

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
НАУК УКРАИНЫ  
ОДЕССКИЙ ФИЛИАЛ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ  
ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А.О. КОВАЛЕВСКОГО

СЕВЕРО-  
ЗАПАДНАЯ  
ЧАСТЬ  
ЧЕРНОГО  
МОРЯ:  
БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

*ПРОЕКТ  
«НЛУКОВА КНИГА»*

КИЕВ НАУКОВА ДУМКА 2006

Монография представляет собой продолжение издания «Биология северо-западной части Черного моря» (под ред. К.А. Виноградова, изд-во «Наукова думка», 1967). Обобщены материалы исследований экосистемы северо-западной части Черного моря, проведенных в период 1967—2003 гг. Рассмотрены результаты изучения абиотической составляющей экосистемы, современное состояние и тенденции изменения биологической структуры. Приведены итоги исследований по новым научным направлениям - популяционной экологии гидробионтов, биотестированию, гидробиологической мелиорации, моделированию динамики качества вод и технологии переработки гидробионтов.

Для гидробиологов, экологов, альгологов, зоологов, ихтиологов, гидрологов, гидрохимиков, преподавателей и студентов высших учебных заведений, работников рыбного хозяйства.

Монография є продовженням видання «Биология северо-западной части Черного моря» (за ред. К.О. Виноградова, вид-во «Наукова думка», 1967). Узагальнено матеріали досліджень екосистеми швнЧНО-захщно! частини Чорного моря, проведених у период 1967-2003 рр. Розглянуто результати вивчення абиотично! складов! екосистеми, сучасний стан і тенденци зміни біологічно! структури. Наведено результати досліджень нових наукових напрямш — популяційно! екологія гідробіонтлв, біотестування, гідробіологічно! меліорацп, моделювання динамиси якоєп вод і технологи переробки пдробіюнпв.

Для гідробіолопв, екологпв, альгологпв, зоолопв, іхтіолопв, пдролопв, пдрохшіКІв, викладчів і студентпв вищих закладів освгги, робітніюв рибного господарства.

Ответственные редакторы

Ю.П. ЗАЙЦЕВ, Б.Г. АЛЕКСАНДРОВ, Г.Г. МИНИЧЕВА

Рецензенты : д-р биол. наук *О.Г. Миронов*, д-р геогр. наук *ИЛ Лоева*

*Рекомендовано к печати ученым советом  
Одесского филиала Института биологии  
^, •, у ип\*, 1, ш А О Ковалевского НАН Украины*

*Видання здіснене за державним контрактом  
на випуск науковоУдруковано'х продукци*

Редакция медико-биологической, химической  
и геологической литературы

Редакторы *О.И. Калашникова, Ж.В. Загоруйко*

© В.В. Адобовский, Б.Г. Александров, Л.В. Анцупова, Е.И. Бабич, Н.А. Берлинский, А.А. Биркун, Ю.И. Богатова, Л.И. Бойко, В.Н. Большаков, С.Г. Бушуев, А.К. Виноградов, Е.Г. Воля, Л.В. Воробьева, Г.П. Гаркавая, Л.А. Гарлицкая, М.В. Гельмбольдт, И.А. Говорин, В.К. Головенко, А.Ю. Гончаров, М.М. Данилова, Г.Н. Девярых, С.А. Доценко, С.Е. Дятлов, Т.Н. Еременко, Ю.П. Зайцев, В.Н. Золотарев, А.Б. Зотов, Г.В. Иванович, О.С. Изаак, Р.П. Кандюк, Ю.В. Квач, Н.В. Ковалева, Т.И. Коновалова, Н.И. Копытина, А.Н. Косарев, М.Н. Косенко, А.В. Кошелев, И.И. Кулакова, А.В. Курилов, В.И. Лисовская, Г.В. Досовская, Ю.Н. Макаров, Д.В. Микулич, Г.Г. Миничева, Ю.Р. Налбандов, Е.В. Настенко, Д.А. Нестерова, С.Е. Никонова, В.В. Никулин, Л.П. Павлютина, А.Г. Петросян, Н.Ф. Подплетная, Л.Н. Полищук, Е.М. Руснак, В.Е. Рыжко, Н.И. Ясинцева, П.Т. Савин, О.Ю. Сапко, С.Ю. Секундяк, И.А. Синегуб, И.А. Скрипник, С.В. Стадниченко, Н.Г. Теплинская, Л.М. Теренько, Г.В. Теренько, О.А. Торгонская, В.С. Тужилкин, Ю.С. Тучковенко, Е.В. Холодковская, С.А. Хуторной, А.Г. Цокур, Н.С. Чиликина, П.В. Шекк, Н.М. Шурова, 2006

**1903040100 - 001**

ISBN 966-00-0159-2

# Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ (Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г.).....	3
---	---

## РАЗДЕЛ I

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ: АБИОТА

<i>Глава 1. Ландшафтно-геологические исследования (Никулин В.В.).....</i>	<i>11</i>
1.1. Ландшафтное районирование.....	11
1.1.1. Палеогеографические аспекты развития исследуемого района.....	15
1.1.2. Современные донные ландшафты.....	17
1.2. Донные отложения.....	19
1.2.1. Отложения неоплейстоцен-голоценового возраста ....	20
1.2.2. Отложения черноморского возраста.....	22
<i>Глава 2. Гидрологические исследования.....</i>	<i>25</i>
2.1. Шельфовая зона (Берлинский НА., Большаков В.Н.)	25
2.1.1. Изменчивость гидрофизических полей и придонной гипоксии (Берлинский НА., Тужилкин В.С., Косарев А.Н., Налбандов Ю.Р.).....	32
2.2. Антропогенно преобразованная прибрежная зона (Адобовский В. В.).....	52
<i>Глава 3. Гидрохимические исследования.....</i>	<i>59</i>
<b>3.1. Источники эвтрофирования (Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И.).....</b>	<b>60</b>
3.1.1. Речной сток.....	60
3.1.2. Атмосферные осадки.....	67
3.1.3. Локальные береговые источники.....	68
3.1.4. Донные отложения.....	68
3.2. Кислородный режим (Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И.) .	69
3.3. Межгодовая изменчивость содержания биогенных веществ (Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Гончаров А.Ю.).....	74
3.4. Межгодовая изменчивость количества органического вещества (Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И.).....	79

## РАЗДЕЛ III

## КРАЕВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

<b>Глава I. Лиманы Северо-Западного Причерноморья</b> .....	351
<b>1.1. Физико-географическая характеристика (Адобовский В.В., Большаков В.Н.)</b> . . .	351
1.2. Хозяйственное использование (Миничева Г.Г., Адобовский В.В., Большаков В.Н.).....	356
1.3. Морфометрическое ранжирование {Миничева Г.Г., Большаков В.Н., Адобовский В.В.).....	356
1.4. Гидролого-гидрохимические и биологические особенности функционирования.....	358
1.4.1. Тилигульский лиман {Адобовский В.В., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Воля Е.Г., Воробьева Л.В., Гаркавая Г.П., Гельмбольдт М.В., Гончаров А.Ю., Иванович Г.В., Копытина Н.И., Косенко М.Н., Кулакова И.И., Курилов А.В., Лисовская В.И., Досовская Г.В., Макаров Ю.Н., Миничева Г.Г., Полищук Л.Н., Руснак Е.М., Синегуб И.А., Теплинская Н.Г., Теренько Л.М., Торгонская О.А., Шекк П.В.).....	358
1.4.2. Малый Аджалыкский (Григорьевский) лиман {Адобовский В.В., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Воля Е.Г., Воробьева Л.В., Гаркавая Г.П., Гарлицкая Л.А., Гончаров А.Ю., Копытина Н.И., Косенко М.Н., Кулакова И.И., Курилов А.В., Лисовская В.И., Досовская Г.В., Макаров Ю.Н., Миничева Г.Г., Настенко Е.В., Нестерова Д.А., Полищук Л.Н., Руснак Е.М., Синегуб И.А., Теплинская Н.Г., Торгонская О.А., Шекк П.В.).....	371
1.4.3. Сухой лиман {Адобовский В.В., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Воля Е.Г., Воробьева Л.В., Гаркавая Т.П., Гончаров А.Ю., Иванович Г.В., Копытина Н.И., Косенко М.Н., Кулакова И.И., Курилов А.В., Лисовская В.И., Досовская Г.В., Макаров Ю.Н., Миничева Г.Г., Настенко Е.В., Павлютина Л.П., Полищук Л.Н., Руснак Е.М., Синегуб И.А., Теплинская Н.Г., Теренько Л.М., Шекк П.В.).....	382
1.4.4. Хаджибейский лиман (Адобовский В.В., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Воля Е.Г., Воробьева Л.В., Гаркавая Г.П., Гончаров А.Ю., Изаак О.С., Копытина Н.И., Косенко М.Н., Курилов А.В., Макаров Ю.Н., Нестерова Д.А., Полищук Д.Н., Руснак Е.М., Синегуб И.А., Теплинская Н.Г., Шекк П.В.).....	391
1.4.5. Будаковский (Шаболатский) лиман (Адобовский В.В., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Воля Е.Г., Гаркавая Г.П., Гончаров А.Ю., Косенко М.Н., Курилов А.В., Макаров Ю.Н., Нестерова Д.А., Руснак Е.М., Синегуб И.А., Теплинская Н.Т., Шекк ИВ.).....	401
1.4.6. Куяльницкий лиман (Адобовский В.В., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Гаркавая Г.П., Гончаров А.Ю., Копытина Н.И., Косенко М.Н., Лисовская В.И., Макаров Ю.Н., Нестерова Д.А., Синегуб И.А., Теплинская Н.Г.).....	407
1.4.7. Большой Аджалыкский (Дофиновский) лиман (Адобовский В.В., Бабич Е.И., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Воля Е.Г., Воробьева Л.В., Гаркавая Г.П., Гарлицкая Л.А., Копытина Н.П., Косенко М.И., Курилов А.В., Макаров Ю.И., Миничева Г.Г., Настенко Е.В., Нестерова Д.А., Полищук Л.Н., Руснак Е.М., Синегуб И.А., Теплинская Н.Г., Шекк ИВ.).....	412
1.5. Сравнительная характеристика реакций на антропогенное воздействие (Дятлов СЕ., Копытина Н.И., Миничева Г.Г., Нестерова Д.А., Подплетная Н.Ф., Полищук Л.Н., Савин П.Т., Секундяк Л.Ю., Синегуб И.А., Теплинская Н.Г., Теренько Л.М.) ....	АТI
<b>Глава 2. Остров Змеиный (Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Богатова Ю.И., Воробьева А.В., Гаркавая Г.П., Гельмбольдт М.В., Копытина Н.И., Миничева Г.Г., Нестерова Д.А., Полищук А.Н., Руснак Е.М., Синегуб И.А., Теренько А.М., Хуторной С.А.)</b> . . .	428
2.1. История изучения.....	429
2.2. Судовые исследования.....	431
2.3. Береговые исследования.....	439
2.4. Итоги и перспективы.....	443

# Лиманы Северо-Западного Причерноморья

## 1.1. Физико-географическая характеристика

Лиманы северо-западного побережья Черного моря расположены в южной и средней полосе Причерноморской низменности. На участке побережья между реками Дунай и Днепр находится 21 лиман с площадью водного зеркала более 5 км<sup>2</sup> (рис. III. 1.1). По географическому положению и некоторым морфометрическим характеристикам они объединяются в две основные группы: дунай-днестровскую и днестровско-днепровскую.

Все лиманы отделены от моря песчано-ракушечными пересыпями или косами. Изоляция бывает полной (закрытый тип лиманов) или частичной. В первом случае лиман отделяется от моря сплошной пересыпью, во втором — либо косами, либо в теле пересыпи имеются искусственные прорези. Гравитационная морфоструктура лиманных берегов представлена оползнями, обвалами и осыпями. На пересыпях и косах лиманов развиты эоловые формы рельефа: дюны (кучугуры), прикустовые бугры, дефляционные котловины.

Лиманы Северо-Западного Причерноморья отличаются как генезисом, так и современными условиями развития. Днестровский, Бугский и Днепровский лиманы представляют собой устьевые области крупных рек (табл. III. 1.1), лиманы Сухой, Хаджибейский, Кульницкий, Большой Аджалыкский (Дофиновский), Малый Аджалыкский (Григорьевский), Тилигульский и солонец Тузлы — затопленные морем устьевые области рек, в настоящее время не функционирующих как полноценные русловые системы. Лиманы междуречья Дунай—Днепр: Джантшейский, Малый Сасык, Тузловская группа (Шаганы, Карачаус, Алибей, Хаджидер, Курудиол, Бурнас) и Будаковский представляют собой морские заливы, отделенные от моря пересыпями, в которых проведены обловно-запускные каналы и периодически формируются прорвы, соединяющие ли-

тель отношения объема водоема к площади водного зеркала  $V/S$  — это морфометрическая характеристика, максимально определяющая природный потенциал водоема. По интенсивности физико-географических процессов данный показатель в большой степени количественно отражает «активность среды» (Лебедев, 1986), формирующую эколого-биологические процессы, связанные с трансформацией органического вещества, разнообразием и устойчивостью биологической структуры. Использование данного показателя для ранжирования водоемов позволяет определить экологический потенциал устойчивости водоема и оценить реакцию экосистемы на антропогенное воздействие с учетом его природных физико-географических процессов.

По изменению показателя  $V/S$  для семи лиманов региона, испытывающих в настоящее время различную степень антропогенной нагрузки, построен ряд, отражающий экологическую устойчивость водоемов, обусловленную их природными морфологическими параметрами (табл. III.1.2). Максимальные значения показателя  $V/S$  характерны для наибольших по размерам и глубине водоемов — Тилигульского, Малого Аджалыкского и Сухого лиманов. К группе наиболее мелководных и, соответственно, с наименьшим природным потенциалом устойчивости относятся Куяльницкий, Будацкий и Большой Аджалыкский лиманы.

Ниже представлены многолетние данные о гидролого-гидрохимических и биологических особенностях семи рассмотренных лиманов, полученные коллективом сотрудников ОФ ИнБЮМ НАН Украины.

## 1.4. Гидролого-гидрохимические и биологические особенности функционирования

### 1.4.1. Тилигульский лиман

Тилигульский лиман — самый глубоководный (19—21 м) лиман на северо-западном побережье Черного моря (Лиманно-устьевые комплексы..., 1988). Значительная глубина делает возможным формирование стратификации водной толщи в летний период, которая представляет собой один из факторов риска в развитии заморных явлений. От моря лиман отделен пересыпью, средняя ширина которой 3,5 км. Обловно-запускной канал на пересыпи периодически соединяет лиман с морем. Расход воды по каналу обычно составляет несколько сотен тысяч кубических метров в сутки, но может достигать и 1,5 млн  $\text{м}^3\text{сут}^{-1}$ .

В прошлом, когда объемы стока р. Тилигул составляли весьма заметную часть водного баланса, существовало четкое разделение лимана на две части: соленую — к югу от сужения в районе с. Калиновка, и опресненную — северную. Увеличение повторяемости засушливых сезонов в 1990-х годах и нерегулярное использование канала привели к тому, что к 2002 г. соленость лимана достигла 17 ‰ в северной части и 21 ‰ — в южной (Адобовский, 2002), тогда как раньше эта величина составляла 8,6 и 15 ‰ соответственно (Лиманно-устьевые комплексы..., 1988).

Уровень лимана в конце XX в. был в среднем ниже уровня моря на 66 см (ГВК, 1985), но после аномально холодной и многоснежной зимы 2002/2003 г. весенний паводок поднял уровень лимана почти на 40 см выше уровня моря и прорвал перемычку, отделявшую канал от моря. К тому моменту соленость поверхностного слоя лимана понизилась до 5,5 ‰. Однако значительного снижения солености лимана не произошло, поскольку распресненная поверхностная вода ушла по каналу в море, не успев хорошо перемешаться с глубинной, от которой была отделена мощным термогалоклином.

С марта до октября 2003 г. уровень лимана понизился на 75 см, из них на 30 см уже после восстановления перемычки на пересыпи в июне, т. е. исключительно вследствие превышения испарения над осадками. Соленость в южной части лимана к концу осени 2003 г. достигла 19,5 ‰ и оказалась лишь на 1,5 ‰ ниже, чем осенью 2002 г., характеризовавшейся средними значениями параметров гидрологического режима. Также необходимо отметить, что в суровую зиму 2002/2003 г. лиман более 3 мес был покрыт сплошным льдом, толщина которого к концу зимы достигала 0,5 м.

В 1960-х годах качество водной среды лимана определялось природными факторами. Содержание кислорода в лимане изменялось от 1,0 до 18,1 мг · дм<sup>-3</sup>, насыщение воды кислородом составляло 12—191 %. Максимальное содержание кислорода фиксировалось весной, минимальное — в июле—августе. На отдельных участках лимана под слоем фотосинтеза фиксировали гипоксию. Среднее содержание органических веществ по перманганатной окисляемости (ПО) за период 1963—1965 гг. изменялось от 1,79 до 11,50 мг О · дм<sup>-3</sup> (Розенгурт, 1967).

В конце 1970 — начале 1980-х годов интенсивность фотосинтеза в лимане повысилась. Так, среднее содержание кислорода составляло 9,2 мг · дм<sup>-3</sup> при насыщении 91 %, величина рН колебалась в пределах 7,6—8,8, содержание биогенных веществ изменялось в больших пределах, мг · дм<sup>-3</sup>: фосфаты 0,013—0,462; аммонийный азот 0—1,64; нитриты 0—0,056; нитраты 0—1,035; кремний 0—5,55. Количество органических веществ в зависимости от сезона изменялось от 3,20 до 37,6, среднегодовые значения составляли 17,30—22,80 мг О · дм<sup>-3</sup> (Журавлева, 1986; Журавлева, Александрова, 1990). Исследования 2002—2003 гг. показали, что в лимане активно развиваются продукционные процессы. Кислородный режим, как и в предыдущие годы, остается нестабильным. Весной и летом в поверхностном слое лимана отмечается активное развитие процесса фотосинтеза — насыщение воды кислородом составляет более 100 %, наблюдается рост величины рН (до 9,2), снижение концентраций основных биогенных соединений азота и фосфора, значения которых в десятки раз ниже, чем наблюдаемые в 1970—1980-х годах (табл. III.1.3). В теплый период года в воде лимана содержание азота органического, основного показателя продуктивности водоема, составляло 90—95 % в балансе азота. Осенью в придонном слое на отдельных участках лимана отмечались гипоксия (насыщение воды кислородом менее 20 %), значительные концентрации аммонийного азота (до 0,323 мг · дм<sup>-3</sup>). Несмотря на значительное потребление фосфатов при развитии продукционных процессов весной, уровень фосфатов в лимане оставался высоким.



ТАБЛИЦА III.3. Гидрохимические показатели Тилигульского лимана в 2002—2003 гг.

Ингредиент	2002		2003			
	Весна	Лето	Зима	Весна	Лето	Осень
O <sub>2</sub>	<u>7,42 – 9,02</u> 8,0	<u>5,21 – 7,56</u> 6,41	—	<u>9,68 – 13,11</u> 11,41	<u>7,03 – 8,67</u> 11,14	<u>1,41 – 6,98</u> 10,67
O <sub>2</sub> , % насыщения	<u>83,0 – 110,0</u> 94,2	<u>68,5 – 100,4</u> 85,5	—	<u>91,5 – 120,1</u> 113,8	<u>92,4 – 266,0</u> 149,0	<u>15,91 – 188,9</u> 124,40
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<u>0,097 – 0,586</u> 0,464	<u>0,243 – 0,561</u> 0,440	<u>0,181 – 0,663</u> 0,363	<u>0,001 – 0,003</u> 0,002	<u>0,081 – 0,448</u> 0,316	<u>0,270 – 0,300</u> 0,287
P <sub>орг</sub>	<u>0,024 – 0,223</u> 0,123	<u>0,049 – 0,211</u> 0,130	<u>0,005 – 0,217</u> 0,089	<u>0,169 – 0,392</u> 0,277	<u>0,100 – 0,260</u> 0,153	<u>0,168 – 0,524</u> 0,347
NH <sub>4</sub>	<u>0,004 – 0,071</u> 0,018	<u>0,010 – 0,077</u> 0,088	<u>0,009 – 0,162</u> 0,141	<u>0,008 – 0,012</u> 0,009	<u>0,011 – 0,015</u> 0,013	<u>0,012 – 0,323</u> 0,092
NO <sub>2</sub>	<u>0,001 – 0,012</u> 0,003	<u>0,002 – 0,013</u> 0,006	<u>0,012 – 0,077</u> 0,050	<u>0,0 – 0,002</u> 0,0	<u>0,0 – 0,006</u> 0,002	<u>0,005 – 0,009</u> 0,007
NO <sub>3</sub>	<u>0,004 – 0,010</u> 0,008	<u>0,001 – 0,024</u> 0,007	<u>0,082 – 1,032</u> 0,476	<u>0,0 – 0,020</u> 0,002	<u>0,009 – 0,030</u> 0,019	<u>0,005 – 0,010</u> 0,007
N <sub>орг</sub>	<u>2,32 – 2,86</u> 2,55	<u>1,26 – 10,84</u> 4,87	<u>1,23 – 6,20</u> 3,37	<u>2,54 – 3,10</u> 1,10	<u>2,66 – 3,10</u> 2,80	<u>1,08 – 1,97</u> 1,50
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	<u>0,88 – 1,23</u> 1,014	<u>1,15 – 2,53</u> 1,94	<u>1,99 – 2,51</u> 2,30	<u>0,68 – 1,09</u> 0,891	<u>0,59 – 0,71</u> 0,641	<u>1,07 – 1,33</u> 1,20
ПО, мг O · дм <sup>-3</sup>	<u>6,95 – 10,92</u> 8,79	<u>6,60 – 15,24</u> 11,31	<u>5,64 – 12,97</u> 8,17	<u>8,40 – 9,24</u> 6,90	<u>8,40 – 9,24</u> 8,73	<u>9,05 – 10,72</u> 10,14

Примечание. Над чертой — диапазон, под чертой — среднее значение, мг · дм<sup>-3</sup>.

Обеспечение вод лимана фосфатами происходило за счет экскрементов птиц, колонии которых обитают в его южной части, и поступлений из донных отложений, особенно в период развития придонной гипоксии. Интенсивное развитие продукционно-деструкционных процессов, которые особенно активно протекают в мелководной узкоприбрежной части, поддерживает в воде лимана высокий уровень фосфора органического. Здесь в местах скопления макрофитов фиксировались максимальные для лимана значения — 0,458—0,524 мг · дм<sup>-3</sup>. Сезонная изменчивость концентраций кремния обусловлена терригенным стоком и развитием диатомового фитопланктона. Средние значения этого показателя были на уровне значений предыдущих лет. Характерной особенностью вод лимана в 2002—2003 гг. было снижение в 2—3 раза, по сравнению с 1970—1980-ми годами, значений растворенного органического вещества (по ПО). Можно предполо-



жить, что такие изменения связаны с уменьшением притока аллохтонных ОВ с водосборной площади лимана и снижением антропогенной нагрузки.

Таким образом, в настоящее время гидрохимический режим Тилигульского лимана не стабилен. Как и в 1960—1980-х годах, в придонном слое на отдельных участках лимана формируется гипоксия. Экосистема лимана не сбалансирована по содержанию основных биогенных элементов — азоту и фосфору, так как для вод лимана характерны значительные концентрации фосфатов, низкие — минеральных форм азота и высокие — азота органического.

**Поровые воды донных отложений.** Состав донных отложений лимана вследствие ограниченного водообмена формируется под воздействием терригенного стока и развития продукционно-деструкционных процессов, где ведущая роль принадлежит фитопланктону и макрофитам. Поровые воды донных отложений лимана с высоким содержанием фосфатов, аммонийного азота и органических веществ различного генезиса служат источником биогенных веществ в экосистеме лимана (табл. III. 1.4).

Так, в 2003 г. отмечено резкое уменьшение фосфатов и нитратов в поровой воде донных отложений, увеличение концентрации аммонийного азота, что обусловлено переходом фосфора в придонный слой и восстановлением нитратов и нитритов до аммонийного азота при развитии восстановительных процессов на границе вода—грунт. Аналогичные процессы характерны для многих водоемов, где в донных отложениях накапливается органическое вещество и его деструкция происходит в анаэробных условиях (Денисова и др., 1987). В настоящее время поровые воды донных отложений служат потенциальным источником эвтрофирования вод Тилигульского лимана.

Согласно определениям численности санитарно-показательных микроорганизмов — сапрофитных и кишечных бактерий, летом 2002 г. в лимане их количество составляло в среднем для поверхностного слоя воды соответственно 4260 и 1300 кл. • мл<sup>-1</sup>, придонного слоя — 5500 и 1460 и донных отложений — 54500 и 7060 кл. • г<sup>-1</sup>. Значительно снизились концентрации сапрофитов и, особенно, кишечных бактерий от верховья к низовью лимана: в поверхностном слое соответственно — в 1,6 и 3 раза, придонном слое — 2,3 и 30, донных отложениях — 2,5 и 5 раз. В воде береговых станций обилие этих бактерий было сопоставимо с таковым в открытой акватории. Максимум количества автохтонных бактерий наблюдался в низовье, аллохтонных — в средней части лимана. Обилие сапрофитного бактериобентоса в прибрежье было в 1,7 раза выше, чем в открытой акватории, а бактериальное загрязнение фунтов — в 2,2 раза.

ТАБЛИЦА III. 14. Характеристика поровых вод донных отложений Тилигульского лимана

Ингредиент (мг · дм <sup>-3</sup> ), показатель	Год	
	2002	2003
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,764	0,151
P <sub>орг</sub>	0,164	0,511
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,51	1,48
NO <sub>2</sub>	0,009	0,01
NO <sub>3</sub>	0,283	0,059
N <sub>орг</sub>	6,826	12,37
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	5,16	5,35
PO <sub>4</sub> , мг О × × дм <sup>-3</sup>	23,48	32,45



Летом 2003 г. средняя для акватории лимана численность сапрофитных и кишечных бактерий существенно снизилась: в водной толще для сапрофитов — в 1,7, бактерий группы кишечной палочки (БГКП) — в 5,6 раза. В донных отложениях количество сапрофитов снизилось в 7,3 раза на фоне полного отсутствия БГКП.

В соответствии с нормами качества воды (Методика..., 1999; Постановление..., 2002), оценка эколого-санитарного состояния Тилигульского лимана по микробиологическим показателям характеризует его как мезоэвтрофный, р-мезосапробный водоем с превышением нормы К-И в среднем в 45 раз.

Для сезонной динамики валовой первичной продукции фитопланктона Тилигульского лимана характерно уменьшение последней от весны к осени (табл. III. 1.5). Отмечено увеличение интенсивности продукционного процесса от центральной к береговой части лимана, при этом максимальные значения продукции наблюдаются в столбе воды в глубоководных частях лимана. Достоверных различий в географическом распределении продукции с севера на юг не отмечено.

Деструкция в толще воды часто превосходит валовую продукцию фитопланктона (табл. III. 1.5). Такое явление возникает вследствие обильного развития донной растительности, которая частично начинает разлагаться уже в летний период (Насыров, 1986; Лиманы Северного..., 1990). В весенний период продукция в толще воды существенно превосходит деструкцию, летом и осенью наблюдается обратная картина.

В период исследований 1997—2003 гг. концентрация хлорофилла «а» в поверхностном слое Тилигульского лимана колебалась от 0,5 до 13,3 мг · м<sup>-3</sup>, среднегодовое значение составило 2,26 мг · м<sup>-3</sup>. Для сезонной динамики характерно уменьшение концентрации хлорофилла «а» от весеннего к зимнему периоду. Об активных фотосинтетических процессах, проходящих в лимане в весенний период, свидетельствуют минимальные значения индекса Маргалеффа (1,7—2,2), отмечающиеся в это время. Максимально высокое содержание хлорофилла «а» в клетках фитопланктона в летний период (до 13,3 мг · м<sup>-3</sup>) сопровождается максимальным количеством хлорофилла «в» (до 40 % общего содержания зеленых пигментов), что указывает на активное развитие летом мелкоклеточных форм планктонных автотрофов. При этом количество хлорофилла «с» достигает 11,3—78,3 % общего содержания хлорофиллов.

ТАБЛИЦА III. 1.5. Характеристика продукционно-деструкционных процессов в Тилигульском лимане в 2001—2003 гг.

Сезон	Валовая первичная продукция (А), мг О <sub>2</sub> · дм <sup>-3</sup> · сут <sup>-1</sup>		Деструкция (R), мг О <sub>2</sub> · дм <sup>-3</sup> · сут <sup>-1</sup>		Индекс самоочищения- самозагрязнения (A/R)	
	min—max	среднее	min—max	среднее	min—max	среднее
Весна	1,61—3,94	2,76	0,91—2,61	1,61	1,25—2,13	1,79
Лето	0,15—2,52	0,82	0,47—4,87	1,79	0,23—0,52	0,40
Осень	0,05—0,89	0,40	0,41—0,83	0,59	0,11—1,07	0,62

ТАБЛИЦА III. 1.6. Характеристика доминирующих видов фитопланктона Тилигульского лимана

Вид	Плотность, кл · дм <sup>-3</sup>			Биомасса, мг · м <sup>-3</sup>		
	минимальная, ×10 <sup>3</sup>	максимальная, ×10 <sup>6</sup>	средняя, ×10 <sup>9</sup>	минимальная	максимальная, ×10 <sup>3</sup>	средняя, ×10 <sup>1</sup>
<i>Chaetoceros simplex</i> var. <i>calcirans</i>	28,81	7,23	3,63	8,15	2,05	1,03
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	6,52	1,27	0,64	6,82	2,73	1,37
<i>Skeletonema costatum</i>	13,04	4,63	0,53	4,80	1,41	0,17
<i>Nitzschia tenuirostris</i>	18,74	8,03	1,12	4,57	1,96	0,27
<i>Oscillatoria kisselevi</i>	173,87	131,98	36,04	7,37	5,60	1,53
<i>Spirulina laxissima</i>	8,73	31,49	8,44	1,42	5,12	1,37
<i>Cryptomonas erosa</i>	16,98	1,02	0,52	46,84	3,24	1,64
Flagellates 2—4 мкм	2162,34	33,26	9,54	30,55	0,47	0,14

Планктонные микроводоросли Тилигульского лимана представлены 118 (135) видами и внутривидовыми таксонами, в том числе содержащими номенклатурный тип вида, из них диатомовых — 51 (65), динофитовых — 31 (31), зеленых — 13 (13), золотистых — 8 (9), синезеленых — 7 (9), криптофитовых — 6 (6), эвгленовых — 2 (2) (Прил. I, табл. III. 1.2). Наибольший вклад в видовое разнообразие фитопланктона лимана вносят диатомовые (43,2 %) и динофитовые (26,3 %), вклад всех остальных отделов составил 30,5 %.

В настоящий период суммарная численность фитопланктона варьирует от 0,6 до  $23,2 \cdot 10^6$  кл. · дм<sup>-3</sup>, в среднем составляет  $6,8 \cdot 10^6$  кл. · дм<sup>-3</sup>. Суммарная биомасса изменяется от 1,4 до  $3,4 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ , в среднем равна  $2,2 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ . В летний период в планктоне присутствует группа ультрапланктонных мелкоячеистых форм (2—4 мкм), вклад которой в суммарную биомассу составляет в среднем 24,0 % (табл. III. 1.6).

По сравнению с 1970—1980-ми годами (Иванов, 1982; Полищук и др., 1990) количество таксонов диатомовых возросло в 1,9, динофитовых — в 2,4 раза, а значимость зеленых, синезеленых и эвгленовых водорослей в разнообразии микрофлоры заметно снизилась. В целом многообразие всех микроводорослей увеличилось еще за счет криптофитовых и золотистых. Количество морских видов увеличилось с 14,0 до 64,0 % по сравнению с 1979—1980 гг., а количество пресноводных уменьшилось с 64,0 до 16,5 %.

Таким образом, в настоящее время фитопланктон лимана представлен морскими видами с примесью солоноватоводных (13,4 %) и пресноводно-солоноватоводных (6,1 %) форм. В фитопланктонном сообществе увеличилось количество морских диатомовых и динофитовых водорослей, появились представители криптофитовых и золотистых, возросла роль миксотрофов-криптомонад и гетеротрофных динофлагеллят.

Фауна инфузорий планктона Тилигульского лимана в целом морская. Всего идентифицировано 36 видов, большинство из которых (88,9 %) характерно для планктона прибрежной зоны СЗЧМ (Прил. I, табл. III. 1.3). Наибольшее их количество отмечается в низовье лимана, где сказывается

влияние притока воды с моря через канал. Как в прибрежных участках, так и в открытой части преобладают эупланктонные формы — *Myrionecta rubra*, *Tintinnopsis minuta*, *Strombidium capitatum*, *S. conicoides*, *S. vestitum*, *Lohmanniella oviformis*, *Didinium* sp., *Urotricha* spp.

Максимальные значения численности и биомассы регистрируются в начале лета (июнь) в низовье лимана (117 млн экз.  $\cdot$  м<sup>-3</sup>; 596,8 мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup>). Значения среднесуточной продукции в этом районе также одни из наиболее высоких из зарегистрированных в изученных лиманах — 1024,9 мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup>  $\cdot$  сут<sup>-1</sup>. Зачастую доминирует миксотрофный вид *M. rubra* (индикатор эвтрофикации), достигающий 99,6 % численности и 98,6 % биомассы всех планктонных инфузорий. Минимальные значения — соответственно 0,3—0,9 млн экз.  $\cdot$  м<sup>-3</sup> и 4—27 мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup> — зафиксированы в августе в центральной части и верховье. Средние показатели численности и биомассы инфузорий в планктоне лимана за летний период (июнь—август 2001—2002 гг.) составляют соответственно  $17,76 \pm 5,07$  млн экз.  $\cdot$  м<sup>-3</sup> и  $107,26 \pm 30,62$  мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup>. Среднесуточная продукция (определенная расчетным методом с учетом рациона инфузорий-хищников) за тот же период составила  $144,2 \pm 60,93$  мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup>  $\cdot$  сут<sup>-1</sup>.

Характерная особенность развития инфузорий в Тилигульском лимане — преобладание мелкоразмерных форм, достигающих иногда высокой численности. Помимо упомянутого *M. rubra* (мелкая форма — до 25 мкм) в массе развиваются *T. minuta* и *L. oviformis* (26—28 млн экз.  $\cdot$  м<sup>-3</sup>), а также представители рода *Urotricha*.

Распределение инфузорий по глубине (в условиях гомотермии) неравномерное. В поверхностном слое глубоководных участков (центральная часть) численность и биомасса, как правило, выше, чем в придонном, в то время как в мелководных районах распределение имеет обратный характер.

В 1960-х годах в состав сообщества зоопланктона лимана, включая временных и случайных компонентов, входило 42 вида беспозвоночных (Стахорская, 1970). Отмечалось слабое развитие веслоногих. В низовье встречались акарция и каланипеда, редко гарпактициды и морские циклопы. Значительного развития в центральной части и в верховье достигали коловратки *Brachionus quadridentatus* и *Br. plicatilis*, а также личинки моллюсков и баянусов. Максимальные среднемесячные показатели биомассы общего зоопланктона отмечались в мае—июне (188—248,6 мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup>), минимальные — в апреле (1,3—2,3 мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup>).

В 1980-х годах в составе зоопланктона лимана были обнаружены 37 таксонов планктонных и случайно планктонных организмов, но списки видов не приведены, указаны только массовые (Полищук, 1990). Около 40 % всего планктона представлено морскими формами, на долю пресноводных приходилось не более 4 %, солоноватоводных и эвригалинных — соответственно 33 и 18 %. Количество общих видов в разных частях лимана составляло почти 3/4 всего состава зоопланктона. В отличие от 1960-х годов, наибольшим числом таксонов были представлены веслоногие (46 % от общего состава). Коловратки и ветвистоусые составляли соответственно 11 и 13, прочие организмы — 30 %. Среди веслоногих наиболее массовыми по всему лиману были *Acartia clausi*, *Calanipeda aquae-dulcis*, *Heterocope cas-*

*pia*, *Tisbe furcata* и их науплии. Из ветвистоусых преобладали *Diaphanasoma brachiurum* и *Pleopis polyphemoides*. Средняя численность зоопланктона в 1991 и 1993 г. составляла 390 тыс. экз.  $\cdot \text{м}^{-3}$ , а биомасса — 6900 мг  $\cdot \text{м}^{-3}$ . При этом очень высокими были межгодовые колебания биомассы: от 3716 (в 1983 г.) до 9904 мг  $\cdot \text{м}^{-3}$  (в 1981 г.). Численность существенных различий не имела.

В 1994—1995 г. качественный состав и количественные показатели зоопланктона лимана вследствие сильного снижения пресноводного стока и повышения солености, а также пресса медузы *Aurelia aurita* существенно изменились (Рыжко и др., 1996). Роль морского комплекса стала ведущей — до 90 % видового состава. Численность зоопланктона в те годы составляла соответственно 120 и 17 тыс. экз.  $\cdot \text{м}^{-3}$ , что в среднем в 6 раз ниже, чем наблюдалось в 1980-х годах. Правда, по данным тех же авторов, в 1997 и 1998 г. несколько увеличилась численность зоопланктона и изменился его фаунистический состав.

В разные сезоны 2002 и 2003 г. в лимане зарегистрировано более 20 таксонов (Прил. I, табл. III.1.4). При этом в июле 2002 г. в структуре сообщества был встречен новый для Черного моря вид веслоногих *Acartia tonsa* Dana, 1849. Впервые для лимана указывается также тинтинна *Stenosemella nivalis*. Средняя численность зоопланктона лимана составила 68591 экз.  $\cdot \text{м}^{-3}$ , биомасса — 412 мг  $\cdot \text{м}^{-3}$  (табл. II 1.1.7). В структуре сообщества отсутствовали представители коловраток, характерные для 1960-х и 1980-х годов, а также ветвистоусые, типичные для данного периода года и в массе развивавшиеся в 1980-х годах. Наиболее высокие показатели численности и биомассы отмечались в южной и центральной частях лимана, где преобладали *A. clausi* и частично *S. aquae-dulcis*, а также их науплии.

В весенне-летне-осенний период 2003 г. средняя численность зоопланктона северной части лимана составляла 304367 экз.  $\cdot \text{м}^{-3}$ , а биомасса — 762,322 мг  $\cdot \text{м}^{-3}$  (табл. III.1.8), т. е. первый показатель был значительно выше, а второй — значительно ниже, чем в 1980-х годах (в 1981 и 1983 г. средняя численность — 110,03 тыс. экз.  $\cdot \text{м}^{-3}$ , биомасса — 3650,5 мг  $\cdot \text{м}^{-3}$ ).

Как и в летний период 2002 г., в структуре сообщества отсутствовали ветвистоусые, которые в отдельные сезоны 1980-х годов составляли здесь от 3 до 95 % биомассы (в основном за счет развития *P. polyphemoides*). Не

ТАБЛИЦА III. 1.7. Численность ( $N$ , экз.  $\cdot \text{м}^{-3}$ ) и биомасса ( $B$ , мг  $\cdot \text{м}^{-3}$ ) зоопланктона Тилигульского лимана летом 2002 г.

Основная группа	Северная часть		Центральная часть		Южная часть		В среднем	
	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$
Сорепода	4929	12,826	90 530	571,016	106 495	620,884	67 318	401,575
Меропланктон	122	0,850	2798	16,788	630	3,411	1183	7,016
Varia	146	5,548	0	0	124	4,680	90	3,409
В с е г о	5197	19,224	93 328	587,804	107 249	628,975	68 591	412,000

ТАБЛИЦА III.1.8. Численность ( $N$ , экз.  $\cdot$  м<sup>-3</sup>) и биомасса ( $B$ , мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup>) зоопланктона северной части Тилигульского лимана в разные сезоны 2003 г.

Основная группа	Апрель		Июль		Сентябрь		В среднем	
	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$
Protozoa	1587	0,635	0	0	0	0	529	0,212
Rotatoria	169 523	84,729	7133	20,972	8926	4,463	61 861	36,721
Copepoda	13 120	21,776	26 223	58,396	295 998	430,916	111 780	170,363
Меро-планктон	0	0	98 552	33,499	291 852	1629,631	130 135	554,377
Varia	10	0,380	176	1,568	0	0	62	0,649
В с е г о	184 240	107,520	132 084	414,435	596 776	2065,010	304 367	762,322

встречен также *H. caspia* — один из массовых видов весеннего планктона 1980-х годов. Наибольшего развития достигали личинки моллюсков (43 % по численности, 73 % по биомассе). Особенно высокие значения этих показателей наблюдались в осенний период. Столь высокого их развития в лимане еще не отмечалось. Нарастание общей биомассы зоопланктона преимущественно за счет науплиев веслоногих и личинок моллюсков происходило от весны к осени.

Таким образом, формирование структуры зоопланктона лимана, его развитие и распределение по акватории зависят от качества стока р. Тилигул, водообмена с прилегающей морской акваторией и развития фитопланктона, использующегося в качестве кормовой базы.

Список микобиоты лимана включает в себя 36 видов, 13 из которых — факультативно морские грибы (Прил. I, табл. III.1.1). В воде обнаружено 15, в донных отложениях — 10, на древесине — 21 вид; 10 таксонов — общие для всех субстратов. В лимане найден новый для Черного моря вид *Gloniella clavatipora*. В нативной воде и грунте преобладают почвенные, фитопатогенные и патогенные грибы родов *Alternaria*, *Bipolaris*, *Penicillium*, *Stemphylium*, *Russinia* (частота встречаемости 8,2–34,5 %). На древесине доминируют морские грибы *S. maritima* и *L. oraemaris* с частотой встречаемости соответственно 20 и 10 %. Вид *L. alternata* может быть возбудителем синусита, кератомикоза, онихомикоза, подкожного феогифомикоза и инвазионных инфекций у человека (Ситтон и др., 2001), а также поражает рыб и их икру (Ларцева, 1992).

В летний период 2001–2003 гг. в прибрежных водах плотность диаспор в среднем составляла 102,3 млн экз.  $\cdot$  м<sup>-3</sup>, биомасса — 13 748 мг  $\cdot$  м<sup>-3</sup>, длина гиф — 448,0 м  $\cdot$  м<sup>-3</sup>. В поверхностном слое воды центральной части эти показатели были ниже соответственно в 19, 62 и 12 раз. Преобладали виды рода *Alternaria* с численностью конидий до 4,7 млн кл.  $\cdot$  м<sup>-2</sup> и биомассой до 6200 мг  $\cdot$  м<sup>-2</sup>. Максимальная плотность пропагул в воде прибрежной части отмечена в районе с. Кошары.

В донных отложениях побережья и глубоководной части средняя плотность пропагул составляла 7,50 млн экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>, биомасса — 207,56 мг  $\cdot$  м<sup>-2</sup>, длина гиф — 120,0 м  $\cdot$  м<sup>-2</sup>. Среди морских грибов преобладал вид *M. pelagi-*

са, частота встречаемости — 9,5 % с максимальной численностью конидий до 0,28 млн экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup> и биомассой 369,60 мг  $\cdot$  м<sup>-2</sup>.

Наибольшее видовое богатство микобиоты отмечено летом 2003 г. — 31 вид, 13 из которых относятся к наземным грибам. Высокие концентрации спор наземных видов сосредоточены в прибрежных районах у населенных пунктов. В глубоководной части лимана преобладала морская микобиота, что характерно для чистых водоемов.

По данным И.И. Погребняка, в 1945—1962 гг. в состав донной растительности Тилигульского лимана, в том числе одноклеточных, многоклеточных и цветковых макрофитов, входили 213 видов: синезеленых — 42, зеленых — 22, диатомовых — 128, бурых — 8, красных — 8, цветковых — 5 видов (Погребняк, 1965). За последний 10-летний период, по сравнению с лиманами Северо-Западного Причерноморья, флористический состав макрофитобентоса Тилигульского лимана характеризуется наибольшим видовым разнообразием. В нем обнаружено 15 видов водорослей макрофитов (Ткаченко, Ковтун, 2004). По нашим и литературным данным (Ткаченко, Ковтун, 2002), в состав донной растительности Тилигульского лимана входит 51 вид, включая многоклеточные водоросли и цветковые макрофиты (Прил. I, табл. III. 1.5). По сравнению с другими лиманами здесь наблюдается максимальное разнообразие красных водорослей из отдела Rhodophyta (19 видов), в том числе и процветающая популяция *Chondria tenuissima* (Good, et Wood.) C. Ag., единственная в настоящий период для междуречья Дунай—Днепр. Таким образом, для современного периода характерно усиление роли красных водорослей.

После исчезновения в 1980-х годах из прибрежной зоны СЗЧМ бурой водоросли *Cystoseira barbata* (Good, et Wood.) Ag. Тилигульский лиман в течение последних десятилетий был ее основным резерватом для междуречья Дунай—Днепр. В конце XX в. средняя высота талломов цистозире на участке лимана возле с. Кошары составляла 24,9, максимальная — 35,5 см, средняя биомасса популяции — 1202,2, максимальная — 3226,0 г  $\cdot$  м<sup>-2</sup>. Удельная поверхность тилигульской популяции цистозире была несколько выше по сравнению с исчезнувшей из прибрежной зоны моря — соответственно  $12,0 \pm 0,4$  и  $9,4 \pm 0,8$  м<sup>2</sup>  $\cdot$  кг<sup>-1</sup>, что свидетельствует о морфологической адаптации популяции, связанной с увеличением функциональной активности в условиях повышенной трофности. Популяция цистозире занимала горизонт от 0,3 до 1,0 м и была постоянным элементом растительного профиля низовья лимана (рис. III. 1.2). Однако уже в начале нынешнего тысячелетия отмечается резкая тенденция деградации, проявляющейся в сокращении площади произрастания, проективного покрытия, биомассы. Так, в 2003 г. зафиксированы лишь отдельные талломы цистозире при общем покрытии не более 1—3%. В результате июльской съемки 2004 г. в районе с. Кошары цистозира не обнаружена. В августе 2005 г. на глубине до 70 см фиксировались отдельные талломы со значительным количеством эпифитов. Биотоп цистозире заняли короткоциклические мелкорассеченные виды с высоким коэффициентом удельной поверхности: *Ceramiun diaphanum* (Lightf.) Roth. (39,45 м<sup>2</sup>  $\cdot$  кг<sup>-1</sup>); *Callithamnion cotymbosum* (J.E. Smitgh) Lyngb (152,25 м<sup>2</sup>  $\cdot$  кг<sup>-1</sup>); *Cladophora albida* (Huds.) Kiitz. (81,19 м<sup>2</sup>  $\cdot$  кг<sup>-1</sup>); *Poly-*

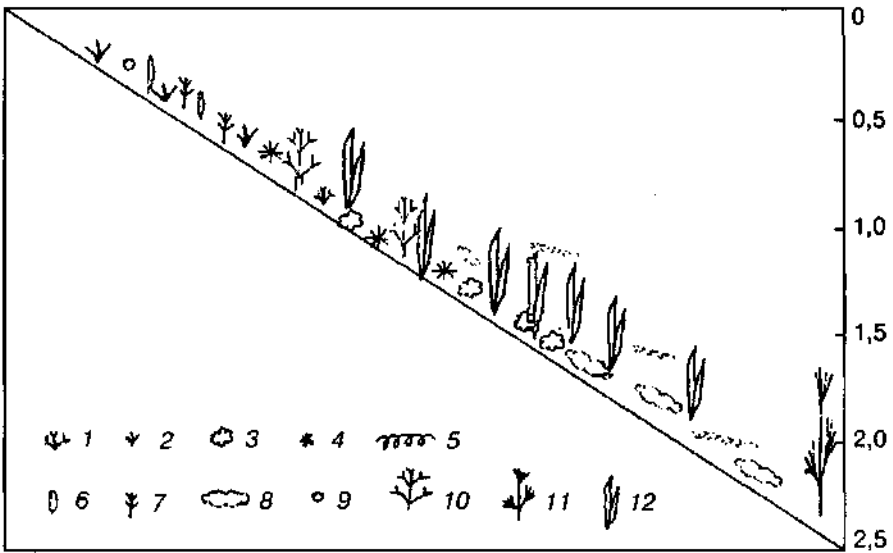


РИС. III.1.2. Профиль донной растительности Тилигульского лимана (район с. Кошары):

1 — *Bryopsis plumosa*; 2 — *Ceramium diaphanum*; 3 — *Chondria tenuissima*; 4 — *Polysiphonia denudata*; 5 — *Chaetomorpha chlorotica*; 6 — *Enteromorpha intestinalis*; 7 — *Cladophora albida*; 8 — *Cladophora linifirmis*; 9 — *Callithamnion corymbosum*; 10 — *Cystoseira barbata*; 11 — *Potamogeton pectinatus*; 12 — *Zostera noltii*

*siphonia sanguinea* (Ag.) Zanard. ( $60,23 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ). В летний период 2004 г. в местах произрастания цистозирсы синезеленая водоросль *Spirulina tenuissima* Kutz. ( $1200 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ) образовывала значительные по размерам слизистые колонии на зеленых нитчатых водорослях, что убедительно свидетельствует об относительном повышении трофического статуса низовья Тилигульского лимана по сравнению с предыдущими десятилетиями.

В растительных комплексах верховья и средней части лимана преобладают морские травы — малый и большой взморник (*Zostera noltii* Hornem и *Z. marina* L.). В горизонте 0,5–1,5 м *Z. noltii* образует полосу, окаймляющую практически весь лиман, с проективным покрытием 60–90 %, средним количеством биомассы —  $1415,68 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$  при максимуме до  $3,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ . В среднем биомасса макрофитов в горизонте до 1 м составляет:  $B_{cp}$  — 168,23,  $B_{max}$  —  $433,96 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ . При этом функциональная активность флористического состава такова, что в среднем на  $1 \text{ м}^2$  развивается около  $36 \text{ м}^2$  фотосинтезирующей поверхности — самое низкое значение относительно рассматриваемых лиманов, что характеризует экологическое благополучие водоема с точки зрения трофического статуса.

Изучение мейобентоса Тилигульского лимана впервые начато в 2000 г., ранее сведения о данной категории зообентоса отсутствовали. Исследования проводились на глубине 0–13 м, а также на супралиторали. Мейофауна лимана характеризуется высоким разнообразием мелких донных беспозвоночных следующих таксонов: Foraminifera, Nematoda, Ostracoda, Harpacticoida, Halacaridae, Turbellaria, Oligochaeta, молодь двустворчатых и брю-



хоногих моллюсков, а также полихет. Анализ количественных показателей мейобентоса лимана показал, что из представителей эвмейобентоса доминируют гарпактикоиды и остракоды — в среднем соответственно 43,3 и 28,3 % общей численности мейобентоса. Средняя плотность поселений гарпактикоид составляла 107 997, остракод — 70 464 экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>. Необходимо отметить низкие показатели численности фораминифер (в среднем 2620 экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>). Четкое доминирование ракообразных, субдоминантное положение нематод и очень низкая значимость (1,1 % общего количества организмов) фораминифер могут свидетельствовать о том, что экосистема лимана находится в хорошем состоянии. Средние показатели эвмейобентоса составляют 220 660, псевдомейобентоса — 28 680 экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>.

В лимане нематоды встречаются повсеместно. На заплеске их численность в пределах всех исследованных участков побережья была невысокой и варьировала от 2000 до 16 000 экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>. Кроме нематод наблюдались гарпактикоиды, турбеллярии и олигохеты. Доля нематод в общей численности организмов на нулевом горизонте составляла 16—40 %. На глубине до 0,5 м количественные показатели нематод выше (14 000—60 000 экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>). На глубине от 1,3 до 13 м плотность поселений нематод варьировала от 7500 до 155 000 экз. м<sup>-2</sup>, при этом их доля в общем количестве организмов мейобентоса колебалась в очень большом диапазоне (5—80 %). Интересно отметить отсутствие нематод в пробах, взятых в лагуне, находящейся неподалеку от лимана: при солености воды 60 ‰ в них были лишь гарпактикоиды и олигохеты.

Для оценки функциональной роли мейобентоса лимана рассчитывались продукция и затраты на энергетический обмен (дыхание) для каждой группы. Показатели продукции были неоднородными и изменялись в довольно широких пределах — 0,002  $\cdot$  10<sup>-3</sup>—525,9  $\cdot$  10<sup>-3</sup> Дж  $\cdot$  экз.<sup>-1</sup>  $\cdot$  сут<sup>-1</sup>. Эти показатели сформированы за счет представителей псевдомейобентоса и составляют в среднем по лиману 605,2 Дж  $\cdot$  экз.<sup>-1</sup>  $\cdot$  сут<sup>-1</sup>.

В 1994—2003 гг. в лимане были обнаружены представители 43 таксонов макрозообентоса (червей — 10, ракообразных — 19, моллюсков — 8, прочих — 6). Полный список видового разнообразия представлен в Прил. I, табл. III. 1.7.

Средняя численность зообентоса по лиману составила 9190 экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>, биомасса — 504,8 г  $\cdot$  м<sup>-2</sup>. Основные виды (встречаемость > 50,0 %) — *Hediste (Nereis) diversicolor*, *Polydora limicola*, *Gammarus aequicauda*, *Hydrobia acuta*, *Mytilaster Meatus*, *Abra ovata* и *Chironomus salinaris*, составившие 91,6 % общей плотности и 97,7 % биомассы. Среди систематических групп по численности (64,9 %) и биомассе (96,6 %) доминировали моллюски; среди трофических групп по плотности — детритофаги (59,7 %), по биомассе (74,0 %) — сестонофаги. В глубоководной зоне средняя численность (И 496 экз.  $\cdot$  м<sup>-2</sup>) и биомасса (802,3 г  $\cdot$  м<sup>-2</sup>) были выше, чем в прибрежной (соответственно 7090 и 234,3).

По литературным данным (Полищук и др., 1990), в лимане отмечены 64 таксона донных беспозвоночных. Основу бентоса — более 80,0 % биомассы — составляли моллюски. Несмотря на высокую биомассу бентоса,

только часть его относится к кормовому, так как моллюск *Mytilaster lineatus* (72,4 % средней биомассы) поедается рыбами в незначительном количестве.

Летом 2002 г. в деформированных особях исследованных мидий (*L/H*-1,9) содержание гликогена составляло 0,62 % сырой массы.

В современный период из высших ракообразных отмечено 3 вида креветок (*Palaemon adspersus*, *P. elegans*, *Crangon crangon*) и голландский краб *Rhythropanopeus harrisi tridentata*. Первый из перечисленных видов наибольшие концентрации образует в южной части водоема, от Каирского залива до дамбы, отделяющей лиман от моря. В районах, прилегающих к населенным пунктам Марьяновка и Коблево, его биомасса достигала  $50,1 \text{ г} \cdot \text{м}^2$ . Другой вид этого рода, *P. elegans*, встречается преимущественно в северной части лимана, в небольших количествах — в южной вместе с *P. adspersus*. В верховье лимана была обнаружена только молодь креветок длиной 21—32 мм (в среднем 28,8 мм), в средней и южной частях наблюдаются особи всех размерных групп с максимальной длиной 62 мм (средняя — 51,1 мм), т. е. промысловые. В июле 2000 г. у поверхности воды в большом количестве обнаруживались личинки на всех стадиях развития, что свидетельствует о процессе массового размножения. В это же время яйценосные самки составляли 20 % всей популяции *P. adspersus*. Креветки *C. crangon* и голландский краб встречаются значительно реже, преимущественно в средней части водоема.

На основании многолетних наблюдений можно предположить, что фауна высших ракообразных в Тилигульском лимане практически не изменяется на протяжении последних 30 лет.

Ихтиокомплекс лимана характеризовался наибольшим видовым разнообразием в 1960-х годах. В условиях относительно свободного сообщения с морем, он периодически пополнялся как морскими, так и пресноводными и солоноватоводными видами из рек Днестр и Южный Буг. В 1960 г. в лимане встречалось 45, а в 1964 г. — 49 видов рыб: 16 (32,6 %) каспийских, 14 (28,6 %) морских и 19 (38,8 %) пресноводных (Замбриборщ, 1965).

В 1980-х годах состав ихтиофауны сократился до 38 видов. Вследствие ограниченной связи с морем в лимане не обнаружены севрюга, угорь, вырезуб и еще 11 пресноводных видов, а также шпрот и анчоус (Полищук и др., 1990).

Всего же в Тилигульском лимане в различные годы встречалось до 63 видов рыб, в том числе 7 вселенцев; зимовало в условиях этого водоема 32, а размножалось — 25 видов. В 2001—2003 гг. через восстановленный канал из моря в лиман зашло до 30 видов морских и пресноводных рыб.

В период с 1961 по 1971 г. уловы в лимане снизились с 877,8 до 276,1 т ( $54,9$ — $17,3 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$ ). Промысел базировался на бычке и атерине, а с 1974 г. — на атерине и тюльке. В 1976—1979 гг. средний вылов по водоему снизился до 253,5 т ( $14,6 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$ ). В 1983—1988 гг. канал работал эпизодически. Уловы колебались от 192,1 до 616,0 т в год ( $16,0$ — $38,5 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$ ). Кроме атерины в отдельные годы в значительном количестве ловили тарань, судака, сазана, тюльку и карася. Промысловое значение потеряли бычки, глосса и кефаль. К 1989 г. вылов упал до 105,1 т ( $6,5 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$ ), а в

1989—1990 гг. возрос до 141,4—162,4 т за счет тарани и атерины. С 1992 г. до настоящего времени основной промысловый объект в Тилигульском лимане — атерина, уловы которой колеблются от 107 до 178 т.

Для повышения рыбопродуктивности и улучшения качественного состава ихтиофауны в 1973—1974 гг. в лиман вселили 1330 сеголеток кефали пиленгаса. Эксперимент не дал положительных результатов. В последующие годы созревших производителей, а также икру и личинок пиленгаса в водоеме не обнаружили. В 1998—1999 гг. в лиман повторно вселили 40 тыс. сеголеток пиленгаса из Пал неевского рыбопитомника. Первый промышленный улов в 2001 г. составил 11,8 т. В июне 2002 г. в центральной части лимана были обнаружены личинки кефали пиленгаса. Возраст личинок составлял 10—11 сут, у них начиналась стадия метаморфоза. Эти данные позволяют предполагать наличие естественного нереста и, вероятно, существование жилой популяции пиленгаса в лимане. В 1976—1979 гг. здесь в садках выращивали радужную форель, стальноголового лосося, лаврака и белугу, которые хорошо адаптировались к условиям водоема, показали высокую выживаемость и темп роста. Двух-трехлетки лосося при свободном нагуле достигали массы 0,5—0,8 кг. Масса лаврака при выращивании в садках за сезон увеличилась с 13,4 до 104,5 г, а белуги — с 5—15 до 450 г. После завершения эксперимента 2 тыс. белужат выпустили в лиман, и в 1980-1981 гг. они достигли массы 1,6-2,5 кг. В 1984-1986 и 1990 гг. лиман активно зарыбляли карпом, а с 1984 по 1991 г. — толстолобиком и серебряным карасем. Промыслового возврата карпа и толстолобика практически не было, карася в 1986—1990 гг. выловили всего 100, а зарыбили ПО т. Не принесла результатов и интродукция в Тилигульский лиман развивающейся икры кутума и личинок камбалы калкана.

Сегодня единственный реальный путь повышения рыбопродуктивности лимана — направленное формирование популяции ценных аборигенных видов морских рыб — кефалевых, осетровых, камбаловых и бычковых.

#### **1.4.2. Малый Аджалыкский (Григорьевский) лиман**

До начала 1970-х годов Григорьевский лиман имел ограниченную связь с морем, в тот период пересыпь была прорезана глубоководным судоходным каналом. На западном берегу началось строительство Одесского припортового завода, ориентированного на экспорт аммиака и азотных удобрений, а на восточном — порта Южный, который после выхода на проектную мощность нефтяного терминала станет самым крупным по грузообороту портом Украины. В настоящее время большая часть акватории лимана искусственно углублена — средняя глубина достигла 7,7 м. Вдоль почти всего лимана проложен судоходный канал глубиной 14—17 м и шириной по дну 160—200 м. При максимальной ширине лимана чуть более 1 км и ветрах вдоль него такой канал обеспечивает хороший водообмен с морем. Фактически лиман превращен в морской залив.

Соленосный режим лимана определяется ветром и поступлением вод из Днепровско-Бугского лимана. Когда эти воды поступают в лиман, в нем