

ИЗМЕНЕНИЕ ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДОННЫХ БИОЦЕНОЗОВ КЕРЧЕНСКОГО ПРЕДПРОЛИВЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ ПОСЛЕ ЗАИЛЕНИЯ

А.С. Терентьев

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО)
г. Керчь, Свердлова, 2
E-mail: iskander65@bk.ru

*В статье говорится об изменениях, произошедших в трофической структуре донных биоценозов в результате заиления. Приводятся данные об изменении площади, занимаемой биоценозами, и их основные характеристики (видовое богатство, численность, биомасса). Обсуждается изменение роли трофических группировок в биоценозах до и после заиления. Приводятся данные о временных сообществах, образующихся на особо сильно разрушенных участках. Говорится о замене заиленных участков биоценозов *Modiolus phaseolinus* и частично *Mytilus galloprovincialis*, в которых доминировали сестонофаги биоценозом *Terebellides stroëti*, в котором ведущая роль переходит к видам, собирающим детрит с поверхности грунта.*

Введение. Развитие научно-технического прогресса и связанный с ним рост промышленности не может не сказаться на состоянии окружающей среды. В подавляющем большинстве случаев это воздействие имеет негативный характер. Понимание механизмов изменения природных комплексов под влиянием антропогенного воздействия в какой-то мере может позволить уменьшить последствия этого влияния.

В сферу хозяйственной деятельности человечества входят и морские экосистемы. В частности Керченское предпроливье Черного моря испытывает сильнейший антропогенный прессинг. Так до недавнего времени на его аквато-

рии по данным городского архива ежегодно проводилось до 10 тысяч донных тралений. На его же акватории существует несколько действующих и закрытых свалок грунта, изымаемого при углублении и расчистки акватории портов и подходных каналов. Все это, а также возможно и другие факторы привели к заилению 30 % площади предпроливья, что не замедлило сказаться на состоянии его биоценозов. В частности на изменении их трофической структуры.

Материал и методика. В настоящей работе были использованы материалы ЮгНИРО, собранные в 5 экспедициях, проводившихся в мае – июле 1986-1990 гг. Бентосные пробы отбирались дночерпателем «Океан», площадью охвата 0,25 м², на глубинах от 10 до 100 м. В течение всего периода исследований выполнено 340 станций на площади 5,3 тыс. км².

Сбор материала осуществлялся по общепринятым методикам [1].

На каждой станции оценивалось количество видов, их численность и биомасса. Крупных животных взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,1 г, мелких – до 0,001 г. Таксономическая обработка проб осуществлялась по трехтомному определителю фауны Черного и Азовского морей [2].

Биоценозы выделялись по виду, имеющему наибольшую биомассу, при этом также учитывалась его численность [3].

При изучении трофической структуры использовалась классификация А.П. Кузнецова [4, 5] и Е.П. Турпаевой [6]. Выделялись следующие группировки: сестонофаги, собирающие детрит с поверхности грунта, безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта, безвыборочные глотальщики в толще грунта, плотоядные, фитофаги, полифаги.

Сложность трофической структуры оценивалась с помощью индекса

$$F = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_{\max}^2}, \text{ где } \sigma_i^2 = \frac{\sum \left(b - \frac{100}{n} \right)^2}{n}, \sigma_{\max}^2 = \left(\frac{100}{n} \right)^2 \times (n - 1),$$

однообразия пищевой структуры, где b – доля в % численности или биомассы трофической группировки, n – число трофических группировок [7, 8].

Результаты и обсуждения. На акватории предпроливья существовало 6 донных биоценозов: *Asciodiella aspersa*, *Chamelea gallina*, *Modiolus adriaticus*, *Modiolus phaseolinus*, *Mytilus galloprovincialis* и *Terebellides stroëmi*.

В результате заиления площадь, занимаемая всеми биоценозами, за исключением биоценоза *T. stroëmi*, сократилась в 1,8 раза с 4,399 до 2,491 тыс. км². Полностью исчез биоценоз *A. aspersa*. Площадь биоценоза *T. stroëmi*, наоборот,

возросла в 5,9 раза, увеличиваясь в среднем на 43 % в год, с 0,265 до 1,537 тыс. км². Этот биоценоз сформировался на месте биоценоза *M. phaseolinus* и частично на месте биоценоза *M. galloprovincialis*, располагается на заиленных грунтах, поэтому заиление способствовало увеличению занимаемой им площади. Как показывают расчеты, сокращение площади биоценозов на 44±4% определяется заилением акватории.

В результате заиления уменьшилось видовое богатство биоценозов, а также их численность и биомасса (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные характеристики биоценозов Керченского предпроливья до и после заиления

Биоценоз	Состояние биоценоза	Видовое богатство	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
<i>A. aspersa</i>	исходный	19	195,0± 36,0	376,00± 47,00
	разрушенный	21	182,0± 64,0	158,00± 55,00
	разница	+2	-13,0± 4,6	-218,00± 82,00
<i>C. gallina</i>	исходный	43	418,0± 82,0	220,00± 34,00
	разрушенный	19	62,0± 30,0	18,80± 6,20
	разница	-24	-360,0±180,0	-201,00± 73,00
<i>M. adriaticus</i>	исходный	70	358,0± 34,0	420,00± 59,00
	разрушенный	29	260,0±130,0	136,00± 47,00
	разница	-41	-98,0± 27,0	-280,00±110,00
<i>M. phaseolinus</i>	исходный	45	1210,0±250,0	126,00± 28,00
	разрушенный	26	54,8± 7,5	4,61± 0,72
	разница	-19	-1160,0±290,0	-121,00± 33,00
<i>M. galloprovincialis</i>	исходный	80	337,0± 36,0	650,00±100,00
	разрушенный	29	55,0± 16,0	16,30± 4,80
	разница	-51	-282,0± 91,0	-630,00±210,00

Менее всего пострадал биоценоз *A. aspersa*. Его видовое богатство почти не изменилось, численность уменьшилась на 6 %, а биомасса на 58 %. В остальных случаях потери были намного больше. Было потеряно от 42 до 63 % видового богатства, от 27 до 95 % численности и от 68 до 97 % биомассы. Наиболее сильно пострадали биоценозы *M. phaseolinus* и *M. galloprovincialis*.

Разрушение биоценозов не могло не сказаться на их трофической структуре. Во всех биоценозах, за исключением биоценоза *T. stroëmi*, в трофической структуре доминировали сестонофаги (табл. 2).

При разрушении биоценоза *A. aspersa* видовое богатство сестонофагов уменьшилось на один вид. В целом, доля сестонофагов в видовом богатстве почти не изменилась. Численность этой трофической группировки сократилась в 1,3 раза, а биомасса в 3 раза. На втором месте стояли виды, собирающие детрит с поверхности грунта. Их видовое богатство осталось прежним. Биомасса также почти не изменилась, но численность выросла почти в три раза, кроме того, значительно выросла их роль в трофической структуре. Безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта по-прежнему были представлены полихетой

Таблица 2

Изменение трофической структуры биоценозов Керченского предпроливья после заиления

Биоценоз	Трофическая группа	Исходный			Разрушенный		
		Видовое богатство	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Видовое богатство	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
<i>A. aspersa</i>	Сестонофаги	10	162,00± 31,00	364,000± 46,000	9	128,00± 46,00	123,000± 47,000
	Собирающие детрит с поверхности грунта	5	12,90± 3,30	6,500± 2,400	5	35,00± 13,00	5,300± 2,400
	Безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта	1	1,63± 0,41	0,540± 0,130	1	2,00± 1,20	0,510± 0,360
	Безвыборочные глотальщики в толще грунта	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000	1	1,00± 0,50	0,560± 0,280
	Плотоядные	2	16,00± 6,40	7,000± 3,700	3	8,00± 3,30	0,860± 0,330
	Фитофаги	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000	1	3,00± 1,50	3,800± 1,900
<i>C. gallina</i>	Полифаги	1	1,62± 0,41	0,540± 0,130	1	1,00± 0,50	0,170± 0,085
	Сестонофаги	20	370,00± 82,00	212,000± 34,000	9	39,00± 11,00	12,300± 3,100
	Собирающие детрит с поверхности грунта	12	31,80± 8,80	1,580± 0,520	4	5,70± 1,20	0,530± 0,170
	Безвыборочные глотальщики в толще грунта	1	0,18± 0,12	0,022± 0,004	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Плотоядные	8	14,00± 3,90	5,600± 1,700	4	15,50± 6,40	5,600± 3,300
	Полифаги	2	2,30± 1,30	0,700± 0,150	2	1,82± 0,39	0,382± 0,082
<i>M. adriaticus</i>	Сестонофаги	24	268,00± 31,00	403,000± 59,000	15	216,00± 59,00	130,000± 35,000
	Собирающие детрит с поверхности грунта	16	73,00± 14,00	11,200± 2,500	9	26,00± 11,00	1,760± 0,580
	Безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта	2	1,83± 0,42	0,520± 0,160	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Безвыборочные глотальщики в толще грунта	4	1,08± 0,30	0,220± 0,057	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Плотоядные	16	10,00± 1,40	4,300± 1,000	5	21,30± 7,20	4,000± 2,000
	Фитофаги	3	1,11± 0,37	0,166± 0,049	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
<i>M. phaseolinus</i>	Полифаги	3	2,31± 0,62	0,440± 0,140	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Сестонофаги	19	1180,00± 250,00	123,000± 28,000	7	3,51± 0,85	0,930± 0,220
	Собирающие детрит с поверхности грунта	11	19,50± 2,40	1,310± 0,420	8	46,00± 6,30	2,980± 0,560
	Безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта	1	1,66± 0,52	0,380± 0,110	1	0,08± 0,01	0,038± 0,005
	Безвыборочные глотальщики в толще грунта	2	1,02± 0,16	0,063± 0,018	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Плотоядные	9	4,05± 0,67	0,600± 0,120	10	5,20± 1,10	0,660± 0,240
<i>M. galloprovincialis</i>	Фитофаги	1	0,07± 0,01	0,009± 0,001	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Полифаги	2	0,44± 0,17	0,150± 0,110	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Сестонофаги	30	272,00± 36,00	650,000± 100,000	15	31,50± 6,80	11,700± 2,500
	Собирающие детрит с поверхности грунта	20	60,70± 6,70	4,350± 0,570	7	13,00± 2,80	2,340± 0,540
	Безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта	3	3,60± 1,00	1,080± 0,290	2	0,48± 0,07	0,126± 0,026
	Безвыборочные глотальщики в толще грунта	4	0,60± 0,52	0,045± 0,038	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Плотоядные	17	9,80± 1,70	2,440± 0,490	4	9,20± 2,80	1,990± 0,690
	Фитофаги	2	1,14± 0,53	0,065± 0,032	0	0,00± 0,00	0,000± 0,000
	Полифаги	3	1,23± 0,38	0,133± 0,053	1	0,57± 0,41	0,180± 0,130

Pectinaria koreni, численность и биомасса, которой почти не изменилась. По сравнению с исходным биоценозом добавилась новая трофическая группировка – безвыборочных глотальщиков в толще грунта. Их представляла полихета *Clymene patermitata*. Роль ее в трофической структуре разрушенного биоценоза была невысокой. Появились также фитофаги, представленные брюхоногим моллюском *Gibbula albida*. Их биомасса была сопоставима с биомассой видов, собирающих детрит с поверхности грунта. Однако они сильно уступали последним по численности и видовому богатству. Несколько уменьшилась роль хищных видов. Их общая численность снизилась в 2 раза, а биомасса в 8 раз. В трофической группировке полифагов полихета *Nereis longissima* сменилась на рака отшельника *Diogenes pugilator*. Но по-прежнему численность и биомасса этой трофической группировки оставалась очень низкой и большой роли в трофической структуре зообентоса она не играла.

При разрушении биоценоза *C. gallina* видовое богатство сестонофагов сократилось в 2 раза, численность в 9,6 раза, а биомасса в 17 раз. В целом в трофической структуре доля сестонофагов в видовом богатстве осталась на прежнем уровне. Но в численности и биомассе зообентоса их роль снизилась. Видовое богатство видов, собирающих детрит с поверхности грунта, уменьшилось в 3 раза, численность в 5,6 раза, а биомасса в 3 раза. Их доля в видовом богатстве немного уменьшилась, в численности зообентоса незначительно увеличилась, но сильно возросла в биомассе. Так в исходном биоценозе на их долю приходилось 0,72 % биомассы зообентоса, а после заиления уже 2,83%. Полностью исчезли безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта. Видовое богатство плотоядных видов сократилось вдвое, хотя их численность и биомасса практически не изменились. В результате общего сокращения численности и биомассы зообентоса после разрушения биоценоза роль этой трофической группировки сильно возросла и теперь на ее долю приходится около четвертой части всей

численности и биомассы зообентоса. Видовое богатство полифагов осталось на прежнем уровне. Они по-прежнему были представлены двумя видами *D. pugilator* и *N. longissima*. Численность их практически не изменилась, но биомасса уменьшилась почти в два раза. Однако из-за сильных потерь в видовом богатстве, численности и биомассе после разрушения биоценоза роль полифагов в трофической структуре зообентоса сильно увеличилась. Таким образом, при разрушении биоценоза *C. gallina* в трофической структуре наиболее сильно упала роль сестонофагов. Сильное снижение видового богатства, численности и биомассы биоценоза привело к увеличению роли плотоядных видов и полифагов. В биомассе довольно сильно увеличилась доля видов, собирающих детрит с поверхности грунта.

При разрушении биоценоза *M. adriaticus* из 6 трофических группировок осталось только 3: сестонофаги, виды, собирающие детрит с поверхности грунта, и плотоядные. Полностью исчезли: безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта, безвыборочные глотальщики в толще грунта, фитофаги. Не наблюдались также полифаги. По-прежнему доминировали сестонофаги. Однако их видовое богатство сократилось в 2,3 раза. Численность почти не изменилась, а биомасса уменьшилась в 3 раза. Доля видов, собирающих детрит с поверхности грунта, по сравнению с исходным биоценозом в видовом богатстве зообентоса увеличилась. Но в биомассе и, особенно в численности их роль уменьшилась. Видовое богатство этой трофической группировки уменьшилось в 1,8 раза, численность в 2,8 раза и биомасса в 6,4 раза. Видовое богатство плотоядных видов уменьшилось в 3 раза. Уменьшилась также их доля в видовом составе трофической структуры разрушенного биоценоза. Что касается численности и биомассы, они наоборот выросли. В целом численность плотоядных видов выросла в 4 раза, а биомасса в 3 раза.

При разрушении биоценоза *M. phaseolinus* в трофической структуре стали доминировать виды, собирающие детрит с поверхности грунта. На их до-

лю приходилось большая часть численности и биомассы зообентоса. В эту группу входил доминантный вид *T. stroëmi*. Вторым по значимости видом в этой трофической группировке была змеехвостка *Amphiura stepanovi*. На втором месте стояли плотоядные виды. Их видовое богатство даже немного превышало видовое богатство предыдущей трофической группировки. Но по численности и биомассе они сильно уступали ей. Сестонофаги сильно сократили свое видовое богатство, численность и биомассу. В итоге их биомасса практически сравнялась с биомассой плотоядных видов. Безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта были представлены одним единственным видом, голотурией *Stereoderma kirchbergi*, которая играла небольшую роль в трофической структуре данного биоценоза.

При разрушении биоценоза *M. galloprovincialis* в трофической структуре продолжали доминировать сестонофаги. Однако их видовое богатство сократилось в 2 раза, численность в 8,6 раза, а биомасса в 55 раз. Доля видов, собирающих детрит с поверхности грунта, в видовом богатстве осталась на прежнем уровне, но их роль в численности и, особенно в биомассе сильно возросла. При этом по сравнению с исходным биоценозом видовое богатство этой трофической группировки сократилось в 3 раза, численность в 3,7, а биомасса в 4 раза. Доля плотоядных видов в видовом богатстве зообентоса уменьшилась, но при этом сильно выросла их роль в численности и биомассе зообентоса. У этой трофической группировки видовое богатство снизилось в 4 раза, но численность и биомасса практически не изменились. Безвыборочные глотальщики верхнего слоя грунта и полифаги, как и в исходном биоценозе, имеют небольшую долю в трофической структуре. При разрушении видовое богатство безвыборочных глотальщиков верхнего слоя грунта уменьшилось в 1,6 раза, численность в 8 раз, а биомасса в 9 раз. У полифагов видовое богатство снизилось в 3,2 раза, численность в 2 раза, а биомасса осталась практически на том же уровне. Из этой группировки остался один единственный вид – *N. longissima*. Из сообще-

ства полностью исчезли безвыборочные глотальщики в толще грунта и фитофаги.

Разрушение биоценозов сопровождалось снижением роли сестонофагов. В исходных биоценозах на их долю приходилось от 35 до 53 % видового богатства, от 76 до 98 % численности и от 96 до 99 % биомассы. После разрушения в результате заиления их роль в видовом богатстве уменьшилось в зависимости от исходного биоценоза до 25 – 52 % видового богатства, 6 – 82 % численности и 20 – 92 % биомассы. На наиболее разрушенных участках сестонофаги во многих случаях практически полностью исчезали.

Уменьшение доли сестонофагов в заиленных биоценозах сопровождалось увеличением доли плотоядных и видов, собирающих детрит с поверхности грунта. В исходных биоценозах на долю собирающих детрит с поверхности грунта приходилось от 22 до 28 % видового богатства, 2 – 21 % численности и до 3 % биомассы. После заиления их доля в видовом богатстве колебалась от 21 до 31 %, от 9 до 84% численности и от 1 до 65 % биомассы. Доля плотоядных видов первоначально равнялась 11 – 23 % видового богатства, 0,3 – 8,3 % численности и 0,5 – 2,5 % биомассы. После заиления в зависимости от исходного биоценоза их доля в видовом богатстве колебалась от 14 – 38 %, в численности от 5 до 25 % и в биомассе от 1 до 30 %. На наиболее разрушенных участках их доля доходила до 67 % видового богатства, 93 % численности и 98 % биомассы.

В целом в трофической структуре биоценозов при заилении наблюдается уменьшение роли сестонофагов с одновременным увеличением роли собирающих детрит с поверхности грунта и плотоядных видов. В исходных биоценозах, за исключением биоценоза *T. stroëmi*, соотношение сестонофагов, собирающих детрит с поверхности грунта и плотоядных в видовом богатстве было 3 : 2 : 1, в численности – 77 : 4 : 1, в биомассе – 99 : 1 : 1. После заиления оно стало равняться в видовом богатстве 2 : 1 : 1, численности – 6 : 3 : 1, биомассе – 18 : 1 : 1. На участках, подвергшихся наиболее сильному разрушению, соответственно: 1 : 3 : 4, 1 : 2 : 12 и 1 : 1 : 19. Таким обра-

зом, на месте наиболее разрушенных биоценозов образуются временные сообщества, основу которых составляют плотоядные виды (хищники и падальщики). Эти сообщества вскоре трансформируются в другие, где доминируют иные трофические группировки.

В результате уменьшения роли сестонофагов снижается фильтрационная способность биоценозов. Так по данным И.А. Говорина [9], *M. galloprovincialis*,

являющийся основой одноименного биоценоза, способен при благоприятных условиях элиминировать до 40-60 % аллохтонных бактерий. Кроме того, мидии связывают нефть в псевдофекалиях, очищая таким образом море от нефтяного загрязнения [10].

В результате произошедших изменений трофическая структура вновь образовавшихся сообществ стала более упрощенной и выровненной (табл. 3).

Таблица 3

Изменение индекса однообразия пищевой структуры биоценозов Керченского предпроливья после заиления

Биоценоз	Численность / Биомасса	Исходный		Разрушенный	
		количество групп	индекс	количество групп	индекс
<i>A. aspersa</i>	численность	5	0,62	7	0,48
	биомасса		0,91		0,82
<i>C. gallina</i>	численность	5	0,74	4	0,29
	биомасса		0,91		0,36
<i>M. adriaticus</i>	численность	7	0,54	3	0,53
	биомасса		0,91		0,88
<i>M. phaseolinus</i>	численность	7	0,95	4	0,62
	биомасса		0,95		0,31
<i>M. galloprovincialis</i>	численность	7	0,62	5	0,27
	биомасса		0,97		0,44

При этом трофическая структура как исходных, так и разрушенных биоценозов была больше выровнена по численности, чем по биомассе.

При трансформации биоценозов *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus* в биоценоз *T. stroëmi* сообщество сестонофагов замещается сообществом видов, собирающих детрит с поверхности грунта. При этом на месте биоценоза *M. galloprovincialis* их видовое богатство уменьшилось в 10 раз, численность в 3 раза, а биомасса в 2 раза. На месте биоценоза *M. phaseolinus* эта трофическая группировка по видовому богатству практически не изменилась, а ее численность и биомасса увеличилась в 3 раза. Биоценоз *T. stroëmi* – это единственный биоценоз в Керченском предпроливье, где доминирующей трофической группировкой являются виды, собирающие детрит с поверхности грунта. Для предпроливья это достаточно новый биоценоз. Ранее он описывался для северо-западной части Черного моря [11, 12,

13], но для предпроливья не упоминался [14]. При его образовании видовое богатство сестонофагов уменьшилась на месте биоценоза *M. galloprovincialis* в 10 раз, численность в 54, а биомасса в 359 раз. При разрушении биоценоза *M. phaseolinus* видовое богатство этой трофической группировки уменьшилось в 3 раза, численность и биомасса соответственно в 296 и 156 раз. Полностью исчезли фитофаги, практически не встречались полифаги. Соотношение сестонофагов, собирающих детрит с поверхности грунта, и плотоядных в этом биоценозе равнялось по видовому богатству – 1 : 2 : 2, по численности – 1 : 19 : 2, по биомассе – 1 : 9 : 1.

В этот биоценоз входило 5 трофических группировок. Его индекс однообразия пищевой структуры по численности равнялся 0,70, а по биомассе – 0,54. Таким образом, здесь также наблюдается обеднение и выравнивание трофической структуры.

Заключение. В Керченском предпроливье Черного моря обнаружено 6 донных биоценозов: *A. aspersa*, *C. gallina*, *M. adriaticus*, *M. phaseolinus*, *M. galloprovincialis* и *T. stroëmi*. В результате заиления площадь, занимаемая всеми биоценозами, за исключением биоценоза *T. stroëmi*, сократилась в 1,8 раза. Полностью исчез биоценоз *A. aspersa*. Разрушение биоценозов сопровождалось снижением роли сестонофагов и увеличением роли плотоядных и видов, собирающих детрит с поверхности грунта. Из трофической структуры заиленных биоценозов за исключением биоценоза *A. aspersa* исчезли фитофаги и безвыборочные глотальщики в толще грунта. На заиленных участках биоценоза *M. phaseolinus* и в глубоководной части биоценоза *M. galloprovincialis* развился биоценоз *T. stroëmi*. Его площадь за рассматриваемый период увеличилась в 5,9 раза. Это единственный биоценоз в предпроливье, где доминируют не сестонофаги, а виды, собирающие детрит с поверхности грунта. Разрушение биоценозов сопровождалось упрощением и выравниванием их трофической структуры. На особенно сильно разрушенных участках образовывались временные сообщества, основу которых составляли плотоядные виды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. – М.: Высшая школа, 1960. – 191 с.
2. *Определитель* фауны Черного и Азовского морей. – К.: Наукова думка, 1968. – Т. 1. – 437 с.; 1969. – Т. 2. – 536 с.; 1972. – Т. 3. – 340 с.
3. Воробьев В.П. Бентос Азовского моря : тр. АзЧерНИРО. – Крымиздат, 1949. – Вып. 13. – 193 с.
4. Кузнецов А.П. Закономерности распределения пищевых группировок донных беспозвоночных в Баренцевом море // Экология и распределение морской донной фауны и флоры : труды института океанологии АН СССР. – М.: Наука, 1970. – Т. 88. – С. 5 – 80.
5. Кузнецов А.П. О трофической структуре и зональности распределения донной фауны Азовского и Балтийского морей // Экология и распределение морской донной фауны и флоры : тр. ин-та океанологии АН СССР. – М.: Наука, 1970. – Т. 88. – С. 81–97.
6. Турнаева Е.П. Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных // Труды Института океанологии АН СССР, 1953. – Т. 7. – С. 259 – 299.
7. Несис К.Н. Некоторые вопросы пищевой структуры морских биоценозов // Океанология. – 1965. – №5, вып. 4. – С. 701 – 704.
8. Черепанов В.В. Несколько замечаний к работе К.Н. Несиса «Некоторые вопросы пищевой структуры морских биоценозов» // Океанология. – 1967. – № 7, вып. 3. – С. 536 – 538.
9. Говорин И.А. Роль черноморской мидии в процессе элиминации аллохтонных бактерий из морской среды // Гидробиол. журн. – 1991. – Т. 27, № 4. – С. 33 – 38.
10. Миронов О.Г. Взаимодействие мидий с нефтяным загрязнением // Промысловые двустворчатые моллюски – мидии и их роль в экосистемах : сб. – Л., 1979. – С. 88 – 89.
11. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. – М.: АН СССР, 1963. – 739 с.
12. Золотарев П.Н. Структура биоценозов бентали северо-западной части Черного моря и ее трансформация под воздействием антропогенных факторов : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Севастополь, 1994. – 19 с.
13. Zaitsev Yu.P., Alexandrov B.G. (Compiles). Black Sea Biological Diversity Ukraine Black Sea Environmental Series. – Vol. 7. – United Nations Publications. New-York, 1998. – 351 p.
14. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. – К.: Наукова думка, 1981. – 165 с.