 67, 72, 90, 91, 93, 119, 137
Bentophiloides braunen (бентофилоидес Браунера) 87
Berne ovata (гребневик берое, или морской огурец) 63,153, 63, 64,153,154
Bittium reticulatum (биттиум сетчатый) 109
Blennius (морская собачка) 88, 60, 88
Botryllus schlössen (ботриллюс) 71, 71
Bryopsis plumosa (бриопсис перистый) 145, 59

Calanus euxinus (калянус черноморский) 66,125, 126,145, 66
Calanus helgolandicus (калянус гельголандский) 56, 56
Calidris alba (песчанка) 116
Calidris canutus (исландский песочник) 117, 140, 116, 117, 140
Callianassapestai (рак-крот калианасса) 69, 137, 68, 137
Callinectes sapidus (голубой краб) 70, 155,70, 155
Callionymus belenus (малая морская мышь) 90, 90
Callionymus risso (морская мышь Риссо) 137, 137
Callithamnion (каллитамнион) 60, 60
Campanularia (кампанулярия) 63, 63
Carcinus aestuarii (травяной краб) 69, 86, 109, 137, 69, 70, 86, 109, 137
Carcinus mediterraneum (травяной краб) 69, 67, 69, 70
Cardium (сердцевидка) 117, 118, 65
Centropages kröyeri (центропагес Крёйера) 125, 137
Ceramium (церамиум) 60, 108, 59, 60
Ceramium rubrum (церамиум красный) 145
Cerastoderma lamarki (сердцевидка) 66, 66
Ceratium sp. (церациум) 58
Cerataulinapelágica (цератаулина пелагическая) 57, 58
Cerithium (церитиум) 69
Chaetoceros socialis (хетоцерос) 57, 58
Chaetomorpha (хетоморфа) 57, 57
Chameleagallina (венерка) 66, ПО, 65, 66, ПО
Charadrius alexandrinus (морской зук) 75, 115, 75, 77, 115
Charadrius hiaticula (галстучник) 115, 115, 116
Chelura terebrans (хелюра сверлящая) 68, 68
Chironomus plumosus (звонец) 70
Chironomus salinarius (комар звонец, мотыль) 70
Chromis chromis (ласточка) 87, 87
Chthamalus stellatus (хтамалюс звездчатый) 83, 109, 83
Ciona intestinalis (циона) 71, 71

Cladophora (кладофора) 109, 84
Cladostephus (кладостефус) 108
Clibanarius erythropus (рак-отшельник клибанарий) 69, 69
Clunio marinus (клунио морской) 71
Clunio ponticus (клунио черноморский) 71
Clupeonella cultriventris cultriventris (тюлька) 74, 74, 118, 119
Codium (кодиум) 83
Corophium (корофиум) 117, 140
Crangon crangon (крангон, песчаная креветка) 68, 68
Crenilabrus quinque maculatus (перепелка) 107, 107
Cumella limicola (кумелла) 128
Cunearca cornea (кунеарка, скафарка) 66, 66
Cygnus cygnus (лебедь-кликун) 75, 75
Cygnus olor (лебедь-шипун) 75, 75
Cystoseira (цистозейра, или цистозира) 59, 82, 90, 59, 60, 67, 82, 90, 107
Cystoseira barbata (цистозира бородатая) 107, 135, 145, 108, 109, 135
Cystoseira crinita (цистозира косматая) 107

Dasyatis pastinaca (хвостокол) 87
Delphinus delphis ponticus (дельфин-белобочка) 74, 89, 74, 89
Dexamine spinosa (дексамине колючая) /2с?
Diogenes pugilator (рак-отшельник диоген) 6с?, 137, 68, 137
Diplodus annularis (морской карась, ласкирь) 119, 119
Donacilla cornea (донациллороговая) 66, 111, 65, 66, 111
Donax trunculus (донакс) 65
Dreissensia polymorpha (дрейсенсия многообразная) 140, 140

Ectocarpus (эктокарпус) 60, 81, 60
Egretta alba (большая белая цапля) 75, 75
Egretta garzetta (малая белая цапля) 75, 116, 75, 76, 104, 116
Emiliana huxleyi (эмилиана Гексли) 57
Engraulis encrasicolus maeoticus (хамса азовская) 124, 124
Engraulis encrasicolus ponticus (хамса черноморская) 74, 87, 124, 145, 72, 74, 87, 89, 91, 93, 99, 118, 119, 124, 154
Enteromorpha (энтероморфа) 57, 109, 145, 57, 59
Erichthonius difformis (эрихтониус) 109
Eriocheir sinensis (китайский мохнаторукий краб) 70, 155, 70, 155
Eriphia verrucosa (каменный краб) 69, 69, 70
Erithromonas (эритромонас) 62, 62
Esherichia coli (эшерихия) 139, 140, 139, 140
Esox lucius (щука) 141, 141

- Flexopecten ponticus* (гребешок) 65
Fúlica atra (лысуха) 75, 75, 119
- Gaidropsarus mediterraneus* (морской налим) 88, 88, 91
Gambusia affinis holbrooki (гамбузия) 151, 151
Gastrosaccus sanctus (гастросаккус) 128
Gavia ártica (чернозобая гагара) 75, 75
Gibbula (гибула) 66, 69, 66
Gobius niger (черный бычок) 86, 86
Gobius ophiocephalus (бычок-травяник) 86, 109, 86, 109
Goniaulaxpolyedra (гониаулак многогранный) 57
Gymnamodytes cicerellus (песчанка) 87, 87, 118
- Haematopus ostralegus* (кулик-сорока) 75, 116, 75, 77, 116, 117, 118
Haliaeetus albicilla (орлан-белохвост) 75, 75, 77
Heterocapsa triquetra (гетерокапса) 57
Himantopus himantopus (ходулочник) 75, 75, 77, 118
Hippocampus ramulosus (морской конек) 137, 89, 109, 118, 137
Homarus gammarus (омар) 70, 70
Huso huso ponticus (белуга) 122, 122
Hydrobia (гидробия) 66, 118, 140, 66
Hydrobia ulvae (гидробия ульвовая) 115, 117
Hydroprogne (чеграва) 114
Hypophthalmichthys molitrix (толстолобик) 56, 56
- Idotea algirica* (идотея алжирская, морской таракан) 92, 92
Idotea báltica basten (идотея балтийская, морской таракан) 68, 68
Idotea ostroumovi (идотея Остроумова, морской таракан) 68, 89, 92, 68, 89
91,92
- Klebsiella* (клебсиелла) 140
- Labidocera brunescens* (лабидоцера) 137
Larus (чайка) 114, 112
Larus argentatus (серебристая чайка) 75, 75, 76
Larus melanocephalus (черноголовая чайка) 75, 75
Larus ridibundus (озерная чайка) 95, 75, 76
Lentidium mediterraneum (лентидиум средиземноморский) ПО, 65, ПО
Leptocylindrus minimus (лептоцилиндрус мельчайший) 57
Limnoria tuberculata (лимногия бугорчатая) 68, 68
Limosa lapponica (малый веретенник) 115, 115, 116

- Litophaga* (камнеточец) 83, 83
- Littorina neritoides* (прибрежная улитка) 83
- Liza aurata* (сингиль) 86, 102, 86, 102
- Liza haematocheila* (пиленгас) 56, 103, 56, 72, 103
- Liza saliens* (остронос) 102, 116, 102, 116
- Macoma* (макома) 117
- Macropipus arquatus* (краб-плавунец красный) 69, 61, 67, 69, 70, 87
- Macropipus holsatus* (краб-плавунец песчаный) 69, 61, 69
- Melinnapalmata* (мелинна дланевидная) 110, ПО
- Merlangius merlangus euxinus* (мерланка) 56, 74, 110, 145, 56, 73, 74, ПО, 145
- Mesodinium rubrum* (мезодиниум красный) 62, 62, 63
- Mesogobius batrachocephalus* (бычок-кнут, или мартовик) 119, 73, 119
- Mnemiopsis leidyi* (гребневик мнemiопсис) 63, 153, 63, 64, 153, 154
- Modiolusphaseolinus* (модиола фасолевидная) 66, 110, 66, ПО
- Monachus monachus* (тюлень-монах) 148
- Mugil cephalus* (лобан) 101, 103, 116, 72, 89, 101, 102, 103, 116
- Mugilsoiuy* (пиленгас) 56, 150, 56, 72, 150
- Mullus barbatusponticus* (султанка, барабуля) 88, 73, 88, 89, 91, 137
- Mya arenaria* (мя, или песчаная ракушка) 66, 110, 65, 66, 110
- Mytilaster lineatus* (митилястер полосатый) 109
- Mytilus galloprovincialis* (мидия средиземноморская) 64, 82, ПО, 145, 60, 64, 65, 82, 86, 110, 136
- Natrix tessellata* (водяной уж) 74, 74
- Neogobius kessleri* (бычок Кесслера, бычок-головач) 141, 141
- Neogobius melanostomus* (бычок-кругляк) 140, 140
- Neogobius rattan* (бычок-ротан) 119
- Nereis* (нерейс) 140
- Nereis longissima* (нерейс длиннейший) 111
- Nereis zonata* (нерейс поясной) 111, 128
- Nitzschia* (нитцшия) 80
- Nitzschia closterium* (нитцшия кластериум) 80, 145, 58
- Noctiluca scintillans* (ночесветка искрящаяся) 62, 134, 62, 134
- Numenius arquata* (большой кроншнеп) 175, 115, 116
- Obelia* (обелия) 63, 63
- Oikopleura dioica* (ойкоплевра) 71, 71
- Oithona similis* (ойтона подобная) 125
- Ophelia bicornis* (офелия двурогая) 111, 111
- Ophidion rochei* (ошибень) 87, 87

Orchestia (орхестия) 68
Oscillatoria (осциллятория) 80
Ostrea edulis (устрица съедобная) 82, 65, 82

Pachygrapsus marmoratus (мраморный краб) 69, 145, 69
Padina pavonia (падина павлинья) 60, 60
Palaemon adspersus (палемон крапчатый, креветка каменная) 41, 68, 109, 145, 61, 68
Palaemon elegans (палемон изяшный, креветка травяная) 68, 109, 145, 61, 68
Pandion haliaetus (скопа) 75, 75, 77, 119
Paracalanus parvus (паракалянус малый) 67
Patella tarentina (морское блюдечко) 66, 82, 66, 82
Pelecanus crispus (кудрявый пеликан) 75, 75, 76
Pelecanus occidentalis (западный пеликан) 75, 114, 142, 15, 114, 142
Pelecanus onocrotalus (розовый пеликан) 114, 141, 76, 114, 141
Periculoides longimanus (перикуроидес длиннорукий) 68
Phalacrocorax aristotelis (хохлатый баклан) 75, 75, 119
Phalacrocorax carbo (большой баклан) 75, 114, 75, 76, 112, 114, 115, 119
Phocoenaphocoena relicta (дельфин азовка, морская свинья) 74, 89, 74, 89
Pholas (морской финик) 83, 83
Phyllophora (филлофора) 60, 81, 59, 60, 105, 107, 135
Phyllophora brodiaei (филлофора Броди) 60, 105, 60, 105, 107
Phyllophora membranifolia (филлофора пленчатоллистная) 60, 105, 60, 105
Phyllophora nervosa (филлофора ребристая) 60, 105, 145, 60, 105, 106
Phyllophora pseudoceranoides (филлофора ложноцераноидная) 105, 105
Physalia (физалия, или португальский морской кораблик) 53, 53
Pilumnus hirtellus (волосатый краб, мохноногий краб) 137, 137
Pisidia longimana (писидия длиннорукая) 67
Platichthysflesus luscus (глосса) 56, 74, 86, 56, 73, 74, 86, 87, 152
Platynereis dumerilii (платинереис Дюмерилия) 111, 128
Pleurobrachia rhodopis (плевробрахия) 126, 126
Podiceps cristatus (большая поганка) 75, 75, 115, 119
Podicepsgrisegena (серошекая поганка) 75, 15, 112, 115
Polysiphonia (полисифония) 108
Pomatoceros triqueter (поматоцерос трехгранный) 87, 86
Potatomussaltatrix (луфарь) 72, 91, 93, 104, 154
Pomatoschistus sp. (поматосхистус) 41
Pontella mediterranea (понтелла средиземноморская) 88, 137, 67, 88
Pontogammarus maeoticus (понтотаммарус азовский) 68, 117, 68
Porphyra (порфира) 60, 108, 59, 60, 108
Potamogetón (рдест) 62

- Potamon potamios* (пресноводный краб) 70, 70
- Prorocentrum cordatum* (процентрум сердцевидный) 57, 134, 58, 134
- Prorocentrum micans* (процентрум блестящий) 145
- Psetta maeotica* (калкан) 74, 86, 145, 73, 74, 86, 91, 152
- Pseudocalanus elongatus* (псевдокалянус удлинённый) 66, 125, 126, 66
- Pseudomonas aeruginosa* (псевдомонас ржавый) 140
- Pseudo-nitzschia delicatissima* (псевдонитшия деликатнейшая) 57
- Pseudosolenia calcaravis* (псевдосоления-птичьяшпора) 57, 5с?
- Puffinus puffinus* (малый буревестник) 75, 114, 75, 76, 114, 118
- Raja clavata* (морская лисица,) 73
- Rapana thomasiana* (рапана) 66, 69, 152, 65, 66, 152
- Recurvirostra avosetta* (шилоклювка) 75, 75, 77
- Rhithropanopeus harrisi tridentata* (голландский краб) 69, 152, 69, 152
- Rhizostomapulmo* (корнерот) 63, 63
- Rissoa euxinica* (риссоа черноморская) 66, 109, 66
- Ruppia* (руппия) 62
- Sagitta setosa* (сагитта щетинистая, стрелка) 125, 126, 145, 94, 125, 126
- Salmo trutta labrax* (черноморский лосось, кумжа) 56, 122, 56, 91, 122
- Salmonella typhi murium* (сальмонелла) 140
- Sardasarda* (пеламида) 99, 124, 91, 99, 124, 154
- Skeletonema costatum* (скелетонема ребристая) 58
- Scomberscombrus* (скупбрия, макрель) 99, 101, 124, 137, 72, 91, 93, 99, 100, 101, 124, 137, 154
- Scorpaena porcus* (морской ерш) с?7, 73, 87
- Scripsiella trochoidea* (скрипсиелла) 57
- Silurus glanis* (СОМ) 141, 141
- Sinanodonta woodiana* (беззубка Вуда) 66, 66
- Solea nasuta* (морской язык) с?2, 137, 67, 88, 137
- Somateria molissima* (гага обыкновенная) 118, 118
- Spirorbis* (спирорбис) 108
- Spirulina tenuissima* (спирулина тончайшая) 41
- Sprattus sprattusphalericus* (шпрот черноморский) 74, 72, 74, 91
- Squalus acanthias* (катран) 72, 99
- Staphylococcus aureus* (стафилококк золотистый) 140
- Sterna* (крачка) 114, 141, 141
- Stilophora* (стилофора) 108
- Suberites carnosus* (суберитес мясистый) 63, ПО, 63, 110
- Tadorna tadorna* (пеганка) 75, 777, 119, 75, 76, 116, 117, 119

Talorchestia (талорхестия) 68
Teredo navalis (корабельный червь) 132, 132
Thunnus thynnus (тунец обыкновенный) 124, 72, 124
Trachinus draco (морской дракон) 141, 141
Trachurus mediterraneusponticus (ставрида черноморская) 74, 124, 145, 72,
74, 93, 118, 119, 140
Tringa totanus (травник) 775, 115, 116
Tritia reticulata (трития сетчатая, насса) 66, 69, 65, 66
Tursiops truncatusponticus (афалина черноморская) 74, 74, 102

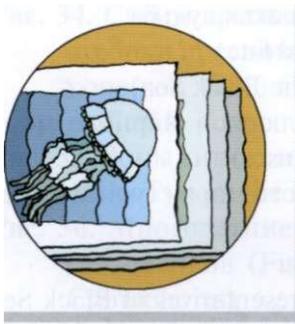
Ulva rigida (ульва жесткая) 57, 83, 145, 59
Unio pictorum (перловица живописцев) 140, 140
Upogebiapusilla (рак-крот упогебия) 69, 137, 69, 137

Verella (парусник, велелла) 53, 53

Xiphias gladius (меч-рыба) 124, 124

Zannichellia (занихелия) 62
Zostera marina (взморник большой, zostera большая) 62, 81, 109, 145, 59,
62, 67, 81, 90, 109
Zostera noltii (взморник малый, zostera малая) 62, 81, 109, 62, 81, 109

* Курсивом указаны номера страниц, на которых приведены научные названия родов и видов.



Перечень рисунков

- Рис. 1. Геологическое прошлое Черного моря (Geological past of the Black Sea)
- Рис. 2. Водосборный бассейн Черного моря (Black Sea drainage basin)
- Рис. 3. Карта глубин Черного моря (Black Sea bathymetry)
- Рис. 4. Остров Змеиный (Zmeyny (Snake) Island)
- Рис. 5. Соотношение кислородной и сероводородной зон в пелагиали Черного моря (Oxygen and hydrogen sulphides zones in the Black Sea)
- Рис. 6. Схема течений в Черном море (Currents in the Black Sea)
- Рис. 7. Устойчивая пена на поверхности воды или на берегу — признак экологического неблагополучия (Stable foam on the sea surface)
- Рис. 8. Контурные (краевые) биотопы моря (Contour or marginal communities in the sea)
- Рис. 9. Песчаный контур моря у северо-западного побережья (Sandy contour of the North-western coast of the Black Sea)
- Рис. 10. Каменистый контур моря у Южного берега Крыма (Stony contour in southern Crimea)
- Рис. 11. Некоторые массовые представители фитопланктона Черного моря (Some mass species of the Black Sea phytoplankton)
- Рис. 12. Некоторые массовые представители фитобентоса Черного моря (Some mass species of the Black Sea phythobenthos)

- Рис. 13.** Филлофорное поле Зернова и его экологическая судьба (The Zernov's Phyllophora Field and its ecological fate)
- Рис. 14.** Гребневики Черного моря (Stenophores of the Black Sea)
- Рис. 15.** Некоторые массовые представители моллюсков Черного моря (Some common representatives of Black Sea molluscs)
- Рис. 16.** Характерные представители нейстона Черного моря (Typical representatives of the Black Sea neuston)
- Рис. 17.** Каменная креветка (A shrimp)
- Рис. 18.** Представители крабов Черного моря (Representatives of Black Sea crabs)
- Рис. 19.** Пелагические рыбы Черного моря (Pelagic fish of the Black Sea)
- Рис. 20.** Донные рыбы Черного моря (Bottom fish of the Black Sea)
- Рис. 21.** Птицы, добывающие пищу в открытых и прибрежных водах Черного моря (Birds feeding in Black Sea open and coastal waters)
- Рис. 22.** Птицы, добывающие пищу в прибрежных водах Черного моря (Birds feeding in coastal Black Sea waters)
- Рис. 23.** Дельфины Черного моря (Black Sea dolphins and porpoises)
- Рис. 24.** Заросли морской травы zostеры (Sea-grass *Zostera*)
- Рис. 25.** Обрастание крупных водорослей одноклеточными водорослями (A macroalga covered by unicellular algae)
- Рис. 26.** Пример трофической цепи в прибрежной зоне моря (Example of trophic chain in coastal zone)
- Рис. 27.** Схема трофической сети в пелагиали открытого моря (Scheme of a trophic net in the open sea pelagic zone)
- Рис. 28.** Экологическая пиктограмма жизненного цикла скумбрии (Ecological pictogram of the mackerel life-history)
- Рис. 29.** Экологическая пиктограмма жизненного цикла лобана (Ecological pictogram of the striped mullet life-history)
- Рис. 30.** Самые крупные рыбы семейства кефалевых в Черном море: сверху — местный вид, лобан (*Mugil cephalus*), внизу — акклиматизированный дальневосточный вид, пиленгас (*Liza haematocheila* syn. *Mugil soiuy*) (The largest Black Sea grey mullets: on top — indigenous species, the striped mullet, below — acclimatized Far east species, the haarder)
- Рис. 31.** Заросли цистозир у поверхности воды (Bush of *Cystoseira* nearly water surface)
- Рис. 32.** Рыбоядные птицы часто застревают в рыболовных сетях и погибают. Этого баклана, попавшего в сеть в дельте Дуная, удалось спасти (фото А. Биркуна мл.) (A cormorant entangled in a fish net)
- Рис. 33.** Зондирование клювами рыхлого грунта в поисках пищи (Sounding of a soft bottom by different birds)

- Рис. 34.** Своим крепким клювом кулик-сорока способен легко открывать створки пресноводных и морских моллюсков (из Ю. Зайцев, В. Прокопенко, 1989) (The Oystercatcher is able to open shells of large bivalve mollusks)
- Рис. 35.** Зоны гипоксии на северо-западном шельфе Черного моря (Zones of hypoxia on the NW Black Sea shelf)
- Рис. 36.** Многолетние уловы рыбы в Черном море и их зависимость от гребневиков (Fish catches in the Black Sea and their dependence on Stenophores)
- Рис. 37.** Голубой и китайский крабы могут стать массовыми обитателями Черного моря (Blue crab and Chinese Mitten crab in the future can be mass species in the Black Sea)
- Рис. 38.** Схема основных ярусов (биотопов) песчаного побережья моря (Main habitats of a Sandy beach)
- Рис. 39.** Мелководья Будакского лимана привлекают пролетных птиц (Shallow beaches of the Budaky Liman are important feeding grounds for birds of passage)
- Рис. 40.** Жук скакун-межняк, он же «жук-тигр» (The tiger-beetle)
- Рис. 41.** Рябь на песчаном мелководье (Sandy «waves» in a shallow beach area)
- Рис. 42.** Отвесно уходящие в море скалистые берега и подводные камни у их подножия создают наилучшие условия для развития сообществ литоконтура. На снимке Голубая бухта на Южном берегу Крыма (фото А. Биркуна мл.). (Typical lithocontour habitat in the Blue Bay, Crimea)
- Рис. 43.** Галечный пляж у каменистого берега. Под действием волн, галька постоянно перемещается, но и в полостях такого пляжа обитают различные морские организмы (фото Ю. Зайцева). (A pebble beach)
- Рис. 44.** Обитатели каменистой супралиторали (Inhabitants of a supralitoral zone on rocky coasts)
- Рис. 45.** Самые крупные медузы Черного моря (The largest jellyfishes of the Black Sea)



Л и т е р а т у р а

- Айзатуллин Т. А., Лебедев В. Л., Хайлов К. М. Океан. Активные поверхности и жизнь. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 192 с.
- Алеев Ю. Г. Экоморфология. — К.: Наукова думка, 1986. -423 с.
- Алекин О. А. Химия океана. — Л.: Гидрометеиздат, 1966. -248 с.
- Александров Б. Г. Водна екосистема плавнів і трофічні зв'язки птахів. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника. Збереження та управління. — К.: Наукова думка, 1999. — С. 254—266.
- Биркун А. мл., Кривохижин С. Звери Черного моря. - Симферополь: Таврия, 1996. — 94 с.
- Бодяну Н. Микрофитобентос/уОсновы биологической продуктивности Черного моря. - К.: Наук, думка., 1979. - С. 109-122.
- Вернадский В. И. Биосфера. — М.: Мысль, 1968. - 374 с.
- Вершинин А. О. Жизнь Черного моря. — М.: Макцентр, 2003. - 174 с.
- Виноградов К. А. (Ред.) Экологическая биогеография контактных зон моря. — К.: Наукова думка, 1968. — 160 с.
- Воробьева Л. В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей. — К.: Наукова думка, 1999. — 300 с.
- Гаевская А. В., Корнийчук Ю. М. Паразитические организмы как составляющая экосистем прибрежных вод Крыма//Современное

состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор)/ Под ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. - С. 425-490.

- Гельмбольдт М. В.** Морские клещи (Найасагііае: Асагі) северо-западной части Черного моря: видовое разнообразие и экология: Автореф. канд. дис., — Севастополь, 2003. — 20 с.
- Герлах С. А.** Загрязнение морей. — Л.: Гидрометеоздат, 1985. — 263 с.
- Грезе В. Н.** Зоопланктон. Вертикальное распределение и миграции//Основы биологической продуктивности Черного моря. — К.: Наук, думка, 1979.-С. 147-149.
- Грезе В. Н.** Азовское море. В: Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды. — К.: Наукова думка, 1987. — С. 30—47.
- Гродзинский Д. М.** Надежность растительных систем. — К.: Наук, думка, 1983.- 368 с.
- Гусяков М. О.** Діаіомові водорості бентосу Чорного моря та суміжних вододойм: Автореф. дис.... д-ра біол. наук. — К., 2002. — 36 с.
- Дедю И. И.** Экологический энциклопедический словарь. — Кишинев: Главная редакция Молдавской Сов. Энциклопедии, 1989. — 408 с.
- Дехник Т. В.** Ихтиопланктон Черного моря. — К.: Наук, думка, 1973. — 235 с.
- Заика В. Е.** и др. Митилиды Черного моря. — К.: Наук, думка, 1990. — 206 с.
- Зайцев Ю. П.** Особенности размножения кефалей (М[^]іісіае) Черного моря//Зоол. журн., 1961. **ХЬ**, № 6. - С. 1538-1544.
- Зайцев Ю. П.** Приповерхностный пелагический биоценоз Черного моря// Зоол. журн. - 1960. XXXIX, вып. 10. - С. 818-825.
- Зайцев Ю. П.** Проблемы морской нейстонологии//Гидробиол. журн. - 1967. - № 3,5. - С. 58-69.
- Зайцев Ю. П.** Морская нейстонология. — К.: Наук, думка, 1970. — 264 с.
- Зайцев Ю. П.** Жизнь морской поверхности. — К.: Наук, думка, 1974. - 112 с.
- Зайцев Ю. П.** Контурные сообщества морей и океанов. Фауна и гидробиология шельфовых зон Тихого океана: Материалы XIV Тихоокеанского научного конгресса (Хабаровск, август 1979). — Владивосток, 1982.-С. 51-54.
- Зайцев Ю. П.** Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (обзор)//Гидробиол. журн. — 1992. 4, - № 28 - С. 3-18.
- Зайцев Ю.** Самое синее в мире. — Нью-Йорк: Издательство ООН, 1998. - XVII + 142 с.
- Зайцев Ю. П.** Дикая природа в городе. Одесса: парк им. Т. Г. Шевченко - Ланжерон. — Одесса: Молодежный экологический центр им. В. И. Вернадского, 2001.- 130 с.

- Зайцев Ю. П., Поликарпов Г. Г.** Вопросы радиоэкологии гипонейстона// Океанология.- 1964. - 4, вып. 3. - С. 423-430.
- Зайцев Ю. П., Поликарпов Г. Г.** Черное море//Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды. — К.: Наук. Думка, 1987. — С. 17–29.
- Зайцев Ю. П., Поликарпов Г. Г.** Экологические процессы в критических зонах Черного моря: синтез результатов двух направлений исследований с середины XX до начала XXI веков//Морской экологический журнал. - 2002. - № 1. - С. 33-55.
- Закутский В. П.** «Роеение» полихет//Природа. — 1963. № 3. — С. 39.
- Закутский В. П.** Бентогипонейстон Черного и Азовского морей// Экологическая биогеография контактных зон моря/Ред. К. А. Виноградов - К.: Наукова думка, 1968. - С.71-90.
- Зелезинская Л. М.** О количественных показателях смертности компонентов черноморского планктона на мелководье//Зоологический журнал. - 1966. 45, вып. 8. - С. 1251-1253.
- Калугина-Гутник А. А.** Макрофитобентос//Основы биологической продуктивности Черного моря. — К.: Наукова думка, 1979. — С. 123-142.
- Киселева М. И.** Донные биоценозы и их биомасса//Основы биологической продуктивности Черного моря. — К.: Наук, думка., 1979. - С. 218-238.
- Клейненберг С. Е.** Материалы к изучению питания дельфинов Черного моря//Бюлл. Моск. общ-ва испыт. природы, отд. биол. — 1936. 5. - 45, - С. 338-345.
- Константинов А. С.** Общая гидробиология. — 3-е изд. — М.: Высшая школа, - 1979. - 480 с. - 4-е изд. - 1986. - 472 с.
- Костин Ю. В.** Птицы Крыма. - М.: Наука, 1983. - 240 с.
- Краснов Е.** Море юрского периода//Черноморские румбы. - Одесса: Феникс, 2003.-С. 104-118.
- Кротов А. В.** К познанию биологии черноморской скумбрии (*Scomber scombrus L.*)/*Jp.* Укр. научн.-иссл. станции морского рыбного хозяйства и океанографии. - Т. VIII. - Одесса, 1940. - С. 9-74.
- Кусморская А. П.** Зоопланктон Черного моря и его выедание промысловыми рыбами//Тр. Всес. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии, 1954. - 28. - С. 203-216.
- Леонов А. К.** Региональная океанография. Ч. 1. Берингово, Охотское, Японское, Каспийское и Черное моря. — Л.: Гидрометеиздат, 1960. - 765 с.
- Маккавеева Е. Б.** Биоценоз *Cystoseira barbata* Ag. (Wor.) прибрежного участка Черного моря. — Тр. Севастоп. биол. ст., 1959. Вып. XII. - С. 168-191.

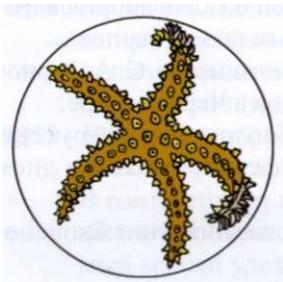
- Миничева Г. Г.** Структурно-функциональные особенности формирования сообществ морских бентосных водорослей//Альгология. - 1993, **3**. - № 1. - С. 3-12.
- Назаренко Л. Ф., Амонский Л. А.** Влияние синоптических процессов и погоды на миграцию птиц в Причерноморье. — К.: Вища школа, 1986. - 184 с.
- Нестерова Д. А.** Определение соотношения живых и мертвых клеток фитопланктона опресненных участков моря методом люминесцентного анализа: Материалы XIV конф. по изучению внутренних водоемов Прибалтики. - Рига, **3**, 2, 1968. - С. 79-83.
- Нестерова Д. А.** «Цветение» воды северо-западной части Черного моря (Обзор)//Альгология. - 2001, **11**, № 4. - С. 502-513.
- Определитель** фауны Черного и Азовского морей. **2**. — К.: Наукова думка, 1969. - 536 с.
- Парин Н. В.** *Liza haematocheila* — правильное видовое название кефали-пиленгаса (Mugilidae)//Вопросы ихтиологии. — 2003, **43**, № 3. - С. 418-419.
- Патин С. А.** Химическое загрязнение и его влияние на гидробионтов//Океанология. Биология океана, **2**. — М.: Наука, 1977. — С. 322—331.
- Петипа Т. С.** Наблюдения над поведением зоопланктона во время солнечного затмения. Доклады АН СССР, 1955, **104**, № 2, С. 323.
- Поликарпов Г. Г.** Радиоэкология морских организмов. Накопление и биологическое действие радиоактивных веществ/Под ред. В. П. Шведова. — М.: Атомиздат, 1964. - 295 с.
- Поликарпов Г. Г.** Радиоэкология гидробионтов//Природа. — 1970. - № 10. - С. 47-56.
- Поликарпов Г. Г.** (Ред.) Молисмология Черного моря. — К.: Наук, думка, 1992. - 304 с.
- Поликарпов Г. Г., Егоров В. Н., Иванов В. Н., Токарева А. В., Филиппов И. А.** Нефтяные поля как экологическая ниша//Природа. — 1971. — № 11. - С. 75-78.
- Поликарпов Г. Г., Рисик Н. С.** (Ред.) Радиохемозэкология Черного моря. - К.: Наук, думка, 1977. — 232 с.
- Поликарпов Г. Г., Тимощук В. И., Кулебакина Л. Г.** Концентрация ^{90}Sr в водной среде нижнего Днепра в направлении Черного моря: Докл. АН УССР. Сер. Б. - 1988. - № 3. - С. 77-79.
- Поликарпов Г. Г., Цицугина В. Г.** Сравнение цитогенетической и экосистемной эффективности действия радиоактивных и химических мутагенов в гидробиосфере: Доповіді НАН України. — 1999. — № 6. - С. 199-202.

- Расе Т. С.** Современные представления о составе ихтиофауны Черного моря и его изменениях//Вопросы ихтиологии. — 1987. — № 7, вып. 2. — С. 179-187.
- Романенко В. Д.** Основи гідроекології. — К.: Обереги, 2001. — 728 с.
- Роухияйнен М. И., Сеничева Л. Г.** Люминесцентный анализ фитопланктона Черного моря//Гидробиологический журнал. — 1985, 20, №1 — С. 12-16.
- Савчук М. Я.** О миграциях и размещении молоди кефали у берегов северо-западной части Черного моря//Зоологич. журн. — 1967. — **ХВУ**, вып. 5. - С. 737-740.
- Скопинцев Б. А.** Новые работы по химии моря: Тр. Морского гидрофизич. ин-та. - 1962. - № 25.- С. 82-109.
- Скопинцев Б. А.** Формирование современного химического состава вод Черного моря. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 336 с.
- Сорокин Ю. И.** Черное море: природа и ресурсы. — М.: Наука, 1982.— 217 с.
- Телитченко М. М., Остроумов С. А.** Введение в проблемы биохимической экологии. - М.: Наука, 1990. - 288 с.
- Фесенко Г. В., Бокотей А. А.** Птахи фауни України (польовий визначник). — К.: Українське товариство охорони птахів, 2002. — 411 с.
- Хаит С. З., Шпильберг Г. И.** Санитарно-бактериологическое исследование прибрежной морской воды и песка морских пляжей Одессы/УГигиена и санитария. - 1950. - № 7, С. - 39-41.
- Хайлов К. М.** Органические выделения морских макрофитов, как фактор внутренней среды береговых сообществ: Тр. Севастоп. биол. ст. 1963. - Вып. 16.-С. 496-505.
- Хлебович В. В.** Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука, 1974.- 235 с.
- Цыбань А. В.** Бактерионейстон и бактериопланктон шельфовой области Черного моря. — К.: Наук, думка, 1970. — 274 с.
- Цыцугина В. Г., Поликарпов Г. Г.** Цитогенетические и поггуляционные эффекты у олигохет из Чернобыльской зоны//Радиационная биология. Радиоэкология. - 2000. - 40, № 2. - С. 226-230.
- Чечун Т. Я.** Питание пиленгаса *Миції Бошу* (Mişigiae) в Азово-Черноморском бассейне//Вопросы ихтиологии. — 2003, 43. — № 4. — С. 521-527.
- Чиликина Н. С.** Изучение биологического действия морской пены//Биологические проблемы океанографии южных морей. — К.: Наукова думка, 1969.-С. 128-129.
- Чохури Н. И.** К вопросу о суточных вертикальных миграциях в Батумской бухте: Тр. научн. рыб.-хоз. биол. станции Грузии. — 1939. — Вып. 2. - С . 153-172.

- Băcescu M. C.** Fauna Republicii Socialiste Romania. Bucuresti: Editura Acad. RSR. Crustacea, vol. IV, Fase. 9, 1967. - 353 pp.
- Bellan G.** La pollution par les tension-actifs. In: La pollution des eaux marines. Paris: Gauthiers-Villars, 1976. - P. 31-50
- Bellan G.** et Pères J.-M. La Pollution des mers. Paris: Presses Universitaires de France, 1974. - 127 p.
- Bilyavsky G., Tarasova O., Denga Yu.** et al., Black Sea Environmental Priorities Study. Ukraine. New York: United Nations Publications, 1998. - 105 pp.
- Birkun A. Jr.** Interaction between cetaceans and fisheries in the Black Sea. In: Notarbartolo di Sciara (Ed.) Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies. A Report to the AC-COBAMS Secretariat, 2002, Monaco, Section 10, 11 p.
- Black Sea** Transboundary Diagnostic Analysis. New York: United Nations Development Programme, 1997. — 142 pp.
- Boaden P.J.S., Seed R.** An Introduction to Coastal Ecology. Glasgow and London: Blackie, 1985. - 218 pp.
- Egorov V. N.** et al., ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in the Black Sea after Chernobyl NPP accident: inventories, balance and tracer applications. J. Environ Radioactivity.- 1999.-43.-P. 137-155.
- Furness R. W.** Competition between fisheries and seabirds communities. Adv. Mar. Biol., 1982, 20. - P. 225-307.
- Gollash S., Minchin D., Rosental H., Voigt M. (eds).** Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact. Publ. by Dept. Of Fishery Biology, Institut for Marine Science, University of Kiel, Germany, 1999. - 73 pp.
- Gomoiu M.-T.** Problèmes concernant l'eutrophisation marine. Cercetari marine, IRCM Constanta, 1985, 18. - P. 59-95.
- Gomoiu M.-T. & Skolka M.** Increasing of biodiversity by immigration of new species for the Romanian Fauna. An. Univ. "Ovidius", Constanta, Séria Biologie-Ecologie, 1998, 2. - P.- 181-202.
- Gray J. S.** Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. Biodiversity and Conservation, 1997, 6. — P. 153—175.
- Green J.** The Biology of Estuarine Animals. London: Sidgwick and Jackson, 1968.-401 pp.
- Groves D. G. and Hunt L. M.** Ocean World Encyclopedia. New York: Mc Graw-Hill Book Comp., 1980. - 443 pp.
- Komakhidze A., Mazmanidi N. (Comp.).** Black Sea Biological Diversity. Georgia. New York: United Nations Publications, 1998. - 167 pp.
- Konsoulova Ts.** Marine macrozoobenthic communities structure and ecological status in relation to some environmental factors. Compt. Rendus Acad. Sei. Bulg., 1993,46, 5, P. 115-118.

- Krey J.** Detritus in the ocean and adjacent seas.- Washington D.C.: Estuaries, 1967. - P. 389-394.
- Mee L. D.** The Black Sea in Crisis: A Need for Concerted International Action. *Ambio*, 1992, **21**, № 4. - P. 278-286.
- Milne H. and Dunnet G.M.** Standing crop, productivity and trophic relations of the fauna of the Ythan Estuary. In: *The Estuarine Environment*. Barnes R.S.K. and Green J. (eds). Applied Science, London, 1972. - P. 86-106.
- Nastenko E. V., Polischuk L. N.** The combjelly Beroe (Ctenophora: Beroidea) in the Black Sea. *Dopovidy Natoinal. Academy of Sciences of Ukraine*, 1999, **11**. - P. 159-161.
- Neumann G.** Die absolute Topographie des Physicalischen Meeresniveaus und die Oberflächenströmungen des Schwarzen Meeres. *Ann. Hydr. Marit. Meteorol.*, 1942, **70**, 9.
- Norse E. A.** (Ed.) *Global Marine Biological Diversity. A Strategy for Building Conservation into Decision Making*. Washington D.C.: Island Press, 1993. - 383 pp.
- Petranu A.** (Comp.). *Black Sea Biological Diversity*. Romania. New York: United Nations Publications, 1997. - 314 pp.
- Polikarpov G. G.** Ability of some Black Sea organisms to accumulate fission products. *Science*, 1961, **137**, № 3459. P. 1127-1128.
- Polikarpov G. G.** Radioecology of aquatic organisms (Ed. V. Schultz & Klement A.R. Jr.) North-Holland Publ. Comp. — Amsterdam, Reinhold Book Division - New York, 1966. - 314 pp.
- Polikarpov G. G., Kulebakina L. G., Timoschuk V. I.** et al. ⁹⁰Sr and Cs-134 in surface water of the Dniiper River, the Black Sea and Aegean Sea in 1987 and 1988. *J. Environ. Radioactivity*. - 1991. - No 13. - P. 25-38.
- Radu D.** *Pasarile din Delta Dunarii*. Bucuresti: Edit. Acad. Rep. Soc. Romania, 1979. - 190 pp.
- Radu G., Nicolaev S., Anton E., Maximov V., Radu E.** Preliminary data about the impact of fishing gears on the dolphins from the Black Sea Romanian Waters. In: *Ozturk and Karakulak (Eds.). Workshop on Demersal Resources in the Black Sea and Azov Sea*. Publ. by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, 2003, **14**, P. 115-129.
- Ramsey W. L.** Dissolved oxygen in shallow water and its relation to possible bubble formation. *Limnol. and Oceanogr.*, 1962, **7**. - P. 453-461.
- Sieburth J. McN.** *Microbial Seascapes. A Pictorial Essay on Marine Microorganisms and Their Environments*. Baltimore, London, Tokyo: University Park Press, 1975. - 248 pp.
- Strategic Action Plan** for the Rehabilitation and Protection of the Black Sea, Istanbul, Turkey, 31 October 1996. - 29 pp.

- Tonay A. M. and Öztürk B.** Cetacean bycatch — turbot fisheries interaction in the Western Black Sea. In: Öztürk and Karakulak (Eds.). Workshop on Demersal Resources in the Black Sea and Azov Sea. Publ. by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, 2003, 14, P. 115-129.
- Tsyban A. V.** Marine Bacterioneuston. Journ. of the Oceanogr. Soc. of Japan, 27, 1971, № 2. - P. 56-65.
- Tücker D. W.** A new solution to the Atlantic eel problem. Nature, London, 1959, 183, № 4660. - P. 495-501.
- Zaitsev Yu. P.** Contourobionts in Ocean Monitoring. Environmental Monitoring and Assessment. D. Reidel Publishing Company, 1986, 7.- P. 31-38.
- Zaitsev Yu. P.** and Alexandrov B.G. (comp.) Black Sea Biological Diversity. Ukraine. New York: United Nations Publications, 1998. — 351 pp.
- Zaitsev Yu.** and **Mamaev V.**, Marine Biological Diversity in the Black Sea. A Study of Change and Decline. New York: United Nations Publications, 1997. - XV+208 pp.
- Zaitsev Yu.** and **Ozturk B.** (Eds) Exotic Species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas. Istanbul: Turkish Marine Research Foundation, 2001.- 267 pp.



Приложение

Хронология некоторых этапов в изучении экологии Черного моря*

- 1725** — В своей книге «Физическая история моря» итальянский исследователь, граф Луиджи Фердинандо Марсигли (Luigi Ferdinando Marsigli) описывает открытые и измеренные им два течения противоположных направлений в проливе Босфор.
- 1885** — В работе «Об обмене вод Черного и Средиземного морей» адмирал С. О. Макаров излагает наиболее полное на то время представление об изученных им двух течениях в Босфоре. Наблюдения и измерения Макаров проводил в 1881-1882 гг. с борта парохода «Тамань». Знание системы течений в проливе важно для понимания естественного механизма обмена водными массами и населяющими их организмами между Черным и Средиземным морями.
- 1890** — Экспедиция на канонерской лодке «Черноморец» (начальник И. Б. Шпидлер, геолог Н. И. Андрусов) впервые обнаружила сероводород в глубинных водах Черного моря на 170-200 м.
- 1891** - Экспедиции на канонерских лодках «Донец» и «Запорожец» с участием А. А. Лебединцева, А. А. Остроумова, В. В. Марковникова, Н. Д. Зелинского и других подтвердила данные экспедиции 1890 г. на «Черноморце», обнаружив сероводород на всех глубоководных станциях от 125 до 200 м.
- 1909** — Работая на тральщике «Федя», С. А. Зернов обнаружил в северо-западной части Черного моря

- на глубинах от 34 до 60 м большие скопления красной водоросли филофоры. Впоследствии этот район назвали «Филлофорным полем Зернова».
- 1913** — В своей книге «К вопросу об изучении жизни Черного моря» С. А. Зернов дает первое описание биоценозов донных организмов в Черном море.
- 1926** — В. И. Вернадский сформулировал свои взгляды на биологическую структуру океана и отметил, что границы его раздела с атмосферой, берегом и дном имеют первостепенное значение.
- 1926** — А. Загоровский и Д. Рубинштейн опубликовали первое описание биоценозов Одесского залива.
- 1926** — В статье «К вопросу о происхождении сероводорода в Черном море», П. Т. Данильченко и Н. И. Чигирин впервые высказали результаты своих исследований по теме.
- 1929** — В главе «Черное море» книги «Крым» И. И. Пузанов дает характеристики основных биоценозов Черного моря и условий их существования.
- 1934** — Первое обнаружение в Черном море китайского мохнаторукого краба *Eriocheir sinensis* (G.D. Vasilii). В последующем этот экзотический вид не встречался вплоть до 1990-х гг., когда его снова начали отмечать, причем не только в Черном, но и в Азовском морях.
- 1934—1939** — Исследованиями С. Б. Гринбарта обрастаний затонувших судов доказана способность многих массовых беспозвоночных Черного моря расти и развиваться на искусственных субстратах.
- 1935** — Первая публикация по ихтиопланктону Черного моря (В. А. Водяницкий).
- 1937** — Первое обнаружение в Черном море голландского краба *Rhithropanopeus harrisi tridentata*, родом из прибрежных вод Северной Атлантики (А. К. Макаров). Впоследствии этот экзотический вид стал массовым представителем бентоса в Черном, Азовском и Каспийском морях, дополнительным пищевым объектом для донных рыб.
- 1941** — Аналитической статьей «К вопросу о биологической продуктивности Черного моря» В. А. Водяницкий открыл многолетнюю дискуссию по биологической продуктивности морских водоемов.
- 1942** — Публикация в открытой печати первой обобщенной карты поверхностных течений в Черном море (G. Neumann, Ann. Hydr. Marit. Meteorol.).
- 1946** — Первое обнаружение в Черном море экзотического моллюска рапаны *Rapana thomasi* (Е. И. Драпкин). Впоследствии рапана расселилась в Черном море, проникла в Мраморное и Средиземное моря, стала причинять ущерб запасам устриц, мидий и других двустворок и оказалась также объектом промысла.
- 1948** — В статье «Фильтрационная работа и питание мидий Черного моря», Г. Н. Миронов дал первую количественную оценку мидии как биофильтратора.
- 1949** — В своей книге «Жизнь Черного моря» А. В. Кротов сообщает, что один миллион дельфинов, обитающих в Черном море, поедает в течение года до 300 тыс. т рыбы, то есть почти в три раза больше, чем добывалось тогда всеми странами.
- 1949** — Начало изучению химического (биохимического) состава черноморских организмов и его изменений в зависимости от условий места обитания положила З. А. Виноградова.

- 1954** - В работе «О некоторых изменениях морских организмов, попавших в соленые лиманы» И. И. Пузанов анализирует морфологические изменения (пластические и меристические признаки) массовых видов черноморских беспозвоночных и рыб в ряде лиманов северо-западного Причерноморья.
- 1955—1957** — Экспериментальным путем определен удельный вес (плавучесть) пелагических икринок разных видов черноморских рыб (Ю. П. Зайцев). В соответствии с этим признаком, икринки проходят развитие в различных горизонтах пелагиали. Икринки черноморских кефалей имеют самый малый удельный вес, соответственно, наибольшую плавучесть. Поиски икры кефалей в море при помощи сетей специальной конструкции привели к обнаружению нейстона в Черном море.
- 1960** — Первая публикация об обнаружении в Черном море морского нейстона (Ю. П. Зайцев). Прежде возможность существования нейстонной формы жизни в море отрицалась.
- 1963** — Выход в свет монографии Л. А. Зенкевича «Биология морей СССР» с характеристикой планктона, бентоса, рыб, млекопитающих и продуктивности Черного моря.
- 1964** — Сведения по биологии и экологии всех видов рыб Черного моря даны в монографии А. Н. Световидова «Рыбы Черного моря».
- 1964** — Выход в свет монографии Г. Г. Поликарпова «Радиоэкология морских организмов». Первое систематизированное изложение понятий и проблем радиоэкологии морских организмов. Данные по радиоэкологии растений и животных Черного моря.
- 1966** — Первое обнаружение в Черном море экзотического моллюска мии, *Mya arenaria* (Л. Е. Бешевли и В. А. Колягин). Впоследствии вид получил широкое распространение в Черном, Азовском и Каспийском морях.
- 1966** — Развивая идеи В. И. Вернадского, К. А. Виноградов обращает внимание на важность изучения «контактных» зон Черного моря, на его границах с атмосферой, берегом и реками.
- 1967** — Факт усиления притока в Черное море средиземноморских видов доказывает И. И. Пузановым в работе «Медитерранизация фауны Черного моря и перспективы ее усиления».
- 1967** — Выход в свет коллективной монографии «Биология северо-западной части Черного моря» (ред. К. А. Виноградов) с описанием абиотических условий водной среды, планктона, нейстона, бентоса, рыб, морских млекопитающих, донных биоценозов основного шельфа Черного моря. Книга вышла незадолго до начала крупных изменений в экологии этой части моря, и ее данные широко используют для оценки последовавших событий в экосистеме.
- 1969** — Ключевая роль нейстона в морской экосистеме доказывается в работе Г. Г. Поликарпова и Ю. П. Зайцева «Горизонты и стратегия поиска в морской биологии».
- 1970** — В монографии Ю. П. Зайцева «Морская нейстонология» впервые в литературе обобщаются сведения о морском нейстоне, его значении в жизни моря, о методах его исследования и основных полученных результатах.

- 1970** — Обобщение первых сведений о бактериальном нейстоне Черного моря в монографии А. В. Цыбань «Бактерионейстон и бактериопланктон шельфовой области Черного моря».
- 1970** — Современное представление о распределении опресненных районов и гидрофронтных рек в Черном море дано в книге В.С. Большакова «Трансформация речных вод в Черном море».
- 1970-е гг.** — Начало широкого применения подводных обитаемых аппаратов (ПОА) для проведения визуальных наблюдений в Черном море. Этот метод позволил значительно уточнить и дополнить сведения о распределении и поведенческих реакциях организмов пелагиали и бентали, их биоценозов.
- 1971** — Выход в свет монографии К. М. Хайлова «Экологический метаболизм в море», в которой, впервые в литературе, обобщены материалы по межорганизменному обмену выделенных растениями и животными и растворенных в морской воде веществ. Показано, в частности, что количество растворенных в воде органических веществ резко возрастает на поверхностях раздела.
- 1971** — Выход в свет в издательстве Академии наук Румынии книги «Исследования экологии бентоса в Черном море. Количественное, качественное и сравнительное изучение донной фауны» (авторы: М. С. Băcescu, G. I. Müller, M.-T. Gomoiu).
- 1971** — Методами математического моделирования определены ожидаемые изменения гидрологического и гидрохимического режимов Черного моря в связи с зарегулированием стока рек (К. А. Виноградов, Д. М. Толмазин).
- 1973** — Экспедиция Одесского филиала Института биологии южных морей на НИС «Миклухо-Маклай» (начальник В. А. Сальский) обнаружила на северо-западном шельфе первый на Черном море случай массовой гибели донных животных (замор), вызванный дефицитом кислорода в придонном слое воды на глубинах от 10 до 20 м и площади 3500 км².
- 1974** — Выход в свет монографии В. В. Хлебовича «Критическая соленость биологических процессов» с многочисленными примерами отношения черноморских организмов и их сообществ к солености воды.
- 1976** — Первое сообщение в научной печати о негативных экологических последствиях усиления антропогенного воздействия на Черное море: эвтрофикация, «цветение» воды, придонная гипоксия, заморы и др. (Ю. П. Зайцев).
- 1978** — Выход в свет коллективной монографии болгарских ученых «Черно море» (А. Вълканов и др.) с изложением вопросов экологии Черного моря.
- 1979** — Выход в свет международной коллективной монографии «Основы биологической продуктивности Черного моря» (ред. В. Н. Грезе).
- 1979** — Резкое увеличение численности и биомассы планктонных перидиниевых водорослей в северо-западной части Черного моря, до уровня «красных приливов», отмечено Д. А. Нестеровой.
- 1979** — Выход в свет монографии «Океан. Активные поверхности и жизнь» (Т. А. Айзатуллин, В. Л. Лебедев, К. М. Хайлов). Рассматриваются физические, химические и биологические процессы у поверхностей раздела океана — мест сгущения жизни и активной трансформации вещества и энергии.

- Развивая идеи В. И. Вернадского, авторы приходят к выводу, что обнаруживаются явные следы назревающей в океанологии революции.
- 1982** — Выход в свет монографии Ю. И. Сорокина «Черное море: природа, ресурсы». Автор дает основательную характеристику экосистемы Черного моря (преимущественно, открытых вод), ее структуры и функционирования.
- 1982** — Замечены первые экземпляры экзотического гребневика мнемипсиса в Черном море (М. В. Переладов).
- 1983** — Резкое (в десятки и сотни раз) увеличение численности и биомассы фитопланктона, в основном мелкоклеточных форм, в северо-западной части Черного моря произошло начиная с 1974—1975 гг. (Д.А. Нестерова).
- 1984** — Визуальные наблюдения и исследования экологического состояния Филлофорного поля Зернова и северо-западного шельфа из подводного обитаемого аппарата «Аргус» и с борта НИС «Витязь» (Ю. П. Зайцев).
- 1985** — Развивая концепции В. И. Вернадского о граничных сгущениях жизни в море и К. А. Виноградова о контактных зонах моря, Ю. П. Зайцев (Уи. Хайе) обращает внимание на особую перспективность исследований в контурных биотопах моря, в метровом и субметровом диапазонах расстояний. Предложены названия «аэкоронтур», для верхнего слоя пелагиали 0—5 см, «литоконтур» и «псаммоконтур» для, соответственно, песчаного и каменистого краевых биотопов моря (1—3 м от линии уреза воды), «потамоконтур» для гидрофронтов рек (1—5 м). Эти биотопы населены организмами-контуробионтами, преимущественно, ранними стадиями развития и наиболее сильно подвержены влиянию внешних, в том числе антропогенных, факторов.
- 1985** — Исследования видового разнообразия фитопланктона как индикатора эвтрофикации в прибрежных водах Румынии (Р.-Е. Мтгеа).
- 1985** — Аналитический обзор публикаций по антропогенной эвтрофикации морей (М.-Т. Оошош).
- 1986** — Выход в свет монографии Ю. Г. Алеева «Экоморфология». Впервые в литературе автор сформулировал объект, цели и задачи новой отрасли биологии — экоморфологии, обобщил теорию жизненных форм в водной и наземной средах. Приведены многие примеры морфоэкологических систем организмов Черного моря.
- 1989** — Общая биомасса экзотического гребневика мнемипсиса в Черном море достигла 1 млрд т. Вселенец стал активно воздействовать на кормовую базу и запасы рыб, в первую очередь хамсы (М. Е. Виноградов и др.).
- 1989** — В монографии «Продуктивность рыб Черного моря» (авторы Г. Е. Шультман, С. Ю. Урденко) рассмотрены эколого-физиологические аспекты продуктивности 6 массовых видов рыб Черного моря — хамсы, шпрота, ставриды, султанки, смариды и мерланки. Обсуждается, в частности, влияние промысла на запасы этих рыб.
- 1990** — Обзор современного состояния зообентоса болгарского сектора Черного моря (Т. М. Маринов).
- 1990** — Обзор работ по физической океанографии проливов Босфор и Дарданеллы (ишиага ега1.).

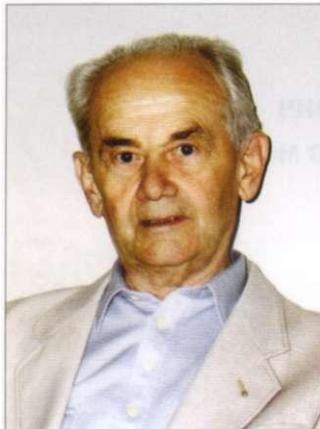
- 1990** - В монографии «Митилиды Черного моря» (ред. В. Е. Заика, авторы В. Е. Заика, Н. А. Валовая, А. С. Повчун, Н. К. Ревков) обсуждаются реакции четырех массовых видов черноморских моллюсков семейства митилид на антропогенные изменения в водных биотопах.
- 1991** — На основании данных измерений количества хлорофилла на поверхности пелагиали с научных судов и из космоса, сделан вывод, что Черное море, по этому критерию, занимает первое место в числе морей средиземноморского бассейна (Yu. P. Zaitsev).
- 1992** — В монографии «Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря» (авторы: Л. В. Воробьева, Ю. П. Зайцев, И. И. Кулакова) обобщаются сведения о состоянии и изменениях сообщества псаммоконтура моря.
- 1992** — Выход свет монографии «Молисмология Черного моря» (ред. Г. Г. Поликарпов), анализирующей и обобщающей данные по загрязнению Черного моря.
- 1992** — На основании публикаций делается вывод о критическом состоянии экосистемы Черного моря и о необходимости международных согласованных действий по изучению и решению проблемы (L. D. Mee).
- 1992** — Обзор публикаций по вспышкам численности фитопланктона в румынском секторе Черного моря (N. Bodeanu).
- 1992** — Оценка экологического состояния шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (Ю. П. Зайцев).
- 1993—1998** — Проведение работ по экологии Черного моря в рамках Черноморской экологической программы Глобального экологического фонда (Координатор: L. D. Mee).
- 1993** — Оценка состояния фауны бентоса в болгарском секторе Черного моря (Ts. Konsoulova).
- 1994** — Изучены изменения в составе и запасах промысловых рыб в румынском секторе Черного моря на протяжении последнего десятилетия (S. Nicolaev et al.).
- 1995** — Делается вывод, что в результате загрязнения Босфор оказался закрытым коридором для миграций морских рыб и млекопитающих (B. Öztürk).
- 1995** — В г. Женеве (Швейцария) состоялось заседание группы международных экспертов (GESAMP) по проблеме экзотического гребневика мнемипсиса в Черном море.
- 1996** — Делается вывод, что случайно попавшие в Черное море виды моллюсков вызвали существенные изменения в его экосистеме (V. Zolotarev).
- 1996—1998** — В северо-западной части Черного моря, в зонах влияния Дуная, Днестра и Днепра проводились работы в рамках Проекта Европейского Союза EROS («Взаимодействие рек Европы и океана»). Координаторы работ: J - M. Martin и C. Lancelot.
- 1996** — В рамках Черноморской экологической программы выполнен «Трансграничный диагностический анализ» (Transboundary Diagnostic Analysis). В документе обобщены материалы по состоянию экосистемы Черного моря и доказываемая необходимость ее охраны на международном уровне.
- 1996** — Представители черноморских стран подписали в г. Стамбуле (Турция) Стратегический план действий по восстановлению и охране Черного моря (Strategic Action Plan for the Rehabilitation and Protection of the Black Sea).

- 1996—2000 — В публикациях Г. Г. Миничевой исследована реакция водорослей макрофитов на эвтрофикацию Черного моря. Доказана возможность использования показателей поверхности слоевища водорослей для оценки состояния прибрежных экосистем.
- 1997—1998 — В издательстве ООН (Нью-Йорк) вышли в свет сводки (Национальные отчеты) по биологическому разнообразию национальных секторов Черного моря. Составители: А. Konsulov (Болгария), А. Komakhidze and N. Mazmanidi (Грузия), А. Petranu (Румыния), В. Öztürk (Турция), Yu. P. Zaitsev and B. G. Alexandrov (Украина). В документах отмечаются изменения на видовом и биоценотическом уровнях, вызванные антропогенным фактором.
- 1997 — В издательстве ООН (Нью-Йорк) опубликована книга о состоянии биологического разнообразия Черного моря и его многолетних изменений (Yu. Zaitsev and V. Mamaev).
- 1998 — Изложение основных экологических проблем Черного моря, вызвавших их причин и путей решения в книге Ю. Зайцева «Самое синее в мире» (изд-во ООН, Нью-Йорк).
- 1998 — Оценка последствий загрязнения Черного моря. Обобщенные результаты исследований, изложенные специалистами из 14 стран и международных организаций (Black Sea Pollution Assessment. New York: United Nations Publications).
- 1999 - Выход в свет первой Красной книги Черного моря (Black Sea Red Data Book. New York: United Nations Office for Project Services). Более 70% видов беспозвоночных животных, внесенных в Красную книгу, оказались обитателями контурных биоценозов моря (ред.: Н. Dumont, V. O. Mamaev, научный координатор: Yu. P. Zaitsev).
- 1999 — В монографии «Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей» (автор Л. В. Воробьева) впервые сделан обобщающий анализ мейобентоса Понто-Азова, вскрыты закономерности его антропогенных сукцессии.
- 1999-2002 — В публикациях Б. Г. Александрова обобщаются материалы, обосновываются возможности и методы управления экологическим состоянием прибрежных экосистем Черного моря при помощи искусственных рифов.
- 2000 — Обобщены данные по фауне глубоководной сероводородной зоны Черного моря даны в публикациях Н. Г. Сергеевой.
- 2000 — Выход в свет монографии «Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Черном морях: биологические последствия вселения» (ред. С. П. Воловик).
- 2001 — В книге «Экзотические виды в Эгейском, Мраморном, Черном, Азовском и Каспийском морях» (Exotic species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas. Eds. Yu. Zaitsev and B. Öztürk) дана сравнительная оценка антропогенного изменения биологического разнообразия пяти сообщающихся морей преднамеренно и случайно занесенными экзотическими видами.

- 2001** — Обобщены результаты многолетних исследований изменений в краевых сообществах Одесского залива, одного из наиболее изученных районов Черного моря (Одесский филиал Института биологии южных морей).
- 2002** — Выход в свет первого номера Морского экологического журнала (гл. ред. В. Н. Еремеев), органа Национальной Академии наук Украины и Института биологии южных морей. Журнал публикует результаты теоретических и экспериментальных исследований в области морской экологии.
- 2002** — Опубликована обзорная статья «Экологические процессы в критических зонах Черного моря: синтез результатов двух направлений исследований с середины XX до начала XXI века» (Ю. П. Зайцев, Г. Г. Поликарпов).
- 2003** — Выход в свет монографии В. И. Монченко «Свободноживущие циклопообразные копеподы Понто-Каспийского бассейна». Сведения по экологии обширной группы веслоногих Черного моря и приморских водоемов.
- 2003** — Выход в свет коллективной монографии «Современное состояние биообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор)» (ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская). Данные о многолетних видовых и биоценотических изменениях в результате изменения условий морской среды и под влиянием антропогенного фактора.
- 2003** — В книге «Реки Черного моря» количественно оценены объемы стока и наносов по отдельным рекам, регионам и в целом по всему морю (Ш. Джаошвили).
- 2003** — В монографической работе А. В. Гаевской и Ю. М. Корнийчук «Паразитические организмы как составляющая экосистем Черноморского побережья Крыма» обосновывается необходимость учета паразитофауны при оценке состояния экосистем Черного моря.
- 2003** — Книга «Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке» (авторы: О. Г. Миронов, Л. Н. Кирюхина, С. В. Алемов) дает представление о многолетних изменениях экологии одного из наиболее изученных прибрежных районов Черного моря.
- 2003—2004** — Работы в рамках Проекта UNOPS «Восстановление экосистемы Черного моря» (координатор P. J. Reynolds).

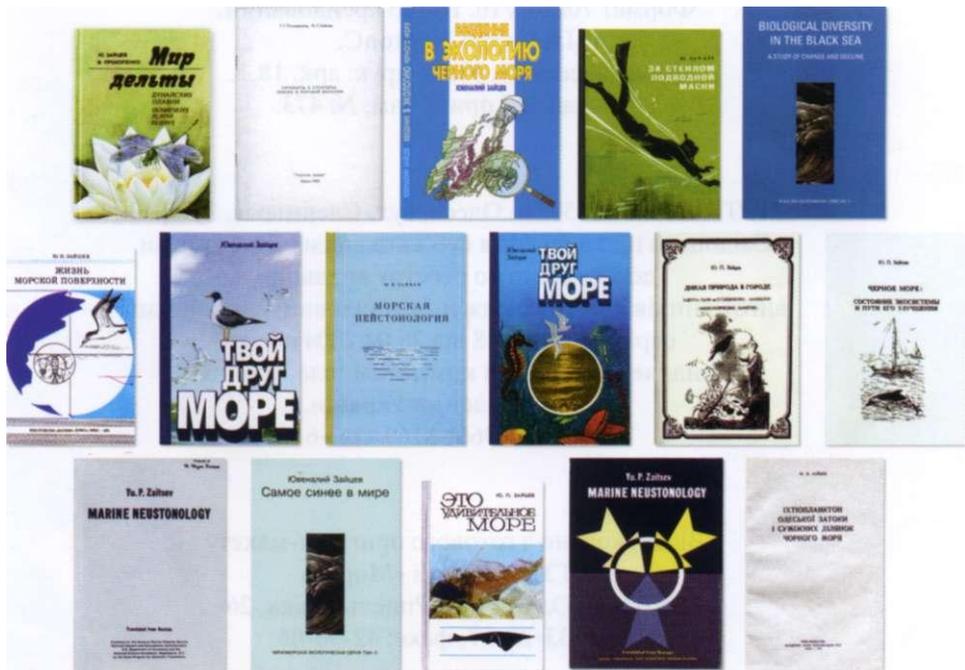
*Сведения по экологии организмов Черного моря и их сообществ встречаются также в других публикациях, не упомянутых выше.

ОБ АВТОРЕ



Зайцев Ювеналий Петрович, доктор биологических наук, профессор, академик Национальной академии наук Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины. Окончил Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова в 1949 г. С 1956 г. работает в Одесском филиале Института биологии южных морей НАНУ. Основные научные интересы в области биологии и экологии моря, в частности, его контурных (краевых) биотопов. Открыл и изучил морской нейстон на рубеже моря и атмосферы, сформулировал основные положения новой области экологии моря — морской нейстонологии. Исследовал реакции морских организмов и их сообществ на различные виды антропогенного воздействия. Участник научных экспедиций в Черном, Азовском, Каспийском,

Балтийском, Средиземном, Карибском морях, в Мексиканском заливе и в некоторых районах Атлантического и Тихого океанов. Выступал с лекциями и научными докладами перед студентами и преподавателями в Японии, Франции, Турции, США, Канаде, ЮАР. В качестве международного эксперта по вопросам биологического разнообразия и экологии Черного моря неоднократно участвовал в работе экспертных групп и комиссий, в том числе Объединенной группы экспертов по научным аспектам охраны моря (СЕБАМР) ООН. Автор более 300 научных монографий и статей, опубликованных в издательствах 20 стран, а также книг по экологическому образованию и воспитанию для молодых читателей: «За стеклом подводной маски», «Это удивительное море», «Твой друг море», «Мир дельты» и других.



Наукове видання

Зайцев Ювеналій Петрович
Введення в екологію Чорного моря

Монографія

Дизайн *Карпушкін О. М.*

Верстка *Бузунова Л. А.*

Малюнки *Карпушкін О. М., Лагутін С. В.*

Коректор *Крылова Н. І.*

Фото *Біркун О. О. мол., Вершинін О. О.,*
Зайцев Ю. П., Литвиненко Ю. М.

Підписано до друку 31.03.06.

Формат 70x100/16. Папір крейдований.

Гарнітура NewtonС.

Друк офсетний. Ум. — друк. арк. 18,1.

Наклад 500 прим. Зам. № 473.

МПП «Евен» 65039, м. Одеса, вул. Слєпньова, 2, оф. 3
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 1848 від 26.04.2004 року,
видане Державним комітетом телебачення
і радіомовлення України.
І Б В ^ о 966-8169-16-6

Віддруковано з готового оригінал-макету
в АТЗТ друкарні «Моряк»
65011, м. Одеса, вул. Рішельєвська, 26
Тел.: 33-22-97, факс: 42-90-05