

Количественные характеристики гидробионтов и молоди рыб шельфовой зоны Северного Сахалина (обзор)

Часть 1.

DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-32-38

В.Б. Воронков –
эксперт направления;

О.А. Давыдова –
главный специалист –

Общество с ограниченной
ответственностью «Арктический
научно-проектный центр
шельфовых разработок» (ООО
«Арктический научный центр»),
Россия

@ VB_Voronkov@arc.rosneft.ru;
OA_Davydova@arc.rosneft.ru

QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF HYDROBIONTS AND JUVENILE FISH
OF THE NORTH SAKHALIN SHELF (REVIEW). PART 1.

V.B. Voronkov – expert;
O.A. Davydova – chief specialist –
Limited Liability Company «Arctic Research and Design Center of Shelf Development»
(LLC «Arctic Research Center»), Russia

The article presents a review of published materials and results of specialized ecological and fishery research for the period 1950-2021, containing data on abundance and biomass of the main groups of hydrobionts (phytoplankton, zooplankton, zoobenthos), larvae and young fish in different shelf areas of northern and northeastern Sakhalin Island. Regularities of distribution of different plankton groups by shelf areas and by different water horizons are considered. Quantitative indicators of systematic groups of hydrobionts and juvenile fish of different shelf areas are compared. The work summarizes the materials on the Zapadno-Shmidtovskiy and Deryuginsky license areas, Yuzhno-Kirinsky hydrocarbon field and others.

Ключевые слова:

Охотское море, шельф северной и северо-восточной части о. Сахалин, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, личинки и молодь рыб

Keywords:

Sea of Okhotsk, shelf of the northern and northeastern part of Sakhalin, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, larvae and juvenile fish

ВВЕДЕНИЕ

Шельфовая зона острова Сахалин – важнейший на Дальнем Востоке России участок Охотского моря, являющегося с одной стороны важным объектом нагула и промысла рыб и промысловых беспозвоночных, а с другой – местом разведки и добычи полезных ископаемых. Учитывая возрастающее антропогенное воздействие на шельфовые участки северной части Сахалина, очень важное значение приобретает изучение состояния и динамики биоты этой акватории Охотского моря.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фитопланктон

Шельфовая зона Сахалина – один из наиболее продуктивных районов Охотского моря [3; 4; 10].

Основными представителями фитопланктона Охотского моря являются ранневесенние виды *Thalassiosira nordenskioeldii*, *Th. gravis*, *Th. decipiens*, *Th. hyaline*, *Bacterosira fragilis*, *Fragilaria islandica*, *F. striata*, *F. oceanica*, *Coscinodiscus oculus iridis*, *Asterionella kariana*. С прогревом вод к ним добавляются поздневесенние виды рода *Chaetoceros* (*Ch. subsecundus*, *Ch. debilis*) [14]. Летом, на смену холод-

новодным видам, приходят бореальные, умеренно холодноводные виды: *Ch. compressus*, *Ch. constrictus*, *Ch. lacinosus*, *Ch. radicans*, *Rhizosolenia setigera* и другие [10]. Благодаря влиянию амурских вод, которое в определенные моменты может сказаться очень далеко от географического устья р. Амур, на два градуса к северу от п-ова Шмидта, можно встретить некоторые эвригалинные элементы, характерные для Амурского лимана (*Ditylum brighwellii*, *Rhizosolenia delicatula*) [5].

В шельфовой зоне Западно-Шмидтовского участка в 2006 г. обнаружено 176 видов и внутривидовых таксонов, представленных семью отделами: динофитовые (*Dinophyta*), диатомовые (*Bacillariophyta*), зеленые (*Chlorophyta*), криптофитовые (*Cryptophyta*), золотистые (*Chrysophyta*), сине-зеленые (*Cyanophyta*) и эвгленовые (*Euglenophyta*). По количеству видов преобладали динофитовые (84 вида и внутривидовых таксонов) и диатомовые (76), составляющие вместе 91% от общего числа видов. Остальные отделы были представлены относительно небольшим числом видов: зеленые – 6, криптомонадовые – 4, золотистые, сине-зеленые и эвгленовые – по одному виду. Фитопланктон на Дерюгинском участке

в 2021 г. был представлен 123 видами и внутривидовыми таксонами микроводорослей из шести отделов: диатомовые (*Bacillariophyta*), миозоя (*Miozoa*), зеленые (*Chlorophyta*), охрофитовые (*Ochrophyta*), криптофитовые (*Cryptophyta*) и эвгленовые (*Euglenozoa*). Ведущее место по количеству видов занимали диатомовые (64 вида и внутривидовых таксона) и миозои (50). Последние были представлены одним классом *Dinophyceae* (динофитовые). Остальные отделы были менее разнообразны. Так, зеленые и охрофитовые включали по три таксона, криптофитовые и эвгленовые – по два.

Биомасса весеннего сетного фитопланктона составляла 200-500 мг/м³, летнего – в разные годы поразному – 200-1000 мг/м³ (в 1986 г.), менее 50 мг/м³ (1988 г.) [3]. В августе-октябре 1949 г. биомасса в прибрежной зоне севера Сахалина составляла 100-500 мг/м³, но к концу октября была менее 50 мг/м³ [10]. Маркина и Чернявский дают очень высокую количественную оценку фитопланктона для данного района. В среднем биомасса здесь составляет более 1 г/м³ [8]. В районе Южно-Киринского месторождения предельные значения численности составляли 5,159-148,469 тыс. кл./л, биомассы – 10,176-39,341 мг/м³. Средняя численность составляла 67,881 тыс. кл./л, средняя биомасса – 24,488 мг/м³. Количественные характеристики фитопланктона, по результатам эколого-рыбохозяйственной съемки в августе 2006 г., на акватории Западно-Шмидтовского участка были незначительными. Предельные величины численности составляли 0,212-54,598 тыс. кл./л, биомассы – 0,856-84,671 мг/м³.

В районе Дерюгинского участка в 2021 г. численность колебалась в пределах 74,72-974,16 тыс. кл./л, биомасса – 309,11-3595,26 мг/м³. Средняя численность составляла 322,49 тыс. кл./л, средняя биомасса – 958,85 мг/м³. В октябре фитопланктон малочислен. Численность микроводорослей варьирует от 38,4 тыс. кл./л до 358 тыс. кл./л, биомасса – от 156 до 5520 мг/м³, средняя численность за октябрь составляет 124,9 тыс. кл./л, биомасса – 1156 мг/м³.

По данным исследований 2019 г., на шельфе северо-восточного Сахалина [12] численность фитопланктона колебалась в пределах 3,154-190,542 тыс. кл./л, биомасса – 31,895-568,126 мг/м³. Средняя численность составляла 62,763 тыс. кл./л, средняя биомасса – 140,84 мг/м³.

На лицензионном участке «Южно-Лунский» в августе 2015 г. [1] численность фитопланктона в поверхностном слое варьировала в диапазоне 789-7040 тыс. кл./л, биомасса – 1,66-8,78 мг/л. В слое пикноклина численность водорослей варьировала в диапазоне 754-15362 тыс. кл./л, биомасса – 1,96-14,87 мг/л. Средняя численность фитопланктона в поверхностном слое составляла 4017 тыс. кл./л, средняя биомасса – 5,76 мг/л, в слое пикноклина средняя численность была 5639 тыс. кл./л и биомасса – 7,10 мг/л.

В период с 25 октября по 1 ноября 2014 г. на северо-восточном шельфе Сахалина в районе Киринского ГКМ [7] видовой состав фитопланктона формировали два отдела микроводорослей: динофитовые (*Dinophyta*) и диатомовые (*Bacillariophyta*). Обнаружено 22 вида и внутривидовых таксонов микроводо-

В статье представлен обзор опубликованных материалов и результатов специализированных эколого-рыбохозяйственных исследований за период 1950-2021 гг., содержащих сведения по численности и биомассе основных групп гидробионтов (фитопланктон, зоопланктон, зообентос), личинок и молоди рыб на различных участках шельфа северной и северо-восточной части острова Сахалин, в том числе инициированных ПАО «НК «Роснефть». Рассматриваются закономерности распределения различных групп планктона по участкам шельфа и по различным горизонтам воды. Производится сравнение количественных показателей систематических групп гидробионтов и молоди рыб различных участков шельфа. В работе обобщаются материалы по Западно-Шмидтовскому и Дерюгинскому лицензионным участкам, Южно-Кириинскому месторождению и другим.

рослей. Сообщество фитопланктона характеризовалось высокими количественными показателями численности и биомассы. Численность здесь колебалась в пределах (в среднем) 34,666-285,483 тыс. кл./л, биомасса (в среднем) – 2 557,5-36 365,8 мг/м³.

На акватории Западно-Шмидтовского участка в вертикальном распределении фитопланктона существенных изменений не наблюдалось (табл. 1). Значения количественных показателей практически с глубиной не изменялись. Средняя численность у поверхности составляла 8,736 тыс. кл./л, биомасса – 22,191 мг/м³. В промежуточном слое эти показатели составляли 7,993 тыс. кл./л и 18,835 мг/м³, в придонном – 7,106 тыс. кл./л и 22,535 мг/м³, соответственно.

Корреляционный анализ вертикального распределения показал высокую достоверную зависимость количественных показателей фитопланктона в придонном и поверхностном слоях и отсутствие ее с промежуточным слоем. При этом средние значения по слоям были очень близкими.

В вертикальном распределении фитопланктона на Южно-Кириинском участке тенденции тяготения микроводорослей к определенному слою воды не наблюдалось. В поверхностном слое численность изменялась от 13,741 до 147,574 тыс. кл./л. В слое скачка максимальная численность составляла 148,469 тыс. кл./л, у дна – 25,049 тыс. кл./л. В среднем наименьшие величины показателей развития фитопланктона были зарегистрированы в придонном слое. Анализ вертикального распределения на Дерюгинском участке (табл. 2) показал, что на большинстве станций микроводоросли концентрировались в слое скачка, где обильно развивались колониальные диатомовые, при доминировании *N. septentrionales*. В то же время в северо-западной, центральной и юго-восточной частях исследуемого района превалирование микроводорослей наблюдалось у поверхности воды. В среднем наименьшие величины показателей развития фитопланктона были зарегистрированы в придонном слое.

На данном участке корреляционный анализ показал достоверную обратную зависимость только для численности фитопланктона у дна и зоны скачка температур.

Таблица 1. Количественные характеристики фитопланктона на шельфе Западно-Шмидтовского участка в 2006 году / **Table 1.** Quantitative characteristics of phytoplankton on the shelf of the Zapadno-Schmidt site in 2006

Слои воды	Численность, тыс. кл./л			Биомасса, мг/м ³		
	Поверхн.	Зона скачка	Придон.	Поверхн.	Зона скачка	Придон.
Точки исследований	1	2	3	1	2	3
7	2,02	2,12	6,11	14,95	15,06	23,03
8	3,32	4,23	6,75	4,29	19,94	12,43
13	1,75	0,29	0,58	3,15	1,93	3,61
14	3,4	3,19	3,92	17,67	8,66	11,76
15	0,33	5,47	6,2	0,86	19,86	22,44
16	9,05	4,83	4,46	21,4	15,72	31,41
17	17,03	4,37	5,83	40,16	29,55	21,77
18	3,25	3,2	6,01	13,1	8,64	27,31
23	2,15	1,08	0,21	9,5	7,29	2,45
24	11,24	1,93	2,56	23,63	7,22	20,7
25	0,25	0,69	0,89	3,71	4,59	6,76
29	2,95	1,99	8,51	9,64	9,01	23,16
30	4,33	2,46	2,47	13,82	16,51	8,43
31	7,41	5,9	2,59	16,31	15,56	24,84
35	12,7	18,12	29,89	22,41	31,69	73,24
36	6,88	4,56	8,35	31,24	11,42	55,72
37	12,72	8,74	12,54	43,91	41,73	22,62
40	7,09	1,14	12,75	14,97	5,49	42,07
41	4,19	7,78	12,22	14,03	15,16	16,38
42	34,26	54,6	10,6	62,61	64,6	14,64
43	37,16	31,19	5,82	84,67	45,91	8,48
Ср. знач.	8,74	7,99	7,11	22,19	18,84	22,54
Корреляция по глубине	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
	0,866	0,341	0,237	0,810	0,047	0,027

Таблица 2. Количественные характеристики фитопланктона на шельфе Дерюгинского участка в 2021 году / **Table 2.** Quantitative characteristics of phytoplankton on the shelf of the Deryuginsky site in 2021

Слои воды	Численность, тыс. кл./л			Биомасса, мг/м ³		
	Поверхн.	Зона скачка	Придон.	Поверхн.	Зона скачка	Придон.
Точки исследований	1	2	3	1	2	3
MAL-1	487,13	357,18	167,48	1416,78	1223,84	451,62
MAL-2	195,9	140,23	152,77	481,76	339,11	401,39
MAL-3	278,94	974,16	159,34	635,77	3585,06	721,1
MAL-4	266,05	818,56	286,31	498,61	3595,26	818,43
MAL-5	315,93	245,72	74,72	677,33	1017,65	350
MAL-6	162,49	296,55	215,46	400,73	955,31	510,34
MAL-7	185,03	775,57	230,72	319,8	1340,87	679,79
MAL-8	118,36	490,17	265,12	405,26	1166,1	815,08
MAL-9	404,29	292,64	76,53	1323,51	1508,19	309,11
MAL-10	438,4	714,12	88,88	517,32	1721,71	578,83
Ср. знач.	285,25	510,49	171,73	667,69	1645,31	563,57
Корреляция по глубине	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
	-0,020	0,358	-0,638	-0,041	0,603	-0,559

Корреляционный анализ количественных показателей на Южно-Лунском участке в 2015 г. [1] также показал отсутствие зависимости значений в поверхностном слое и зоне скачка (корреляция для численности 0,149 и для биомассы – 0,210).

Вертикальное распределение численности и биомассы фитопланктона в поверхностном и придонном слоях в районе Киринского ГКМ характеризовалось активным развитием тех же видов, что и в промежуточном слое (табл. 3). Однако, наибольшие их значения отмечены в промежуточном слое (и, возможно, их указать). Это объясняется массовым развитием следующих видов диатомовых водорослей: *Chaetoceros affinis*, *C. didymus*, *Chaetoceros spp.*, *Coscinodiscus granii* и *Coscinodiscus spp.*, *Cylindrotheca closterium* и *Skeletonema costatum*.

Или так, в зависимости от того, как понимаются авторами эти материалы: Вертикальное распределение численности и биомассы фитопланктона в поверхностном и придонном слоях в районе Киринского ГКМ характеризовалось активным развитием тех же видов, что и в промежуточном слое (табл. 3). Это объясняется массовым развитием следующих видов диатомовых водорослей: *Chaetoceros affinis*, *C. didymus*, *Chaetoceros spp.*, *Coscinodiscus granii* и *Coscinodiscus spp.*, *Cylindrotheca closterium* и *Skeletonema costatum*. Однако, наибольшие их значения отмечены в промежуточном слое.

На данном участке корреляционный анализ показал отсутствие достоверной зависимости по всем параметрам численности и биомассы. Данный факт,

вероятнее всего, связан с более равномерным вертикальным распределением фитопланктона в поздний осенний период.

Зоопланктон

Ряд исследований, проведенных в шельфовых водах северо-восточного и северного Сахалина, свидетельствуют о высоком уровне таксономического разнообразия планктонных форм в течение всего года, в том числе в районе Киринского ГКМ [2; 3]. Период с середины весны по первую половину осени является временем максимального обилия зоопланктона [14; 15]. Этот период для Киринского участка приходится на июнь-конец ноября.

Исследования, проведенные в шельфовых водах северо-восточного Сахалина, свидетельствуют о высоком уровне таксономического разнообразия планктонных форм в течение всего года [2; 3], а период с середины весны по первую половину осени является временем максимального обилия зоопланктона [13; 14; 16;]. По результатам гидробиологических съемок СахНИРО, выполненных на Киринском участке в весенний, летний и осенний периоды 2009-2011 гг., в уловах отмечено 22 фаунистических группы уровня тип-отряд. В вегетационный период (весна-лето-осень) выделено около 170 форм планктонных, некто-бентических и вагильных бентосных беспозвоночных (*Mysidacea*, *Isopoda*, *Cumacea* и *Gammaridea*) и личинок рыб, а также 27 форм мезопланктона (личинки донных полихет, десятиногих

Таблица 3. Количественные характеристики фитопланктона на северо-восточном шельфе Сахалина в районе Киринского ГКМ в осенний период 2014 года / **Table 3.** Quantitative characteristics of phytoplankton on the northeastern shelf of Sakhalin in the Kirinsky GCM area in the autumn period of 2014

Слой воды	Численность, тыс. кл./л			Биомасса, мг/м ³		
	Поверхн.	Зона скачка	Придон.	Поверхн.	Зона скачка	Придон.
Точки исследований	1	2	3	1	2	3
1	205400	227100	141800	23639,7	24840,3	16018,8
2	217500	191300	249100	24262,4	20339,7	25741,2
3	165900	159500	178600	19230,5	18999,8	20071,8
4	89500	72500	58500	8993,7	7368,7	5384,0
5	293000	244500	28250	30651,8	25296,3	2071,5
6	149500	187800	37750	18297,5	20303,4	3183,0
7	44250	33500	26250	3335,7	2463,3	1873,6
8	257500	225500	177300	24396,3	23068,8	17975,7
9	43500	314000	67750	3020,9	32099,8	7120,4
10	40250	223000	208850	3129,0	24374,7	24244,1
11	34250	231250	241250	2677,7	26540,3	28092,2
12	41250	172050	225350	3215,9	19615,7	25653,0
13	430450	186500	239500	24390,2	22532,3	23815,0
14	17650	147400	17200	21406,3	19933,0	21182,8
23	56750	64250	150500	6096,9	4937,0	16720,1
24	175550	63500	225350	19619,4	6319,6	25653,0
25	77250	105500	186000	5609,9	9330,7	22516,6
Ср. знач.	137615	167597	144664	14233,8	18139,0	16901,0
Корреляция по глубине	1-2	1-3	2-3	1-2	1-3	2-3
	0,224	0,222	0,080	0,239	-0,044	0,115

раков, усоногих раков, иглокожих и моллюсков). По составу и видовой структуре зоопланктон Кириной площади характеризуется хорошо выраженной сезонностью в развитии, с преобладанием холодно-водной субарктической и высокобореальной фауны. В ограниченный летний период наблюдается сезонное изменение структуры, связанное с повышением значения умеренно холодноводной бореальной и амфибореальной фауны, представленной, в частности, тихоокеанскими и дальневосточными видами.

По данным ФГУП СахНИРО, в августе 2002 г. биомасса зоопланктона в прибрежной части северо-восточного района Охотского моря (с глубинами до 20 м) изменялась от 79,4 до 176,3 мг/м³. В мористой зоне (глубины до 100-150 м) биомасса зоопланктона достигала 756,71 мг/м³. В июле-августе 2003 г. на акватории лицензионного участка «Кайганско-Васюканское-море» были обнаружены представители 15 основных групп зоопланктона. Самой массовой и абсолютно доминирующей группой были копеподы, на их долю приходилось 92,9% численности и 62,3% биомассы всего зоопланктона. Численность зоопланктона в среднем составила 1783,18 экз./м³, биомасса – 185,07 мг/м³. В июле-сентябре 2004 г. средняя величина биомассы зоопланктона за период с июня по октябрь, с учетом средних показателей по району проведения работ, составляет около 138,5 мг/м³. В августе 2019 г. численность зоопланктона была умеренно высокой и на различных станциях варьировала от

0,3 до 1,9 тыс. экз./м³, значения биомассы колебались в пределах от 260 до 1350 мг/м³, в среднем численность и биомасса составляли 0,7 тыс. экз./м³ и 560 мг/м³, соответственно.

На лицензионном участке «Дерюгинский» в августе 2016 г. численность зоопланктона изменялась в широких пределах от 0,46 до 150,34 тыс. экз./м³, в среднем – 19,60 тыс. экз./м³. Биомасса зоопланктона варьировала также в широких пределах и была распределена на станциях неравномерно, изменяясь в диапазоне от 167 мг/м³ до 8562 мг/м³, в среднем – 1234,2 мг/м³.

Численность и биомасса зоопланктона в районе исследований значительно изменялись в пределах лицензионного участка «Южно-Лунский» в 2015 г. [1]. Численность зоопланктона по данным тотальных ловов от дна до поверхности на разных станциях колебалась от 5,4 до 19,3 тыс. экз./м³, биомасса – от 267 до 1124 мг/м³, в среднем численность и биомасса зоопланктона составляли 11,9±0,8 тыс. экз./м³ и 616±56 мг/м³, соответственно. Численность и биомасса зоопланктона в поверхностном слое, по данным горизонтальных ловов, были значительно ниже, чем по данным тотальных ловов, и составляли 3,5±0,3 тыс. экз./м³ и 105±10 мг/м³.

Зоопланктон прибрежных вод восточно-сахалинского шельфа до глубины 50 м, включая район Лунского месторождения [6], характеризуется значительным таксономическим богатством и разнообразием. Идентифицировано 86 видов голопланктона. Наиболее богато представлены веслоногие

Таблица 4. Основные количественные показатели таксономических групп зоопланктона шельфовой зоны Западно-Шмидтовского участка в 2006 году / **Table 4.** Main quantitative indicators of taxonomic groups of zooplankton of the shelf zone of the West Schmidt site in 2006

No	Группы организмов	Численность, экз./м ³		Биомасса, мг/м ³		Количество видов	
		Верхн.	Нижн.	Верхн.	Нижн.	Верхн.	Нижн.
1	<i>Amphipoda</i>	0,2	0,1	1,148	0,727	2	1
2	<i>Bivalvia</i>	370,6	26,8	3,706	0,268	1	1
3	<i>Chaetognatha</i>	34,3	22,7	45,371	28,15	1	1
4	<i>Cirripedia</i>	198,9	74	36,191	23,551	2	2
5	<i>Cladocera</i>	692,5	17	14,318	0,311	2	2
6	<i>Coelenterata</i>	93	3,5	173,978	3,68	5	5
7	<i>Copepoda</i>	49646,5	4226,7	1808,929	324,815	24	21
8	<i>Cumacea</i>	0	0	0,059	0	1	0
9	<i>Decapoda</i>	0,3	0,1	0,497	0,117	3	5
10	<i>Echinodermata</i>	192,6	15,4	1,926	0,154	2	1
11	<i>Euphausiacea</i>	386,5	61,3	34,16	32,041	1	1
12	<i>Foraminifera</i>	3,4	1,8	0,051	0,028	1	1
13	<i>Gastropoda</i>	2281,7	138,8	114,087	6,938	1	1
14	<i>Isopoda</i>	3,9	0,5	5,91	0,771	1	1
15	<i>Pisces</i>	0,5	0,1	0,986	0,079	2	1
16	<i>Polychaeta</i>	28	27,1	1,399	1,357	2	4
17	<i>Protozoa</i>	129,5	13,2	0,363	0,037	2	2
18	<i>Pteropoda</i>	433,3	59,6	49,645	8,29	2	2
19	<i>Rotatoria</i>	193,2	0,4	0,541	0,001	1	1
20	<i>Tunicata</i>	63,3	2,3	1,201	0,031	2	2
Всего		54752,20	4691,40	2294,47	431,35	58	55
Корреляция		1,000		0,988		0,983	

Таблица 5. Фаунистический состав и основные количественные характеристики зоопланктона на различных участках / **Table 5.** Faunal composition and main quantitative characteristics of zooplankton at various sites

No	Группа	Численность, экз./м ³			Биомасса, мг/м ³		
		Западно-Шмидтовский	Дерюгинский	Южно-Кириновское	Западно-Шмидтовский	Дерюгинский	Южно-Кириновское
	Год	2006	2021	2018	2006	2021	2018
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Amphipoda</i>	0,15	0,1	4	0,9375	1,283	16,09
2	<i>Bivalvia</i>	198,7	3	5	1,987	0,018	0,11
3	<i>Chaetognatha</i>	28,5	2	4	36,7605	28,14	13,25
	<i>Ciliophora</i>		3			0,023	
4	<i>Cirripedia</i>	136,45	137		29,871	1,633	
5	<i>Cladocera</i>	354,75			7,3145		
6	<i>Coelenterata</i>	48,25			88,829		
7	<i>Copepoda</i>	26936,6	5249	4882	1066,872	150,397	466,027
	<i>Ctenophora</i>		0,1			2,441	
8	<i>Cumacea</i>	0	3		0,0295	52,447	
9	<i>Decapoda</i>	0,2	5	0,3	0,307	1,354	0,01
10	<i>Echinodermata</i>	104	26		1,04	0,079	
11	<i>Euphausiacea</i>	223,9	1098	1	33,1005	36,362	8,9
12	<i>Foraminifera</i>	2,6			0,0395		
13	<i>Gastropoda</i>	1210,25	48	2,8	60,5125	2,874	0,08
	<i>Hydrozoa</i>		7	2		6,482	0,05
14	<i>Isopoda</i>	2,2	3		3,3405	1,174	
	<i>Mysidacea</i>			1			0,001
15	<i>Pisces</i>	0,3			0,5325		
16	<i>Polychaeta</i>	27,55	76		1,378	1,519	
17	<i>Protozoa</i>	71,35			0,2		
18	<i>Pteropoda</i>	246,45	1	0,2	28,9675	5,847	0
19	<i>Rotatoria</i>	96,8	12		0,271	0,033	
20	<i>Tunicata</i>	32,8	3	0,4	0,616	0,069	0,01
	Всего	29721,80	6676,20	4902,70	1362,906	292,175	504,528
	Корреляция по участкам	1 - 2	1 - 3	2 - 3	1 - 2	1 - 3	2 - 3
		0,978	0,999	0,978	0,917	0,997	0,967

рачки (*Copepoda*) – не менее 40 видов и гидромедузы (*Cnidaria*, *Hydrozoa*) – 19 видов. Другие группы голопланктона (*Pteropoda*, *Chaetognatha*, *Appendicularia*, *Ctenophora*, *Euphausiacea*, *Hyperiidia*, *Cladocera*) представлены двумя-тремя видами каждая. Средняя численность в осенний период 2012 г. составила 9,121 тыс. экз./м³ и биомасса – 164,9 мг/м³.

Основу зоопланктона на северо-восточном шельфе Сахалина в районе Кириновского ГКМ в октябре-ноябре 2014 г. [7] определяли глубоководные и эврибатные виды, с примесью прибрежных и эпипелагических. Зоопланктон исследуемой акватории в октябре-ноябре 2014 г. был представлен 40 обычными для данного района формами, преобладали копеподы, как по численности (92,25% общей средней), так и по биомассе (71,18%). Общая биомасса зоопланктона колебалась на разных станциях в пределах от 200,7 до 4852,7 мг/м³, а численность варьировала от 990 экз./м³ до 19855 экз./м³.

Численность зоопланктона в верхнем слое акватории Западно-Шмидтовского участка составила в среднем 54752 экз./м³, изменяясь по станциям от 35015 до 120607 экз./м³ (табл. 4). По численности преобладали веслоногие раки – до 49646 экз./м³ и, в меньшей степени, пелагические личинки брюхоногих, двусторчатых моллюсков – 2652 экз./м³ и кладоцер – 692 экз./м³. Общая биомасса зоопланктона в верхнем

слое составила 2294,46 мг/м³. Разброс значений биомассы наблюдался в пределах от 1735,5 до 4492,7 мг/м³. Численность зоопланктона в придонном горизонте составила в среднем 4691 экз./м³, что практически на порядок ниже, чем в приповерхностном. Предельные значения численности зоопланктона по станциям варьировали от 504 до 23194 экз./м³. Биомасса нижнего слоя также была значительно меньше, чем верхнего, при разбросе значений от 25,33 до 2276 мг/м³, среднее значение не превысило 431,35 мг/м³.

Несмотря на значительную разницу в количественном составе зоопланктона, в нижней и верхней зонах качественная структура является практически однородной, что подтверждают высокие коэффициенты корреляции.

Исследования зоопланктона Южно-Кириновского ГКМ в 2018 г. (табл. 5) показали значительное видовое разнообразие с абсолютным доминированием голопланктонных форм – около 95% от общего числа видов и практически 100% от общей численности и биомассы зоопланктона. Основу проб составляла крупная и средняя фракции, представленные массовыми видами дальневосточных морей. Доля некротического планктона, представленного отмершими организмами, не превышала 4,6% от общей численности. Средняя биомасса зоопланктона в поверхностном слое составляет 0,556 г/м³, в придонном – 0,369 г/м³.

На Дерюгинском участке в 2021 г., как по видовому составу, так и по численности/биомассе, на участке исследований преобладал рачковый голопланктон, представленный в основном копеподами и эвфаузиевыми раками (табл. 5). Причем, в обеих группах наблюдалось активное размножение и доминирование в уловах икры, науплиусов и младших копепоидных стадий. Среди копепод наиболее массовыми были представители надшельфового комплекса – *Metridia okhotsensis* и *Calanus glacialis*. У обоих видов в это время преобладали неполовозрелые стадии. Доминирующая метридия формировала 19,6% (57,36 мг/м³) от общей биомассы зоопланктона при численности 31 экз./м³ (0,5%).

Корреляционный анализ структуры зоопланктона, собранного на различных участках шельфа северо-восточного и северного Сахалина в разные годы, показывает практически абсолютную идентичность в структуре зоопланктона.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: В.Б. Воронков – идея статьи, сбор и анализ данных, подготовка статьи; О.А. Давыдова – подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: V.B. Voronkov – formulation of the idea of the article and the direction of the work, preparation; processing and analysis of data; article preparation. O.A. Davydova – article preparation

Продолжение в следующем номере журнала

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

- Белан, Л.С. Сообщества макрозообентоса в районе трассы морского трубопровода Лунского месторождения (шельф северо-восточного Сахалина) / Л.С. Белан, Т.А. Белан, Б.М. Борисов и др. // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 171. – С. 175-185.
- Belan, L.S. Communities of macrozoobenthos in the area of the route of the Lunskeye field offshore pipeline (shelf of northeastern Sakhalin) / L.S. Belan, T.A. Belan, B.M. Borisov et al. // Izv. TINRO. – 2012. – Vol. 171. – Pp. 175-185.
- Волков, А. Ф. Среднедолгосрочные характеристики зоопланктона Охотского и Берингова морей и СЗТО (Межгодовые и сезонные значения биомассы, доминирование) / А.Ф. Волков // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 152. – С. 253-270.
- Volkov, A. F. Average long-term characteristics of zooplankton of the Okhotsk and Bering Seas and NWTO (Interannual and seasonal values of biomass, dominance) / A.F. Volkov // Izvestiya TINRO. – 2008. – Vol. 152. – Pp. 253-270.
- Горбатенко, К.М. Структура планктонных сообществ эпипелагиали Охотского моря в летний период // Изв. ТИНРО. – 1990. – Т. 111. – С. 103-113.
- Gorbatenko, K.M. Structure of plankton communities of the epipelagic Sea of Okhotsk in the summer period // Izv. TINRO. – 1990. – Vol. 111. – Pp. 103-113.
- Захарков, С.П. Содержание хлорина в морских осадках как индикатор палеопродуктивности / С.П. Захарков, А.А. Босин, С.А. Горбаренко // Вестник ДВО РАН. – 2007. – № 1. – С. 52-58.
- Zakharkov, S.P. The content of chloride in marine sediments as an indicator of paleoproductivity / S.P. Zakharkov, A.A. Bosin, S.A. Gorbarenko // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. – 2007. – No. 1. – Pp. 52-58.
- Киселев, И.А. Фитопланктон дальневосточных морей как показатель особенностей их гидрологического режима // Труды ГОИ, 1947. – 1(13). – С. 189-212.
- Kiselev, I.A. Phytoplankton of the Far Eastern seas as an indicator of the peculiarities of their hydrological regime // Proceedings of the GOI, 1947. – 1(13). – Pp. 189-212.
- Комплексные морские инженерные изыскания для разработки проекта по объекту: «Обустройство Киринского ГКМ». – Южно-Сахалинск, 2012. – 259 с.
- Complex marine engineering surveys for the development of a project for the object: "Arrangement of the Kirinsky gas station". – Yuzhno-Sakhalinsk, 2012. – 259 p.
- Комплексные морские инженерные изыскания для разработки проекта по объекту: «Обустройство Киринского ГКМ». 2012. г. Южно-Сахалинск. 259 с.
- Complex marine engineering surveys for the development of the project for the object: "Arrangement of the Kirinsky gas station". 2012. Yuzhno-Sakhalinsk. – 259 p.
- Маркина, Н.П. Количественное распределение планктона и бентоса в Охотском море. / Н.П. Маркина, В.И. Чернявский // Известия ТИНРО, 1984. Т. 106. – С. 109-119.
- Markina, N.P. Quantitative distribution of plankton and benthos in the Sea of Okhotsk. / N.P. Markina, V.I. Chernyavsky // Izvestiya TINRO, 1984. Vol. 106. – Pp. 109-119.
- Микаэлян, А.С. Вертикальная структура фитопланктонных сообществ в Беринговом и Охотском морях. Комплексные исследования экосистемы Берингова моря; ред. В. В. Сапожников. / А.С. Микаэлян, М.В. Вентцель, Е.Е. Кокуркина – М.: Изд-во ВНИРО, 1995.
- Mikaelyan, A.S. Vertical structure of phytoplankton communities in the Bering and Okhotsk Seas. Complex studies of the Bering Sea ecosystem: ed. by V. V. Sapozhnikov. / A.S. Mikaelyan, M.V. Ventzel, E.E. Kokurkina – M.: VNIRO Publishing House, 1995.
- Смирнова, Л.И. Фитопланктон Охотского моря и Прикурильского района // Биологические исследования моря: Труды ИО.АН СССР, 1959. – Т. XXX. – С. 3-51.
- Smirnova, L.I. Phytoplankton of the Sea of Okhotsk and Prikurilsky district // Biological studies of the sea: Proceedings of IO. USSR Academy of Sciences, 1959. – Vol. XXX. – Pp. 3-51.
- Сорокин, Ю.И. Первичная продукция и гетеротрофный микропланктон в Охотском море / Ю.И. Сорокин, П.Ю. Сорокин, О.В. Сорокина, Т.И. Мамаева // Журнал общей биологии. – 1995. Т. 5. – № 5. – С. 603-628.
- Sorokin, Yu.I. Primary production and heterotrophic microplankton in the Sea of Okhotsk / Yu.I. Sorokin, P.Yu. Sorokin, O.V. Sorokina, T.I. Mamaeva // Journal of General Biology. -1995. Vol. 5– No. 5. – Pp. 603-628.
- Поисково-оценочная скважина № 1 Южно-Лунской площади. Технический отчет о выполненных инженерно-экологических изысканиях. – Москва, 2015. – 279 с.
- Prospecting and evaluation well No. 1 of the Yuzhno-Lunskeya square. Technical report on the performed engineering and environmental surveys. – Moscow, 2015. – 279 p.
- Программа морских комплексных инженерных изысканий на лицензионном участке, включающем месторождение Кайганско-Васюканское-море. – Южно-Сахалинск. – 289 с.
- The program of marine integrated engineering surveys at the license area, including the Kaigansko-Vasyukanskoe-Sea deposit. – Yuzhno-Sakhalinsk. – 289 p.
- Шунтов, В.П. Биология дальневосточных морей России. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2001. – Том 1. – 580 с.
- Shuntov, V.P. Biology of the Far Eastern seas of Russia. – Vladivostok: TINRO-center, 2001. – Volume 1. – 580 p.
- Шунтов, В.П., Волков А.Ф., Долганова Н.Т. и др. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанский лососей. Сообщение 2. Состав, запасы и динамика зоопланктона и мелкого нектона – кормовой базы тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 160. – С. 185-208
- Shuntov, V.P., Volkov A.F., Dolganova N.T., etc. To substantiate the ecological capacity of the Far Eastern seas and Subarctic Pacific for pasture cultivation of Pacific salmon. Message 2. Composition, stocks and dynamics of zooplankton and small necton – the food base of Pacific salmon // Izv. TINRO. – 2010. – Vol. 160. – Pp. 185-208
- Шунтов, В.П. Результаты мониторинга и экосистемного изучения биологических ресурсов дальневосточных морей России (1998-2002 гг.) / В.П. Шунтов, Л.Н. Бочаров, Е.П. Дулепова, А.Ф. Волков и другие // Известия ТИНРО. – 2003. – Т. 132. – С. 3-27.
- Shuntov, V.P. Results of monitoring and ecosystem study of biological resources of the Far Eastern seas of Russia (1998-2002) / V.P. Shuntov, L.N. Bocharov, E.P. Dulepova, A.F. Volkov and others // Izvestiya TINRO. – 2003. – Vol. 132. – Pp. 3-27.