

КОРМОВАЯ БАЗА, ПИТАНИЕ РЫБ И ПРОГНОЗ ИХ ИЗМЕНЕНИЙ

ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ АЗОВСКОГО МОРЯ ПРИ ЗАРЕГУЛИРОВАНИИ СТОКА РЕК

Канд. биол. наук Е. А. ЯБЛОНСКАЯ
(ВНИРО)

В связи с планом гидротехнической реконструкции Дона, роль которого в гидрологическом режиме Азовского моря и балансе органических и биогенных веществ чрезвычайно велика, перед нами встала задача — выяснить, какое влияние может оказать изменение речного стока на кормовую базу рыб этого моря.

Эта задача входила составной частью в общую проблему установления путей реконструкции рыбного хозяйства Азовского моря, для решения которой в 1950 г. была организована Азовская экспедиция ВНИРО и АзчерНИРО.

Вопрос об изменениях в кормовой базе рыб Азовского моря в связи с зарегулированием речного стока должен рассматриваться, по крайней мере, в трех главных направлениях:

- 1) влияние измененного речного стока на качественный состав кормовых организмов планктона и бентоса;
- 2) влияние измененного речного стока на количественное развитие отдельных видов и групп кормовых организмов;
- 3) влияние измененного речного стока на условия откорма и обеспечения кормом важнейших видов рыб Азовского моря.

Решением этих задач занималась группа гидробиологов Азовской экспедиции, результаты работ которой публикуются в этом сборнике.

Работа гидробиологов велась по единому плану и в тесном контакте с работой других групп экспедиции — химиков, гидрологов, ихтиологов.

Для решения вопроса о влиянии изменения речного стока на качественное и количественное развитие растительных и животных сообществ Азовского моря нами избрано несколько путей.

1. Анализ многолетних наблюдений за морем, его гидрологическим и химическим режимом, распределением и количественным развитием флоры и фауны.

Поскольку речной сток значительно колеблется из года в год от климатических факторов, то, изучая закономерности развития кормовых организмов в маловодные годы, можно уловить тенденцию в изменении кормовой базы в условиях зарегулированного стока, хотя полной аналогии здесь быть не может, так как в связи с сооружением водохранилищ на реках сток меняется не только количественно, но и качественно.

К сожалению, неполнота и разрозненность многолетних наблюдений за морем ограничивали возможность применения этого метода анализа в полном объеме.

2. Составление экологических характеристик для отдельных видов организмов, населяющих Азовское море. По этим характеристикам можно представить себе, как будут реагировать те или иные виды и группы животных и растений на изменение условий жизни в Азовском море. В этом направлении велись лабораторные экспериментальные работы, обобщенные в статье А. Ф. Карпевич [17], а также широко использовались материалы полевых наблюдений, проведенных Азовской экспедицией в период 1950—1952 гг.

Сильный дефицит пресной воды в течение ряда лет (1949, 1950) привел уже в 1950 г. к весьма значительному изменению гидрологического режима Азовского моря и особенно Таганрогского залива. Значительно уменьшилось поступление взвешенных и растворенных питательных веществ. Таким образом, сама природа воспроизвела перед нами условия, близкие к тем, которые мы могли ожидать при зарегулировании стока рек.

Этим широким природным экспериментом мы считали необходимым воспользоваться и полагали, что даже простая фотография состояния моря и его населения в этих условиях должна дать много для прогнозирования тех изменений, которые произойдут при уменьшении стока в результате гидротехнических сооружений на реках, впадающих в Азовское море.

В связи с этим были организованы регулярные комплексные съемки Азовского моря и Таганрогского залива. Результаты обработки гидро-биологических материалов представлены в статьях А. Н. Новожиловой, И. Н. Старк [41, 46].

При обработке этих материалов и сопоставлении их с гидрологическими, гидрохимическими и другими данными вырисовывалась достаточно ясная экологическая характеристика отдельных видов и групп организмов, которую можно было использовать в дальнейшем при построении прогноза изменения состава и распределения фауны отдельных районов моря. Наконец, для этих же целей использовались имеющиеся литературные данные, в частности, работы В. П. Воробьева [8, 10, 11] и Ф. Д. Мордухай-Болтовского [32—37] по бентосу Азовского моря, работы Л. В. Арнольди [1, 2] и В. Н. Никитина [38, 39], А. П. Кусморской [27] и др. по бентосу и планктону Черного моря.

Для суждения о влиянии уменьшения поступления питательных органических и минеральных веществ на общий запас пищи для консументов Азовского моря мы исходили из данных химиков по биогенному стоку рек, содержанию и динамике биогенных и органических веществ в воде и грунте Азовского моря, интенсивности обмена питательными веществами между грунтом и водой и других материалов, изложенных в статьях М. Ф. Федосова [47], Т. И. Горшковой [12] и Е. Г. Виноградовой [7], публикуемых в настоящем сборнике.

Для решения вопроса об обеспеченности кормом важнейших видов рыб в новых условиях существования в течение 1950—1952 гг. проводились регулярные наблюдения за питанием основных промысловых рыб Азовского моря и их молоди, результаты которых представлены в статьях В. А. Костюченко [23], Е. Н. Боковой [6], В. П. Корниловой [21], М. В. Желтенковой [15]. Эти материалы в сопоставлении с имевшимися литературными и рукописными данными по питанию азовских рыб позволили получить суждение о пищевой пластичности этих рыб и составить представление о возможных изменениях характера их питания при изменении кормовой базы.

При этом использовались данные ихтиологической группы Азовской экспедиции об ареалах важнейших видов рыб и возможных изменений этих ареалов в новых условиях Азовского моря [18, 29].

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА КОРМОВЫХ ОРГАНИЗМОВ ПЛАНКТОНА И БЕНТОСА ПРИ ЗАРЕГУЛИРОВАНИИ РЕЧНОГО СТОКА

В результате зарегулирования речного стока наибольшему изменению из всех элементов гидрологического режима подвергается соленость, которая повысится тем больше, чем меньше будет речной сток.

При прогнозировании изменений в кормовой фауне Азовского моря в связи с повышением солености закономерно исходить из того общеизвестного факта, что фауна Азовского моря складывается из элементов, различно относящихся к солености и соответственно этому занимающих различные по солености районы моря.

Можно предположить, что в новых условиях не произойдет гибели современной кормовой фауны и основным процессом формирования фауны будет процесс замещения менее соленолобивых видов более соленолобивыми.

Однако это положение, высказанное в общей форме, не могло удовлетворить нас при построении конкретного, рассчитанного на определенные гидрологические условия прогноза кормовой фауны отдельных районов моря. Для этого необходимо было уточнить солевые границы распространения отдельных видов и групп организмов, особенно границы их массового развития.

При проведении этой работы мы исходили как из экспериментальных данных [17], которые дают представление о крайних солевых границах выживания, главным образом, взрослых форм, так и из широкого использования полевых наблюдений, которые дают представление о границах массового развития отдельных кормовых организмов, что наиболее существенно при определении изменений в кормовой базе рыб.

В этом отношении особенно полно нами использованы наблюдения по Таганрогскому заливу за различные годы.

Так как соленость Таганрогского залива в течение 1949—1951 гг. колебалась в весьма широких пределах, причем амплитуда колебаний ее в течение года доходила в некоторых районах до 5—6‰, мы считали возможным провести для ряда наиболее массовых форм зоопланктона корреляцию между величинами биомассы и солености.

Так как мы использовали данные для всех сезонов года и для различных районов залива, то влияние сезонных и локальных изменений при таком сопоставлении устраняется.

Для морских форм зоопланктона такое сопоставление было затруднено, так как амплитуда колебаний солености в собственно Азовском море значительно меньше. Поэтому свои суждения об изменении зоопланктона открытых частей Азовского моря мы строим, исходя из других соображений, в частности, из сопоставления развития этих форм в Черном море, используя литературные данные [3, 26, 27, 38].

Как показано в статье А. Н. Новожиловой [41], основную роль в планктоне Азовского моря (количественно) играют коловратки, веслоногие и ветвистоусые раки. В теплое время года значительна роль временных планктонных организмов—личинки полихет, моллюсков, усоногих раков. Из коловраток в собственно Азовском море в наибольшем количестве встречаются виды рода *Synchaeta* sp., в Таганрогском заливе — *Keratella cochlearis* и *quadrata*, *Brachionus angularis*, *Brachionus pala*, *Asplanchna priodonta* и некоторые другие.

Основную роль в биомассе веслоногих раков открытых частей Азовского моря играют четыре вида: *Acartia clausi*, *Acartia latisetosa*, *Centropages krøyeri* и *Calanipeda aquae dulcis*.

В Таганрогском заливе первое место среди копепоид занимает *Calanipeda aquae dulcis*, а в восточной, опресненной, части залива значительного развития достигают *Heteroscoeca caspia* и циклопиды.

Ветвистоусые раки (*Diaphanozoma brachyurum*, *Bosmina longirostris*,

Daphnia longispina и др.) в наибольшем количестве встречаются в восточной половине Таганрогского залива; в западной половине залива и открытом море из кладоцер остаются *Evadne trigona* и *Podon polyphemoides*, играющие незначительную роль в общей биомассе зоопланктона.

На рис. 1 изображена зависимость между количественным развитием важнейших массовых видов зоопланктона и соленостью.

Кривые составлены по средним величинам биомассы данного вида, полученным из суммирования всех случаев встречаемости этого вида в данном диапазоне солености, вне зависимости от района и времени лова. Так как ряд форм (мелкие пресноводные коловратки, пресноводные кладоцеры) дали очень сходную картину, мы считали возможным представить для них общую кривую, объединив данные по биомассе разных видов. Для составления кривых использованы материалы ежемесячных сборов зоопланктона в Таганрогском заливе, проведенных в 1949, 1950 и 1951 гг. по стандартной сетке станций. Из приведенных рисунков видно, что мелкие пресноводные коловратки наибольшую биомассу образуют в районах с соленостью до 3‰. Крупная *Asplanchna priodonta* имеет более широкие границы массового распространения и заметную биомассу может давать при солености до 5‰.

Эти различия в отношении к солености у пресноводных коловраток отражены в работе А. Н. Новожиловой [41], когда в 1950 г., в связи с осолонением залива, при общем уменьшении биомассы пресноводных коловраток *Brachionus*, *Keratella* и др. почти выпали из планктона восточного района Таганрогского залива, а *Asplanchna* давала в этом районе в июле биомассу до 474 мг на 1 м³. Морская коловратка — синхета — значительную биомассу образует в районах с соленостью от 5‰ и выше. Некоторое падение кривой биомассы синхеты (рис. 1) в пределах солености 11—12‰ нельзя объяснить отрицательным влиянием солености, так как синхета составляет основную массу весеннего планктона открытой части Азовского моря и живет в Черном, где соленость выше.

Пресноводные *Cladocera* также приурочены к водам низкой солености, и в районе с соленостью выше 3‰ биомасса их заметно падает, при этом более вынослива к осолонению *Diaphanozoma brachyurum*. Реликтовая копепода *Heteroscore caspia* также снижает биомассу в районе с соленостью выше 3‰ и почти не встречается при солености выше 5—7‰.

В 1951 г. в восточном районе Таганрогского залива отмечено массовое развитие *Acanthocyclops vernalis*, наибольшая биомасса которого наблюдалась в районах с соленостью до 3‰. При более высокой солености биомасса его резко падала, однако в некоторых районах, подверженных влиянию речных вод (у Мариуполя и у Ахтарей), встречались в значительном количестве взрослые особи.

По лабораторным наблюдениям А. Ф. Каревич [17], взрослая форма циклопа этого вида хорошо выносит повышение солености до 10‰, однако его размножение, видимо, происходит в более узких границах и при более низких показателях солености. *Calanipeda aquae dulcis* наибольшую биомассу в Таганрогском заливе образует в диапазоне солености от 1—3 до 9—10‰ с максимумом в районах с соленостью 3—5‰. Как показали наши экспериментальные исследования, в пресной воде и в воде соленостью 15‰ и выше не происходит размножения каланипеды, чем, видимо, и объясняется снижение ее биомассы в Таганрогском заливе при солености ниже 1 и выше 10‰.

Calanipeda aquae dulcis переносила в лабораторных условиях резкую смену солености с 3,5‰, при которой она была выловлена в Таганрогском заливе, до 15‰. При непосредственной пересадке в воду соленостью 20‰ наблюдалась гибель самок.

В табл. 1 приводятся данные 15-дневного опыта по развитию каланипеды в водах разной солености. Животные были взяты из воды соле-

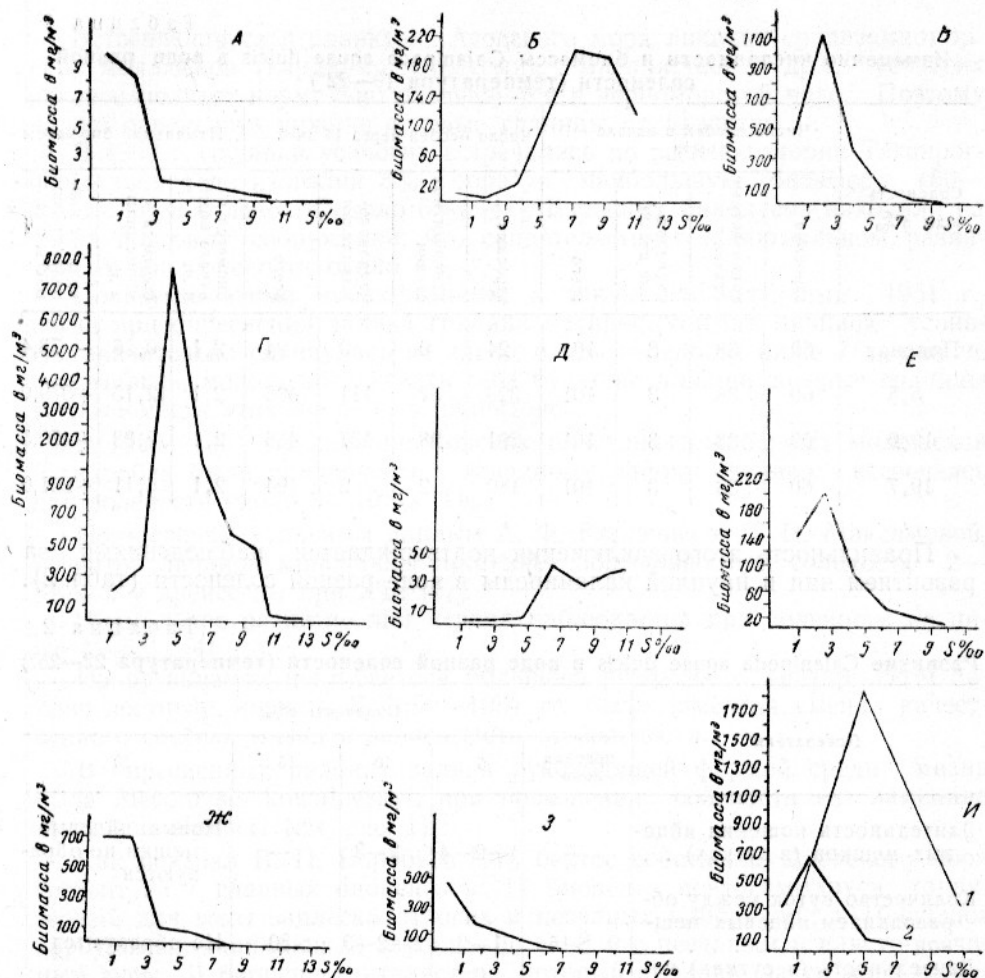


Рис. 1. Зависимость между количественным развитием массовых видов зоопланктона и соленостью воды:

А—пресноводные коловратки (*Brachionus angularis*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra trigla*; Б—*Synchaeta* sp. (весенняя форма); В—*Asplanchna priodonta*; Г—*Calanipeda aquae dulcis*; Д—*Acartia clausi*; Е—*Heterocope caspia*; Ж—*Acanthocyclops vernalis*; З—пресноводные Cladocera (*Daphnia longispina*, *Diaphanozoma brachyurum*, *Leptodora kindtii*); И—Mysidacea:

1—*Macropsis slabberi*, 2—*Mesomysis kowalevskyi*.

ностью 5,5‰. Соленость изменяли постепенно, поэтому животные постепенно привыкали к новым условиям.

Для питания рачков в опытные сосуды ежедневно прибавляли несколько капель взвеси мельчайших жгутиковых и хлопьевидного детрита, полученного в результате разложения диатомовых водорослей.

В пресной воде животные не только не развивались, но даже гибли. Через 15 дней численность и биомасса уменьшилась примерно в 4 раза.

В воде соленостью 19,7‰ увеличение численности и биомассы было значительно меньше, чем при 5 и 10‰. Показательно, что в конце 15-дневного опыта преобладали в популяции взрослые особи, а молоди было очень мало. Так как соленость с 5,5 до 19,7‰ увеличивалась постепенно в течение продолжительного времени, несомненно, что некоторое увеличение популяции произошло при более низкой солености, а когда соленость воды достигала 19,7‰, развитие каланипеды прекратилось, что подтверждается почти полным отсутствием молодых стадий.

Таблица 1

Изменение численности и биомассы *Calanipeda aquae dulcis* в воде разной солености (температура 19—22°)

Соленость воды ‰	Число особей в начале опыта				Число особей через 15 дней				Изменение биомассы		
	взрослые	копеподитные стадии	науплиальные стадии	всего	взрослые	копеподитные стадии	науплиальные стадии	всего	биомасса в начале опыта в мг	биомасса в конце опыта в мг	прирост или падение биомассы в %
Пресная	60	38	3	101	24	0	0	24	2,1	0,56	- 73,4
5,5	60	38	3	101	323	52	111	486	2,1	12,15	+579,0
10,0	60	38	3	101	291	28	137	456	2,1	9,88	+470,5
19,7	60	38	3	101	180	12	2	194	2,1	6,11	+291,0

Правильность этого заключения подтверждается наблюдениями за развитием яиц и науплий каланипеды в воде разной солености (табл. 2).

Таблица 2

Развитие *Calanipeda aquae dulcis* в воде разной солености (температура 22—25°)

Показатели	Соленость ‰				
	пресная вода	5	10	15	20
Длительность ношения яйцевых мешков (в сутках) . . .	—	1—2—4	2—3	—	Новые яйцевые мешки не образуются
Количество суток между образованием яйцевых мешков	>15	1—2	1—2—3	>30	Не образуются
Длительность (в сутках) науплиальных стадий:					Большинство гибнет в I стадии
I					
II	4	2—3	2—3	10	
III	Гибнут	2	2	3	
IV	2	2	2	Гибнут	
V		1	1		
VI		1	1		

В пресной воде яйцевые мешки образовывались медленно, науплиусы плохо развивались и обычно гибли уже во II стадии. Аналогичная картина наблюдалась в воде соленостью 15‰: самки также очень редко образовывали яйцевые мешки. Совершенно не наблюдалось яйцевых мешков у самок в воде соленостью 20‰, большинство науплиусов гибло в I стадии, сразу же после вылупления.

В противоположность каланипед, биомасса морской копеподы — акарции — начинает возрастать при солености выше 5‰ и продолжает оставаться на высоком уровне при дальнейшем повышении солености. Массовое попадание акарций в планктоне Черного моря позволяет заключить, что развитие этого вида возможно при солености значительно более высокой, чем соленость азовской воды. *Acartia latisetosa* и *Centropages kroyeri* в Таганрогском заливе ведут себя подобно *A. clausi* и в заметном количестве встречаются в районах соленостью выше 5‰. *Centropages kroyeri* широко распространен в открытых частях Черного моря. Из этого следует, что повышение солености Азовского моря не может угнетать развитие этой копеподы.

Встречающиеся в планктоне Азовского моря личинки средиземноморских моллюсков (кардиума, синдесмии, митилястера и др.), усоногих раков и полихет нормально развиваются в черноморской воде. Поэтому важно определить нижние солевые границы их развития.

В 1950 г. личинки усоногих встречались по всей акватории Таганрогского залива до изогалин 3‰, образуя наибольшую биомассу (50—200 мг) при солености около 6‰ [41]. Взрослых баянусов находили на сваях портовых сооружений, что свидетельствует о нормальном развитии их при солености около 4‰.

Пользуясь этими наблюдениями, а также наблюдениями 1951 г., когда при опреснении залива граница распространения личинок усоногих значительно сдвинулась на запад и при солености ниже 7‰ они не встречались, можно представить себе будущие нижние солевые границы встречаемости этих личинок в планктоне.

В 1950—1951 гг. личинки морских пластинчатожаберных моллюсков и гидробии были приурочены к западному району залива, встречаясь при солености около 9—10‰ [41].

По экспериментальным данным А. Ф. Карпевич и Л. П. Максимовой, развитие личинок монодакны протекает нормально при солености 2—5‰, а у дрейссены при 2‰ [17].

Нормальное развитие яиц нереид наблюдается при солености не ниже 4—5‰ [4].

Из организмов нектобентоса большого развития в Таганрогском заливе достигли мизиды. В 1950—1951 гг. была замечена смена качественного состава мизид в зависимости от солености.

В опресненных районах залива руководящей формой среди мизид была *Mesomysis kowalevskyi*, при повышении солености ее заменяла *Macropsis slabberi* (см. рис. 1).

Как показал В. П. Воробьев [11], бентос собственно Азовского моря состоит из 7 главных биоценозов: 1) биоценоз понтогаммаруса, характерный для зоны заплеска отлогих и песчаных побережий; 2) биоценоз карбуломии, занимающий глубины до 5—6 м с песчаным и илисто-песчаным дном; 3) биоценоз митилястера, который в южной части моря встречается на небольших глубинах (1—3 м) на скалах и камнях, в других районах моря — на ракушечных и илистых песках (глубина 6—9 м), где нет сильного взмучивания грунта; 4) биоценоз баянуса, который встречается преимущественно на ракушечных грунтах на глубине 4—8 м; 5) биоценоз кардиума, занимающий $\frac{1}{3}$ площади моря, приуроченный к илу с ракушечником, встречается на глубинах от 1 до 12 м, но максимума развития достигает на глубине 9—10 м; 6) биоценоз синдесмии, приуроченный к илу с высоким содержанием мелкой фракции; 7) биоценоз гидробии—нефтиса, занимающий наиболее глубокую, заполненную полужидким илом центральную часть моря, характеризующуюся постоянными заморами.

Схему распределения донных биоценозов в Таганрогском заливе дал Ф. Д. Мордухай-Болтовской [32].

Перед дельтой Дона и на отмелях предустьевого района на мягком илистом песке расположен биоценоз дрейссены. Вслед за биоценозом дрейссены следует комплекс *Monodacna*—*Dreissena*—*Unionidae*, приуроченный к темносерому илу или илистому песку с большим количеством растительных остатков и соленостью до 0,8—0,9‰ Cl. На иле с примесью песка и ракушки расположен комплекс *Monodacna*—*Dreissena*, встречающийся при солености до 1,5‰ Cl. Между песчаными отмелями и углубленной частью залива на песчанистых илах располагается комплекс *Monodacna*. Этот комплекс встречается при солености до 3,8‰ Cl.

На прибрежных песках и ракушечнике при солености от 2 до 4‰ Cl встречается биоценоз гипаниолы, в котором видами, составляющими

большую часть биомассы, являются гипаниола, тубифициды, корофиум, птерокума. Характерны для этого биоценоза средиземноморские формы — *Nereis* и *Balanus*. В Ейском лимане и прилегающих к нему участках залива на илистом ракушечнике располагается биоценоз *Ostracoda* — *Corophium*, в маловодные годы характерно в нем присутствие *Cardium* и *Balanus*.

Центральная углубленная часть залива с мягким темным илом занята биоценозом *Ostracoda* с низкой биомассой. В западной части залива этот биоценоз переходит в биоценоз *Nereis* — *Ostracoda*, имеющий более высокую биомассу, благодаря массовому развитию морских полихет-нереид при повышении солености до 3—4‰ Cl. На илистом ракушечнике у выхода в море при солености 4—5‰ Cl располагается биоценоз *Cardium*.

Как показали наблюдения Ф. Д. Мордухай-Болтовского [33] и И. Н. Старк [45], границы комплексов в Таганрогском заливе непостоянны. В маловодные годы морские комплексы продвигаются к востоку, а реликтовые и пресноводные отступают вглубь залива.

Особенностью азовских биоценозов, которую подметил В. П. Воробьев [11], является сравнительно небольшое число видов, составляющих биоценоз; решающим в характеристике биоценоза является не столько видовой состав, сколько количественные соотношения видов, входящих в биоценоз¹. Естественно, что структура и распределение биоценоза зависят от отношения этих господствующих видов к характеру грунта, глубине, солености, температуре, кислороду, пище.

Мы попытались по литературным и полученным Азовской экспедицией данным дать характеристику массовых видов бентоса Азовского моря по их отношению к перечисленным выше элементам среды, которые оказывают, как установлено В. П. Воробьевым [11], наибольшее влияние на структуру и распределение данных биоценозов в Азовском море (табл. 3).

Используя эти данные и данные по экологической характеристике организмов зоопланктона (см. рис. 1), возможно схематически наметить изменения в распределении отдельных комплексов планктона и бентоса при различном гидрологическом режиме. Эти схемы показаны на рис. 2 и 3.

При изъятии около 15% речного стока в Таганрогском заливе произойдет сокращение области массового развития пресноводного комплекса зоопланктона (коловратки — *Keratella quadrata* и *K. cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis* и *B. pala*, *Polyarthra trigla*; копеподы — *Cyclopoidae*, *Heteroscope caspia*, *Eurytemora velox*; кладоцеры — *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Leptodora kindtii*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Diaphanozoma brachyurum*, *Evadne maeotica*, *Cercopagis pengoi*; прочие — личинки *Monodacna* и *Dreissena*).

На большей части акватории залива будет господствовать солоноватоводный комплекс планктона (коловратки — *Synchaeta* sp., *Brachionus mülleri* и *bakeri*, *Pedalia oxyuris*; копеподы — *Calanipeda aquae dulcis*; кладоцеры — *Diaphanozoma brachyurum*, *Evadne trigona*; *Podon polyphemoides*; прочие — личинки *Nereidae*) с преобладанием каланипеды из копепод. Область распространения каланипеды в море сократится и ограничится Таганрогским заливом.

В зоопланктон западного района залива прочно войдут представители азовскоморского комплекса (коловратки — *Synchaeta* sp., копеподы — *Acartia clausi*, *Acartia latisetosa*, *Centropages krøyeri*; кладоцеры — *Podon*

¹ Понятие «биоценоз» мы употребляем в том смысле, как оно употребляется в книге В. П. Воробьева [11], не рассматривая существа данного этим автором определения.

Таблица 3

Виды	Элементы срезы			
	Соленость	Грунт	Кислород	Характер питания
<i>Cardium edule</i>	Выносит соленость до океанической, живет в Таганрогском заливе при солености не ниже 8—9‰ [11,45]	Встречается на всех типах грунтов, предпочитая мягкие, но не жидкие грунты. Максимум развития имеет на ракушечнике с примесью ила и иле с ракушечником, где фракция более 1 мм составляет от 20 до 70% [11]	Чувствителен к сероводороду и избегает заморных областей моря [11]	Фильтратор, потребляет фитопланктон и детрит, взвешенный в воде над грунтом [11, наши данные]
<i>Mytilaster lineatus</i>	Широко распространен в Черном море, в Таганрогском заливе встречается при солености не ниже 9‰ [14,32,33]	Как прикрепляющийся организм требует для своего развития твердого и неподвижного субстрата [11]	Погибает при наличии сероводорода и больших количеств аммиака, но более вынослив к ним, чем кардиум [11,17]	Фильтратор, потребляет планктон и детрит, взвешенный в воде над грунтом [11, наши данные]
<i>Syndesmya ovata</i>	Встречается в Черном море, в Сиваше отмечена при солености 30‰, в Таганрогском заливе при солености не ниже 9‰ [1, 10, 11, 32, 34]	Предпочитает мягкие илистые и илисто-песчаные грунты, избегая твердых и плотных грунтов [11]	Довольно вынослива к содержанию сероводорода и аммиака, может 5—8 дней жить в анаэробных условиях [11]	Собирает с помощью сифона детрит с поверхности грунта, питается детритом [11, наши данные]
<i>Corbulomya maeotica</i>	Указывается в Черном море, в Таганрогском заливе при солености не ниже 9‰ [18, 32, 39]	Живет на песчаных и илисто-песчаных грунтах, встречается на иле с ракушечником [11]	Близка по своим требованиям к кардиуму [11,17]	Фильтратор, потребляет фитопланктон и детрит, взвешенный в воде над грунтом [наши данные]
<i>Hydrobia ventrosa</i>	Живет в Черном море, в Сиваше при солености 50‰, в Таганрогском заливе встречается при солености не ниже 7—9‰ [1, 10, 32, 45]	Живет на различных типах грунтов. Предпочитает мягкие грунты с богатым содержанием органического вещества [11]	Вынослива к дефициту кислорода [11, 17]	Потребляет со дна детрит и мельчайшие донные водоросли [наши данные]
<i>Balanus improvisus</i>	Живет в Черном море, в Таганрогском заливе при солености около 5‰ и выше [1, 11, 40, 33, 46]	Как прикрепляющаяся форма требует наличия твердого субстрата. В Азовском море предпочитает ракушечные грунты. Лучше чем моллюски	Требуется хорошей аэрации [11]	Питается планктоном и детритом, которых отцеживает из воды над грунтом [11]

Виды	Элементы среды			
	Соленость	Грунт	Кислород	Характер питания
<i>Balanus improvisus</i>		(митилястер, кардиум) переносит взмучивание илистых и песчаных частиц при волнении [11]		
<i>Ampelisca diadema</i>	Указывается для Черного моря, в Таганрогском заливе встречается при солености не ниже 9‰ [11, 32]	В массе встречается на песке с примесью ила [11]	Требует хорошей аэрации [11]	—
<i>Brachynotus lucasi</i>	Живет в Черном море, в Таганрогском заливе встречается при солености около 9‰ [1, 32, 33]	Предпочитает жесткие грунты	Требует хорошей аэрации [11]	Хищник, питается червями, моллюсками и трупами прочих животных [11]
<i>Pontogammarus maeoticus</i>	Указывается для Черного моря, в Таганрогском заливе встречается при солености около 9‰ и выше [1, 11, 32]	Песчаные грунты зоны заплеска	Требует хорошей аэрации дна [11]	Обрывки водорослей, детрит [11]
<i>Nereis succinea</i>	Живет в Черном море, в Таганрогском заливе начинает встречаться при солености около 9‰ и выше [11]	Предпочитает мягкие, но не жидкие грунты	Вынослив к понижению содержания кислорода и наличию сероводорода [11, 17]	Всеяден, потребляет поверхностный слой грунта с детритом [наши данные]
<i>Nereis diversicolor</i>	Живет в Черном море, в Сиваше указывается при солености 40‰, в Таганрогском заливе начинает встречаться при солености около 4—5‰ [10, 11]	Предпочитает мягкие, но не жидкие грунты	Вынослив к понижению содержания кислорода и наличию сероводорода	По характеру питания не отличается от <i>Nereis succinea</i> [наши данные]
<i>Nephtys hombergii</i>	Живет в Черном море, в Сиваше указывается при солености 30‰, в Таганрогском заливе начинает встречаться при солености около 9‰ [11, 32, 45]	Предпочитает мягкие грунты	Хорошо выносит дефицит кислорода	—

Виды	Элементы среды			
	Соленость	Грунт	Кислород	Характер питания
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Широко распространена в Черном море, в Азовском море встречается в районах повышенной солености [8]	Необходим жесткий грунт для прикрепления [8]	В аквариальных условиях выносит присутствие сероводорода не более 5 дней [8]	Фильтратор, потребляет фитопланктон и детрит [8]
<i>Corophium volutator</i>	Встречается в Азовском море и опресненных районах (лиманах) Черного моря. Отмечен для Керченского пролива, в Таганрогском заливе максимум развития имеет при солености от 2,5—3 до 4,5‰ Cl [11, 32]	Песчаный и ракушечный грунт с небольшой примесью ила [11, 32]	Данных нет.	Детритоед [наши данные]
<i>Sphaeroma serrata</i>	Живет в Черном море, в Таганрогском заливе встречается при солености около 9‰ и выше [1, 11, 32]	Предпочитает жесткие грунты [11]	Требовательна к хорошей аэрации дна [11]	—
<i>Pterocuma pectinata</i>	В Черном море живет в опресненных районах (лиманах). В Азовском море встречается до солености 10—11,5‰ [18, 32]	Обитает на различных грунтах [11, 32]	—	Детритоед [наши данные]
<i>Drissena polymorpha</i>	В массе развивается при солености до 2‰ [17, 32, 45]	Илистый песок	—	Фильтратор, питается фитопланктоном и детритом
<i>Monodacna colorata</i>	Оптимум развития от 2 до 5‰ [17, 32, 45]	Песчанистый ил	—	Фильтратор, питается фитопланктоном и детритом [наши данные]
<i>Hypaniola kowalevskyi</i>	Максимум развития имеет при солености от 2,5—3 до 4,5—5‰ Cl [17, 32, 46]	—	—	Потребляет детрит, грунта [наши данные]
<i>Tubifex limnodrillus</i>	Зона массового развития от 0 до 9‰ [11, 17, 32]	Ил	—	—

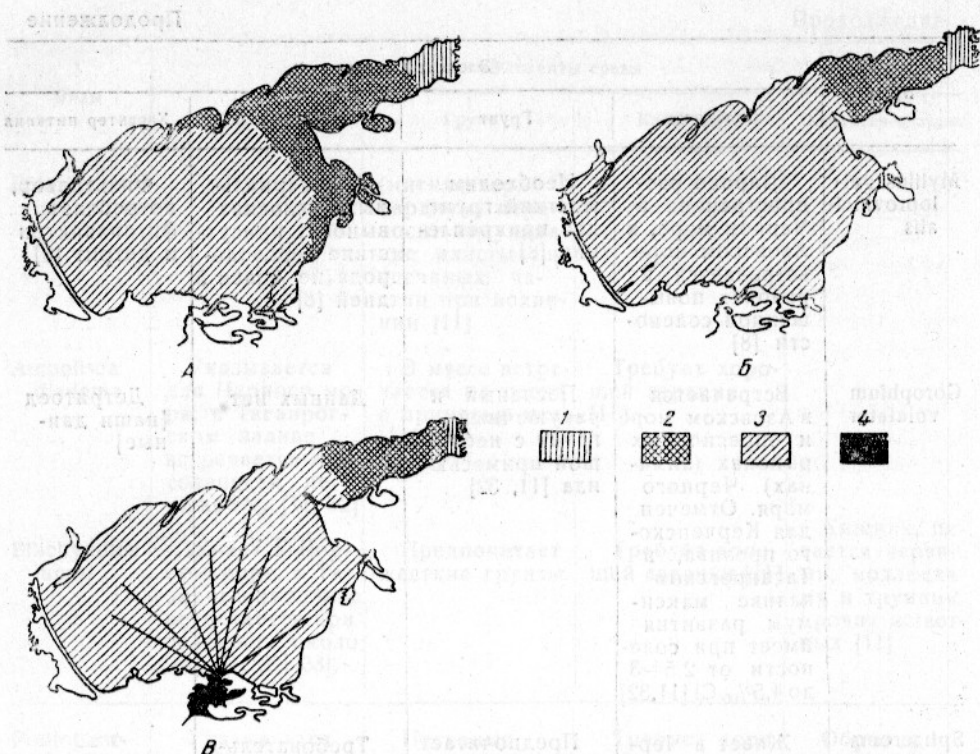


Рис. 2. Схематическое распределение комплексов зоопланктона:
А—при среднем речном стоке; Б—при изъятии около 15% речного стока; В—при изъятии около 40% речного стока: 1—пресноводный комплекс, 2—солонатоводный комплекс, 3—азовскоморской комплекс, 4—черноморский комплекс.

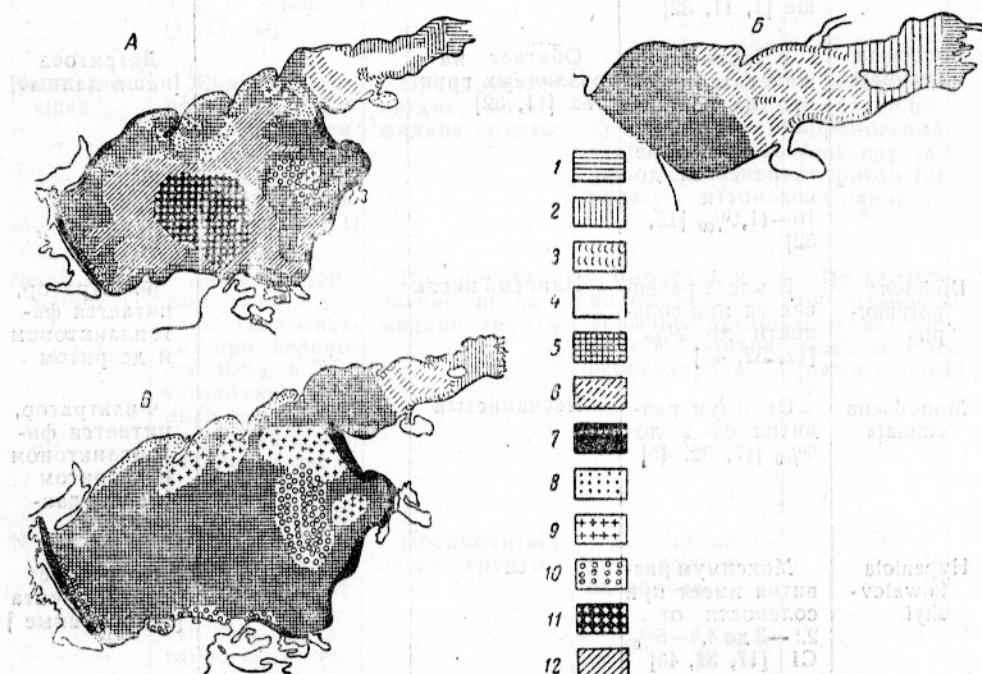


Рис. 3. Схема распределения донных биоценозов в Азовском море и Таганрогском заливе:
А—при среднем стоке; Б—при изъятии около 15 % стока; В—при изъятии около 40% стока: 1—дрейсена, 2—модакна, 3—гиппиола—корофидум, 4—остракода, 5—кардиум, 6—нерейс—остракода, 7—корбулоидия, 8—нерейс, 9—балаанус, 10—митилястер, мидия, 11—гидробия—нефтис, 12—синдесмия.

polyphemoides, Evadne trigona; прочие — личинки Polychaeta, Cirripedia, Lamellibranchiata, Gastropoda; медузы).

Зоопланктон собственно Азовского моря будет носить чисто морской характер. При дальнейшем изъятии стока область развития преснолюбивого планктона в Таганрогском заливе еще больше сократится и ограничится небольшим районом, прилегающим к дельте Дона. Ареал солонатоводного комплекса отодвинется на восток, и планктон западного района залива будет сходен по своему составу с планктоном открытых частей моря. В планктоне собственно Азовского моря возможно (особенно летом) появление и усиление развития ряда форм, свойственных зоопланктону Черного моря.

Рассматривая с этой точки зрения черноморских копепод, мы приходим к выводу, что наиболее вероятно вселение в Азовское море эвритермного *Paracalanus parvus*. Для холодолюбивых *Oithona similis*, *Pseudocalanus elongatus* и *Calanus helgolandicus* летний прогрев азовских вод будет, видимо, неблагоприятным для развития. Для широко распространенной в Черном море *Penilia avirostris* соленость Азовского моря, видимо, не будет служить препятствием для развития, поскольку этот вид в большом количестве встречается в северо-западной части Черного моря [27]. По отсутствию больших биомасс *Cladocera* в открытых частях Азовского моря можно предполагать, что не соленость, а какие-то другие факторы могут явиться препятствием для массового развития пенилии в Азовском море. Этот вопрос в настоящее время не ясен и требует дальнейших исследований.

При осолонении Азовского моря соленость, очевидно, не будет препятствовать распространению в нем так называемого некормового черноморского планктона [27]. Однако термический режим Азовского моря для многих из этих форм окажется, видимо, неблагоприятным. Так, например, холодолюбивые *Pleurobranchia pileus* и *Sagitta euhina* не смогут, видимо, вынести летнего прогрева азовской воды. Мелкие гидромедузы и *Sagitta setosa* смогут развиваться в теплое время года в Азовском море, однако зимнее охлаждение азовской воды, вероятно, будет неблагоприятно влиять на эти формы, и большой биомассы они не дадут. Для развития такого представителя некормового черноморского планктона, как *Noctiluca miliaris*, которая, по наблюдениям А. П. Кусморской [27], развивается в массе в Черном море в слоях воды ниже температурного скачка, постоянная подвижность и мутность воды в Азовском море будет, видимо, неблагоприятной.

Особенности термического режима (большой годовой градиент температур), высокая мутность и подвижность вод Азовского моря и все же более низкая, чем в Черном море, соленость позволяют заключить, что значительного вселения некормовых видов черноморского планктона (гребневика, медузы, ночесветки) не произойдет, и азовский зоопланктон сохранит свою высокую кормовую ценность.

Существенных изменений в составе, распределении и биомассе бентических биоценозов собственно Азовского моря при изъятии 15% речного стока мы не предполагаем. Картина будет близкой к тому, что наблюдала И. Н. Старк [46] в 1950 г.

Изменения в бентосе Таганрогского залива могут быть охарактеризованы в целом как отступление на восток реликтовых биоценозов и продвижение вглубь залива биоценозов морских.

Биоценоз монодакны ограничится восточным районом залива, биоценоз остракод сменится биоценозом остракода — нереис, в биоценозе гипаниолы на твердых грунтах появится баянус, площадь биоценоза кардиума возрастет и распространится на большую часть (примерно $\frac{2}{3}$) западного района залива.

При изъятии около 40% речного стока в Таганрогском заливе произой-

зойдет дальнейшее передвижение на восток всех биоценозов без существенного изменения состава и биомассы.

В собственном Азовском море в связи с предполагаемым улучшением кислородного режима при повышении солености Азовского моря и уменьшением градиента по плотности между водами Черного и Азовского морей [47], а также вследствие уменьшения приноса речной взвеси более оксифильные виды (кардиум, корбуломиа) смогут заселить центральную часть моря и заменить биоценозы гидробии и синдесмии, что в действительности и наблюдалось в последние маловодные годы при сравнительно благоприятном кислородном режиме [46].

В связи с уменьшением количества взвеси в воде возрастет значение биоценоза баянуса, его площадь и биомасса будут во всяком случае не меньше, чем в тридцатых годах [11].

Возможно ожидать восстановления на твердых грунтах биоценоза митилястера, что подтверждается наблюдениями И. Н. Старк за последние годы [46], а также увеличения биомассы мидии в этом биоценозе. Во всех биоценозах увеличится роль эпифауны [46].

В состав азовских биоценозов могут войти формы черноморского бентоса (актинии, крабы, моллюски). Этим вопросом специально занималась группа сотрудников Института океанологии [40], по их данным, черноморские моллюски *Macra subtruncata*, *Nassa reticulata* и *Meretrix gudiis* при повышении солености Азовского моря до 13,5—14‰, могут войти в состав его фауны. Однако возможное вселение представителей черноморского бентоса в Азовское море вовсе еще не означает замену азовских бентических биоценозов черноморскими. Нам представляется, что поскольку массовые виды, составляющие основное ядро азовских биоценозов, хорошо переносят повышенную соленость (живут в Черном море и Сиваше), приспособились к особенностям термического режима этого моря, высокой мутности воды и понижению содержания кислорода в летнее время, нет оснований полагать, что они могут быть вытеснены новыми вселенцами из Черного моря. Поэтому массовыми останутся виды, свойственные бентосу Азовского моря в современных условиях.

ИЗМЕНЕНИЯ В КОЛИЧЕСТВЕ КОРМОВЫХ ОРГАНИЗМОВ ПЛАНКТОНА И БЕНТОСА

В результате работ Азово-Черноморской научно-промысловой экспедиции 20-х годов [19, 20] выяснилось, что высокая кормность Азовского моря обуславливается большим поступлением питательных веществ с речным стоком, интенсивным их оборотом в связи с малой глубиной моря и высоким прогревом всей толщи воды в вегетационный период.

Работа Азовской экспедиции ВНИРО 1950—1952 гг., а также работы АзчерНИРО предшествующих лет подтверждают выводы, сделанные экспедицией 20-х годов.

Основным продуцентом органического вещества в Азовском море является фитопланктон; органическое вещество образуется в форме очень лабильной и легко доступной для всякого рода консументов, что также способствует увеличению скорости круговорота вещества.

Как показали исследования ряда авторов [42, 44], ранней весной, в марте—апреле, обычно тотчас после распадения льда, в Азовском море наблюдается весеннее цветение воды диатомовыми.

В это время интенсивно используются минеральные соли, накопленные за зиму, и биомасса фитопланктона достигает весьма высоких величин — 9—13 г на 1 м³ и даже выше [43].

Весной в условиях сравнительно слабой регенерации питательных солей при низкой температуре (нули фосфатов и нитритов наблюдала Е. Г. Виноградова [16] в апреле 1951 и 1952 гг.) запасы их истощаются, что приводит к резкому прекращению цветения. В это время наблю-

даются высокие концентрации фосфатов и нитратов в Таганрогском заливе у дельты Дона [7], но речные воды в это время на развитие фитопланктона в море влияния не оказывают.

Было бы неправильно считать, как это делают некоторые авторы [36, 43], что масса образующегося весной органического вещества выпадает из круговорота и остается неиспользованной на дне.

Эта масса органического вещества, образовавшегося за счет цветения фитопланктона, в виде детрита и бактерий становится пищей бентоса, большинство видов которого в Азовском море—детритоеды, и зоопланктона, биомасса которого от апреля к июлю неуклонно возрастает (рис. 4), несмотря на интенсивное потребление его планктоноядными рыбами и сравнительно низкую биомассу фитопланктона в мае—июне.

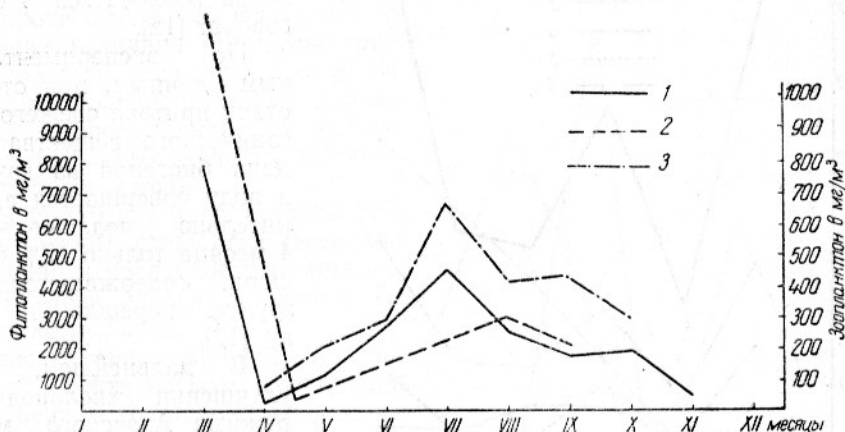


Рис 4. Сезонная динамика биомассы фито- и зоопланктона в Азовском море:

1—фитопланктон в 1937 г.; 2—фитопланктон в 1938 г.; 3—зоопланктон (средние данные за 1937—1952 гг.).

В июне—июле в море увеличивается приток вод Кубани и аккумулируются морем донские воды. В силу повышения температуры более интенсивно идут процессы отдачи биогенов грунтом и процессы регенерации веществ. Все это приводит к тому, что в июле начинается новая вспышка фитопланктона, достигающая своего максимума иногда в августе, иногда в сентябре. Величина его биомассы ниже весенней, но вспышка более длительная, так как благодаря быстрому распаду и минерализации органического вещества скорость оборота биогенных элементов увеличивается.

О скорости распада фитопланктона дают представление данные Т. И. Горшковой, показывающие, что летом через 8 суток 50% азота и около 40% фосфора, содержащегося в фитопланктоне, переходят в воду.

Осенью и зимой масса органического вещества, образующегося летом, минерализуется и служит основой для развития фитопланктона весной следующего года. При этом, конечно, какая-то часть органического вещества выпадает из круговорота и попадает в донные отложения.

Исследования, проведенные Т. И. Горшковой [12], не дают основания говорить о том, что в грунтах Азовского моря происходит захоронение больших масс свежего органического вещества. Количество органического углерода в осадках Азовского моря ничем принципиально не отличается от тех величин, которые наблюдаются в других морях. Так, например, средний процент углерода в осадках Азовского моря 1,63 с колебанием от 0,6 до 2,91; в осадках Баренцева моря — 1,28 с колебанием от 0,15 до 3,12; Северного Каспия — 0,63 с колебанием от 0,25 до 3.

В грунтах Азовского моря происходит захоронение сравнительно стойкого органического вещества. Если в фитопланктоне легко гидролизуемая часть органического вещества составляет около 75%, то в грунтах соотношение обратное. Между водой и грунтом совершается постоянный и довольно интенсивный обмен биогенами. Органическое вещество, попадающее на дно, очень быстро разлагается, чему способствует постоянное взмучивание верхнего слоя грунта, а продукты его распада вновь вовлекаются в круговорот. Поэтому в осадках Азовского моря происходит захоронение уже сравнительно трудно поддающейся разло-

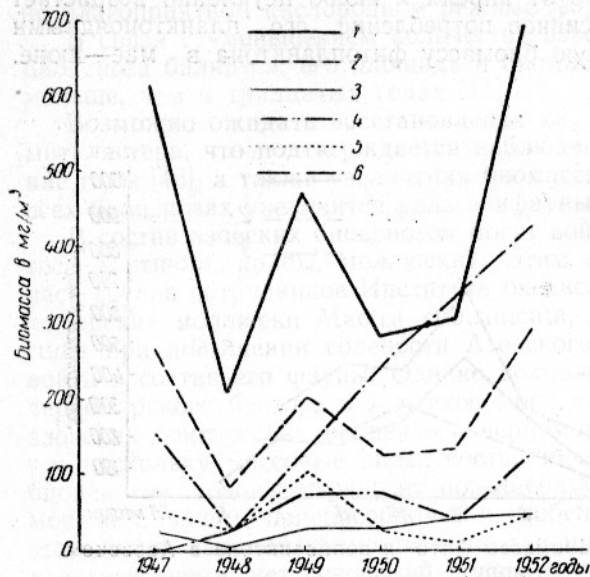


Рис. 5. Годовая динамика биомассы копепода и солености в Азовском море:

1—все Copepoda; 2—*Acartia clausi*; 3—*Acartia latisetosa*; 4—*Centropages kröyeri*; 5—*Calanipeda aquae dulcis*; 6—соленость.

жению части органики, продукты распада которой только медленно могут вновь вовлекаться в круговорот [12].

По экспериментальным данным, при отсутствии притока свежего органического вещества отдача биогенов из грунта в воду совершается сравнительно медленно — за 4 месяца только 12% фосфора, содержащегося в грунте, перешло в воду [12].

В дальнейшем, при улучшении кислородного режима Азовского моря в связи с повышением солености и уменьшением градиента плотности водных масс Черного и Азовского морей скорость и интенсивность мобилизации биогенных эле-

ментов из донных отложений в воду может только уменьшиться, так как благоприятствующего этому процессу накопления углекислоты в придонных слоях воды не будет [47].

Следовательно, грунты Азовского моря не могут рассматриваться в качестве аккумулятора свежего неминерализованного органического вещества типа гиттии или сапропеля. Эти грунты в будущем, в условиях зарегулированного стока, не смогут компенсировать уменьшение подачи биогенов речными водами. Поэтому общий запас в море биогенных и органических веществ при уменьшении твердого и растворенного стока уменьшится.

Роль биогенного стока в общем балансе биогенов весьма значительна. По расчетам М. В. Федосова [47], фосфор, ежегодно приносимый реками, составляет около 100%, а азот около 35% количества, содержащегося в море. Поэтому при уменьшении биогенного стока, поскольку это уменьшение будет длительным и окончательным, постепенно установится более низкий уровень продукции органического вещества фитопланктоном.

Можно думать, что уменьшение запасов первичной пищи в водоеме вызовет снижение продукции организмов зоопланктона и бентоса, которые используют в том или ином виде (живые водоросли, детрит, бактерии) фитопланктон в качестве основного пищевого материала. Это влияние будет тем сильнее, чем более резко, по сравнению с современной, уменьшится первичная кормность Азовского моря.

Анализ многолетней динамики биомассы наиболее важной группы зоопланктона — копепод (рис. 5) позволяет сделать заключение, что колебание биомассы как отдельных видов, так и всей группы Copepoda обуславливается однородными факторами и не зависит от колебаний солености (в тех пределах, которые наблюдались в Азовском море). Биомасса копепод была высокой и при значительном осолонении Азовского моря (в 1952 г.) и в тот период, когда соленость была значительно ниже (1947 г.). С другой стороны, при осолонении моря наблюдались и низкие (1950 г.) и высокие (1952 г.) величины летней (июль—август) биомассы копепод.

Интенсивность воспроизводства копепод и степень их выедания потребителями бывают различными при разных условиях, складывающихся в море в разные годы. Соотношением этих противоположно направленных процессов и определяется та или иная величина биомассы копепод. Большую роль при этом должно играть количество корма для копепод, которое зависит от количества питательных веществ, приносимых речным стоком.

На рис. 6 и 7 представлены данные по речному стоку, биомассе зоопланктона и численности планктоноядных рыб в Азовском море и Таганрогском заливе.

Рассмотрение кривых показывает, что почти во всех случаях при уменьшенном годовом стоке рек, несмотря на падение численности потребителей планктона, величина биомассы ниже, чем в периоды повышенного стока, хотя численность потребителей зоопланктона в эти периоды возрастает. Это обстоятельство указывает на то, что процесс продуцирования планктона при уменьшении речного стока идет менее интенсивно.

На рис. 8 представлены относительные величины продукции зоопланктона, полученные путем суммирования остаточной биомассы зоопланктона в конце августа—сентябре, и годовой продукции хамсы и тюльки.

Последнюю величину вычисляли, исходя из данных АзчерНИРО по запасам этих рыб, данных В. П. Корниловой [22] и Р. А. Костюченко [25] по возрастному составу запаса и среднему весу отдельных возрастных групп.

Пример расчета

Возрастные группы	Процент по численности	Средний вес в г	Процент по весу
Сеголетки	51,8	2,0	24,1
Двухлетки	31,1	6,2	44,7
Трехлетки	15,9	7,7	28,4
Четырехлетки	1,2	9,9	2,8

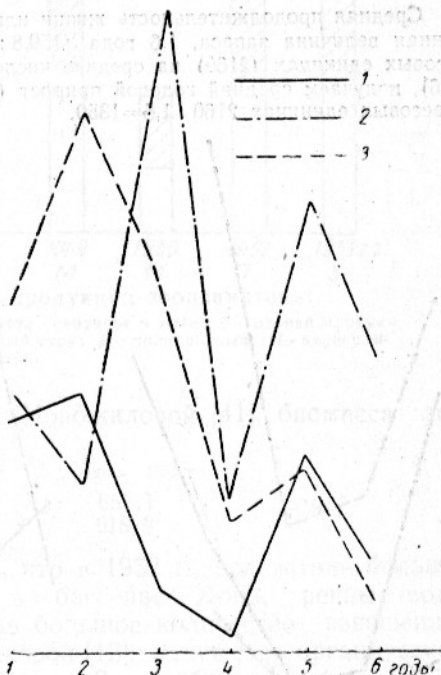


Рис. 6. Зависимость между речным стоком, биомассой зоопланктона и численностью планктоноядных рыб в Таганрогском заливе:

1 — сток рек; 2 — весенне-летняя биомасса зоопланктона в $мг/м^3$; 3 — урожай молоди в шт. на 1 метр лампы.

Чтобы получить среднюю продолжительность жизни стада, процент по весу для каждой группы надо умножить на продолжительность жизни $a \times b$.

Возрастные группы	Процент по весу а	Продолжительность жизни в годах в	$a \times b$
Сеголетки	24,1	0,5	12,0
Двухлетки	44,7	1,5	67,0
Трехлетки	28,4	2,5	71,0
Четырехлетки	2,8	3,5	9,8
Всего	100	1,6	159,8

Средняя продолжительность жизни или число лет, в течение которых образовалась данная величина запаса, 1,6 года ($159,8 : 100$). Отсюда, разделив величину запаса в весовых единицах (2160) на среднее число лет, в течение которых она образовалась (1,6), получаем средний годовой прирост (продукцию) всего стада данного вида рыбы в весовых единицах $2160 : 1,6 = 1350$.

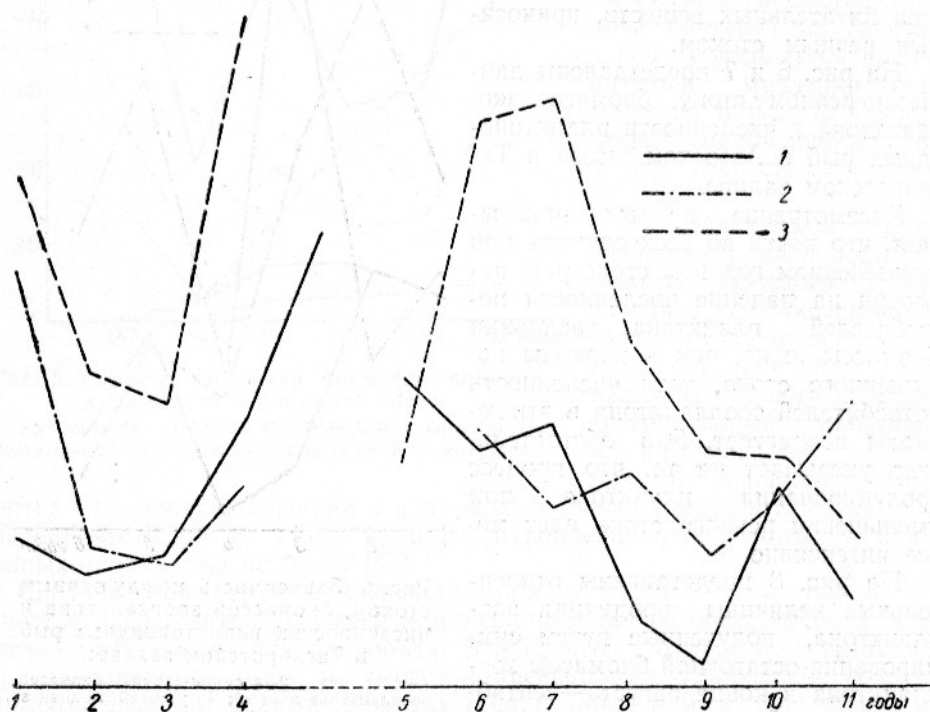


Рис. 7. Зависимость между речным стоком, биомассой зоопланктона и численностью планктоноядных рыб в Азовском море:
1 — сток рек; 2 — летняя биомасса зоопланктона в $мг/м^3$; 3 — средний улов хамсы и тюльки (на 1 замет лампы в шт.).

Приведенные данные (рис. 8) с очевидностью показывают, что во все полноводные годы (1940, 1947, 1948, 1951) продукция зоопланктона была выше, чем в такие маловодные годы, как 1938, 1939, 1950. Исключение представляет только маловодный 1949 г., который следовал после трех многоводных лет (1946, 1947, 1948).

Для 1952 г., когда сток Дона был зарегулированным и малым, к сожалению, нет данных по августовской биомассе зоопланктона, однако по величине продукции планктоноядных рыб он приближается к маловодным годам (1938, 1939, 1950), из чего можно заключить, что интенсивность продуцирования планктона была в 1952 г. на уровне этих лет.

Относительно высокая биомасса зоопланктона в собственно Азовском море в июле 1952 г. объясняется поздним скатом тюльки из Таганрогского залива.

В это время вследствие позднего нереста тюльки молодь ее держалась в Таганрогском заливе. Хамса откармливалась, главным образом, в южной и юго-западной части моря. Слабое выедание планктона в восточной половине моря привело к тому, что биомасса его в этой части моря была в 1952 г. значительно выше, чем в 1951 г. при раннем нересте

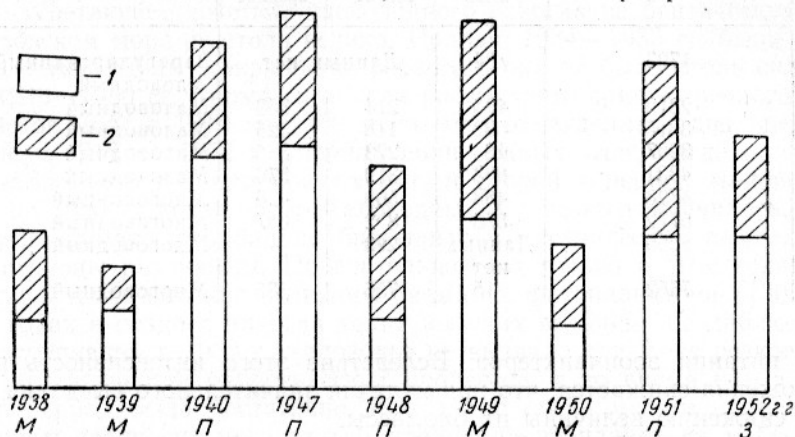


Рис. 8. Годовые колебания продукции зоопланктона:

1—остаточная биомасса зоопланктона в августе—сентябре в mg/m^3 ; 2—годовая продукция хамсы и тюльки в тыс. т; М—маловодный сток; П—полноводный; З—зарегулированный.

тюльки. Например, по данным А. Н. Новожиловой [41], биомасса зоопланктона в mg/m^3 была:

	Июль 1951 г.	Июль 1952 г.
В западной половине .	653,5	657,1
В восточной половине .	328,5	918,3

Кроме того, необходимо отметить, что в 1952 г., вследствие больших земляных работ, проводимых зимой в бассейне Дона, речные воды, несмотря на малый сток, несли очень большое количество взвешенных веществ. По определению Т. И. Горшковой [12], количество органического углерода в речной взвеси в 1952 г. было в 2 раза больше, чем в 1951 г. Поэтому можно думать, что в 1952 г. поступление питательных веществ уменьшилось не пропорционально падению жидкого стока, а в меньшей степени, вследствие чего условия питания зоопланктона по сравнению с 1951 г. ухудшились не столь резко.

Более низкие величины летней (июль—август) биомассы зоопланктона в маловодные годы (табл. 4), несмотря на меньшую численность потребителей планктона, позволяют нам считать, что условия продуцирования зоопланктона в такие периоды оказываются хуже.

Вероятно, в многоводные годы масса приносимого аллохтонного органического материала как взвешенного, так и растворенного, может, минуя фитопланктон, в виде детрита и бактерий служить пищей зоопланктона.

Поэтому при слабом развитии фитопланктона или его недоступности для потребителей недостаток его компенсируется аллохтонным материалом или, в случае богатого развития фитопланктона, аллохтонный материал служит дополнительным источником, улучшающим условия питания зоопланктона.

В маловодные годы поступление аллохтонного органического вещества уменьшено и наряду с падением величины продукции фитопланктона вследствие уменьшения биогенного стока это приводит к ухудшению

**Годовые колебания летней биомассы зоопланктона (в $мг/м^3$) и численности
планктоноядных рыб в Азовском море**

(По А. Н. Новожиловой [41, 42] и В. Н. Майскому [31])

Годы	Численность хамсы и тюльки на 1 замет лампы	Биомасса планктона			Характер речного стока
		июль	август	среднее	
1952	1793	784	Данных нет		Зарегулированный ма- ловодный
1950	2812	493	214	353	Маловодный
1939	3315	532	118	325	Маловодный
1938	3907	463	223	365	Маловодный
1949	4331	833	319	576	Маловодный
1951	4726	483	509	496	Многоводный
1947	5772	573	8 2	687	Многоводный
1948	6555	Данных нет	228	—	Многоводный
1940	7652	315	756	536	Многоводный

условий питания зоопланктеров. Вследствие этого интенсивность роста и размножения снижается, что при наличии значительного выедания приводит к снижению величины их биомассы.

Зарегулированный речной сток будет нести в Азовское море меньшее количество взвешенных органических веществ, уменьшится также вынос растворенных питательных веществ [47], то есть условия снабжения питательным материалом будут близкими к условиям маловодных лет.

Поэтому подмеченная тенденция уменьшения продукции зоопланктона при сокращении речного стока может быть принята как тенденция в изменении его продукции в условиях зарегулированного стока, хотя степень уменьшения продукции зоопланктона в этих условиях определить в настоящее время трудно.

Отсутствие многолетних наблюдений за биомассой бентоса Азовского моря не позволяет проследить, как менялась эта величина в зависимости от колебаний речного стока. Кроме того, поскольку в состав бентоса входят виды с многолетним жизненным циклом, проследить, как отражается колебание речного стока на продукции бентоса, сложнее. Однако не исключена возможность, что низкие величины биомассы бентоса собственно Азовского моря летом 1950 и весной 1951 гг. отражают реакцию бентоса на чрезвычайное маловодье 1949—1950 гг., когда планктон в Азовском море был развит очень слабо (по данным Азовской экспедиции, в июле 1950 г. биомасса фитопланктона составляла всего $300 мг/м^3$, а принос взвесей Доном и Кубанью был незначительным).

Таблица 5

Динамика биомассы бентоса Азовского моря (в г на $1 м^2$)

(По В. П. Воробьеву [11] и И. Н. Старк [46])

	1934—1935 гг		1950 г.	1951 г.			1952 г.		
	весна	осень		апрель	июль	октябрь	апрель	июль	октябрь
Азовское море	241,7	496,0	183,3	199,2	391,2	267,0	252,3	292,2	448,1
Таганрогский залив . .	34,0	—	192,2	179,4	248,4	441,8	—	53,8	—
Уловы бентосоядных рыб в %	100		37,7		55,1			53,6	

Приведенные в табл. 5 сопоставления показывают, что, несмотря на уменьшение потребителей бентоса в 50-х годах, никакой тенденции к повышению биомассы в собственно Азовском море не наблюдалось по сравнению с данными за 1934—1935 гг., хотя кислородный режим в последние годы был благоприятным и заморных явлений, охватывающих большие районы моря, не установлено.

Это позволяет нам с большей долей уверенности говорить, что продукция бентоса осуществляется довольно полно относительно запасов пищи и угнетающее действие кислородного режима на бентическую фауну в Азовском море не столь велико. Правда, 1934—1935 гг. были также маловодными, однако сокращение речного стока не было столь сильным, как в 1949—1950 гг. Кроме того, если рассмотреть кривую речного стока в Азовское море с 1912 по 1950 г., то можно выделить два периода. Первый, с 1912 по 1932 г.—период полноводных лет, когда за 21 год наблюдалось всего 6 маловодных лет, и второй — период маловодный, с 1932 по 1950 г., когда число маловодных лет резко увеличилось.

Можно думать, что баланс биогенных и органических веществ был в эти периоды различным. Показательно, что только в 20-х годах наблюдались такие высокие величины биомассы фитопланктона (130 г/м^3); в 30-х годах и позднее никогда таких высоких величин не наблюдалось [43]. Наступившее в 1933 г. маловодье не вызвало сразу же резкого снижения интенсивности биологических процессов, в то время как в маловодный период было достаточно двух лет с очень малым стоком, что бы вызвать снижение показателей продукции зоопланктона и бентоса.

В. П. Воробьев [11], много занимавшийся изучением бентоса Азовского моря, придавал большое значение пищевому фактору в продуцировании бентоса, он писал: «Мощное развитие фитопланктона и бактерий, являющихся первым пищевым звеном для большинства бентических животных, обуславливает интенсивное развитие бентоса и его высокую продуктивность. Обилие пищи является, следовательно, первым основным моментом, определяющим высокую продуктивность бентоса». Нам представляется, что в настоящее время новые факты не дают основания для пересмотра роли этого фактора для бентоса.

В 1950—1951 гг. И. Н. Старк [46] наблюдала продвижение кардиума и корбуломии в центральные части моря и вытеснение на больших пространствах моря биоценоза синдесмии. Это изменение в распределении моллюсков вызвано, по мнению И. Н. Старк [46], изменением толщины поверхностного жидкого слоя ила вследствие уменьшения выноса взвешенных веществ реками и малого развития фитопланктона. Эти условия оказались благоприятными для форм, приуроченных к более плотным грунтам (кардиум, корбуломия).

В 1951 г. повысилась биомасса организмов, более требовательных к лучшей аэрации дна (корбуломия, кардиум, митилястер, баянус, брахинотус) и принадлежащих к группе фильтраторов (корбуломия, кардиум, митилястер).

Наоборот, биомасса малоподвижных представителей инфауны (синдесмия, нефтис, nereis), питающихся за счет детрита поверхностного слоя грунта, понизилась (табл. 6).

Вероятно, в результате резкого уменьшения твердого и растворенного стока в 1949—1950 гг. общий запас органического вещества как аллохтонного, так и автохтонного происхождения понизился. Это привело к относительно более полному использованию его консументами, вследствие чего меньшая часть органики выпадала из круговорота и отлагалась в виде свежего детрита на дне. Все это ухудшило условия питания бентоса, особенно детритоедов, собирающих пищу с поверхности грунта (синдесмия, черви), но, с другой стороны, в какой-то степени изменило характер поверхностного слоя грунта и в отношении его плотности, и в отношении интенсивности потребления кислорода.

Биомасса основных представителей бентоса (в г/м²) в собственно Азовском море
(По В. П. Воробьеву [11] и И. Н. Старк [46])

Виды	Годы			
	1934—1935	1950	1951	1952
Кардиум	204,6	72,6	187,8	225,7
Синдесмия	92,0	45,7	18,2	18,2
Корбуломия	9,7	41,0	109,9	22,4
Гидробия	4,0	14,2	5,8	4,8
Митилястер	29,8	0,3	8,5	6,6
Бальянус	14,9	2,4	8,4	6,5
Нефтис	1,4	3,7	1,6	2,5
Нереис	5,8	1,4	2,1	0,2

Поэтому более требовательная к наличию плотных грунтов и кислорода корбуломия, личинки которой, повидимому, ежегодно оседали в биоценозе синдесмии и кардиума, но выживали в незначительном количестве, получила лучшие условия для выживания в более глубоких частях моря. Будучи фильтратором и потребляя детрит и фитопланктон, взвешенный в воде над грунтом, при общем уменьшении количества свежего органического вещества, поступающего на дно, корбуломия оказалась в лучших кормовых условиях, чем синдесмия. Продукция синдесмии в условиях ее интенсивного потребления рыбами и при недостатке пищи в виде свежего детрита на дне понизилась, что привело к замене ее корбуломией на больших площадях Азовского моря.

В годы высокой продукции органического вещества поверхностный слой грунта обогащен свежим детритом и бактериями, развивающимися на нем, что улучшает условия питания бентоса, но одновременно с этим в условиях летней стагнации служит предпосылкой к быстрому исчезновению кислорода в придонном слое воды. Вследствие этого в местах обильного оседания детрита могут существовать только формы, хорошо выносящие депрессию кислорода (например такие, как синдесмия). При уменьшении продукции органического вещества уменьшается масса свежего детрита у дна, что замедляет скорость потребления кислорода в придонном слое воды и ухудшает условия дыхания организмов бентоса. Одновременно с этим ухудшаются их пищевые возможности, особенно у малоподвижных организмов инфавны.

Создавшиеся в районах бывшего биоценоза синдесмии благоприятные условия для кардиума и корбуломии обусловили повышение биомассы этих видов, что, однако, сопровождалось понижением биомассы коренного обитателя этих районов моря — синдесмии.

На роль пищевого фактора указывает, как нам кажется, и распределение бентоса в Азовском море.

В. П. Воробьев [11] отметил, что почти полный пояс высокой биомассы и высокопродуктивных площадей располагается в Азовском море на ракушечных грунтах в зоне кругового течения, приносящего в изобилии пищу и аэрирующего придонные слои.

К апрелю 1951 г. [46] после двух очень маловодных лет этот пояс в значительной степени оказался порванным. В юго-западной части Азовского моря была пониженная биомасса бентоса. Видимо, замедление скорости кругового течения вследствие резкого уменьшения стока р. Дона ухудшило снабжение пищей населения этих районов моря, и высокая биомасса бентоса сохранилась лишь в местах с лучшим снабжением пищей — на путях течения, выносящего планктон и детрит из Таганрогского залива, и в районах, подверженных влиянию Кубани.

При дальнейшем и значительном снижении величины речного стока мы вправе ожидать уменьшения продукции бентоса, связанного с уменьшением пищи для него. Очевидно, что количественная сторона вопроса будет определяться степенью уменьшения (против современного положения) поступления биогенных и органических веществ при зарегулированном речном стоке.

Используя многолетние данные по суточным изменениям содержания кислорода, В. Г. Дацко [13] рассчитал среднюю, минимальную и максимальную величины продукции фитопланктона. Исходя из среднего химического состава фитопланктона Азовского моря, средней величины его продукции за вегетационный период и ориентировочного баланса биогенных элементов в Азовском море, В. Г. Дацко получил коэффициенты оборачиваемости фосфора, азота и кремния. Пользуясь этим коэффициентом, он рассчитал баланс биогенных элементов при различных объемах речного стока. По его данным, при сокращении речного стока примерно на 50% продукция фитопланктона в Азовском море снизится примерно на 40%. К аналогичным выводам пришел в своей работе М. В. Федосов [47].

Не имея в настоящее время научной основы для суждения о том, как отражается уменьшение продукции органического вещества фитопланктона на величинах продукции зоопланктона и бентоса, мы исходим из выявленной выше тенденции уменьшения величины их биомассы при сокращении речного стока.

Таким образом, в основу нашего прогноза количественных изменений кормовой базы рыб было положено представление, что в Азовском море масса синтезируемого и приносимого органического вещества участвует в качестве источника пищи в процессах продуцирования населяющих это море кормовых организмов, продукция которых осуществляется достаточно полно относительно имеющихся запасов пищи.

Чтобы представить себе возможные изменения в количестве планктона и бентоса в связи с уменьшением приноса питательных веществ в условиях зарегулированного стока, мы приняли, исходя из расчетов В. Г. Дацко [13] и М. В. Федосова [47], что продукция зоопланктона и бентоса снизится на величину несколько меньшую, чем предполагаемая величина уменьшения стока питательных (растворенных и взвешенных) веществ [47].

При этом условии изъятие около 15% речного стока вызывает незначительное уменьшение величины продукции зоопланктона как в море, так и в Таганрогском заливе; она будет лежать в пределах колебаний, наблюдаемых до зарегулирования речного стока.

При изъятии биогенного стока до 50% можно предполагать снижение величины продукции зоопланктона примерно на 40%, при этом уменьшение это будет идти, главным образом, за счет планктона собственно Азовского моря, так как зоопланктон в Таганрогском заливе будет находиться в условиях постоянной подачи питательных веществ с донскими водами.

При прогнозе возможных изменений в количестве бентоса мы приняли во внимание, наряду с уменьшением величины продукции, изменения в ареалах, занимаемых различными видами. В частности, мы учли возможность заселения при повышении солености значительной площади Таганрогского залива представителями средиземноморской фауны, что в действительности наблюдалось и раньше при соответствующих условиях [33, 35, 45].

Вследствие изменения качественного состава бентоса Таганрогского залива и заселения более крупными морскими видами малонаселенных илов углубленной части залива произойдет изменение относительного значения отдельных видов бентоса в валовой биомассе бентоса Таганрогского залива. Биомасса личинок хирономид и мелких ракообразных

(корофииды, кумацеи, остракоды) понизится, биомасса баянуса возрастет. Биомасса олигохет и гипаниолы уменьшится, а морских полихет — переис и нефтис — возрастет.

Валовая биомасса реликтовых и пресноводных моллюсков (монодакна, дрейссена, униониды) понизится, а биомасса морских моллюсков (кардиум, гидробия) возрастет.

Вследствие всех этих изменений в составе и площадях, занимаемых различными биоценозами, средняя биомасса бентоса Таганрогского залива возрастет. В 1950—1952 гг. при расширении ареала и увеличении биомассы средиземноморской фауны средняя биомасса бентоса Таганрогского залива оказалась в пять раз выше величин, установленных для 1934—1935 гг. (средняя для июля 1950—1952 гг. составляла 164 г, а в 1934—1935 гг. — 34 г).

Однако кормовая биомасса возрастет не столь значительно, так как крупные толстостенные моллюски (кардиум) и баянусы, за счет которых предполагается возрастание биомассы бентоса залива, не потребляются рыбами.

Можно предполагать, что при уменьшении стока питательных веществ на 15% биомасса бентоса собственно Азовского моря изменится мало и величина ее будет лежать в пределах колебаний, наблюдаемых до зарегулирования речного стока.

При изъятии около 40% речного стока и уменьшении разницы в солености вод Черного и Азовского морей уменьшатся физические предпосылки для возникновения условий приводящих к исчезновению кислорода в придонных слоях воды, особенно в центральной части, находящейся под влиянием вод Черного моря.

Почти полное осаждение крупной взвеси в пределах Димлянского водохранилища на Дону и значительное уменьшение ее приноса водами Кубани, а также уменьшение продукции автохтонного органического вещества со временем приведет к уменьшению годовой величины осадкообразования. Это создаст более благоприятные условия для организмов эпифауны и позволит организмам, приуроченным к более плотным грунтам и лучшему снабжению кислородом (кардиум, корбуломия), продвигаться вглубь моря и заселить его центральную часть.

Расселение таких форм, как кардиум, корбуломия и некоторые другие, в центральной части моря приведет к подавлению и уменьшению продукции постоянных обитателей этого района моря — синдесмии, гидробии, нефтиса.

Можно предполагать, что ракушечные грунты восточной части моря заселятся биоценозами баянуса, митилястера и мидии, для процветания которых повышение солености азовской воды и уменьшение взвесей в ней будет благоприятным.

Если в будущем на большей части площади Азовского моря будет господствовать биоценоз кардиума (что и наблюдалось в действительности в условиях последних маловодных лет) биомасса бентоса в центральной части моря возрастет, а средняя для всего моря продукция этого биоценоза понизится (вследствие уменьшения количества пищи). Если далее считать, что валовая биомасса баянуса будет не ниже максимальных величин, наблюдавшихся в прошлом (осень 1934—1935 гг.), а биомасса бентоса на твердых грунтах восточной половины моря (район биоценоза митилястер) возрастет примерно вдвое за счет усиления развития мидии, то, по приблизительным расчетам, средняя для всего моря биомасса бентоса составит около 300 г/м².

Однако вследствие возрастания биомассы мидии и баянуса, а также возможного вселения не кормовых беспозвоночных из Черного моря биомасса кормового бентоса понизится, по ориентировочным подсчетам, примерно на 30% по сравнению с данными 1934—1935 гг. (К не кормо-

вой части бентоса мы относим не потребляемых рыбами баянусов, унионид, а также монодакту и кардиума размерами более 10 мм, которые, по данным М. В. Желтенковой [15], не потребляются бентофагами Азовского моря).

ИЗМЕНЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КОРМОМ ВАЖНЕЙШИХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Как же отразятся предполагаемые изменения в составе, распределении и продукции зоопланктона и бентоса на условиях откорма основных промысловых рыб Азовского моря?

В Азовском море откармливаются судак, лещ, тарань, осетровые, бычки, рыбец, шемая, сазан, чехонь, сом, кефаль, тюлька, хамса, атерина, перкарина и др.

В табл. 7 и 8 приводятся данные по составу пищи наиболее массовых видов азовских рыб. Мы видим, что в пище почти всех бентосоядных рыб наибольший вес падает на долю моллюсков, что соответствует наибольшему весовому значению их и в бентосе.

Из ракообразных наибольшее весовое значение принадлежит остракодам, которые в массе встречаются у леща и рыбца. В пище севрюги заметную роль играют гаммариды (8% веса пищи), из которых наиболее массовой является ампелиска.

Из червей в пище рыб наибольшую роль играют самые массовые в бентосе Азовского моря полихеты — нереис и нефтис. Роль прочих организмов незначительна.

Кроме того, у севрюги и бычка-сирмана весьма значительную долю пищи составляет рыба. Основным потребителем рыбы является также судак Азовского моря. В пище таких рыб, как чехонь, шемая и сельдь моллюски почти не встречаются, а черви играют малую роль. Их пища состоит из организмов нектобентоса — придонных раков (мизид, гаммарид, корофид), рыбы и сравнительно небольшого количества (7—19%) зоопланктона (главным образом, копепоид (табл. 7).

Таблица 7

Состав пищи бентосоядных рыб Азовского моря в 1950—1951 гг.
в процентах по весу

(По данным М. В. Желтенковой [16] и В. А. Костюченко [24])

Потребители Кормовые объекты	бычки									
	лещ	тарань	рыбец	камбала	осетр	севрюга	кругляк	сирман	песочник	пугловка
Моллюски:										
Cardium edule	10,6	12,4	4,8	—	3,9	0,2	15,5	11,5	21,9	87,5
Monodacna colorata . .	19,4	—	40,0	—	—	—	—	—	—	—
Hydrobia ventrosa . . .	0,9	80,0	4,8	—	—	—	0,4	0,3	—	0,9
Syndesmya ovata	4,0	0,5	—	100,0	21,4	12,5	17,5	0,2	56,7	—
Corbulomya maeotica . .	5,6	4,0	—	—	73,7	2,7	60,0	27,7	6,5	—
Dreissena polymorpha . .	0,01	—	0,7	—	—	—	—	—	—	—
Mytilaster lineatus . . .	—	0,13	—	—	—	0,2	0,06	—	—	—
Всего	40,51	97,0	50,3	100	99,0	15,6	93,5	69,7	85,1	88,4

Потребители Кормовые объекты	лещ	тарань	рыбец	камбала	осетр	севрюга	бычки			
							кругляк	сирман	песочник	пуголовка
Черви:										
Nereidae	2,9	0,3	5,9	—	—	5,1	4,1	0,9	14,8	10,0
Hypaniola kowalevskyi	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nephtys hombergii . .	1,1	—	—	—	0,1	26,4	—	0,3	—	—
Harmothoe imbricata . .	—	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—
Oligochaeta	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего	10,3	0,3	5,9	—	0,3	31,5	4,1	1,2	14,8	10,0
Ракообразные:										
Cumacea	2,7	0,03	0,8	—	—	0,04	0,007	0,023	—	—
Gammaridae	0,04	0,002	—	—	—	8,30	0,05	1,20	—	—
Corophiidae	0,20	0,08	6,9	—	—	—	—	—	—	0,5
Ostracoda	38,4	2,2	23,0	—	—	—	0,05	0,01	—	0,7
Крабы	0,02	—	0,7	—	—	1,54	0,75	0,50	—	—
Sphaeroma serratum . .	—	—	—	—	—	0,18	—	—	—	—
Idothea sp.	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
Balanus improvisus . . .	0,03	0,4	—	—	—	—	0,05	0,50	—	—
Mysidae	0,001	0,001	3,0	—	—	0,4	0,004	0,14	—	—
Calanipeda aquae dulcis	0,1	—	4,2	—	—	—	—	—	—	—
Harpacticidae	0,0002	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего	41,5	2,7	38,6	—	—	10,4	1,0	2,4	—	1,2
Воздушные насекомые										
Chironomidae	0,0008	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—
	1,3	0,0005	0,1	—	—	—	—	—	—	0,2
Всего насекомые	1,3	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	0,2
Актинии	—	—	—	—	—	0,24	—	—	—	—
Рыбы	0,7	—	1,57	—	—	42,2	1,4	26,4	—	—
Высшая растительность	0,016	0,03	0,2	—	—	—	—	0,3	—	—
Грунт	5,6	—	3,3	—	—	1,1	—	—	—	0,2
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

По характеру питания к названным рыбам близка также живущая у дна перкарина. В ее пище, кроме придонных раков (мизиды), рыбы и зоопланктона, значительна примесь червей (полихет).

Пелагические рыбы (тюлька, хамса, атерина) являются главными потребителями планктона, однако, в их пище известную долю составляют организмы, живущие на дне, — полихеты, гидробия, и у дна — мизиды (табл. 8).

Таблица 8

Состав пищи планктоноядных и хищных рыб Азовского моря

(средние данные за ряд лет в % по весу)

Кормовые объекты	Потребители							
	чехонь	шема	судак	сельдь	тюлька	хамса	перкарина	атерина
Бентос и некто-бентос:								
<i>Hydrobia ventrosa</i>	0,10	—	—	—	—	0,9	—	—
<i>Polychaeta</i>	3,60	—	—	—	—	16,6	13,2	12,1
<i>Cumacea</i>	0,40	7,0	—	—	—	—	1,1	—
<i>Gammaridae</i>	0,30	—	—	—	—	1,5	0,1	0,4
<i>Corophiidae</i>	2,60	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mysidacea</i>	16,00	—	—	59,6	1,9	6,3	33,4	16,9
<i>Idothea</i> sp.	—	3,5	—	—	—	—	—	—
<i>Balanus improvisus</i>	—	0,1	—	—	—	—	—	—
<i>Ostracoda</i>	0,1	—	—	—	—	—	0,4	0,6
<i>Chironomidae</i>	—	—	—	—	—	—	0,6	—
Всего	23,01	10,6	—	59,6	1,9	25,3	48,8	30,0
Зоопланктон:								
<i>Calanipeda aquae dulcis</i>	8,90	—	—	14,0	77,2	44,2	14,0	50,0
<i>Acartia clausi</i>	—	—	—	1,6	—	—	—	—
<i>Centropages kroyeri</i>	—	—	—	1,6	—	—	—	—
<i>Heterocope caspia</i>	—	—	—	0,7	—	—	7,1	—
<i>Harpacticidae</i>	—	—	—	—	—	—	4,8	—
<i>Cladocera</i>	—	—	—	—	1,1	0,1	0,3	2,0
Крабы лич.	—	7,0	—	—	—	—	—	—
Cirripedia лич.	—	—	—	0,8	8,3	4,2	—	16,3
Mollusca лич.	—	—	—	—	1,1	1,8	—	0,4
Rotatoria	—	—	—	—	8,7	0,5	—	0,4
Всего	8,90	7,0	—	18,7	96,4	50,8	26,2	69,1
Фитопланктон	0,19	—	—	—	0,8	15,0	—	—
Рыба	16,10	48,4	100,0	21,7	0,9	4,2	24,9	—
Прочие	—	34,0	—	—	—	4,7	0,1	0,9
Всего	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание. Состав пищи чехони, шемаи и судака приведен по данным М. В. Желтенковой [15] и В. Н. Майского [30], сельди и атерины — по Д. Н. Логвинович [28] и АзчерНИРО [42], перкарины — по В. А. Костюченко [23], тюльки и хамсы — по А. Н. Смирнову [44], АзчерНИРО [42], Д. Н. Логвинович [28], Е. Н. Боковой [6], В. П. Корниловой [21] и В. А. Костюченко [23].

Из данных, приведенных в табл. 8, видно, что примесь бентических организмов в пище хамсы и атерины больше, чем у тюльки.

Состав пищи меняется в зависимости от возраста рыб и состава кормовой базы. В данном случае нас более всего интересует кормовая база, так как именно в составе кормовой базы отдельных видов рыб предполагаются известные изменения.

Данные о характере питания главнейших бентофагов Азовского моря и их пищевой пластичности можно найти в работе М. В. Желтенковой [15]. К сожалению, отсутствие многолетних данных по питанию большинства интересующих нас бентофагов Азовского моря не позволяет проследить, как менялся состав их пищи в зависимости от воздействия различных факторов, в частности, от изменений, происходящих в кормовой базе. Такие сопоставления возможно сделать, пожалуй, только по лещу. В табл. 9 приведены годовые изменения качественного состава пищи различных возрастных групп леща за период 1935—1951 гг.

**Годовые изменения качественного состава пищи различных возрастных групп
азовского леща**

(Составлено по данным В. П. Воробьева [9] и М. В. Желтенковой [15]. Цифры для 1935 г. даны в процентах по ХР¹, для 1950—1951 гг. в процентах по весу)

Возраст леща		Двухлетки			Трехлетки			Четырехлетки			
Годы		1935	1950	1951	1935	1950	1951	1935	1950	1951	
Район	Кормовые объекты	среднее для всего моря	Таганрогский залив	Таганрогский залив	среднее для всего моря	Таганрогский залив	Таганрогский залив	среднее для всего моря	Таганрогский залив	Таганрогский залив	Азовское море
Моллюски:											
Кардиум	0,6	—	18,9	3,3	—	9,4	4,8	—	10,8	—	—
Монодакна	10,7	24,2	6,0	5,3	22,5	4,3	1,7	54,0	27,1	—	—
Гидробия	—	—	—	0,9	—	0,4	—	—	11,1	4,7	—
Синдесмия	0,6	—	—	3,1	—	—	3,1	—	—	—	—
Корбуломия	—	—	—	—	—	—	0,2	—	0,2	28,0	—
Дрейссена	—	1,9	—	—	0,7	—	—	9,2	0,1	—	—
Митилястер	—	—	—	0,3	—	—	1,0	—	—	—	—
Всего	11,9	26,1	24,9	12,9	23,2	14,1	10,8	63,2	39,3	32,7	—
Черви:											
Нереис	5,4	0,5	—	9,9	1,3	2,1	14,4	6,0	3,8	35,0	—
Гипаниола	10,4	14,1	47,2	17,8	16,0	7,4	20,7	6,3	6,8	—	—
Нефтис	—	—	—	0,2	—	0,3	4,2	—	0,3	—	—
Олигохеты	—	2,2	—	0,4	5,2	—	0,4	4,4	—	—	—
Прочие черви	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего	15,8	16,8	47,2	28,3	22,5	9,8	39,7	16,7	10,9	35,0	—
Ракообразные:											
Кумацеи	7,2	6,8	2,7	4,1	3,0	3,5	2,2	2,5	3,2	29,0	—
Гаммариды	—	—	—	2,3	—	—	2,9	—	—	—	—
Корофииды	14,5	1,9	—	8,1	10,2	0,1	9,7	2,3	0,2	2,3	—
Остракоды	23,5	37,0	24,0	18,0	25,7	71,4	12,5	8,0	35,8	—	—
Балянусы	—	—	—	0,1	—	—	0,2	—	—	—	—
Прочие раки	12,1	0,9	—	9,1	2,4	0,3	10,5	0,2	0,1	—	—
Всего	57,3	45,6	26,7	41,7	41,3	75,3	38,0	13,0	39,3	31,3	—
Хирономиды	15,0	6,3	1,1	16,8	6,4	0,8	11,3	0,9	1,6	—	—
Прочие насекомые	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Всего насекомые	15,0	6,4	1,1	16,8	6,4	0,8	—	0,9	1,6	—	—
Рыба	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—	—
Прочие	—	4,1	0,1	0,3	6,6	—	0,2	6,1	8,9	1,0	—

¹ Произведение процента встречаемости на общий индекс.

продолжение

Возраст леща		Пятилетки				Шестилетки				Семилетки и старше	
Годы		1935	1950	1951		1935	1950	1951		1935	1951
Район	Кормовые объекты	среднее для всего моря	Таганрогский залив	Таганрогский залив	Азовское море	среднее для всего моря	Таганрогский залив	Таганрогский залив	Азовское море	среднее для всего моря	собственно Азовское море
Моллюски:											
	Кардиум	2,2	—	10,0	69,0	12,7	—	—	0,1	12,8	0,8
	Монодакна	1,3	51,5	43,5	—	—	56,5	—	—	—	—
	Гидробия	—	—	1,7	3,7	—	—	0,5	0,1	—	0,5
	Синдесмия	11,9	—	0,1	—	7,8	—	3,1	—	14,4	28,5
	Корбуломия	—	—	4,1	9,3	—	—	—	53,1	—	31,5
	Дрейссена	—	9,0	—	—	—	3,0	—	—	—	—
	Митилястер	1,5	—	—	—	8,0	—	—	—	20,8	—
	Всего	16,9	60,5	59,4	82,0	28,5	59,5	3,6	53,3	48,0	71,3
Черви:											
	Нереис	27,1	13,3	1,0	13,0	36,3	39,0	70,5	20,0	26,8	1,4
	Гипаниола	10,6	3,2	3,1	—	3,1	0,6	—	—	—	—
	Нефтис	2,7	—	0,4	—	—	—	25,4	0,6	—	15,8
	Олигохеты	—	11,0	0,3	—	—	—	—	—	—	—
	Прочие черви . . .	—	—	—	3,3	3,1	—	—	0,3	0,9	—
	Всего	40,4	17,6	4,8	16,3	42,5	39,6	95,9	20,9	27,7	17,2
Ракообразные:											
	Кумацен	1,3	3,1	2,3	—	—	0,1	—	—	2,3	—
	Гаммариды	4,8	0,7	—	—	4,8	0,1	—	—	5,4	—
	Корофииды	7,6	2,9	0,2	—	4,6	—	—	—	1,8	—
	Остракоды	13,9	—	18,2	—	9,4	0,1	—	—	1,9	—
	Балынусы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Прочие раки . . .	5,3	—	0,1	0,5	7,8	—	0,1	0,7	5,4	—
	Всего	32,9	6,7	20,8	0,5	26,6	0,3	0,1	0,7	16,8	—
	Хирономиды	7,7	1,3	2,7	—	—	0,3	—	—	1,8	—
	Прочие насекомые	—	—	—	—	—	0,3	—	—	—	—
	Всего насекомые	—	—	—	—	—	0,6	—	—	—	—
	Рыба	—	—	—	1,2	—	—	—	24,0	—	10,0
	Прочие	2,1	13,9	12,3	—	2,4	—	0,4	1,1	5,7	1,5

При рассмотрении данных табл. 9 совершенно ясно выступает для всех возрастных групп леща, откармливающегося как в море, так и в заливе, подмеченная М. В. Желтенковой [15] закономерность увеличения значения моллюсков в пище лещей в 1950—1951 гг. по сравнению с 1935 г. Как показала И. Н. Старк [45, 46], в 1950—1951 гг. вследствие повышения солености Таганрогского залива наблюдалось вселение в залив представителей азовскоморской фауны.

Значительно возросла биомасса таких моллюсков, как кардиум, гидробия. В 1950 г. значительно возросла биомасса монодакны в восточном районе залива, а к 1951 г. резко снизилась.

Относительное значение моллюсков в бентосе как собственно Азовского моря, так и Таганрогского залива к 1950—1951 гг. возросло [46]. Эти изменения отражены в составе пищи леща, откармливающегося в Таганрогском заливе. Так, в 1950 г. увеличение роли моллюсков в пище леща шло, главным образом, за счет монодакны, в 1951 г. весьма значительную роль стал играть кардиум, а также гидробия.

Увеличение в пище лещей, откармливающихся в собственно Азовском море, роли кардиума, гидробии и корбуломии отражает увеличение их относительного значения в бентосе в 50-х годах [46]. Наблюдения М. В. Желтенковой [15], показывающие, что состав пищи леща находится в тесной зависимости от состава бентоса, интересны также и в том отношении, что по ним можно судить о том, как донные организмы, получившие широкое распространение на ареале нагула леща (например, кардиум в Таганрогском заливе), быстро осваиваются этим бентофагом как кормовые объекты. Отсюда можно сделать заключение, что практически весь кормовой бентос, обитающий в ареале нагула данного вида (за исключением крупных моллюсков и баянусов), можно рассматривать как его кормовую базу, что и было принято в дальнейших наших расчетах по лещу и другим рыбам-бентофагам.

Что касается планктоноядных рыб, то, как показали исследования ряда авторов [6, 21, 23, 28], организмы азовского планктона, за редким исключением (например, коловратка—аспланхна) потребляются рыбами-планктофагами в пищу. При этом в пище рыб, откармливающихся в Таганрогском заливе (молодь и отчасти взрослая тюлька и перкарина), преобладают организмы пресноводного и солоноватоводного комплекса (каланипеда, гетерокопа, кладоцера, пресноводные коловратки), у откармливающихся преимущественно в собственно Азовском море (хамса, атерина) — представители морского планктона (акарция, центропагес).

Наблюдаемое А. Н. Новожиловой [41] расширение ареалов и увеличение биомассы морских форм планктона (синхета, акарция, центропагес, личинки баянуса и т. п.) в Таганрогском заливе в 1950—1952 гг. можно рассматривать как тенденцию в изменении планктона Таганрогского залива в условиях зарегулированного стока.

Анализ пищи планктофагов, кормящихся в Таганрогском заливе, показал [23], что эти организмы сейчас же осваиваются рыбами-планктофагами как корм.

При детальном сопоставлении пищи тюльки и планктона, сделанном В. А. Костюченко [23], выяснилась достаточно широкая пищевая пластичность тюльки, благодаря которой она может употреблять в пищу всех представителей кормового планктона, достигающих достаточно высокой численности в пределах ареала нагула тюльки.

Аналогичным вопросом по отношению к хамсе занимались Е. Н. Боква и В. П. Корнилова [6, 21]. Они показали, что хамса обладает в Азовском море широкими возможностями для удовлетворения своих потребностей в пище, так как она потребляет не только всех основных представителей азовского зоопланктона, но также и организмы бентоса и некто-бентоса.

Исследования В. П. Воробьева и Л. И. Воробьевой, В. Н. Майского, [30] и М. В. Желтенковой показали, что пища судака состоит преимущественно из мелких видов рыб (тюльки, хамсы, бычков, атерины), обладающих высокой численностью в Азовском море и имеющих, как это видно из данных В. Н. Майского [30, 31], высокую плотность населения в пределах занимаемого ими ареала.

Относительное значение отдельных видов в пище судака подвержено годовым, сезонным и локальным изменениям. В число рыб, составляющих основу пищи судака, входят как представители солоноватоводных видов (тюлька, перкарина), ареал и численность которых, как показы-

вают данные Р. А. Костюченко и В. Н. Майского [25, 31], сокращаются при уменьшении речного стока, так и рыбы, размножающиеся в соленой морской воде (хамса, бычок-кругляк, бычок-сирман, атерина), ареал которых не обнаруживает тенденции к сокращению при уменьшении речного стока, а численность колеблется в различных направлениях [18].

Это обстоятельство, наряду с большой подвижностью судака, позволит ему и в будущем при изменившихся условиях иметь достаточно широкий набор кормовых объектов.

Таким образом, беглый обзор данных по пищевой пластичности основных представителей планктоноядных, бентосоядных и хищных рыб Азовского моря позволяет сделать заключение, что и в новых изменившихся условиях Азовского моря эти рыбы будут обеспечены достаточным ассортиментом свойственных им кормов.

Вопрос об обеспеченности рыб кормом должен быть рассмотрен не только с качественной стороны, но и с количественной, то есть со стороны определения величины кормовой базы бентофагов, планктофагов и хищников и степени ее использования.

Этот вопрос тесно связан с вопросом искусственного разведения рыб. Чтобы сохранить и увеличить запасы проходных и полупроходных рыб наших южных морей, воспроизводство их в значительной степени должно основываться на искусственном разведении.

Таким образом, воспроизводство этих ценных промысловых рыб Азовского и других южных морей вследствие регулирования численности их молоди, разводимой в рыбхозах и на рыбзаводах, становится процессом управляемым.

Существующие методы и биотехника разведения молоди осетровых (осетр, севрюга, белуга) и частиковых (сазан, лещ, судак) позволяют считать, что при соответствующей организации и объеме работ по искусственному размножению и выращиванию молоди этих промысловых рыб масштабы рыборазведения проходных и полупроходных рыб будут определяться мощностью кормовой базы этих рыб в море.

Определить, какое количество рыбы может выкармливаться на морских пастбищах, является одной из главных задач гидробиологов при решении вопроса о масштабах искусственного разведения проходных и полупроходных рыб. Мощность кормовой базы определяет, в конечном итоге, также возможные масштабы естественного воспроизводства рыб, нерестующих в море.

Современное состояние изученности вопросов питания и использования кормовой базы рыбами, особенно количественное выражение этих процессов, исключает возможность проведения расчетов путем применения определенных приемов и методов.

Для этого у нас недостаточно знаний, как, например, по количеству необходимого в естественных условиях корма различным видам рыб для прироста единицы веса тела рыбы (кормовой коэффициент), степени выедания корма на нагульных морских пастбищах, скорости воспроизводства самой кормовой базы в разных условиях (P/B коэффициенты и кормовые коэффициенты кормовых организмов), данных по биомассе рыб и длительности их откорма в различных участках нагульного ареала и т. д.

Несмотря на это, мы попытались все же на современном уровне наших знаний путем проведения некоторых расчетов и сопоставлений составить представление об использовании кормовой базы рыбами Азовского моря в современных условиях и подойти таким образом к оценке возможностей, тающихся в кормовой базе, для откорма интересующих нас видов рыб в будущем. Большую помощь в этой работе мы получили, используя монографии В. П. Воробьева [11] и А. А. Шорыгина [49].

Исходя из данных В. П. Воробьева [11], Ф. Д. Мордухай-Болтовского [32] и И. Н. Старк [45, 46] по биомассе бентоса Азовского моря и Таганрогского залива, с помощью P/B коэффициентов, установленных В. П. Воробьевым [11] для различных групп кормовых организмов (пластинчатожаберные моллюски—3, брюхоногие моллюски—9, раки—13, черви—10, баянусы—7), мы произвели расчет продукции бентоса Азовского моря для различных периодов. Учитывая, что большую часть рациона бентосоядных рыб составляют моллюски (см. табл. 6), принимаем, исходя из данных Е. Н. Боковой [5, 16], что кормовой коэффициент бентоса Азовского моря равен 30. Отсюда легко получить величину возможной продукции бентосоядных рыб для различных периодов.

Аналогичным образом произведены расчеты возможной продукции планктоноядных рыб. При этом использованы приведенные в работе А. Н. Новожиловой [41] данные по биомассе зоопланктона Азовского моря и Таганрогского залива для ряда лет, установленный в 1937 г. [42] P/B коэффициент зоопланктона 30 и кормовой коэффициент планктона при потреблении его хамсой и тюлькой (основными потребителями зоопланктона в Азовском море) — 10.

Эти величины графически показаны на рис. 9 и сопоставлены с величиной уловов планктофагов и бентофагов и величиной их фактической продукции, которая для бентофагов подсчитана как сумма уловов основных бентосоядных рыб (лещ, тарань, бычок, осетровые) и биомассы бычков, поедаемых судаком [30].

Для планктоноядных рыб величина фактической продукции высчитана, исходя из данных АзчерНИРО по запасам этих рыб (учитываемых с помощью лампы) и возрастному составу запаса (см. стр. 168—169).

Сопоставление приводимых величин показывает, что планктоноядные рыбы (хамса, тюлька, атерина, сельдь и частично перкарина) используют свою кормовую базу в виде зоопланктона достаточно полно, так как фактическая продукция этих рыб оказалась даже несколько выше возможной их продукции, рассчитанной по планктону. Подобное расхождение в расчетах получилось вследствие того, что продуцирование хамсы и атерины, как показывают данные по их питанию, идет частично за счет бентоса и нектобентоса.

На полноту использования планктонного корма указывает также и тот факт, что в пище всех пелагических рыб (тюльки, хамсы, атерины) примесь бентических организмов увеличивается при уменьшении биомассы зоопланктона, что отмечено было для хамсы еще А. Н. Смирновым [44], причем примесь бентических организмов в пище хамсы и атерины больше, чем у тюльки (см. табл. 7).

Если у тюльки (табл. 10) в разные годы, при различной биомассе зоопланктона, он составляет в пище около 90%, то у хамсы процент зоопланктона в пище колеблется. При низких запасах планктонного корма, как, например, в 1950 г., хамса переходит на потребление организмов бентоса, нектобентоса и личинок рыб.

Тюлька, откармливающаяся в более продуктивных по планктону районах моря (Таганрогский залив, северо-восточный район моря) и составляющая около 60% общей годовой продукции этих двух планктоноядных рыб, является наиболее мощным потребителем планктона в Азовском море. При уменьшении количества планктона, а также уменьшении биомассы таких кормовых объектов хамсы, как неренс, гидробия, мизиды, в море может наступить обострение пищевых отношений между хамсой и тюлькой и подавляющее воздействие тюльки, как более активного планктофага, на условия откорма хамсы, особенно во второй половине лета, после ската тюльки из Таганрогского залива в море.

Таблица 10

**Годовые изменения состава пищи тюльки и хамсы (в процентах по весу)
в Азовском море**

(Составлено по данным Д. Н. Логвинович [28], В. П. Корниловой [21], В. А. Костюченко [29], Е. Н. Боковой [6], А. Н. Новожиловой [41])

Кормовые объекты	Рыба	Апрель			Май		Июнь	
		1937 г.	1950 г.	1951 г.	1950 г.	1951 г.	1937 г.	1948 г.
Зоопланктон	Хамса	45,9	—	—	—	83,9*	73,8	41,8
	Тюлька	90,1	93,2	50,8	100	100	97,2	99,7
Бентос и нектобентос	Хамса	49,8	—	—	—	15,8*	22,1	58,2
	Тюлька	8,4	3,7	49,2	—	0	0,2	0,3
Фитопланктон	Хамса	4,3	—	—	—	0,3*	3,8	0
	Тюлька	1,5	0,1	—	0	0	2,6	0
Личинки рыб	Хамса	0	—	—	—	0	0,3	—
	Тюлька	0	0	0	0	0	0	0
Биомасса зоопланктона в мг/м ³		193	76	189	552	358	652	43,0

Продолжение

Кормовые объекты	Рыба	Июль		Август		Август*	
		1937 г.	1950 г.	1937 г.	1950 г.	1950 г.	1951 г.
Зоопланктон	Хамса	73,1	49,6	75,4	17,6	58,6	97,2
	Тюлька	96,9	86,7	96,8	—	—	—
Бентос и нектобентос	Хамса	21,9	41,9	4,6	14,0	0,0	0
	Тюлька	0	5,4	1,1	—	—	—
Фитопланктон	Хамса	0	4,2	7,7	15,0	0	2,8
	Тюлька	0	7,8	0	—	—	—
Личинки рыб	Хамса	0	4,3	12,3	54,6	41,4	0
	Тюлька	3,1	0	2,1	—	—	—
Биомасса зоопланктона в мг/м ³		1884	493	890	214	214	509

* Сеголетки хамсы.

Наблюдавшееся в прошлом (1938, 1939, 1950 гг.) ухудшение показателей роста и упитанности хамсы (табл. 11) при понижении биомассы зоопланктона в море подтверждает представление о полноте использования планктона в Азовском море.

Таблица 11

**Изменение длины и упитанности хамсы при различной биомассе
зоопланктона [44, 21, 23, 41]**

Годы	Средний размер в мм						Упитанность						Биомасса зоопланктона в июле-августе в мг/м ³
	сеголетки	годовики	двухлетки	двухгодовики	трехлетки	трехгодовики	сеголетки	годовики	двухлетки	двухгодовики	трехлетки	трехгодовики	
1937	—	87,0	—	97,0	—	103,0	—	1,03	—	0,88	—	0,92	1087
1938	—	84,0	—	94,0	—	103,0	—	0,99	—	0,99	—	0,89	365
1939	—	83,0	—	93,0	—	103,0	—	0,93	—	0,87	—	0,85	325
1940	—	86,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	535
1947	60,5	—	81,2	—	91,0	—	—	—	—	—	—	—	687
1948	57,5	—	81,3	—	87,7	—	0,90	—	1,04	—	1,02	—	—
1949	62,7	—	85,0	—	92,0	—	0,93	—	1,03	—	0,95	—	576
1950	55,8	—	85,2	—	90,0	—	0,80	—	0,92	—	0,90	—	357
1951	62,1	—	79,1	—	91,7	—	0,91	—	0,93	—	0,88	—	494

Поэтому рационализация использования планктона как корма должна идти в Азовском море по линии усиления использования хищниками планктоноядных рыб, но отнюдь не по линии введения в этот водоем какого-либо нового потребителя планктона или увеличения численности обитающих в нем планктофагов.



Рис. 9. Возможности и использование кормовой базы рыб: А—бентосоядные; Б—планктоноядные; 1—возможная продукция рыбы, рассчитанная по продукции планктона и бентоса, 2—фактическая продукция рыбы, 3—уловы рыбы.

Расчеты показывают (рис. 9), что при изъятии 15% речного стока с уменьшением продукции планктона произойдет некоторое уменьшение продукции основных планктоноядных рыб.

Р. А. Костюченко [25] показал, что при уменьшении речного стока сокращаются нерестовый ареал тюльки и ее численность. Ареал хамсы в этих условиях, напротив, увеличивается [19, 22, 31]. Поэтому снижение продукции основных планктоноядных рыб произойдет, вероятнее всего, за счет тюльки, нерестовый ареал которой, по предположениям А. Ф. Карпевич [18], при изъятии 15% речного стока сократится весьма значительно (до 40%). При дальнейшем осолонении моря произойдет очень сильное (до 80%) сокращение нагульного ареала тюльки, который ограничится Таганрогским заливом с прилегающими к нему районами [18].

Расчеты, сделанные по многолетним данным, позволяют установить, что на долю хамсы приходится примерно 40%, а на долю тюльки 60% общей продукции этих двух видов планктоноядных рыб. Если принять, что в условиях зарегулированного стока продукция тюльки уменьшится

пропорционально сокращению ее нагульного ареала (на 80%), и учесть, что в пище тюльки зоопланктон составляет не менее 90%, то расчеты показывают, что предполагаемая продукция планктонного корма обеспечит воспроизводство запасов хамсы на уровне не ниже современного.

	За период 1937—1949 гг.	При зарегулированном стоке (40% изъятия)
Возможная продукция планктоноядных рыб, рассчитанная по планктону (в условных единицах)	3800	2300
Продукция тюльки	2348	500 (20% от 2348)
Продукция хамсы	1787	1800 (2300—500)
Всего	4135	2300

Если ареал размножения и нагула тюльки в условиях зарегулированного стока не уменьшится, то продукция планктоноядных рыб вероятно в большей степени сократится за счет хамсы, так как тюлька, являясь постоянным обитателем Азовского моря и занимая наиболее кормные районы его, будет оказывать по трофической линии угнетающее воздействие на хамсу.

Иное будет наблюдаться с бентосом и бентосоядными рыбами. Здесь ориентировочная величина фактической продукции составляет менее 30% возможной продукции бентосоядных рыб, рассчитанной по бентосу. Как ни приблизительны приводимые сопоставления, они все же позволяют сделать вывод, что запасы донного корма используются рыбами-бентофагами в Азовском море недостаточно полно.

По данным А. А. Шорыгина [48, 49], при рассмотрении вопроса об использовании кормовой базы рыбами-бентофагами Каспия отношение улова бентосоядных рыб к биомассе бентоса в Азовском море значительно меньше, чем в других южных морях (Северный Каспий, Арал). В то же время темп роста леща, осетра, севрюги, белуги в Азовском море выше, чем в Каспии. Эти сопоставления свидетельствуют о лучших кормовых условиях и меньшем напряжении кормовой базы в Азовском море.

Если сопоставить отношение улова бентофагов к биомассе бентоса ($f^*/B \times 100$), рассчитанное А. А. Шорыгиным [49] для 30-х годов, с соответствующими расчетами для 1951 г., то можно видеть (табл. 12), что принципиальных изменений в использовании кормовой базы рыбами-бентофагами за этот период в Азовском море не произошло. Однако поскольку не все бентосоядные рыбы Азовского моря используются промыслом, интересно сопоставить величины не уловов, а биомассы бентофагов с величинами их кормовой базы. При этом для 30-х годов использована приведенная в работе В.П. Воробьева [11] величина запаса бентофагов (600 тыс. т), а для 1950—1951 гг. расчеты сделаны, исходя из данных по уловам (лещ, тарань, осетровые) и данных В. Н. Майского по непосредственному учету запасов рыб [29, 31].

Приведенные в табл. 12 сопоставления действительно подтверждают относительно слабую степень использования кормовой базы рыбами-бентофагами в Азовском море. Продукция бентоса в 50 раз превосходит биомассу рыб-бентофагов, между тем как максимальная величина годового рациона бентофага, при питании только моллюсками, принимается равной 23 [5, 49]. Сопоставление рассчитанной М. В. Желтенковой [15] величины потребленного бентофагами корма в 1951 г. с величиной про-

Отношение улова и биомассы рыб-бентофагов к биомассе и продукции бентоса [11, 46, 49]

Показатели	Азовское море		Северный Каспий
	1932—1937 гг.	1951 г.	1935 г.
$f^a/B \times 100$ ко всему бентосу . . .	0,6	0,7	5,8
$f^a/B \times 100$ к кормовому бентосу .	1,1	2,3	—
Продукция бентоса в кг/га	8415	4840	1673
в том числе: моллюски	—	4290	—
черви	—	450	—
ракообразные . . .	—	100	—
Отношение биомассы рыб к продукции бентоса	1:53	1:51	1:13
Потреблено корма всеми бентофагами в кг/га (по пересчетам данных М. В. Желтенковой) . .	—	1164	—
в том числе: моллюски	—	1055	—
черви	—	85	—
ракообразные . . .	—	24	—
Отношение величин съеденного корма и продукции бентоса . .	—	1:4,2	—

дукции бентоса показывает, что рыбы-бентофаги съели в 1951 г. только около $\frac{1}{4}$ корма, находившегося в их распоряжении.

Заключение об относительно слабой степени использования кормовой базы рыбами сделано нами на основании средних расчетов для всего моря в целом.

Однако, судя по картам, приведенным в работах А. Ф. Карпевич и В. Н. Майского [18, 31], различные бентофаги по-разному используют

кормовые площади Азовского моря. Лещ откармливается преимущественно в северо-восточной части моря, при этом уменьшение речного стока вызывает сокращение ареала и локализацию его в Таганрогском заливе. Бычки (кругляк, сирман) и осетровые нагуливаются в собственно Азовском море и ареал их не имеет тенденции к сокращению при увеличении солёности моря.

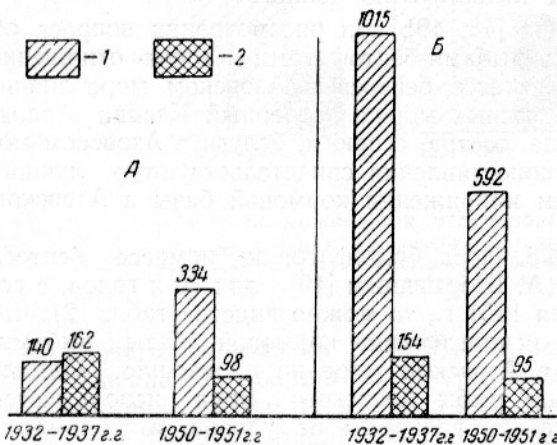


Рис. 10. Отношение биомассы рыбы и биомассы бентоса:

А—Таганрогский залив; Б—Азовское море; 1—биомасса бентоса, 2—биомасса рыб-бентофагов.

будут неодинаковыми, а следовательно, масштабы воспроизводства и величина возможных уловов будут изменяться для разных рыб в разной степени по сравнению с современными.

На рис. 10 графически представлены отношения биомассы бентоса и биомассы рыбы в заливе и собственно Азовском море для 1932—1937 и 1950—1951 гг. При этом принятые выше величины биомассы рыб-бентофагов для 1932—1937 и 1950—1951 гг. делились между заливом и

морем с учетом данных по распределению различных возрастных групп (данные Дойникова и Дементьевой [14] для леща, а также данные Майского [31]).

Биомасса бентоса выражена в весе живого вещества (без скелетных образований), чтобы устранить возможное влияние на наши сопоставления различий в составе бентоса в 30-х годах и в 1950—1951 гг.

Мы видим, что, несмотря на изменение абсолютных величин биомассы бентоса и рыб-бентофагов в 1950—1951 гг. по сравнению с 30-ми годами (увеличение биомассы бентоса в Таганрогском заливе вследствие вселения представителей средиземноморской фауны и уменьшения биомассы рыб-бентофагов вследствие падения запасов таких ценных рыб, как лещ, осетровые), общий характер отношения между биомассой рыб-бентофагов и биомассой корма в море и заливе сохраняется. Более широкое отношение в море свидетельствует, что интенсивность использования кормовой базы рыбами-бентофагами в заливе выше, чем в море. Даже если учесть большую скорость продуцирования корма в Таганрогском заливе (средний коэффициент P/B для бентоса Таганрогского залива по Воробьеву 6,3, для бентоса Азовского моря 3,8), то все же общий характер большего напряжения в использовании кормовой базы рыбами-бентофагами в Таганрогском заливе сохраняется.

Особенно полно использовалась кормовая база рыбами-бентофагами в Таганрогском заливе в 30-х годах, когда запасы основных бентосоядных рыб Азовского моря (лещ, тарань, бычки, осетровые) были в относительно хорошем состоянии. В собственно же Азовском море, даже в период хорошего состояния запасов бентофагов, кормовая база бентосоядными рыбами недоиспользовалась.

Из этих сопоставлений можно наметить общую тенденцию в изменении условий откорма интересующих нас рыб-бентофагов в будущем.

Учитывая приведенные выше сопоставления биомассы рыб и бентоса для залива и моря в 30-х годах и данные по распределению различных возрастных групп леща [14, 29], можно сделать заключение, что первые три года жизни лещ откармливался в Таганрогском заливе в условиях относительного напряжения кормовой базы, а старшие возрастные группы кормились в условиях значительно меньшей нагрузки на кормовую базу. Именно этим обстоятельством, видимо, надо объяснить тот факт, что азовский лещ превосходит по своим размерам каспийского леща более значительно на старших возрастах (с 5 лет и старше), чем на младших (табл. 13).

Таблица 13

Рост леща в Азовском и Каспийском морях
(Данные Дмитриева и Дементьевой по Шорыгину [49])

Возраст	Размер пойманных рыб в см		Разница в размерах азовского и каспийского леща в %
	в Азовском море	в Каспийском море	
2	18,9	16,1	17
3	25,5	22,4	14
4	30,7	26,2	17
5	35,0	28,9	21
6	39,3	31,4	25
7	41,7	34,6	20
8	43,2	37,5	15

Как показывают данные, приведенные в работах А. Ф. Карпевич и В. Н. Майского [18, 31], ареал леща сокращается при уменьшении речного стока и увеличении солености моря. Так, к 1952 г. ареал всей популяции леща, как это видно из данных В. Н. Майского [31], почти огра-

ничился Таганрогским заливом. Наблюдаемое сокращение ареала леща в 1950—1952 гг. оценивается А. Ф. Карпевич [18] как показатель возможного распределения леща в будущем, в условиях зарегулированного и уменьшенного стока.

В 1950—1952 гг. биомасса бентоса Таганрогского залива возросла вследствие усиления развития в нем представителей азовскоморской фауны, что мы рассматриваем как тенденцию в изменении бентоса Таганрогского залива в будущем.

Несмотря на уменьшение запасов бентосоядных рыб к 1950—1951 гг. по сравнению с 30-ми годами, отношение между биомассой рыб и биомассой корма оставалось (см. рис. 10) в Таганрогском заливе более напряженным, чем в Азовском море. Из этого следует, что в будущем, при повышении солености Азовского моря, вся популяция леща (а не только младшие ее возрастные группы) будет откармливаться в условиях большего напряжения кормовой базы. Это обстоятельство, наряду с общим сокращением ареала леща, позволяет заключить, что воспроизводство леща в будущем возможно в меньших масштабах, чем в 30-х годах. Расчет возможной продукции леща может быть сделан, исходя из данных о продукции корма на ареале нагула леща с учетом использования этой кормовой базы другими потребителями донного корма.

Бычки и осетровые, ареалы которых не сокращаются при уменьшении речного стока [18, 24, 31] и нагул которых осуществляется по всей площади Азовского моря, в будущем будут откармливаться в условиях относительно слабого напряжения кормовой базы. Поэтому для рационализации использования кормовых ресурсов бентоса Азовского моря нужно увеличивать численность этих рыб. Так как в настоящее время речь может идти только лишь о разведении осетровых, то, очевидно, что усиление использования рыбами бентоса Азовского моря может быть осуществлено в первую очередь за счет осетровых. Воспроизводство их может осуществляться в масштабах, значительно больших, чем современные, и величина продукции (улова) может превысить те наибольшие величины, которые наблюдались в 30-х годах (1936—1937 гг.). В этом направлении требует серьезной разработки вопрос о местах, длительности и характере откорма молоди осетровых в Таганрогском заливе и Кубанском районе.

Мы не касаемся здесь вопроса об обеспеченности пищей главного хищника Азовского моря — судака, так как этому вопросу специально посвящена статья В. Н. Майского [30]. Укажем лишь, что для первого периода зарегулирования речного стока, по нашим предположениям, запасы корма для бентосоядных и планктоноядных рыб будут достаточными для воспроизводства кормовых объектов судака (тюльки, хамсы, бычков) на уровне, близком к тому, что наблюдалось в 30-х годах (1934—1937 гг.). Поэтому и судак будет обеспечен пищей не хуже, чем в период относительно хорошего состояния его запасов.

При дальнейшем изъятии речного стока, если произойдет понижение продукции планктоноядных и бентосоядных рыб (см. рис. 9), а уловы планктофагов и бентофагов будут достигать максимальных величин, отмеченных в прошлом, то и в этом случае остающееся количество корма (при кормовом коэффициенте рыбы 7) может обеспечить продукцию судака около 300 тыс. ц, если судак будет нагуливаться на всей площади моря. Отсюда следует, что определяющими при расчетах возможных масштабов воспроизводства судака должны быть данные о размерах нагульного ареала судака в условиях повышенной солености Азовского моря.

В заключение отметим, что в настоящей статье рассматриваются схематично только общие принципиальные направления в изменении кормовой базы рыб Азовского моря. Поскольку воспроизводство ряда цен-

ных промысловых рыб будет осуществляться с помощью искусственного разведения их молоди, чрезвычайно важное значение приобретает детальное изучение возможных условий откорма этой молоди после ската ее из рыбхозов в море.

ОБ ОСНОВНЫХ ПРЕДПОСЫЛКАХ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ КОРМНОСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ

В V томе трудов Всесоюзного гидробиологического общества появилась работа Ф. Д. Мордухай-Болтовского [36], в которой автор излагает свои взгляды по вопросу о влиянии гидротехнической реконструкции Дона на биологию Азовского моря.

Автор статьи приходит к выводу, что в современном Азовском море наблюдается резко выраженный избыток взвешенных и растворенных питательных веществ. Это приводит к гипераккумуляции недоразложившегося органического вещества, результатом которой является ухудшение кислородного режима моря и, как следствие, «понижение его возможной общей и рыбной продуктивности». Поэтому уменьшение притока биогенных и органических веществ с речным стоком, которое освобождает море от этих излишков и улучшит кислородный режим, рассматривается Ф. Д. Мордухай-Болтовским как благоприятный для рыбопродуктивности Азовского моря фактор. Для доказательства правильности изложенного взгляда приводятся рассуждения (почти не подкрепленные фактическими данными или ссылками на специальные работы) о грунтах Азовского моря и его кислородном режиме.

Автор и сам указывает, что он не располагает данными о химическом составе иловых отложений Азовского моря, однако, несмотря на это, заявляет, что эти илы безусловно органического происхождения, так как их характер «не оставляет сомнений, что они содержат массы органических веществ — детрита, остатков животных и растительных организмов, неминерализованных и, видимо, в недоразложившемся состоянии, уходящих в глубокие слои грунта под покровом новых отложений».

Такому характеру донных отложений, по мнению автора, способствует мелководность Азовского моря, в котором «продукты распада организмов не рассеиваются в массе воды, а в основной массе отлагаются на дне». Поэтому автор считает, что «огромные массы отмирающих водорослей и продуктов их распада сплошным ковром покрывают азовское дно и подвергаются интенсивному разложению, что должно быть одной из первых непосредственных причин сильного потребления кислорода».

Газовый режим Азовского моря характеризуется автором как крайне неблагоприятный, так как «в течение трех летних месяцев, а иногда и в сентябре на обширных площадях у дна кислорода вовсе нет, присутствуют аммиак, сероводород и метан». Ссылаясь на факты гибели в 1937 г. не только придонных рыб, но и пелагических, автор делает косвенный вывод, что «при заморах отсутствие кислорода или его резкий дефицит имеет место по всей толще воды». Это дает автору право утверждать, что тяжелый газовый режим Азовского моря действует неблагоприятно не только на донное население, но угнетает также продукцию зоопланктона и пелагических рыб.

Обратимся к фактам и посмотрим, насколько справедлива нарисованная автором мрачная картина современного состояния Азовского моря.

Детальные исследования Т. И. Горшковой [12] химического состава грунтов различных районов Азовского моря показали, что они несомненно терригенного происхождения и органическое вещество, выпадающее на дно, в значительной степени разбавляется мельчайшими частицами речных взвесей и пород, составляющих берега Азовского моря.

Именно мелководность Азовского моря и постоянное ветровое перемешивание всей толщи воды препятствуют оседанию взвешенного органического вещества, способствуют взмучиванию ила и окислению органи-

ческого вещества в водной толще. Вся наиболее лабильная, быстро разлагающаяся часть органики окисляется в водной толще и вновь вовлекается в круговорот.

Анализ даже самой поверхностной пленки грунта показывает [12], что представления Ф. Д. Мордухай-Болтовского об огромной массе отмирающих водорослей и продуктов их распада, сплошным ковром покрывающих азовское дно, ошибочны.

Столь же утрированным, по нашему мнению, является описание газового режима Азовского моря в статье Ф. Д. Мордухай-Болтовского.

К сожалению, автор не указывает, какие наблюдения или материалы позволили ему констатировать, что в течение трех летних месяцев, а иногда и в сентябре, на обширных площадях Азовского моря у дна кислорода нет вовсе, присутствуют аммиак, сероводород и метан. В работе Н. М. Книповича [19] приводятся данные содержания кислорода в различных районах Азовского моря для разных глубин и сезонов за период с июля 1923 по конец 1927 г., показывающие, что случаи отсутствия кислорода в придонном слое воды в те годы были малочисленны. Кроме того, Н. М. Книпович показывает, как быстро сильное понижение содержания кислорода в придонном слое сменяется под воздействием ветра даже летом (в августе — сентябре) нормальным насыщением воды этим газом. В материалах, приводимых Н. М. Книповичем [19], нельзя найти данных, подтверждающих исчезновение кислорода по всей толще воды даже в период стагнации.

Как показал В. Г. Дацко [13], 1937 г. был исключительным и характеризовался преобладанием штилевой погоды и ярко выраженной фотосинтетической деятельностью фитопланктона в весенне-летний период. В этом году замором были охвачены значительные районы моря, наблюдалась гибель донной фауны и частично рыб.

Ни в предыдущие (1936), ни в последующие (1938, 1939) годы подобных явлений не наблюдалось. Но и в 1937 г., вплоть до июня, содержание кислорода в самом придонном слое воды не падало на больших площадях Азовского моря ниже 65—80% насыщения [13]; лишь в июле при устойчивой тихой погоде наблюдался значительный дефицит кислорода в придонном слое воды на большей части Азовского моря и полное его отсутствие в центральной части моря; однако дефицит кислорода распространялся на незначительный слой воды. Уже на расстоянии 1 м от дна кислорода было достаточно для нормальной жизнедеятельности рыб и беспозвоночных. В августе содержание кислорода увеличилось, а в сентябре у дна наблюдался совершенно незначительный дефицит [13].

Таким образом, даже в «заморном» 1937 г. не наблюдалось описанного в статье Ф. Д. Мордухай-Болтовского полного исчезновения кислорода в течение трех летних месяцев. Состояние полного дефицита кислорода было относительно непродолжительным (только в июле) и неустойчивым.

В 1950—1952 гг. химиками Азовской экспедиции ВНИРО [7] проводились наблюдения за содержанием растворенного кислорода в воде. Никаких заморных явлений в эти годы не наблюдалось. Частичный или полный дефицит кислорода у дна в июле — августе наблюдался редко и на ограниченных площадях моря, кислородная стратификация была неустойчивой и быстро нарушалась ветровым перемешиванием. Специально проведенные Е. Г. Виноградовой [7] работы по вертикальному распределению кислорода показали, что кислородная депрессия даже в штилевую погоду не распространяется выше чем на 0,5 м от дна.

В августе 1951 г. в штилевую погоду во время интенсивного цветения фитопланктона наблюдались в северо-восточном районе моря случаи выпрыгивания из воды пелагических рыб, как бы пробивающих

пленку сине-зеленых водорослей, и на поверхности воды были обнаружены мертвые рыбы.

Так как дефицит кислорода наблюдался в это время только в самом придонном слое воды и в ограниченных районах моря, то, очевидно, гибель рыб была вызвана не удушьем. Весьма вероятно, что здесь сказывалось обратное явление — неблагоприятное воздействие на рыб пересыщения воды кислородом во время цветения, а также токсическое действие продуктов жизнедеятельности водорослей. Возможно, что и в 1937 г. гибель пелагических рыб обуславливалась этими же причинами, поскольку в толще воды кислорода даже в июле было достаточно.

Итак, по имеющимся материалам можно заключить, что такие ярко выраженные заморы, охватывающие большие районы моря, какие наблюдались в 1937 и 1946 гг., для Азовского моря не часты.

Развитию заморных явлений способствуют длительные штили, приводящие к термическому и газовому расслоению воды, которое при большой поверхности и малой глубине водоема легко нарушается ветром.

Постоянное перемешивание всей толщи воды Азовского моря более характерно для него, чем состояние длительной стагнации. Но даже в условиях стагнации резкий дефицит кислорода не распространяется на всю толщу воды, а ограничивается обычно придонным (не более 1 м) слоем.

Если недостаток кислорода в некоторые годы и может приводить к гибели донных организмов, то нет никаких оснований считать, как это делает Ф. Д. Мордухай-Болтовской, что продукция зоопланктона и пелагических рыб также угнетена в этом море неблагоприятным газовым режимом.

Чтобы объяснить возникновение частичного или полного дефицита кислорода в придонном слое воды, совершенно не обязательно предполагать, как это делает Ф. Д. Мордухай-Болтовской, ежегодное выпадение из круговорота на дно Азовского моря огромных масс свежего органического вещества и объяснять исчезновение кислорода поглощением его на окисление этого свежего органического вещества. Для развития интенсивных биохимических процессов, в которых существенную роль играет *Microspira aestuarii*, восстанавливающая сульфаты с выделением сероводорода, достаточно даже сравнительно небольшое его количество в условиях высокой летней температуры грунта.

Этот процесс идет непрерывно в толще отложений, но при постоянном перемешивании воды и доступе кислорода в придонные слои на поверхности грунта образуется слой окисленного ила, препятствующий проникновению в придонную воду продуктов жизнедеятельности микроорганизмов (главным образом сероводорода).

Однако летом, в тихую погоду, благоприятствующую интенсивному развитию фитопланктона, и при отсутствии доступа кислорода в придонные слои, кислород быстро расходуется на окисление взвешенного в воде растительного и животного детрита. Вследствие этого содержание кислорода в придонной воде, где процессы потребления этого газа преобладают над процессами его продуцирования, падает.

Наконец, при длительной стагнации того небольшого количества кислорода, который остается в придонной воде, не хватает на окисление образующихся в грунте восстановленных продуктов. Восстановительные процессы захватывают всю толщу грунта, грунт чернеет, и сероводород начинает выделяться в воду.

Совпадение массового развития фитопланктона с периодом летних штилей является одним из главных факторов возникновения депрессии кислорода у дна, активирующей, в свою очередь, биохимические процессы в грунте. Возможно, что в это время масса образующихся водорослей

не потребляется тотчас же зоопланктоном и бентосом и в этот короткий отрезок времени имеется какой-то избыток продуцентов по отношению к консументам. Однако в годовом цикле это органическое вещество используется довольно полно, так как, постоянно взмучиваясь и разлагаясь в основной своей массе в толще воды, минерализуется и служит той основой, на которой развивается фитопланктон весной следующего года. От интенсивности весеннего развития фитопланктона зависит обеспеченность пищей зоопланктона и бентоса Азовского моря в первую половину лета, когда питательные вещества речного стока еще не аккумулируются морем.

При уменьшении интенсивности летних цветений водорослей в результате сокращения биогенного речного стока потребуется, очевидно, более длительный период стагнации для возникновения дефицита кислорода у дна. Произойдет некоторое улучшение условий дыхания донных организмов, но одновременно с этим сократится общий годовой запас пищи для консументов, что не может не отразиться на их продукции.

В качестве третьего обоснования наличия гипераккумуляции органического вещества в Азовском море Ф. Д. Мордухай-Болтовской выставляет теорию недоиспользования каждым последующим звеном пищевой цепи предыдущего звена, для чего сопоставляет величины биомассы фитопланктона, зоопланктона и бентоса в Азовском море с величинами их биомассы в других водоемах, главным образом, в Черном море.

Не говоря уже о том, что подобное сопоставление водоемов по величинам биомассы вообще представляется нам малопродуктивным, так как при этом совершенно не учитывается интенсивность продукционных процессов, даже само это сопоставление произведено автором так, что не может не вызвать нареканий в предвзятости подхода. Так, сопоставляются разные годы, средние величины сопоставляются с единичными максимальными и т. п. Например, для характеристики биомассы фитопланктона Азовского моря используются максимальные величины для лета 1922—1925 гг., для зоопланктона среднегодовая величина биомассы в Азовском море в 1937 г., а для бентоса средние данные для весны 1934—1935 гг.

Эти величины по Азовскому морю сопоставляются с максимальными цифрами, относящимися также к разным годам для наиболее богатых прибрежных районов Черного моря. Сопоставляя подобные цифры, автор указывает, что если по биомассе фитопланктона Азовское море превосходит Черное море не менее, чем в 10 раз, то по биомассе зоопланктона лишь в 3—3,5 раза, из чего делает заключение об отставании количественного развития зоопланктона в Азовском море от фитопланктона.

Аналогичные сопоставления он делает по бентосу. При сопоставлении биомассы бентоса Азовского моря с биомассой его в Черном море автор исходит из данных Л. В. Арнольди [1, 2], относящихся к ограниченному району Крымского побережья Черного моря, отбрасывая более низкие величины биомассы бентоса, полученные В. Н. Никитиным [39] для района от Новороссийска до Батуми и, очевидно, не менее характерные для бентоса Черного моря, как и данные по Крымскому побережью.

Сравнивая средние арифметические (без учета площадей, занимаемых различными биоценозами) величины биомассы бентоса для этого района Черного моря с величиной весенней биомассы бентоса Азовского моря, автор приходит к выводу, что бентос Черного моря по биомассе богаче Азовского, и видит в этом подтверждение своей теории недоиспользования консументами в Азовском море имеющихся пищевых ресурсов. Здесь автор впадает в совершенно очевидную методическую ошибку, пытаясь динамику — интенсивность продукционных процес-

сов — выразить посредством статической величины — биомассы бентоса.

Близкая величина биомассы биоценоза *Venus* в Черном море на илисто-песчаных грунтах к биомассе биоценоза корбуломии в Азовском море на этих же грунтах вовсе не доказывает, что продукция бентоса этих грунтов в Черном и Азовском морях одинакова, так как биоценозы эти, различные по составу своей фауны, состоят из организмов с различной длительностью жизненного цикла, интенсивностью роста и размножения, различным соотношением веса раковины и живого вещества, наконец, по-разному подвергаются воздействию потребителей (рыб). Поэтому совершенно очевидно, что невозможно по величине биомассы бентоса судить о количестве пищи, потребляемой данным биоценозом для воспроизводства популяций видов, его составляющих.

Применяя тот же способ оперирования отдельными, случайными цифрами, можно сделать и противоположный вывод. Так, например, за период с 1937 по 1952 г. биомасса фитопланктона Азовского моря никогда не достигала таких высоких величин, какие приводятся Ф. Д. Мордухай-Болтовским. Максимальная биомасса не превышала 17—20 г/м³, а средняя для лета (июль) составляла всего 2 г/м³ [43], т. е. была ниже величин, указываемых автором для Черного моря (10—12 г/м³).

В эти же годы биомасса зоопланктона достигала очень высоких величин, доходя в некоторых районах (например, в мае 1951 г. в Таганрогском заливе) до 10—15 г/м³, т. е. превосходя максимальные приводимые автором цифры для северо-западного района Черного моря в 8 раз. Следует ли из этого, что кормовая база зоопланктона в Азовском море более напряжена, чем в Черном? Высокая первичная кормность Азовского моря обуславливает и значительно более высокую, чем в Черном море, продукцию зоопланктона и планктоноядных рыб. Для суждения же о степени использования фитопланктона консументами необходимо сопоставлять величины продукции различных звеньев пищевой цепи в данном водоеме, выраженные в единых показателях.

Если бы в Азовском море соотношение между отдельными звеньями пищевой цепи достигло того же уровня, как и в Черном море, то чрезвычайно высокая рыбная продуктивность Азовского моря резко снизилась бы.

Причину количественной бедности бентоса Азовского моря по сравнению с Черным морем автор видит в неблагоприятном воздействии кислородного режима Азовского моря, а также в бедности его качественного (видового) состава.

Отмечая отсутствие в Азовском море многих неподвижных фильтраторов (асцидий, губок), подстерегающих хищников (актинии, гидроиды), животных, питающихся падалью (десятиногие и т. д.) и макрофлорой (брюхоногие), автор заключает, что многие «экологические ниши пусты» и поэтому неполностью используются пищевые ресурсы существующей бентической фауны.

Однако можно ли говорить о незаполненности «экологических ниш» в Азовском море, если конкретные, существующие в нем условия не соответствуют тем требованиям, которые предъявляют к среде такие организмы, как асцидии, губки, актинии и прочие? И дело здесь не только в пониженной солености.

Ведь совершенно ясно, что в Азовском море именно потому и нет, например, животных, питающихся макрофлорой, что нет самой макрофлоры или, вернее, она развита очень слабо и встречается только в узкой прибрежной полосе замкнутых бухт и заливов. Асцидии, губки, актинии и прочие некормовые организмы смогут в массе развиться в Азовском море только в том случае, если оно станет другим, что, конечно,

не может не отразиться на существующей в нем в настоящее время фауне.

Так, например, если бы на больших площадях Азовского моря создались условия, благоприятные для обитания животных, питающихся макрофлорой, то это привело бы к существенному изменению всего облика Азовского моря, всего круговорота органического вещества в нем. Азовское море в значительной степени уподобилось бы Сивашу и заливам Утлюкского лимана.

Возможно, что в таком море было бы богатое и разнообразное донное население, однако вследствие того, что масса органического вещества, в котором значительную долю составлял лигнино-гумусовый комплекс, отлагалась на дне и надолго выпадала из круговорота, продукция фито- и зоопланктона понизилась бы и в таком море не смогли бы выкармливаться те большие стада пелагических рыб и молоди, которые выкармливаются в нем в настоящее время.

В силу особенностей термического и газового режима, высокой мутности и пониженной солености воды к жизни в Азовском море приспособилось сравнительно небольшое число видов средиземноморской фауны. Это обстоятельство в условиях обильного снабжения пищей позволяет им развивать высокую продукцию и давать такие показатели биомассы, какие эти виды в соседнем Черном море никогда не образуют. Именно весь комплекс условий (в том числе и обилие пищи), приводящий к качественному обеднению фауны и не позволяющий жить в Азовском море большому числу черноморских видов, обуславливает чрезвычайно благоприятное, с точки зрения кормности этого водоема, использование существующих пищевых ресурсов населяющими это море организмами.

Массовое вселение в Азовское море при изменении его режима асцидий, гидрондов, губок и других представителей черноморской фауны, несомненно, отрицательно отразилось бы на продукции коренной фауны, так как они использовали бы известную часть пищи. В. П. Воробьев [11] показал, как оседание баянусов на моллюсках в современном Азовском море приводит к их голоданию и гибели. Эта борьба за место обитания и пищу может стать еще ожесточеннее, если в Азовском море увеличится количество фильтраторов, таких, как асцидии и губки. При этом суммарная биомасса бентоса, поскольку эти организмы не потребляются рыбами, может остаться неизменной или повыситься, однако продукция кормового бентоса понизится.

Рассматривая вопрос об использовании рыбами Азовского моря их кормовой базы, автор приходит к выводу, что в Азовском море наиболее сильно недоиспользуется планктон, так как он, будто бы, в противоположность бентосу, используется рыбами только в теплые месяцы («в период пребывания в Азовском море хамсы и сельдей»). Как видно, этот вывод диаметрально противоположен тем соображениям, которые приводятся по этому вопросу в нашей работе.

Автор, очевидно, совершенно забывает о втором чрезвычайно многочисленном в Азовском море потребителе планктона — тюльке. Хотя весной до захода и осенью после ухода хамсы из Азовского моря количество потребителей планктона падает, но ведь и продукция планктона в это время также падает. Не случайно весной (в марте) при низкой биомассе основного корма — копепода пища тюльки на 50% состоит из мизид и амфипод [23, 42].

На интенсивность использования планктона указывают приведенные нами выше факты снижения показателей роста и упитанности хамсы в годы понижения продукции зоопланктона (1938, 1939, 1950). Полнота использования планктона подтверждается также и повышением роли рыб и организмов бентоса и нектобентоса и пище хамсы и тюльки при

низкой биомассе зоопланктона (например, в июле и августе—сентябре 1950 г.).

Недоиспользование бентоса рыбами-бентофагами действительно наблюдается в Азовском море и объясняется, по нашему мнению, недостаточной по отношению к запасам корма численностью этих рыб, которая, видимо, регулируется условиями размножения, а для проходных и полупроходных возможно еще размерами и кормностью выростной базы в Таганрогском заливе и прикубанском мелководье.

Основываясь на теории о гипераккумуляции органического вещества в Азовском море, Ф. Д. Мордухай-Болтовской полагает, что если приток биогенных веществ в море уменьшится даже в пять раз по сравнению с современным, то с точки зрения продуктивности моря это будет «безвредным или даже полезным», хотя, как отмечает сам автор, «мы и не знаем, насколько велики в море излишки биогенных веществ и создающихся на их основе продуцентов». Автор указывает также на то обстоятельство, что при уменьшении биогенного стока «мелководность моря всегда обеспечит легкий подъем осевших на дно органических взвесей» и их минерализацию, и рассматривает этот процесс как известную компенсацию недодачи биогенов с речным стоком.

Говоря о полезности изъятия части биогенного стока с точки зрения продуктивности моря, автор, к сожалению, нигде не говорит о том, что он понимает под продуктивностью моря. Однако из рассуждений, разбросанных в разных разделах статьи, с очевидностью вытекает, что под этим разумеются не столько условия, обеспечивающие наилучшее воспроизводство ценных промысловых рыб Азовского моря, сколько обилие и разнообразие фауны, главным образом, беспозвоночных, выраженное в статическом понятии «биомасса». Между тем основной вопрос, который необходимо решить при рассмотрении влияния гидротехнической реконструкции рек на Азовское море, это вопрос о том, сохранится ли Азовское море как прекрасное нагульное угодье для больших стад ценных промысловых рыб, после того как сток рек, впадающих в это море, уменьшится и подвергнется трансформации в строящихся на этих реках водохранилищах.

Ф. Д. Мордухай-Болтовской считает, что в этих новых условиях кормность Азовского моря улучшится, так как продукция кормовых организмов (бентоса и планктона) не будет угнетаться неблагоприятным кислородным режимом.

Изложенные выше соображения и факты позволяют нам считать, что неблагоприятное действие дефицита кислорода на продукцию всех групп населения в Азовском море и наличие гипераккумуляции органического вещества в осадках этого моря в значительной степени преувеличены Ф. Д. Мордухай-Болтовским. Не подлежит никакому сомнению, что в современных условиях продукция зоопланктона и пелагических рыб осуществляется в полной мере в зависимости от наличного количества пищи и не находится под угнетающим воздействием кислородного режима.

Речь может идти о некотором подавлении в отдельные периоды продуцирования бентоса в центральной части моря, подверженной заморам. Однако, поскольку полный и длительный дефицит кислорода наблюдается на больших площадях даже в этом районе моря отнюдь не каждый год, нет оснований считать, что при улучшении газового режима продукция бентоса в Азовском море может увеличиться более, чем в два раза, как это делает Ф. Д. Мордухай-Болтовской.

Правильнее будет считать, что и в современных условиях продукция бентоса осуществляется довольно полно относительно имеющихся запасов пищи для бентических организмов.

Обилие пищи для всех групп населения в Азовском море и являет-

ся основной предпосылкой высокой рыбной продукции Азовского моря. Обилие пищи в какой-то мере в некоторые годы является причиной известного угнетения бентоса, однако тот несомненно положительный эффект, который получается от обилия пищи, безусловно компенсирует вред, наносимый время от времени донному населению создающимся иногда дефицитом кислорода. Чрезвычайно существенно, что в Азовском море органическое вещество образуется в форме (планктонные водоросли), легко доступной для консументов, быстро и легко подвергается разложению, что способствует большой скорости круговорота веществ и интенсивности биологических процессов. При этом существенной чертой всего круговорота органических и биогенных веществ в Азовском море является отсутствие длительного выпадения из круговорота больших масс этих веществ. Вся масса синтезируемого за год органического вещества участвует в качестве источника пищи в процессах продуцирования населяющих море кормовых организмов.

Это наряду со специфичностью видового состава фауны обуславливает высокую кормность Азовского моря как для пелагических, питающихся планктоном, так и для кормящихся бентосом донных рыб.

Сокращение речного биогенного стока не в 5 раз, а даже на 40—50% неизбежно приведет к сокращению общей массы вещества, участвующего в круговороте, что неизбежно выразится в уменьшении показателей продукции кормовых организмов.

Поскольку, как мы показали выше, планктоноядные рыбы используют в Азовском море свою кормовую базу более полно, чем бентосоядные, сокращение биогенного стока прежде всего отразится, по нашему мнению, на рыбах, питающихся планктоном. Недостаточное использование рыбами бентоса позволит, по нашему мнению, и в будущем, при уменьшении его продукции, выкармливаться в Азовском море достаточно большим стадам донных рыб.

ВЫВОДЫ

1. Фауна Азовского моря складывается из нескольких элементов, различно относящихся к солености среды обитания и соответственно этому занимающих различные районы моря. Поэтому при осолонении моря основным процессом в формировании фауны отдельных районов будет процесс замещения одних, менее соленолобивых видов, другими, более соленолобивыми видами из состава фауны Азовского же моря.

2. Высокая кормность Азовского моря обуславливается большим приносом питательных веществ с речным стоком, скоростью их оборота в связи с малой глубиной моря и высоким прогревом всей толщи воды в вегетационный период.

Основным продуцентом органического вещества в Азовском море является фитопланктон, за счет которого прямо или косвенно существует все животное население моря.

При значительном сокращении величины биогенного речного стока (до 50%) величина продукции органического вещества фитопланктоном понизится, что отразится в том же направлении на величинах продукции консументов — зоопланктона и бентоса.

3. В Азовском море имеет место относительно полное использование кормовой базы планктоноядными рыбами и недоиспользование ее бентофагами.

Рационализация использования планктона должна идти в Азовском море по линии усиления использования планктоноядных рыб хищниками. Рационализация использования бентоса как корма должна идти по линии увеличения численности бентосоядных рыб путем искусственного разведения молоди таких бентофагов, которые в новых условиях Азовского моря смогут использовать для нагула всю его площадь.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольди Л. В., Материалы по количественному изучению зообентоса в Черном море, Труды Зоологического института, т. VII, вып. 2, изд. АН СССР, 1941.
2. Арнольди Л. В., Материалы по количественному изучению зообентоса Черного моря, II Каркинитский залив, Труды Севастопольской станции, т. VII, изд. АН СССР, 1949.
3. Баркалова Л. М., Зоопланктон Черного моря у берегов Крыма, Зоологический журнал, т. XIX, вып. 1, 1940.
4. Беляев Г. М., Биология *Nereis succinea* в Северном Каспии, Материалы к познанию фауны и флоры, МОИП, вып. 33, 1952.
5. Бокова Е. Н., Суточное потребление и скорость переваривания корма воблой, «Рыбное хозяйство», 1938, № 6.
6. Бокова Е. Н., Питание азовской хамсы на разных этапах ее развития (напечатано в этом сборнике).
7. Виноградова Е. Г., Гидрохимический режим Азовского моря в 1951—1953 гг. (напечатано в этом сборнике).
8. Воробьев В. П., Питание леща Азовского моря, Зоологический журнал, т. XVI, вып. 1, 1937.
9. Воробьев В. П., Мидии Черного моря, Труды АзчерНИРО, вып. 11, Крымиздат, 1937.
10. Воробьев В. П., Гидробиологический очерк восточного Сиваша и возможность его рыбохозяйственного использования, Труды АзчерНИРО, вып. 12, Крымиздат, 1940.
11. Воробьев В. П., Бентос Азовского моря, Труды АзчерНИРО, вып. 13, Крымиздат, 1949.
12. Горшкова Т. И., Органическое вещество осадков Азовского моря и Таганрогского залива (напечатано в этом сборнике).
13. Дацко В. Г., О причинах замора рыб в Азовском море, Труды АзчерНИРО, вып. 15, Крымиздат, 1951.
14. Дементьева Т. Ф., Изменение в распределении и темпе роста леща в Азовском море в связи с зарегулированием стока р. Дон (напечатано в этом сборнике, вып. 2).
15. Желтенкова М. В., Питание и использование кормовой базы донными рыбами Азовского моря (напечатано в этом сборнике).
16. Карпевич А. Ф., Потребление и усвоение корма рыбами, «Рыбное хозяйство», 1940, № 2.
17. Карпевич А. Ф., Отношение беспозвоночных Азовского моря к изменению солености (напечатано в этом сборнике).
18. Карпевич А. Ф., Экологическое обоснование прогноза изменений ареалов и состава рыб при осолонении Азовского моря (напечатано в этом сборнике, вып. 2).
19. Книпович Н. М., Гидрологические исследования в Азовском море, Труды Азчерноморской научно-промысловой экспедиции, вып. 5, Ростовское областное книгоиздательство, 1932.
20. Книпович Н. М., Влияние проектируемых гидротехнических сооружений на рыбное дело Каспийского и Азовского морей, Проблемы Волго-Каспия, АН СССР, Ленинград, 1934.
21. Корнилова В. П., Питание азовской хамсы (напечатано в этом сборнике).
22. Корнилова В. П., Состояние запаса и биология азовской хамсы до зарегулирования стока рек (напечатано в этом сборнике, вып. 2).
23. Костюченко В. А., Питание тюльки и использование ею кормовой базы Азовского моря (напечатано в этом сборнике).
24. Костюченко В. А., Биология и состояние промысла осетровых рыб Азовского моря перед зарегулированием стока рек (напечатано в этом сборнике, вып. 2).
25. Костюченко Р. А., Изменение запаса азовской тюльки [*Clupeonella delicatula* (Nordmann)] после зарегулирования стока рек (напечатано в этом сборнике, вып. 2).
26. Косякина Е. Г., Сезонная смена зоопланктона Новороссийской бухты, Труды Новороссийской биологической станции, т. I, вып. 6 (1), изд. АН СССР, 1937.
27. Кусморская А. П., О зоопланктоне Черного моря, Труды АзчерНИРО, вып. 14, Крымиздат, 1950.
28. Логвинович Д. Н., К вопросу о пищевых взаимоотношениях некоторых планктоноядных рыб Азовского моря, Труды АзчерНИРО, вып. 15, Крымиздат, 1951.
29. Майский В. Н., Материалы по распределению и численности рыб в Азовском море, Труды АзчерНИРО, вып. 15, Крымиздат, 1951.
30. Майский В. Н., Питание и кормовая база судака в Азовском море (напечатано в этом сборнике).
31. Майский В. Н., Материалы по распределению и численности рыб до зарегулирования стока рек (напечатано в этом сборнике, вып. 2).

32. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Состав и распределение донной фауны Таганрогского залива, Работы Доно-Кубанской рыбохозяйственной станции, вып. 5, Азово-Черноморское краевое книгоиздательство 1937.
33. Мордухай-Болтовской Ф. Д., О годовых изменениях в бентосе Таганрогского залива, Зоологический журнал, т. XVIII, вып. 6, изд. АН СССР, 1939.
34. Мордухай-Болтовской Ф. Д., О сезонной динамике зообентоса Таганрогского залива, Сборник научных трудов Ивановского сельхозинститута за 1948 г., 1948.
35. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Материалы по гидробиологии Миусского лимана, Труды Биологического института, Р. Г. У., вып. 1, 1949.
36. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Влияние гидротехнической реконструкции Дона на биологию Азовского моря, Труды Всесоюзного гидробиологического общества, т. V, изд. АН СССР, 1953.
37. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Экология каспийской фауны в Азово-Черноморском бассейне, Зоологический журнал, т. XXXII, вып. 2, 1953.
38. Никитин В. Н., Вертикальное распределение планктона в Черном море, Труды Особой зоологической лаборатории и Севастопольской биологической станции, АН СССР, серия 11, 1926, № 9.
39. Никитин В. Н., Биоценотические группировки и количественное распределение донной фауны в восточной части южного берега Черного моря, Труды Севастопольской биологической станции, т. VI, изд. АН СССР, 1948.
40. Никитин В. Н. и Турпаева Е. П., К вопросу о возможности вселения в Азовское море животных черноморского бентоса, ДАН, т. XC, 1953, № 5.
41. Новожилова А. Н., Изменения в зоопланктоне Азовского моря в условиях меняющегося режима (напечатано в этом сборнике).
42. Труды АзчерНИРО, Питание и пища планктоноядных рыб Азовского моря, вып. 12, ч. 2, Крымиздат, 1940.
43. Пицык Г. К., О фитопланктоне Азовского моря, Труды АзчерНИРО, вып. 15, Крымиздат, 1951.
44. Смирнов А. Н., Распределение хамсы в Азовском море и ее питание, Труды АзчерНИРО, вып. 11, Крымиздат, 1938.
45. Старк И. Н., Колебания в состоянии бентоса Таганрогского залива в связи с соленостью, Труды АзчерНИРО, вып. 15, Крымиздат, 1951.
46. Старк И. Н., Изменения в бентосе Азовского моря в условиях меняющегося режима (напечатано в этом сборнике).
47. Федосов М. В., Химическая основа кормности Азовского моря и прогноз ее изменения в связи с гидростроительством на реках (напечатано в этом сборнике).
48. Шорыгин А. А., Карпевич А. Ф., Новые вселенцы Каспийского моря и их значение в биологии этого водоема, Крымиздат, 1948.
49. Шорыгин А. А., Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря, Пищепромиздат, 1952.