

УДК 574.583(265.54)

Н.Т. Долганова, В.В. Надточий

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАНКТОНА В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

*По материалам планктонных съемок в 2003-2013 гг. в зал. Петра Великого выявлено, что максимальная концентрация планктона повсеместно наблюдается в весенне-летний период – в среднем 1280 мг/м^3 – в 1,4 раза выше, чем в осенне-зимний период. Общий запас зоопланктона максимален в летний период – 630,7 тыс. т, что на 209 тыс. т больше, чем в весенний период. По сравнению с началом 2000-х гг. количество планктона во всех ландшафтных зонах увеличилось в 1,2-2,5 раза, достигнув максимума в 2011-2012 гг. за счет постепенного роста численности главного биомассообразующего вида – *Pseudocalanus newmani*. Рекордное снижение его численности в заливе в 2013 г. вызвало уменьшение общей биомассы планктона на 20 %.*

Ключевые слова: фитопланктон, зоопланктон, численность, биомасса, запас, группировки.

N.T. Dolganova, V.V. Nadtochy

DYNAMICS OF QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF PLANKTON IN THE DIFFERENT AREAS OF THE PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

*According to the materials of plankton surveys in 2003-2013 yy. in the Peter the Great Bay revealed that the maximum concentration of plankton observed everywhere in the spring-summer period – an average of 1280 mg/m^3 – in 1,4 times higher than in the autumn-winter period. The total stock of zooplankton maximum is in summer – 630,7 thousand tons, – it more than 209 thousand tons of spring. Compared with the beginning of the 2000-th the amount of plankton in all landscape ones increased in 1,2-2,5 times, peaking in 2011-2012 yy. due to the gradual growth of the main biomass forming species, – *Pseudocalanus newmani*. Record decline of its population in 2013 caused a decrease of total plankton biomass by 20%.*

Key words: phytoplankton, zooplankton, abundance, biomass, stock, grouping.

Введение

Мониторинг состояния планктонных сообществ в заливе проводится в последнее десятилетие с целью оценки изменчивости кормовой базы обитающих здесь рыб и кальмаров. Известно, что зоопланктон зал. Петра Великого отличается самыми высокими в Японском море концентрациями на единицу объема [1]. Пространственное распределение общего количества зоопланктона и его массовых видов неоднородно: минимальные концентрации отмечаются в открытых водах залива, особенно – в юго-западной части, максимальные – в мелководных районах, особенно – в Амурском заливе [1, 2]. В Амурском зал. на межгодовую изменчивость общей биомассы более всего влияет тип термического режима: в годы «холодного» типа концентрация зоопланктона всегда значительно выше, чем в годы «теплого» типа [3].

Целью настоящей работы является оценка изменчивости структуры, общего количества и пространственного распределения зоопланктона в зал. Петра Великого, его запасов и особенностей сезонной и межгодовой динамики в различных ландшафтных зонах.

Объекты и методы исследований

Материалом для работы послужили пробы зоопланктона, собранные по всей акватории зал. Петра Великого в различные сезоны 2002-2013 гг. на мотоботах ТИНРО-Центра. Обловы планктона проводились большой сетью Джели (с площадью входного отверстия $0,1 \text{ м}^2$ и капроновым фильтрующим конусом с ячейей $0,168 \text{ мм}$). Большая часть проб (90 %) собрана в

дневное время в пределах 200-метровой изобаты тотально от дна до поверхности, меньшая – за пределами шельфа в верхнем 200-метровом слое. Всего собрано 2490 проб, большая их часть – в летнее время, 51 %.

Обработка планктона проводилась в соответствии с общепринятыми методиками [4, 5], с применением методов фракционной обработки (МФ – мелкая фракция с животными менее 1,2 мм; СФ – средняя фракция 1,2-3,3 мм; КФ – крупная фракция с животными более 3,3 мм) и использования поправочных коэффициентов на уловистость сети Джеди (от 1 до 10 – для разных планктеров, отличающихся размерами и степенью подвижности) [6].

При оценке пространственного распределения планктона применяли выделенные ранее [7] ландшафтные зоны: неритическую с глубинами менее 10 м, верхнешельфовую с глубинами 11-50 м, нижнешельфовую с глубинами 51-210 м и глубоководную (более 210 м), а также биостатистические районы площадью от 0,15 до 2,64 тыс. км² [8] (рис. 1).

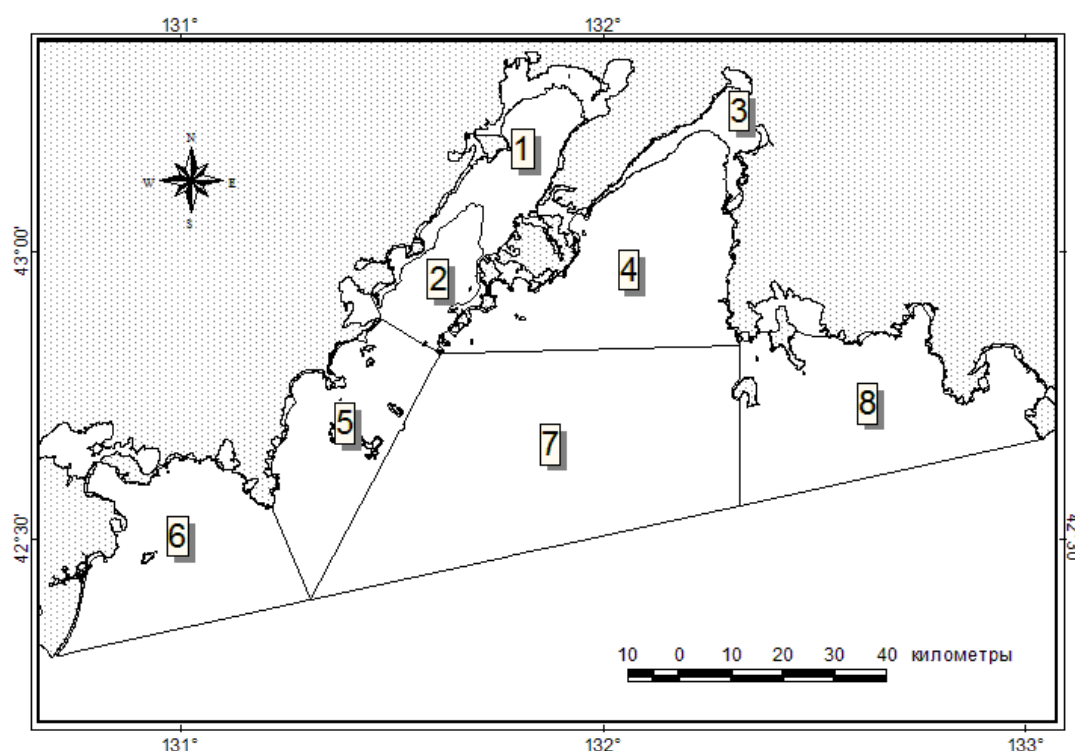


Рис. 1. Биостатистические районы зал. Петра Великого
Fig. 1. Biostatistical areas of Peter the Great Bay

Результаты и их обсуждение

Численность зоопланктона в заливе составляет в среднем 31 тыс. экз./м³, от 3,88 тыс. экз./м³ – зимой, до 39-43 тыс. экз./м³ – в теплый период года. Во все сезоны общая плотность планктона существенно снижается по мере удаления от берега: от максимальной в неритической зоне – в среднем 55 тыс. экз./м³ до минимальной в глубоководной зоне – в среднем 2,26 тыс. экз./м³. Характер сезонной изменчивости численности планктона в водах верхнего шельфа аналогичен таковой в неритической зоне, а в водах нижнего шельфа – глубоководной (рис. 2).

Общая **биомасса** сестона (вместе фито- и зоопланктон) в заливе также уменьшается по мере удаления от берега от 2130 мг/м³ в неритической зоне до 615 мг/м³ – в глубоководной. Один из пиков сезонного обилия планктона во всех ландшафтных зонах приходится на летний период, второй – на весенний или осенний (рис. 3).

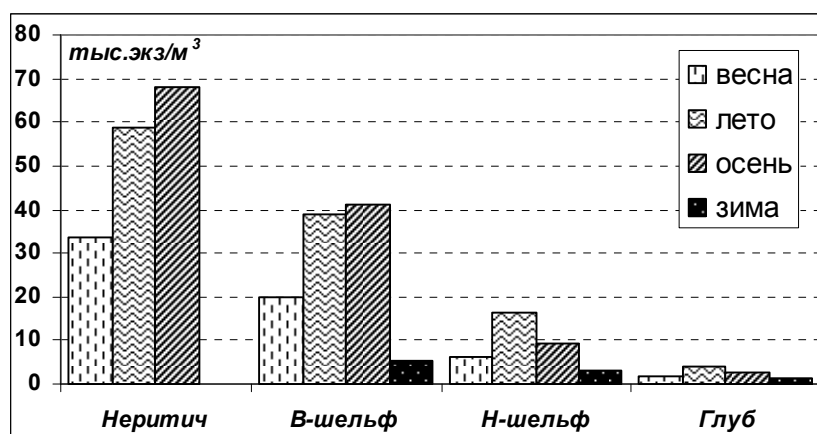


Рис. 2. Сезонная изменчивость общей численности зоопланктона по ландшафтным зонам
 Fig. 2. Seasonal variability of total zooplankton abundance in the landscaped areas

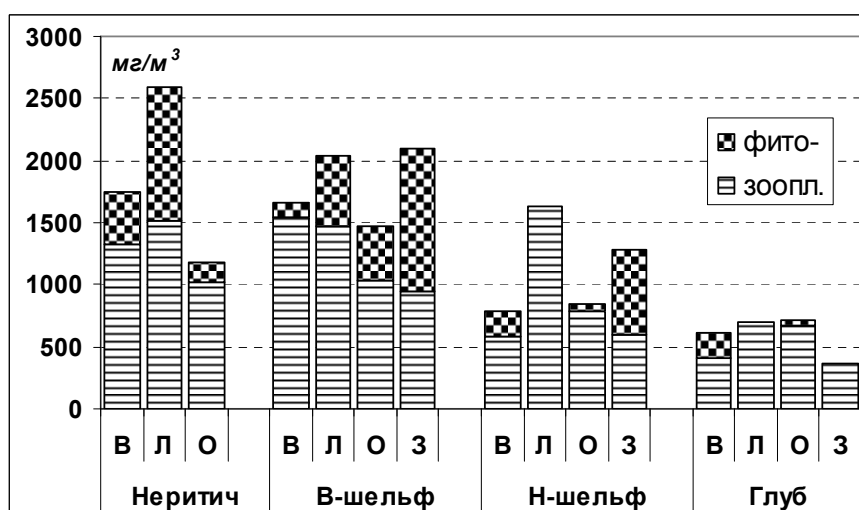


Рис. 3. Сезонная изменчивость общей биомассы сестона в различных ландшафтных зонах
 Fig. 3. Seasonal variability of the total biomass of seston in different landscape zones

Средняя биомасса сетного фитопланктона в заливе составляет от 190 мг/м³ в апреле-мае до 690 мг/м³ в декабре. Летнее «цветение» немногим уступает зимнему, составляя в среднем 560 мг/м³. В осенний период средняя биомасса микроводорослей вдвое ниже летней. В открытых водах залива осеннее «цветение» кратковременно и локально. В прибрежных районах пятна «цветения» фитопланктона присутствуют в планктоне во все сезоны, составляя существенную часть общей биомассы – в среднем 26 %. Максимальные биомассы фитопланктона отмечаются в Амурском зал. в весенне-летний период и в юго-западной части зал. Петра Великого – в осенне-зимний период.

Общая биомасса зоопланктона в заливе составляет в среднем 1250 мг/м³. В течение года наибольшие концентрации планктона отмечаются на акватории в пределах 50-метровой изобаты, т.е. в неритической зоне и зоне верхнего шельфа – около 1400 мг/м³, в 1,5 раза больше, чем в зоне нижнего шельфа, и почти втрое больше, чем в глубоководной зоне. В теплое время года общая биомасса в заливе в среднем на 30 % выше, чем в холодное. На большей части акватории величина общей биомассы в теплое время года превышает 1000 мг/м³, а в холодное – 750 мг/м³, при этом в течение всего года максимальные биомассы отмечаются в заливах

второго порядка – Амурском и Уссурийском – в среднем 1455 мг/м³. За пределами этих заливов концентрация планктона вдвое ниже, а в глубоководной зоне – минимальна.

Размерный состав зоопланктона в заливе характеризуется повышенными значениями биомассы мелкой фракции (МФ) по сравнению с прилегающими водами северо-западной части Японского моря [9]. В теплый период года МФ здесь абсолютно доминирует, формируя около 2/3 общей биомассы и 90 % численности. Пространственное распределение разноразмерного планктона в заливе такое же, как и во всем море: по мере удаления от берегов постепенно снижается концентрация мелкого и увеличивается концентрация крупного (КФ) планктона [9, 1].

Запасы зоопланктона в различных статистических районах залива варьируют от 4,3 до 319,5 тыс. т. Западная (районы 1, 2, 5 и 6) и восточная (районы 3, 4, 7 и 8) части залива отличаются разным количеством планктона на единицу площади. В западной части общий запас зоопланктона и весной и летом составляет 92-96 тыс. т, или 35,23 тыс. т/км². В восточной части общий запас зоопланктона в 4-6 раз больше, а концентрация планктона на единицу площади в 2-3 раза больше: 62,4 тыс. т/км² весной и 107,3 тыс. т/км² летом. В крупных заливах второго порядка – Амурском и Уссурийском – запасы планктона в теплый период года составляют около 40 и 83 тыс. т соответственно. Общий запас зоопланктона в зал. Петра Великого составил 422 тыс. т весной и 631 тыс. т летом.

Среди многообразия форм зоопланктона – более 100 видов голопланктона [10] и более 100 таксонов различного ранга меропланктона [11, 12], основу его биомассы во все сезоны составляют копеподы (61 %) и щетинкочелюстные (22 %). Их концентрация и доля в планктоне заметно меняются как в пространстве (по ландшафтным зонам), так и во времени (в сезонном аспекте). У копепод больше выражена сезонная изменчивость их общего количества (804 мг/м³ и 442 мг/м³ соответственно в теплый и холодный периоды года), а у щетинкочелюстных – пространственная, с максимальным количеством в шельфовой зоне и минимальным – в неритической. Другие группы планктона в заливе отличаются неравномерностью пространственного распределения, входя в состав различных трансконтинентальных группировок: кладоцеры, гидромедузы и меропланктон тяготеют к прибрежным водам, а эвфаузииды и гиперииды – к открытым водам (таблица).

Состав и биомасса (мг/м³) планктона в весенне-летний период
Composition and biomass (mg/m³) of plankton in the spring-summer period

Состав планктона	Биотопическая х-ка*	Неритические	В-шельф	Н-шельф	Глуб.	В средн.
1	2	3	4	5	6	7
Copepoda		963,25	896,31	760,84	255,91	834,91
<i>Calanus glacialis</i>	ДН	33,9	68,33	40,56	5,08	52,35
<i>Calanus pacificus</i>	ОК	5,29	6,24	15,65	0,62	7,59
<i>Neocalanus cristatus</i>	ОК	0,15	3,71	19,42	35,85	8,56
<i>Neocalanus plumchrus</i>	ОК	4,14	114,55	337,17	139,69	142,62
<i>Eucalanus bungii</i>	ОК	0,02	1,35	4,15	7,15	2,1
<i>Pareuchaeta japonica</i>	ОК	0,1	0,03	1,75	3,87	0,67
<i>Gaidius variabilis</i>	ОК	-	-	0,01	0,18	0,01
<i>Metridia okhotensis</i>	ДН	-	-	0,36	-	0,07
<i>Metridia pacifica</i>	ОК	0,5	7,73	33,21	23,77	12,8
<i>Oithona similis</i>	ШР	45,61	54,99	24,96	7,91	43,98
<i>Oithona brevicornis</i>	Н	95,64	28,64	1,2	-	32,47
<i>Oithona atlantica</i>	ОК	0,07	0,28	0,15	0,07	0,2
<i>Oncaea borealis</i>	ОК	0,21	0,77	1,48	1,24	0,85

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
<i>Oncaea conifera</i>	OK	0,01	0,15	-	-	0,08
<i>Scolecithricella minor</i>	OK	0,03	0,28	2,41	6,7	1,12
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	OK	0,11	0,1	0,15	0,12	0,12
<i>Centropages tenuiremis</i>	H	4,11	2,44	0,18	-	2,09
<i>Centropages abdominalis</i>	H	2,39	1,21	0,04	-	1,09
<i>Pseudocalanus minutus</i>	ДН	2,55	13,89	11,29	1,07	10,52
<i>Pseudocalanus newmani</i>	ШП	339,8	436,56	246,03	19,79	351,95
<i>Pseudocalanus acuspes</i>	H	0,14	0,23	1,18	-	0,39
<i>Sinocalanus tenellus</i>	H	0,79	0,12	0,25	-	0,25
<i>Paracalanus parvus</i>	OK	15,6	16,7	4,23	0,03	12,8
<i>Tortanus discaudatus</i>	H	2,61	3,23	0,65	-	2,37
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	H	27,74	10,23	0,16	-	10,45
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	OK	-	0,02	0,12	0,18	0,05
<i>Microsetella rosea</i>	OK	0,38	0,54	0,11	0,32	0,41
<i>Harpacticoida- fam.spp.</i>	H	8,61	3,24	0,26	-	3,32
<i>Labidocera bipinnata</i>	H	3,41	1,62	-	-	1,48
<i>Labidocera japonica</i>	H	0,32	0,14	0,03	-	0,14
<i>Epilabidocera longipedata</i>	H	0,01	0,12	0,01	-	0,07
<i>Eurytemora herdmani</i>	H	0,46	0,13	0,01	-	0,15
<i>Eurytemora pacifica</i>	H	5,19	1,68	-	-	1,82
<i>Eurytemora sp.</i>	H	0,3	0,09	0,06	-	0,12
<i>Acartia tumida</i>	H	15,3	13,69	0,36	-	10,29
<i>Acartia pacifica</i>	H	95,25	4,23	-	-	18,59
<i>Acartia clause</i>	ШП	224,12	59,01	0,3	0,02	71,07
<i>Acartia longiremis</i>	H	6,77	3,83	0,05	0,01	3,3
<i>Acartia stelleri</i>	H	0,02	0,05	0,35	-	0,1
<i>Copepoda subcl.spp.</i>	H	0,03	0,07	0,01	-	0,05
<i>Copepoda – nauplii</i>		21,57	36,08	12,53	2,24	26,44
Amphipoda		4,06	17,89	32,23	25,3	19,06
<i>Themisto japonica</i>	OK	1,94	15,46	30,77	22,42	16,75
<i>Primno macropa</i>	OK	-	0,03	0,27	2,86	0,37
<i>Vibilia australis</i>	OK	-	0,04	0,02	-	0,03
<i>Gammaridae fam.spp</i>	H	1,99	1,88	0,22	0,02	1,43
<i>Caprellidae fam.spp.</i>	H	0,13	0,48	0,95	-	0,48
Euphausiacea		4,08	2,24	18,63	45,31	7,93
<i>Euphausia pacifica</i>	OK	3,99	0,75	3,41	13,68	2,75
<i>Thysanoessa longipes</i>	OK	-	0,3	6,12	13,39	1,36
<i>Thysanoessa raschii</i>	ДН	-	0,09	2,04	17,32	1,7
<i>Thysanoessa inermis</i>	ДН	-	0,75	6,79	0,63	1,84
<i>Furcilia, Calyptopsis, Nauplii</i>		0,09	0,35	0,27	0,29	0,28
Chaetognatha cl.spp	ШП	130,6	379,8	137,7	139,9	271,3
Tunicata		29,78	41,84	13,96	1,01	31,21
<i>Oikopleura sp.</i>	ШП	22,59	37,85	13,88	1,01	27,77
1	2	3	4	5	6	7
<i>Fritillaria sp.</i>	ШП	7,19	3,99	0,08	-	3,46
Pteropoda		0,02	1,44	0,94	1,49	1,1
<i>Clione limacine</i>	ШП	-	0,33	0,63	1,1	0,38
<i>Limacina helicina</i>	ШП	0,02	1,11	0,31	0,39	0,72

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Cladocera		113,68	71,01	4,16	-	63,65
<i>Podon leuckartii</i>	Н	44,06	10,11	0,25	-	13,18
<i>Pleopsis polyphemoides</i>	Н	0,57	1,5	-	-	0,96
<i>Penilia avirostris</i>	Н	9,44	7,32	0,05	-	5,69
<i>Evadne nordmanni</i>	Н	73,89	47,1	3,68	-	39,53
<i>Pseudoevadne tergestina</i>	Н	8,72	4,98	0,18	-	4,29
Meroplankton		86,81	35,19	3,83	0,92	35,2
<i>Phoronidae – L</i>	Н	0,95	1,44	1,76	0,01	1,32
<i>Cirripedia (Balanus – N)</i>	Н	10,75	2,17	0,04	-	3,05
<i>Bivalvia – L</i>	Н	13,15	6,5	0,48	0,01	5,95
<i>Gastropoda – L</i>	Н	31,8	9,45	0,41	0,25	10,77
<i>Polychaeta – L</i>	Н	23,08	11,43	0,9	0,47	10,5
<i>Echinodarmata – L</i>	Н	2,79	1,96	0,08	0,15	1,59
<i>Decapoda (Brachyura) – L</i>	Н	4,29	2,24	0,16	0,03	2,02
Medusae		106,12	18,41	3,33	3,93	29,28
<i>Aglantha digitale</i>	ШП	0,01	0,12	0,54	2,86	0,38
<i>Obelia longissima</i>	Н	3,59	1,89	-	-	1,66
<i>Euphysa aurata</i>	Н	5,54	0,78	-	-	1,37
<i>Euphysa flammea</i>	Н	39,8	0,99	-	-	7,34
<i>Corymorpha tubulosa</i>	Н	6,3	0,18	-	-	1,17
<i>Rathkea octopunctata</i>	Н	32,56	8,5	-	-	10,28
<i>Hydromedusae cl.spp.</i>	Н	18,32	5,95	2,79	1,07	7,08
Ctenophora (Beroe cucumis)	Н	38,17	5,33	0,54	0,1	9,58
Siphonophora	Н	0,02	0,04	0,02	0,37	0,05
Decapoda (Caridea) – L	Н	8,39	10,84	2,2	1,25	7,99
Mysidacea ord.spp.	Н	1,34	4,16	6,51	0,63	3,91
Isopoda ord.spp.	Н	0,01	0,02	1,08	0,62	0,28
Ostracoda ord.spp.	ШП	0,82	0,7	0,09	0,44	0,58
Cumacea ord.spp.	Н	-	1,77	0,01	-	0,99
Foraminifera (Globigerina)	ШП	-	0,02	0,52	2,42	0,29
Прочие**		0,85	0,99	0,41	0,4	1,67
ВСЬ зоопланктон		1511	1488	987	480	1319
МФ		1197	787	316	61	710
СФ		98	142	126	77	127
КФ		216	559	545	342	482
Фитопланктон		786	392	135	170	391

Примечание. * биотопическая характеристика: Н – неритические виды, ДН – дальненеритические, ОК – океанические, ШП – широко распространенные.

** суммарно – группы планктона с биомассой менее 1 мг/м³: *Tintinnidae*, *Cypridina*, *Radiolaria*, *Nemertini*, *Bryozoa*, *Annelida*.

Ландшафтные группировки со специфическим набором видов – неритических, интерзональных и океанических – сохраняются во все сезоны, но соотношение видов в них заметно меняется в сезонном аспекте. Во все сезоны фаунистическое разнообразие зоопланктона постепенно уменьшается по мере удаления от берега. Наибольшее видовое разнообразие повсеместно наблюдается во второй половине лета и осенью, когда с теплыми южными течениями в залив заносятся представители субтропической фауны.

Методом кластерного анализа [13] выявлено, что летом в заливе формируются шесть относительно устойчивых биотопических группировок с высокими (более 80 %) коэффициентами сходства внутри каждой из них, и заметно меньшим сходством (35-50 %) между самими группировками (рис. 4). В большинстве случаев границы выделенных группировок соответствуют статистическим районам: I – южная часть Уссурийского зал. (район 4), II – открытые воды залива (районы 7 и 8), III – северная мелководная часть Уссурийского зал. (район 3), IV – зал. Посыет с прилегающими водами (район 6), V – южная часть Амурского зал. (районы 2 и 5), VI – северная мелководная часть Амурского зал. (район 1). Наиболее стабильны во времени группировки верхнешельфовых и открытых вод, наименее стабильны – прибрежные, число которых может варьировать от 5 до 10 [14] в теплое время года вследствие высокой динамики вод.

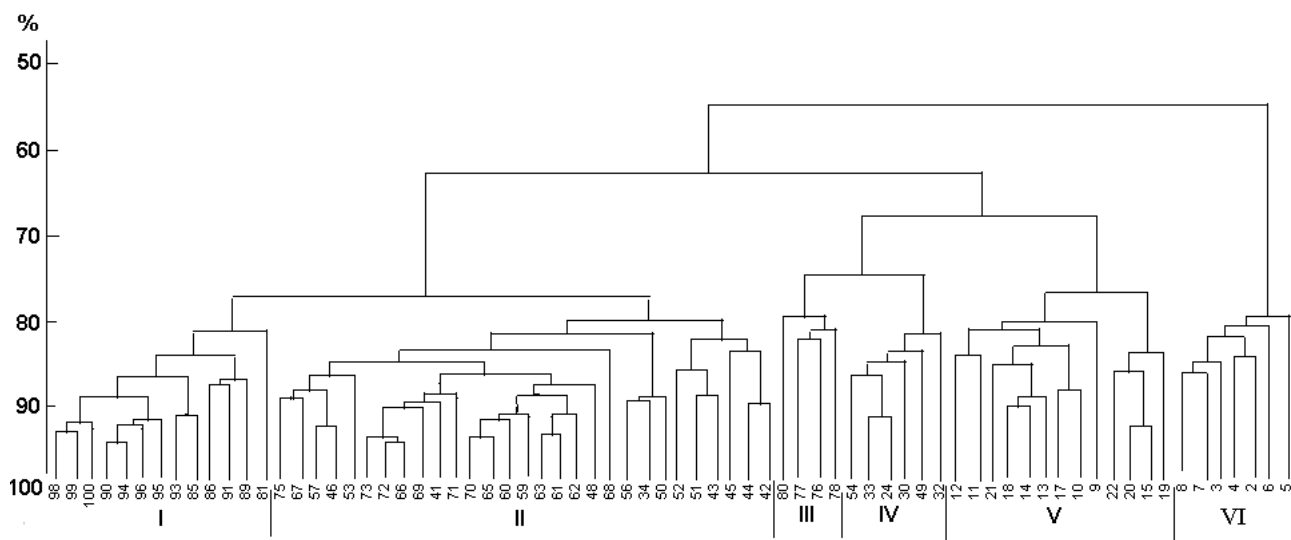


Рис. 4. Дендрограмма сходства видового состава зоопланктона в летний (июнь-июль) период в различных районах залива: 1-100 – номера станций, I-VI – группировки сходных по видовому составу станций
 Fig. 4. Dendrogram of similarity of species composition of zooplankton in the summer (June-July) period in the various parts of the Gulf: 1-100 – numbers of stations, I-VI – groupings of similar species composition

Сезонный ход развития планктона повсеместно в заливе характеризуется двумя-тремя пиками биомассы, среди которых лидирует летний, а второстепенными являются весенний (в прибрежных районах) и менее выраженный – осенний. Помимо двух доминирующих групп – копепод и щетинкочелюстных – в прибрежных районах существенную роль в формировании сезонных максимумов играют еще кладоцеры и меропланктон, составляя более 20 % по биомассе.

Известно, что для многих групп меропланктона характерны два максимума обилия: в конце весны-начале лета и в конце лета-начале осени, во время которых их численность достигает нескольких десятков тыс. экз./м³ [15, 16, 17]. По результатам наших съемок, наиболее изученным на сегодняшний день является меропланктон двух основных заливов второго порядка: Амурского и Уссурийского. По численности и видовому разнообразию здесь доминируют три группы: двустворчатые моллюски, десятиногие раки и многощетинковые черви. В Амурском зал. численность меропланктона (в среднем за год 3,65 тыс. экз./м³) вдвое выше, чем в Уссурийском, а в северных мелководных районах обоих заливов плотность личинок донных беспозвоночных втрое выше, чем в южных. В северных районах (1 и 3) в летний сезон отмечаются наибольшие концентрации личинок прибрежных видов крабов, а в южных

районах (2 и 4) постоянно встречаются личинки размножающихся здесь промысловых видов крабов: 4- и 5-угольного волосатого, краба-стригуна опилио и камчатского.

В открытых водах залива (районы 7 и 8) сезонная смена доминирующих групп меропланктона аналогична прибрежным районам, но отличительной чертой является повышенная концентрация личиночного планктона в холодное время года – в 2-3 раза выше, чем в теплое.

Межгодовая изменчивость планктона в заливе зависит от множества факторов, среди которых определяющими являются водообмен с открытыми водами и температурный режим. Изменчивость общей биомассы зоопланктона проявляется в изменчивости обилия самых массовых видов, в первую очередь – копепод. Большинство видов, слагающих эту группу планктона, а также представители других групп: амфипод, эвфаузиид, щетинкочелюстных, входящих в состав разных биотопических группировок – являются холодноводными. В годы, отличающиеся «холодным» типом термического режима, как правило, наблюдается более интенсивное развитие холодноводных видов зоопланктона [9, 18, 3].

Однако рост биомассы планктона, наметившийся с начала 2000-х гг. в северо-западной части моря, совпал по времени с периодом ослабления зимнего и летнего муссонов, что вызвало увеличение температуры поверхностного слоя и более интенсивное распространение теплых вод с южной части моря [19, 20]. При этом увеличение биомассы планктона произошло за счет интенсивного развития не только тепловодных, но и (в большей степени) холодноводных видов.

В описываемый период в зал. Петра Великого наблюдался постепенный рост общей биомассы планктона за счет более интенсивного развития обитателей всех биотопических группировок (рис. 5, а). В последние четыре года, относящиеся к «теплым» по термическому режиму в летний период, именно холодноводные виды планктона поддерживали тенденцию роста общей биомассы, и главная роль в этом принадлежала широко распространенному виду копепод *Pseudocalanus newmani* (рис. 5, б). Аномально высокая биомасса океанических видов *Neocalanus plumchrus* и *Sagitta elegans* в 2010 г. наблюдалась на фоне резкого уменьшения количества планктона других группировок и даже задержки роста общей биомассы (рис. 5, а).

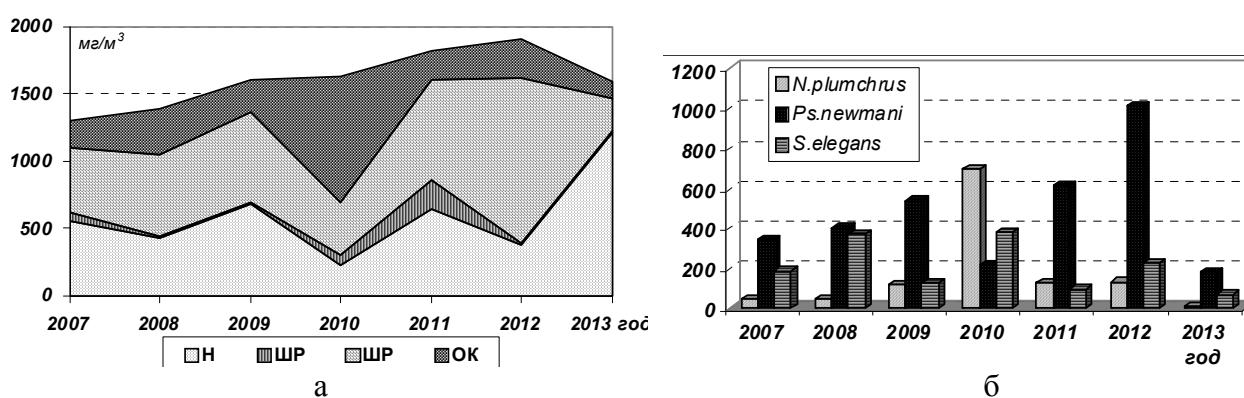


Рис. 5. Межгодовая изменчивость состава и общего количества зоопланктона (mg/m^3) в зал. Петра Великого в летний период. а - Н – неритические виды, Ш – шельфовые, ШР – широко распространенные, ОК – океанические, б - основные биомассообразующие виды
Fig. 5. Interannual variability of the composition and total zooplankton biomass (mg/m^3) in Peter the Great Bay in summer. а - Н – neritic species, Ш – shelf species, ШР – widespread species, ОК – oceanic species, б - dominant species

Самая значительная межгодовая изменчивость, свойственная неритическому планктону, развитие которого в большей степени зависит от изменчивости условий среды: интенсивности берегового стока, приливно-отливных течений, температуры и солености. В нерити-

ческой зоне размах межгодовых колебаний общей биомассы планктона варьирует от 800 до 2800 мг/м³ (рис. 6). Наиболее стабильные концентрации планктона из года в год отмечаются в зоне верхнего шельфа и в глубоководной зоне залива (рис. 6). Во всех районах общее количество планктона и его межгодовая динамика определяются интенсивностью развития массовых видов.

Причины межгодовой изменчивости доминирующих видов не выявлены, во всяком случае, тип года термическому режиму не является определяющим. Возможно, основную роль в формировании высоких концентраций крупных океанических видов копепод играют циклонические круговороты большого диаметра.

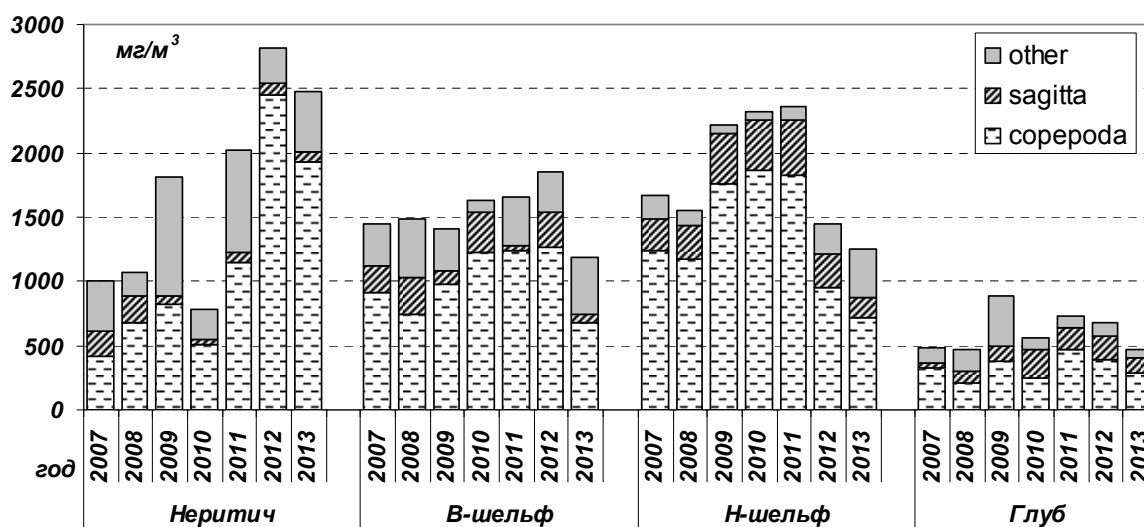


Рис. 6. Межгодовая изменчивость биомассы зоопланктона (мг/м³) в различных ландшафтных зонах зал. Петра Великого в летний период
 Fig. 6. The interannual variability of zooplankton biomass (mg/m³) in different landscape zones of the Peter the Great Bay in summer

Список литературы

1. Долганова Н.Т. Зоопланктон Японского моря как потенциальная кормовая база для пастбищного выращивания лососей // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 163. – С. 311-337.
2. Долганова Н.Т. Зимний зоопланктон российских вод Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2013. – Т. 172. – С. 145-164.
3. Надточий В.В., Рачков В.И., Бохан Л.Н. Межгодовая динамика зоопланктона Амурского залива // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 171. – С. 186-198.
4. Инструкция по количественной обработке морского сетного планктона. – Владивосток: ТИНРО, 1982. – 29 с.
5. Рекомендации по экспресс-обработке сетного планктона в море. – Владивосток: ТИНРО, 1984. – 31 с.
6. Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию нектона // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 154. – С. 405-416.
7. Шунтов В.П., Волвенко И.В., Темных О.С., Волков А.Ф., Найденко С.В., Долганова Н.Т., Заволокин А.В. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания лососей. Сообщение 2. Состав, запасы и динамика зоопланктона и мелкого нектона – кормовой базы тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 160. – С.185-208.

8. Макрофауна бентали залива Петра Великого (Японское море): таблицы встречаемости, численности и биомассы. 1978-2009 / В.П. Шунтов, И.В. Волвенко, В.В. Кулик, Л.Н. Бочаров; под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2013. – 307 с.
9. Долганова Н.Т. Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128. – Ч. III. – С. 810-889.
10. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. – Т. 1. – 580 с.
11. Омеляненко В.А., Куликова В.А. Годовые изменения структуры меропланктона в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря и факторы, их определяющие // Тез. докл. X съезд Гидробиологического общества при РАН. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 297.
12. Омеляненко В.А., Куликова В.А. Пелагические личинки донных беспозвоночных залива Восток (залив Петра Великого, Японское море): состав, фенология и динамика численности // Биол. моря. – 2011. – Т. 37, № 1. – С. 9-21.
13. Clarke K.R, Warwick R.M. Statistical analysis and interpretation of marine community data: IOC Training Course Report, 1986. – № 19, apex.3. – 116 p.
14. Долганова Н.Т., Косенок Н.С., Зуенко Ю.И. Особенности летнего зоопланктона в некоторых бухтах побережья Приморья // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 136. – С. 249-263.
15. Вышкварцев Д.И., Крючкова Г.А., Карапетян Т.Ш. Исследования зоопланктона в мелководных бухтах залива Посыета в 1969-1971 гг. // Исследования пелаг. и дон. организмов дальневосточных морей. – 1979. – № 15. – С. 17-29.
16. Куликова В.А., Омеляненко В.А., Погодин А.Г. Годовая динамика меропланктона в северной мелководной части Амурского залива (залив Петра Великого Японского моря) // Биол. моря. – 1999. – Т. 25, № 2. – С. 131-132.
17. Куликова В.А., Корн О.М., Колотухина Н.К., Радовец А.В. Меропланктон Амурского и Уссурийского заливов Японского моря // Тез. докл. X съезда Гидробиологического общества при РАН. – Владивосток, 2009. – С. 222.
18. Dolganova N.T, Zuenko Yu.I. Seasonal and inter-annual dynamics of mesoplankton in the northwestern Japan Sea // Progress in Oceanography. – 2004. – Vol. 61. – P. 227-243.
19. Зуенко Ю.И. Промысловая океанология Японского моря. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. – 228 с.
20. Никитин А.А. Новая схема поверхностной циркуляции Японского моря с учетом синоптических вихрей // Изв. ТИНРО. – 2009. – Т. 157. – С. 158-167.

Сведения об авторах: Долганова Наталья Такеновна, кандидат биологических наук, заведующая сектором, e-mail: dolganova19@mail.ru;
Надточий Виктория Васильевна, научный сотрудник, e-mail: nadtochy@tinro.ru.