

УДК 574.583(265.5)

Н.А. Кузнецова, М.А. Шебанова\*

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

### СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В ПРИКУРИЛЬСКИХ ВОДАХ ПРИ СОВРЕМЕННОМ ВОЗОБНОВЛЕНИИ МАССОВЫХ НАГУЛЬНЫХ СЕВЕРНЫХ МИГРАЦИЙ СУБТРОПИЧЕСКИХ РЫБ

В июле-августе 2016 г. в прикурильских водах Тихого океана был проведен мониторинг состояния планктонного сообщества в связи с возобновлением массовых нагульных миграций субтропических рыб. Основу биомассы зоопланктона в период исследований составляла крупная фракция — 74–86 %, мелкая составила 11–15 %, средняя — 3–13 %. Доминирующими группами в крупной фракции зоопланктона были копеподы (*Neocalanus plumchrus*, *Metridia okhotensis*, *Metridia pacifica*, *Eucalanus bungii*), сагитты (*Sagitta elegans*) и гиперииды (*Themisto pacifica*). Общий запас планктона в июле-августе 2016 г. составил 92926 тыс. т, что выше, чем в предыдущем 2015 г. Высокие биомассы зоопланктона в исследуемом районе свидетельствуют о благоприятных условиях нагула субтропических рыб.

**Ключевые слова:** зоопланктон, эвфаузииды, сагитты, копеподы, гиперииды, фракции, северо-западная часть Тихого океана.

DOI: 10.26428/1606-9919-2017-190-119-131.

**Kuznetsova N.A., Shebanova M.A.** State of plankton community in the Kuril waters under recent renewal of mass feeding northward migrations of subtropical fish // Izv. TINRO. — 2017. — Vol. 190. — P. 119–131.

State of plankton community was monitored in the Pacific waters at Kuril Islands in July-August 2016, in conditions of mass feeding migrations of subtropical fish. Structure of the plankton community corresponded to its summer season: the large-sized fraction of zooplankton prevailed by biomass (74–86 %), the portions of medium- and small-sized fractions were 3–13 % and 11–15 %, respectively. The dominant groups in the large-sized fraction were copepods (*Neocalanus plumchrus*, *Metridia okhotensis*, *Metridia pacifica*, *Eucalanus bungii*), arrow-worms (*Sagitta elegans*) and hyperiids (*Themisto pacifica*). Copepoda nauplii and copepodites of I–II stage, Euphausiacea furcilia and caliphytophytes, and juvenile hyperiids were found in the small-sized and medium-sized fractions. Total biomass of the large-sized fraction was significantly higher in summer 2016 than in July-August 2015, obviously because of earlier phase of seasonal succession under colder thermal regime. In 2016, the biomasses of copepods and sagittas were at the mean long-term levels, and the biomass of euphausiids was above the norm. The biomasses of the small- and medium-sized fractions were above the norm, too. The total stock of plankton in the surveyed area in July-August 2016 was assessed in  $92926 \cdot 10^3$  t. High biomass of zooplankton in this area was favorable for feeding of subtropical fish.

**Key words:** zooplankton, euphausiid, sagitta, copepod, hyperiid, North-West Pacific.

\* Кузнецова Наталья Алексеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: natalya.kuznetsova@tinro-center.ru; Шебанова Марина Анатольевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: marina.shebanova@tinro-center.ru.

Kuznetsova Natalya A., Ph.D., senior researcher, e-mail: natalya.kuznetsova@tinro-center.ru; Shebanova Marina A., Ph.D., senior researcher, e-mail: marina.shebanova@tinro-center.ru.

## Введение

В июле-августе 2015 и 2016 гг. на НИС «ТИНРО» были выполнены комплексные исследования южнокурильского района и открытых вод СЗТО, ориентированные на учет подходов ценных промысловых видов (скумбрии, сардины, лососей). Кроме того, были собраны данные по фоновым условиям и кормовой базе nekтона. По материалам, полученным в 2015 г., была определена биомасса размерных фракций, групп и видов зоопланктона, рассчитаны его плотность и запасы, построены схемы пространственного распределения его основных таксономических групп. Отмечено, что в южнокурильском районе запасы зоопланктона по районам во много раз превышают запасы nekтона и медуз (Кузнецова, Шебанова, 2016). В 2016 г. был проведен мониторинг состояния планктонных сообществ в данном районе с акцентом на кормовую базу nekтона.

Цель работы — анализ состояния планктонного сообщества как кормовой базы в связи с возобновлением массовых нагульных миграций субтропических рыб в прикурильские воды.

## Материалы и методы

С 13 июля по 14 августа 2016 г. экспедицией на НИС «ТИНРО» были проведены сборы зоопланктона для определения биомассы и структуры планктонных сообществ. Схема станций и положение районов, по которым осреднялись полученные материалы, показаны на рис. 1. Сбор и обработка данных проводились согласно методикам, принятым в ТИНРО-центре (Рекомендации..., 1984; Борисов и др., 2004).

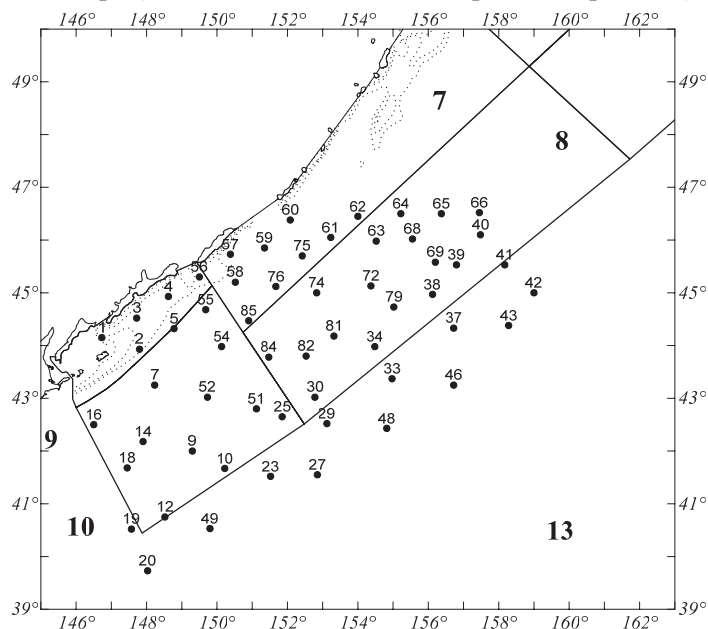


Рис. 1. Схема расположения планктонных станций в северо-западной части Тихого океана в июле-августе 2016 г.

Fig. 1. Scheme of plankton samplings in the North-West Pacific in July-August, 2016

Все пробы планктона были собраны сетью БСД (площадь входного отверстия 0,1 м<sup>2</sup>, капроновое сито с ячейей 0,168 мм) тотальными ловами в слое 0–200 м. Полная обработка проб была проведена в лаборатории мониторинга кормовой базы и питания рыб по стандартной фракционной методике, принятой в ТИНРО с 1984 г. Для мелкой фракции приняли коэффициент 1,5; для средней фракции — 2,0; для планктона крупной фракции применялись группоспецифические поправки: для эвфаузиид, мизид и щетинкочелюстных длиной до 10 мм — 2,0, 10–20 мм — 5,0, более 20 мм — 10,0; для гипериид длиной до 5 мм — 1,5, 5–10 мм — 3,0, более 10 мм — 5,0; для копепод длиной до 5 мм — 2,0, более 5 мм — 3,0; для полихет, мелких медуз, птеропод и других малоподвижных животных — 1 (Рекомендации..., 1984).

## Результаты и их обсуждение

На большей части исследованной акватории в слое 0–200 м биомасса фитопланктона по уловам сетью Джеди не превышала 1–50 мг/м<sup>3</sup>. Высокая средняя биомасса фитопланктона наблюдалась в прибрежных 7- и 9-м районах — 244–283 мг/м<sup>3</sup> (табл. 1). Максимальные значения были отмечены в 7-м районе — 1219 мг/м<sup>3</sup>, т.е. в зоне прикурильских апвеллингов. В видовом составе сетного фитопланктона (рис. 2) доминировали диатомовые водоросли родов *Chaetoceros*, *Thalassiothrix*, *Rhizosolenia* и *Coscinodiscus*.

Таблица 1

Фракционная структура зоопланктона в эпипелагиали прикурильских вод  
в июле-августе 2016 г. в 7–10 и 13-м районах

Table 1

Fraction structure of zooplankton in the epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands  
in July-August, 2016

| Фракция               | Район             |      |                   |      |                   |      |                   |      |                   |      |
|-----------------------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
|                       | 7                 |      | 8                 |      | 9                 |      | 10                |      | 13                |      |
|                       | Мг/м <sup>3</sup> | %    | Мг/м <sup>3</sup> | %    | Мг/м <sup>3</sup> | %    | Мг/м <sup>3</sup> | %    | Мг/м <sup>3</sup> | %    |
| Фитопланктон          | 243,7             |      | 5,5               |      | 282,7             |      | 77,2              |      | 3,7               |      |
| Всего зоопланктон     | 1355,2            | 100  | 1338,2            | 100  | 793,6             | 100  | 1283,8            | 100  | 1041,3            | 100  |
| Мелкая                | 195,9             | 14,5 | 178,7             | 13,4 | 88,5              | 11,2 | 160,9             | 12,5 | 136,6             | 13,1 |
| Средняя               | 131,8             | 9,7  | 137,5             | 10,3 | 20,9              | 2,6  | 108,3             | 8,4  | 132,4             | 12,7 |
| Крупная, в том числе: | 1027,6            | 75,8 | 1021,9            | 76,3 | 684,2             | 86,2 | 1014,7            | 79,1 | 772,3             | 74,2 |
| Копеподы              | 602,1             | 58,6 | 527,2             | 51,6 | 404,6             | 59,1 | 384,2             | 37,9 | 347,3             | 45,0 |
| Сагитты               | 203,6             | 19,8 | 354,6             | 34,7 | 107,6             | 15,7 | 350,6             | 34,6 | 313,8             | 40,6 |
| Эвфаузииды            | 137,5             | 13,4 | 61,1              | 6,0  | 139,3             | 20,4 | 181,4             | 17,9 | 52,7              | 6,8  |
| Гиперииды             | 38,7              | 3,8  | 51,6              | 5,0  | 15,7              | 2,3  | 68,8              | 6,8  | 31,3              | 4,1  |
| Птероподы             | 0,6               | 0,1  | 1,0               | 0,1  | 0,5               | 0,1  | 1,2               | 0,1  | 0,8               | 0,1  |
| Аппендикулярии        | 0,3               | 0    | 0,4               | 0    | 0,2               | 0    | 0,3               | 0    | 0,6               | 0,1  |
| Кишечнополостные      | 40,3              | 3,9  | 18,3              | 1,8  | 6,6               | 1,0  | 22,7              | 2,2  | 17,1              | 2,2  |
| Прочие                | 4,6               | 0,4  | 7,8               | 0,8  | 9,8               | 1,4  | 5,5               | 0,5  | 8,7               | 1,1  |

Средняя биомасса зоопланктона в слое 0–200 м в зависимости от района изменялась от 794 до 1355 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшая биомасса была отмечена в 7-м прибрежном районе. Преобладала крупная фракция (76–86 %). Основу биомассы крупной фракции составляли копеподы и сагитты, кроме 9-го района, здесь вторыми по значимости были эвфаузииды — 21 % (табл. 1). В целом на эвфаузиид приходилось от 6 до 20 % биомассы крупной фракции.

Биомасса мелкого зоопланктона изменялась от 86 до 196 мг/м<sup>3</sup>, что составляло 11–15 % общей биомассы (табл. 1). Во всех районах основу биомассы составляли копеподы, в основном *Oithona similis* (53–126 мг/м<sup>3</sup>), *Pseudocalanus minutus*, *Ps. newmani* и их копеподиты (10–35 мг/м<sup>3</sup>). В 7, 8 и 9-м районах наблюдалось большое количество копеподитов и молоди *Metridia pacifica*. В 7- и 9-м районах многочисленными были яйца и науплии копепод (9,50 и 8,03 мг/м<sup>3</sup>), а во всех районах, кроме 9-го, — молодь гипериид (4,40–3,40 мг/м<sup>3</sup>). Максимальные биомассы (435–374 мг/м<sup>3</sup>) отмечены в 8-м районе за счет копепод и молоди гипериид (395–374 и 11–12 мг/м<sup>3</sup>) (рис. 2).

Биомасса среднеразмерного зоопланктона изменялась от 21 до 138 мг/м<sup>3</sup> (табл. 1). Доминировали копеподиты *M. pacifica* (17–41 мг/м<sup>3</sup>), *Neocalanus plumchrus* (7–29 мг/м<sup>3</sup>) копеподы рода *Pseudocalanus* (7–25 мг/м<sup>3</sup>). Значительное количество молоди гипериид, 1–2 мм (17,9–35,7 мг/м<sup>3</sup>), как и в мелкой фракции, отмечалось во всех районах кроме 9-го. Пятна максимальных значений биомассы средней фракции (297–203 мг/м<sup>3</sup>) в 8-м районе были обусловлены высокими биомассами копепод — 242–184 мг/м<sup>3</sup> — и молоди гипериид 1–2 мм — 44–18 мг/м<sup>3</sup> (рис. 2).

Средняя биомасса крупной фракции в тихоокеанских водах по районам изменялась от 684 до 1028 мг/м<sup>3</sup>. На долю крупной фракции приходилось 74–86 % общего количества зоопланктона (табл. 1). В крупной фракции доминировали 4 группы: ко-

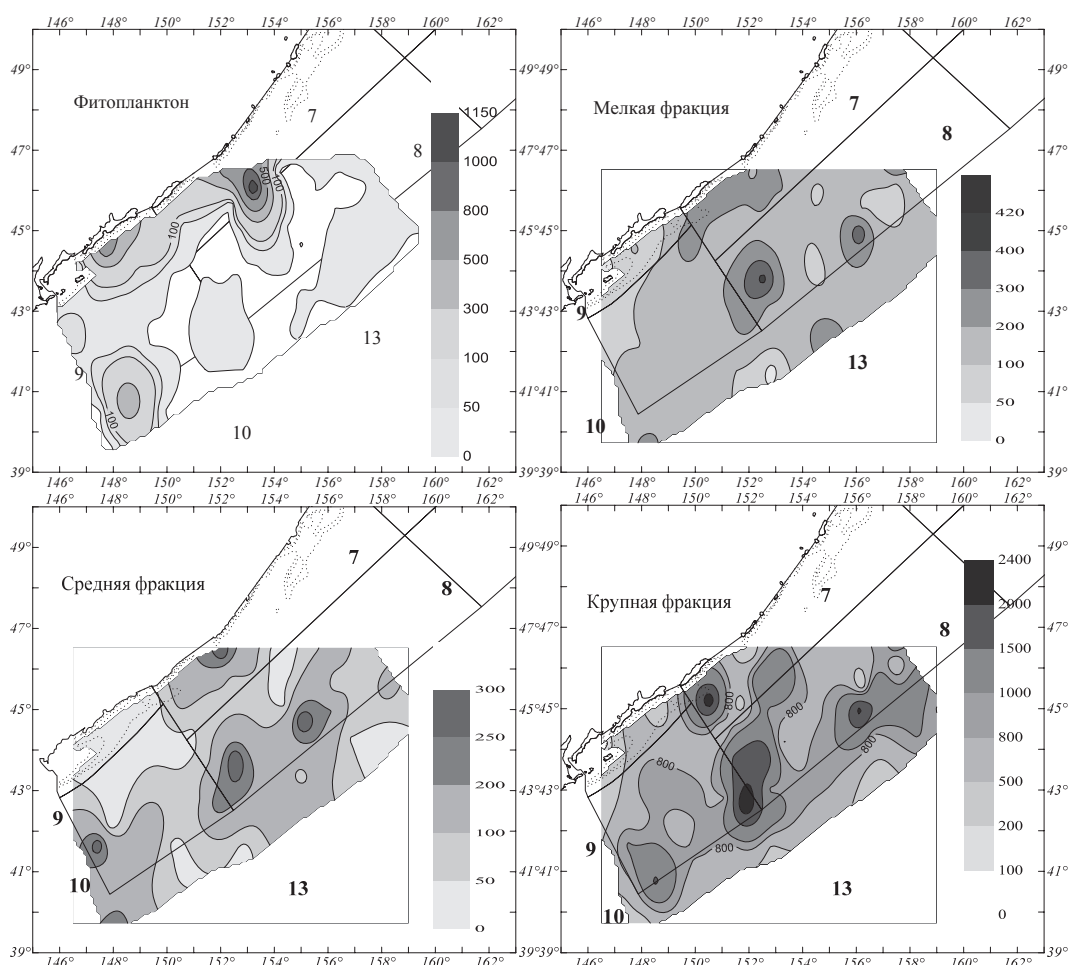


Рис. 2. Распределение фитопланктона и размерных фракций зоопланктона в эпипелагиали (в слое 0–200 м) прикурильских вод в июле–августе 2016 г.

Fig. 2. Spatial distribution of phytoplankton and zooplankton (by size fractions) in the epipelagic layer (0–200 m) of the Pacific waters at Kuril Islands in July–August, 2016

пеподы (37,9–58,6 %), сагитты (15,7–40,6 %), эвфаузииды (6,0–20,4 %) и гиперииды (2,3–6,8 %). Пятна максимальной биомассы 2395 мг/м³ — в 7-м, 2496 и 1023 мг/м³ — в 10-м, 2158 мг/м³ — в 8-м и 1039 мг/м³ — в 13-м районах обусловлены этими группами зоопланктонов (рис. 2).

Высокая средняя биомасса копепод наблюдалась в 7- и 8-м районах — 602 и 527 мг/м³, несколько меньше была в 9–13-м районах — 407–347 мг/м³, доминировали *N. plumchrus*, *Neocalanus cristatus* и *Eucalanus bungii*. Максимальные значения биомассы копепод в 7-м районе (1856 мг/м³) наблюдались за счет *N. plumchrus* (1062 мг/м³), *N. cristatus* (388 мг/м³) и *E. bungii* (464 мг/м³), в 8-м районе (721 мг/м³) — также за счет *N. plumchrus* (661 мг/м³), *N. cristatus* (117 мг/м³) и *M. pacifica* (107 мг/м³) (рис. 2, 3). Данные океанические интерзональные виды копепод в летний период не совершают активных суточных вертикальных миграций, создавая хорошие кормовые условия для нагула эпипелагических рыб. Более того, исследования показали, что концентрация крупных копепод в верхней эпипелагиали, как правило, выше в светлое время суток (Горбатенко, 1996).

Сагитты (*Sagitta elegans*, *Flaccisagitta maxima* и *Eukrohnia hamata*) в планктонном сообществе составляли по районам от 15,7 до 40,6 % общей биомассы крупной фракции (табл. 1). Максимальные значения средней биомассы сагитт (354, 351 и 314 мг/м³) наблюдались в 8, 10 и 13-м районах и были представлены *S. elegans*, доминировали

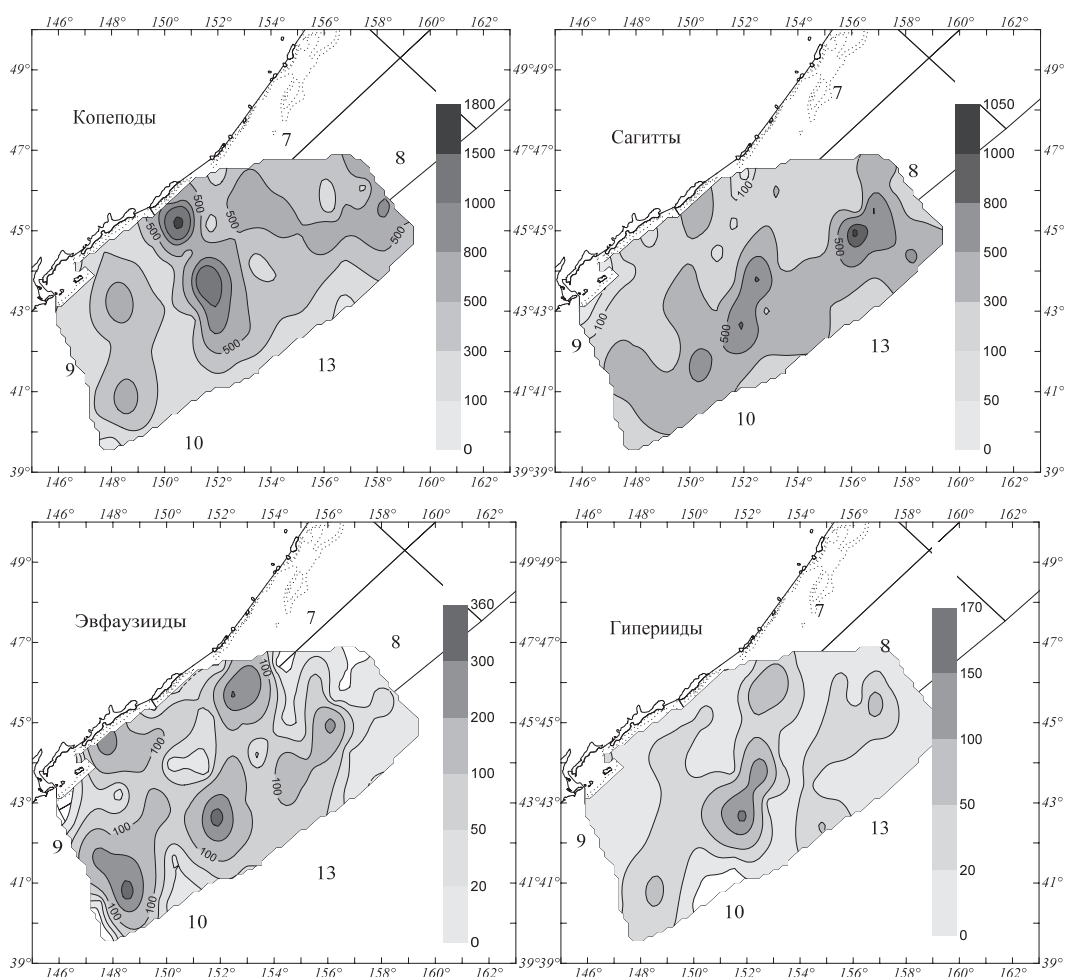


Рис. 3. Распределение биомассы групп крупной фракции зоопланктона в эпипелагиали прикурильских вод в июле-августе 2016 г.,  $\text{mg}/\text{m}^3$

Fig. 3. Biomass of taxonomic groups in the large-sized fraction of zooplankton in the epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands in July-August, 2016,  $\text{mg}/\text{m}^3$

крупные особи 25–30 см. Максимальная биомасса сагитт (1120 и  $874 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) была отмечена в 8- и 10-м районах (рис. 3).

Эвфаузииды составляли от 6,0 до 20,4 % общей биомассы крупной фракции (табл. 1). Высокая средняя биомасса была отмечена в 7, 9 и 10-м районах. В основном встречались *Euphausia pacifica*, *Thysanoessa inspinata* и *Th. longipes*. *Tessarobranchion oculatus* зафиксированы в 7 и 10-м районах, *Euphausia gibboides* — в 10-м районе. Высокие значения биомассы ( $346\text{--}260\text{--}240\text{--}150 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) были отмечены в 10, 9, 8 и 7-м районах за счет *E. pacifica* — вида, характерного для зоны смешения вод (рис. 3, 4). *Th. inspinata* также имела повышенные биомассы ( $29\text{--}44\text{--}52\text{--}66 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) здесь же. *Th. longipes* встречалась в 7–9-м районах —  $87\text{--}104 \text{ mg}/\text{m}^3$  (рис. 3, 4).

Гиперииды были представлены *Themisto pacifica*, *Primno macropa*, *Cyphocaris chaellengeri*, *Hyperionyx* sp. На их долю приходилось от 2,3 до 6,8 % общей биомассы крупной фракции зоопланктона (табл. 1). *T. pacifica* и *P. macropa* были представлены особями размером от 5 до 15 мм. Максимальные значения биомассы  $185 \text{ mg}/\text{m}^3$  наблюдались в 8- и 10-м районах за счет крупных особей *T. pacifica* 7–10 см (рис. 3, 5).

Другие группы зоопланктона были относительно немногочисленны. Биомасса птеропод была весьма низкой, их доля в крупной фракции составляла во всех районах 0,1 %. Несколько выше значение кишечнотолостных (медуз и сифонофор) — 1,0–3,9 % (табл. 1).

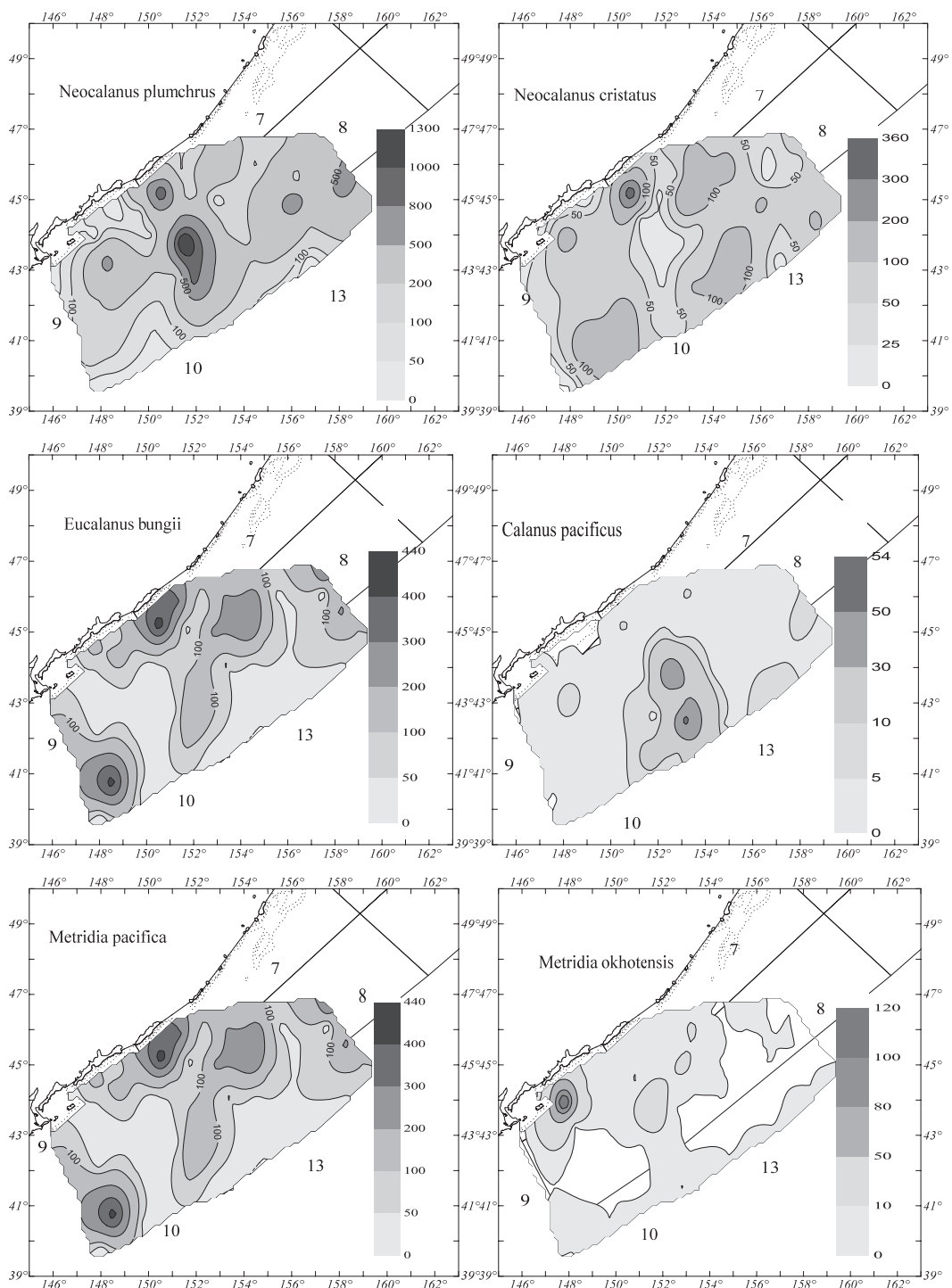


Рис. 4. Распределение биомассы копепоид крупной фракции зоопланктона в эпипелагиали прикурильских вод в июле-августе 2016 г., мг/м<sup>3</sup>

Fig. 4. Biomass of large-sized copepods in the epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands in July-August, 2016, mg/m<sup>3</sup>

На основании полученных данных по биомассе зоопланктона в каждом районе было выделено по 10 доминирующих видов. В эпипелагиали на долю этих видов приходилось 87–93 % биомассы зоопланктона. Среди доминирующих видов были крупные копепоиды *N. plumchrus*, *N. cristatus*, *E. bungii*, *M. pacifica*, *Metridia okhotensis*



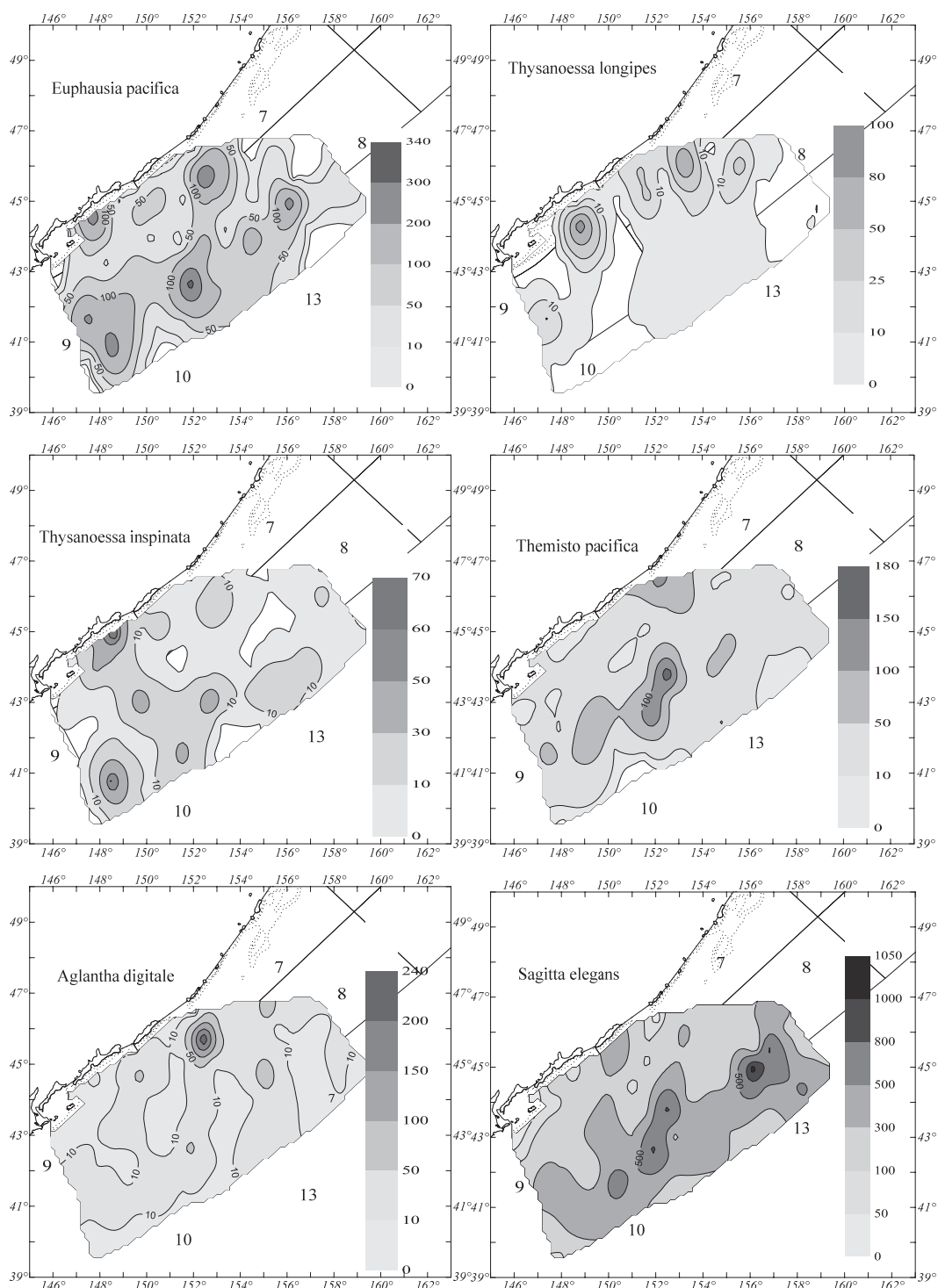


Рис. 5. Распределение биомассы видов крупной фракции зоопланктона в эпипелагиали прикурильских вод в июле-августе 2016 г.,  $\text{mg/m}^3$

Fig. 5. Biomass of species in the large-sized fraction of zooplankton in the epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands in July-August, 2016,  $\text{mg/m}^3$

и мелкие *Ps. newmani*, *O. similis*, эвфаузииды *E. pacifica* и *Th. inspinata*, сагитта *S. elegans*, гипериида *T. pacifica* и медуза *Aglantha digitale* (табл. 2, 3).

Таблица 2

Доминирующие виды зоопланктона в слое 0–200 м прикурильских вод  
в июле-августе 2016 г., районы 7, 8, 9

Table 2

Dominant species of zooplankton in the 0–200 m layer in the Pacific waters at Kuril Islands  
in July-August, 2016 (biostatistical areas 7, 8, 9)

| Вид                         | Район 7       |             | Вид                         | Район 8       |             | Вид                          | Район 9      |             |
|-----------------------------|---------------|-------------|-----------------------------|---------------|-------------|------------------------------|--------------|-------------|
|                             | Мг/м³         | %           |                             | Мг/м³         | %           |                              | Мг/м³        | %           |
| <i>Neocalanus plumchrus</i> | 321,8         | 23,8        | <i>Neocalanus plumchrus</i> | 366,2         | 27,4        | <i>Metridia okhotensis</i>   | 130,7        | 16,5        |
| <i>Sagitta elegans</i>      | 208,7         | 15,4        | <i>Sagitta elegans</i>      | 356,0         | 26,6        | <i>Neocalanus plumchrus</i>  | 109,5        | 13,8        |
| <i>Eucalanus bungii</i>     | 185,4         | 13,7        | <i>Eucalanus bungii</i>     | 114,6         | 8,6         | <i>Sagitta elegans</i>       | 109,1        | 13,7        |
| <i>Oithona similis</i>      | 126,2         | 9,3         | <i>Oithona similis</i>      | 92,2          | 6,9         | <i>Euphausia pacifica</i>    | 106,1        | 13,4        |
| <i>Neocalanus cristatus</i> | 99,8          | 7,4         | <i>Metridia pacifica</i>    | 82,0          | 6,1         | <i>Eucalanus bungii</i>      | 90,1         | 11,4        |
| <i>Euphausia pacifica</i>   | 93,7          | 6,9         | <i>Neocalanus cristatus</i> | 65,8          | 4,9         | <i>Oithona similis</i>       | 53,3         | 6,7         |
| <i>Themisto pacifica</i>    | 60,5          | 4,5         | <i>Themisto pacifica</i>    | 61,5          | 4,6         | <i>Neocalanus cristatus</i>  | 53,2         | 6,7         |
| <i>Metridia pacifica</i>    | 47,7          | 3,5         | <i>Euphausia pacifica</i>   | 48,1          | 3,6         | <i>Thysanoessa inspinata</i> | 33,2         | 4,2         |
| <i>Aglantha digitale</i>    | 40,1          | 3,0         | <i>Ps. newmani</i>          | 41,8          | 3,1         | <i>Metridia pacifica</i>     | 30,8         | 3,9         |
| <i>Ps. newmani</i>          | 28,0          | 2,1         | <i>Aglantha digitale</i>    | 18,3          | 1,4         | <i>Themisto pacifica</i>     | 12,7         | 1,6         |
| <b>Всего</b>                | <b>1211,8</b> | <b>89,4</b> | <b>Всего</b>                | <b>1246,4</b> | <b>93,1</b> | <b>Всего</b>                 | <b>728,6</b> | <b>91,8</b> |
| <b>Всего зоопланктон</b>    | <b>1355,2</b> |             | <b>Всего зоопланктон</b>    | <b>1338,2</b> |             | <b>Всего зоопланктон</b>     | <b>793,6</b> |             |

Таблица 3

Доминирующие виды зоопланктона в слое 0–200 м прикурильских вод  
в июле-августе 2016 г., районы 10, 13

Table 3

Dominant species of zooplankton in the 0–200 m layer in the Pacific waters at Kuril Islands  
in July-August, 2016 (biostatistical areas 10, 13)

| Вид                          | Район 10      |             | Вид                            | Район 13      |             |
|------------------------------|---------------|-------------|--------------------------------|---------------|-------------|
|                              | Мг/м³         | %           |                                | Мг/м³         | %           |
| <i>Sagitta elegans</i>       | 352,4         | 27,5        | <i>Sagitta elegans</i>         | 308,7         | 29,6        |
| <i>Neocalanus plumchrus</i>  | 211,3         | 16,5        | <i>Neocalanus plumchrus</i>    | 212,2         | 20,4        |
| <i>Euphausia pacifica</i>    | 132,3         | 10,3        | <i>Neocalanus cristatus</i>    | 76,3          | 7,3         |
| <i>Eucalanus bungii</i>      | 113,6         | 8,9         | <i>Oithona similis</i>         | 71,7          | 6,9         |
| <i>Oithona similis</i>       | 91,4          | 7,1         | <i>Eucalanus bungii</i>        | 60,1          | 5,8         |
| <i>Neocalanus cristatus</i>  | 68,7          | 5,4         | <i>Metridia pacifica</i>       | 53,9          | 5,2         |
| <i>Themisto pacifica</i>     | 60,7          | 4,7         | <i>Euphausia pacifica</i>      | 46,1          | 4,4         |
| <i>Metridia pacifica</i>     | 51,9          | 4,0         | <i>Themisto pacifica</i>       | 34,0          | 3,3         |
| <i>Pseudocalanus newmani</i> | 25,0          | 1,9         | <i>Pseudocalanus newmani</i>   | 31,2          | 3,0         |
| <i>Aglantha digitale</i>     | 19,7          | 1,5         | <i>Cyphocaris challengerii</i> | 18,0          | 1,7         |
| <b>Всего</b>                 | <b>1127,2</b> | <b>87,8</b> | <b>Всего</b>                   | <b>912,1</b>  | <b>87,6</b> |
| <b>Всего зоопланктон</b>     | <b>1283,8</b> |             | <b>Всего зоопланктон</b>       | <b>1041,3</b> |             |

В табл. 4 приведены результаты оценки кормовых ресурсов — плотности и валового запаса зоопланктона — в эпипелагиали прикурильских вод по размерным фракциям и отдельным группам животных крупной фракции.

В июле-августе 2016 г. состояние планктонного сообщества можно охарактеризовать как летнее. На долю крупной фракции приходилось 74–86 % общей биомассы зоопланктона, мелкой и средней — 11–15 и 3–13 %. Сравнивая среднюю биомассу крупной фракции зоопланктона в июле-августе 2016 г. с данными за июнь этого года (Горбатенко, 2016), следует отметить, что средняя биомасса крупной фракции по районам осталась на высоком уровне, хотя и немного снизилась (рис. 6). Как видно на рис.



Таблица 4

Общие показатели планктона в эпипелагиали прикурильских вод в июле-августе 2016 г.

Table 4

Total characteristics of plankton in the epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands in July-August, 2016

| Фракция, группа   | Район            |        |       |        |        |               |         |        |         |         |
|-------------------|------------------|--------|-------|--------|--------|---------------|---------|--------|---------|---------|
|                   | 7                | 8      | 9     | 10     | 13     | 7             | 8       | 9      | 10      | 13      |
|                   | Плотность, т/км² |        |       |        |        | Запас, тыс. т |         |        |         |         |
| Фитопланктон      | 49,3             | 1,1    | 56,1  | 15,8   | 0,8    | 2386,3        | 151,7   | 2207   | 2145,1  | 101,2   |
| Мелкая            | 39,6             | 36,2   | 17,6  | 32,8   | 27,7   | 1918,0        | 4946,1  | 691,0  | 4471,5  | 3721,1  |
| Средняя           | 26,7             | 27,9   | 4,2   | 22,1   | 26,8   | 1290,6        | 3806,1  | 163,4  | 3009,2  | 3606,7  |
| Крупная           | 207,9            | 207,0  | 135,9 | 207,1  | 156,5  | 10062,8       | 28280,2 | 5341,5 | 28206,5 | 21035,2 |
| Копеподы          | 121,8            | 106,8  | 80,3  | 78,4   | 70,4   | 5896,1        | 14590,4 | 3158,4 | 10680,3 | 9459,2  |
| Сагитты           | 41,2             | 71,8   | 21,4  | 71,6   | 63,6   | 1993,5        | 9811,9  | 839,9  | 9746,8  | 8548,2  |
| Эвфаузииды        | 27,8             | 12,4   | 27,7  | 37,0   | 10,7   | 1346,3        | 1690,3  | 1087,8 | 5041,6  | 1435,0  |
| Гиперииды         | 7,8              | 10,5   | 3,1   | 14,0   | 6,3    | 378,6         | 1427,5  | 122,3  | 1912,1  | 852,7   |
| Птероподы         | 0,1              | 0,2    | 0,1   | 0,3    | 0,2    | 5,6           | 28,0    | 3,8    | 34,2    | 22,5    |
| Аппендикулярии    | 0,1              | 0,1    | 0     | 0,1    | 0,1    | 2,4           | 10,2    | 1,3    | 7,5     | 15,4    |
| Кишечно-полостные | 8,2              | 3,7    | 1,3   | 4,6    | 3,5    | 395,1         | 507,2   | 51,3   | 630,8   | 465,4   |
| Прочие            | 0,9              | 1,6    | 1,9   | 1,1    | 1,8    | 45,1          | 214,8   | 76,7   | 153,3   | 236,7   |
| Средний слой, м   | 202,3            | 202,6  | 198,6 | 204,1  | 202,7  | 202,3         | 202,6   | 198,6  | 204,1   | 202,7   |
| Площадь, км²      | 48400            | 136600 | 39310 | 136170 | 134400 | 48400         | 136600  | 39310  | 136170  | 134400  |

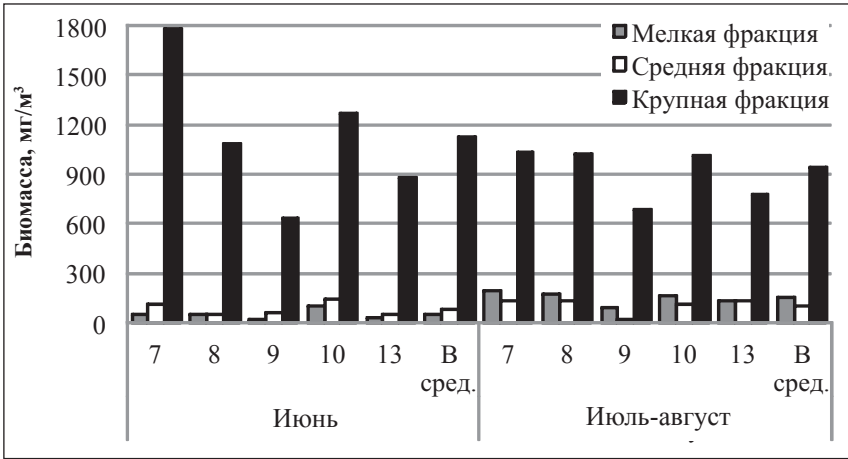


Рис. 6. Биомасса размерных фракций зоопланктона в июне (Горбатенко, 2016) и июле-августе 2016 г.

Fig. 6. Biomass of zooplankton (mg/m³) in June (Горбатенко, 2016) and July-August, 2016, by size fractions

7, уменьшение биомассы крупной фракции произошло за счет снижения биомассы копепод и сагитт, в то же время значительно возросла биомасса эвфаузиид. Основной причиной уменьшения концентрации планктона, в частности копепод, в эпипелагиали в летний период является уход в мезопелагиаль умеренных и холодноводных видов, которые здесь преобладали по биомассе, и частично выедание его нектоном и хищным зоопланктоном (Шунтов, 2001; Шунтов и др., 2015). Привлекает внимание высокая биомасса эвфаузиид во всех районах за счет *E. pacifica* длиной 15–20 см, крупные особи более 20 см отмечены только в 7-м районе (это нерестовые скопления эвфаузиид *E. pacifica*). В зоне смешения вод *E. pacifica* начинает нереститься в конце мая — июне при температуре 15–17 °С, нерест происходит порционно и растянут (Пономарева, 1963; Кузнецова, 1980). Нерест *Th. inspinata* в субарктических водах растянут, происходит порционно с апреля по август (Кузнецова, 1994). Вероятно, сложившиеся температур-

ные условия в районе исследований способствовали продолжению нереста эвфаузиид в этот период. В июле-августе 2016 г., по данным гидрологов, в прибрежных водах из-за усиления антициклонического вихря вблизи прол. Буссоль и ослабления по этой причине Ойясио произошло потепление на подповерхностных горизонтах, особенно заметное на глубине 200 м, где оно распространилось практически во всей российской ИЭЗ (рис. 8). В открытых же водах аномальное охлаждение минувшей зимой привело к похолоданию по сравнению с климатическим фоном (Рейсовый отчет..., 2016).

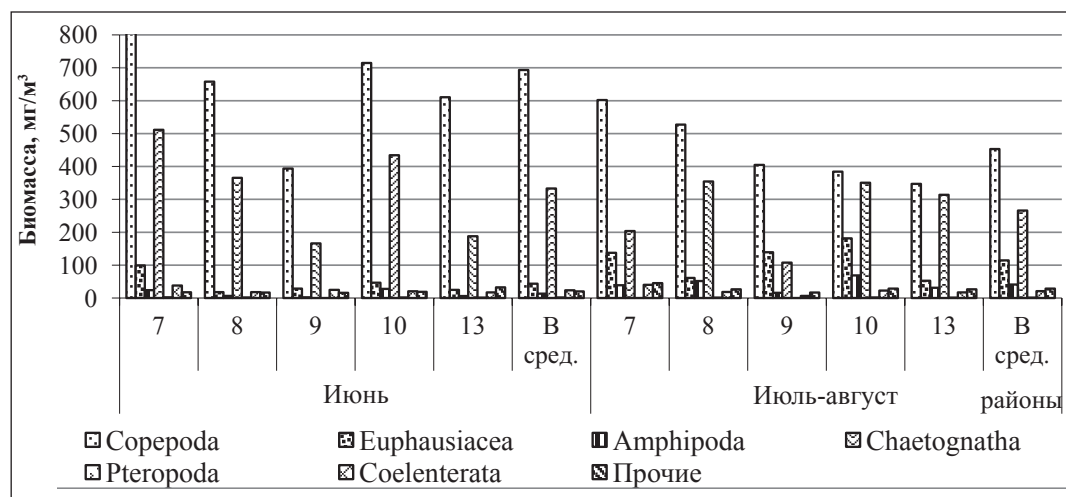


Рис. 7. Состав и биомасса видов крупной фракции зоопланктона в июне (Горбатенко, 2016) и июле-августе 2016 г.

Fig. 7. Species composition and species biomass ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) in the large-sized fraction of zooplankton in June (from: Горбатенко, 2016) and July-August, 2016

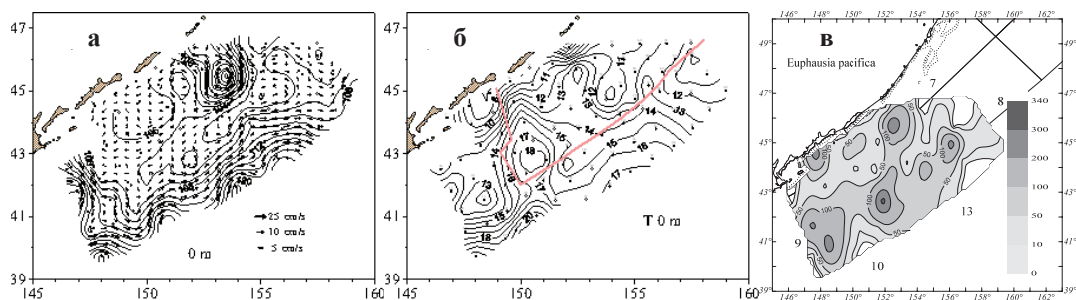


Рис. 8. Распределение температуры (а), геострофические течения на поверхности относительно 1000 дб (б) и горизонтальное распределение *E. pacifica* (в)

Fig. 8. SST (а), geostrophic currents relative to 1000 db (б), and spatial distribution of *E. pacifica* (в)

В июле-августе 2016 г. биомасса крупной фракции по районам и в целом по съемке была выше по сравнению с 2015 г. (рис. 9) (Кузнецова, Шебанова, 2016). При этом значительно больше была биомасса основных групп крупной фракции: копепоид, сагитт, эвфаузиид и гипериид (рис. 10).

Так как уменьшение концентрации планктона в эпипелагиали в июле-августе является в основном следствием ухода в мезопелагиаль умеренных и холодноводных видов, то похолодание в данном случае повлияло на темп сукцессии планктона. Как правило, планктонные сообщества на более ранних стадиях сукцессии, например в июне, характеризуются повышенными биомассами. Кроме того, и в июне 2016 г. был отмечен пониженный температурный фон на поверхности по сравнению с климатическим фоном, и биомасса зоопланктона была высокой (Горбатенко, 2016). В июле-августе 2016 г. темп снижения биомассы был медленнее, чем в 2015 г. Как в 2015, так и в 2016 гг. наблюдалось увеличение биомассы мелкого и среднеразмерного зоопланктона за счет фурцилий, эвфаузиид и калиптописов, науплиев копепоид, молоди гипериид, причем в 2016 г. доля

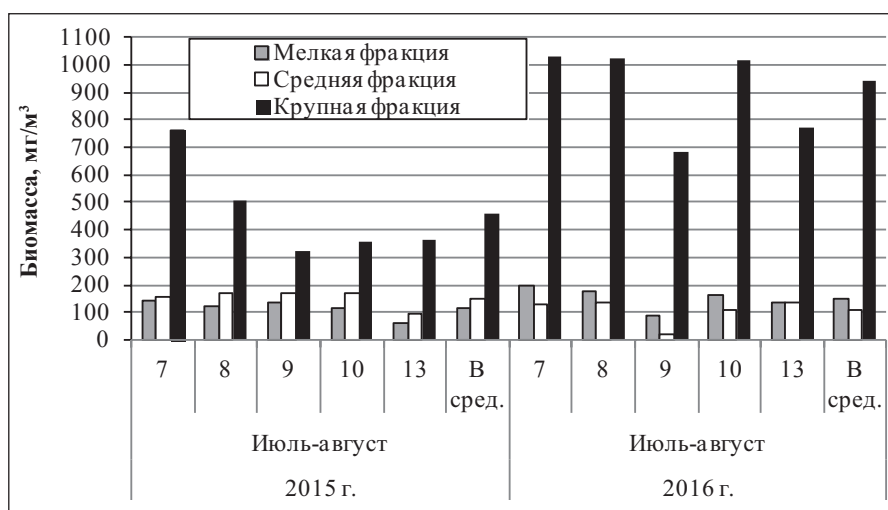


Рис. 9. Фракционный состав и биомасса фракций зоопланктона по районам в июле-августе 2015 и 2016 гг.

Fig. 9. Size fractions composition of zooplankton and biomass ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) of size fraction in July-August, 2015 and 2016, by biostatistical areas

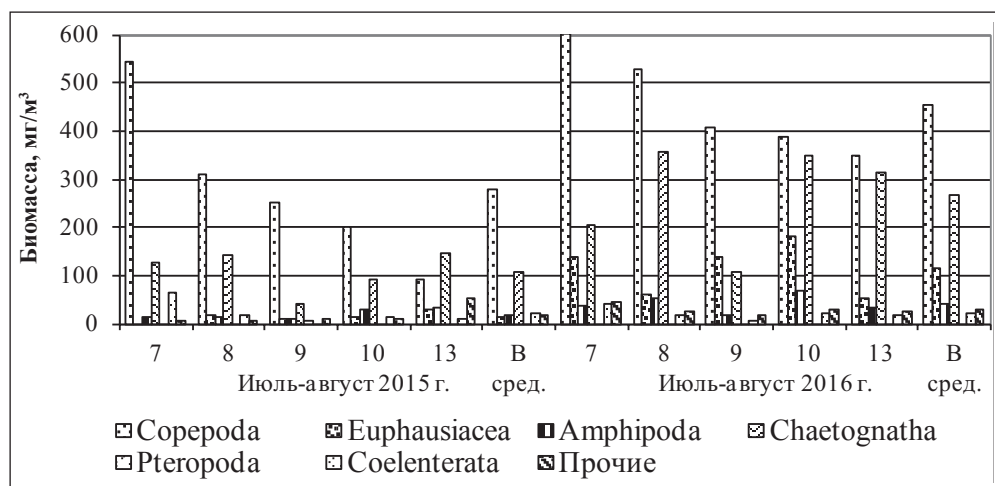


Рис. 10. Состав и биомасса групп крупной фракции зоопланктона по районам в июле-августе 2015 и 2016 гг.

Fig. 10. Taxonomic groups composition of large-sized fraction of zooplankton and biomass ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) of the taxonomic groups in July-August, 2015 and 2016

среднеразмерного планктона была ниже. Кроме того, как отмечено выше, продолжалось размножение эвфаузиид, особенно *E. pacifica*. Вследствие этого и запасы зоопланктона в 2016 г. были выше, чем в 2015 г. (табл. 5).

В июне 2016 г. биомассы планктона были выше среднеемноголетних значений 2004–2016 гг. и сопоставимы только с 2008 г. (Горбатенко, 2016; рис. 11). Общую биомассу зоопланктона определяет крупная фракция, а в крупной фракции основу составляют копеподы и сагитты. В июле-августе 2016 г. общая биомасса по сравнению с июньской снизилась за счет крупной фракции. При этом снизилась биомасса копепод и сагитт, но значительно возросла биомасса эвфаузиид и гипериид. В целом биомасса мелкой и средней фракций была выше среднеемноголетних значений, а биомасса крупной фракции, а также копепод и сагитт — на уровне среднеемноголетних значений, а эвфаузиид и гипериид — значительно выше (рис. 11). В июле-августе 2015 г. биомасса крупной фракции находилась на уровне среднеемноголетних значений (Шунтов и др.,

Таблица 5

Запасы зоопланктона в эпипелагиали прикурильских вод в июле-августе 2015 и 2016 гг., тыс. т

Table 5

Stock of zooplankton in the epipelagic layer of the Pacific waters at Kuril Islands in July-August, 2015 and 2016, 10<sup>3</sup> t

| Фракция                  | 2015 г. | 2016 г. | Вид крупной фракции | 2015 г. | 2016 г. |
|--------------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|
|                          | Тыс. т  | Тыс. т  |                     | Тыс. т  | Тыс. т  |
| Фитопланктон             | 5411    | 6991    | Копеподы            | 24793   | 43784   |
| Мелкая                   | 11456   | 15748   | Сагитты             | 14682   | 30940   |
| Средняя                  | 16229   | 11876   | Эвфаузииды          | 2346    | 10601   |
| Крупная                  | 50019   | 92926   | Гиперииды           | 2927    | 4693    |
| Всего зоопланктон        | 77704   | 120550  | Птероподы           | 177     | 94      |
|                          |         |         | Аппендикулярии      | 81      | 37      |
| Средний слой, м          | 200,0   | 202,1   | Кишечнополостные    | 1967    | 2050    |
| Площадь, км <sup>2</sup> | 592300  | 494880  | Прочие              | 3047    | 727     |

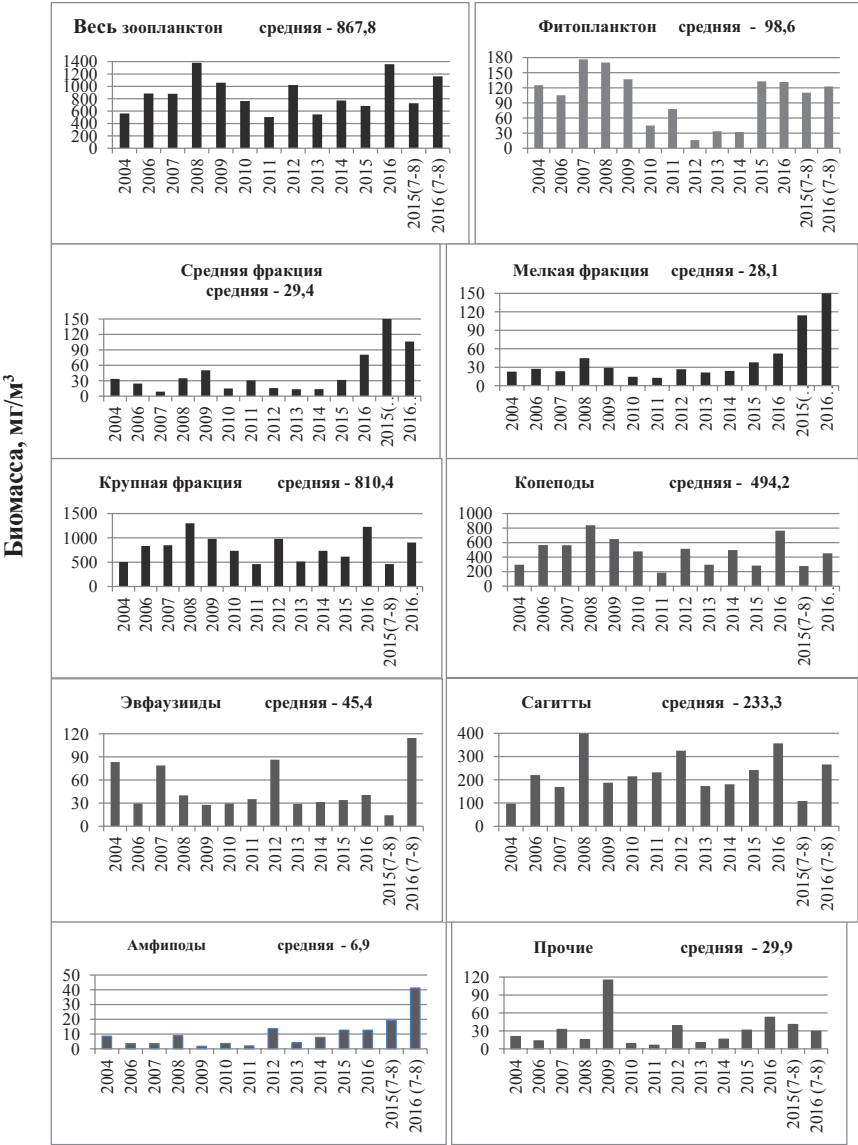


Рис. 11. Межгодовые изменения биомассы зоопланктона в СЗТО в летний период (в слое 0–200 м) 2004–2016 гг. (Горбатенко, 2016) и в июле-августе 2015 и 2016 гг., мг/м<sup>3</sup>

Fig. 11. Year-to-year changes of zooplankton biomass in the upper layer (0–200 m) of the Pacific waters at Kuril Islands in summer 2004–2016 (from: Горбатенко, 2016) and July-August 2015 and 2016, mg/m<sup>3</sup>

2015), хотя и снизилась по сравнению с июнем за счет уменьшения биомассы копепод, сагитт и эвфаузиид. Биомасса же мелкой и средней фракций была значительно выше среднемноголетних значений, за счет этого общая биомасса зоопланктона была почти на уровне среднемноголетних значений (рис. 11).

### Заключение

В июле-августе 2016 г. состояние планктонного сообщества можно охарактеризовать как летнее. На долю крупной фракции приходилось 74–86 % общей биомассы зоопланктона, мелкой и средней — 11–15 и 3–13 %. Увеличение биомассы мелкого и среднего зоопланктона наблюдалось за счет копепод: науплий и рачков I–II стадии развития, фурцилий и калиптописов эвфаузиид, молоди гипериид.

В 2016 г. биомасса основных групп крупной фракции — копепод, сагитт, эвфаузиид и гипериид — была значительно выше, чем в 2015 г. Это, по-видимому, было обусловлено гидрологическим и термическим режимом, сложившимся в этот период в районе исследований. Похолодание в данном случае повлияло на темп сукцессии планктона. Вследствие этого и запасы зоопланктона в 2016 г. были значительно выше, чем в 2015 г. В 2016 г. биомасса крупной фракции, копепод и сагитт была на уровне среднемноголетних значений, а эвфаузиид — значительно выше. Биомасса мелкой и средней фракций была выше среднемноголетних значений. В июле-августе 2015 г. биомасса крупной фракции снизилась за счет копепод, сагитт и эвфаузиид. Биомасса мелкой и средней фракций также была значительно выше среднемноголетних значений, и за счет этого общая биомасса зоопланктона в 2015 г. была почти на уровне среднемноголетних значений.

Общий запас планктона в июле-августе 2016 г. составил 92926 тыс. т, что выше, чем в предыдущем 2015 г. Высокие показатели биомассы зоопланктона в исследуемом районе свидетельствуют о благоприятных условиях нагула субтропических рыб.

### Список литературы

**Борисов Б.М., Волков А.Ф., Горбатенко К.М. и др.** Стандартные таблицы сырого веса и некоторых энергетических характеристик (калорийность, жиры, белки, углеводы, минеральный остаток) зоопланктона дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 138. — С. 355–367.

**Горбатенко К.М.** Рейсовый отчет о научно-исследовательских работах в Беринговом море, в водах восточной Камчатки, охотоморских и тихоокеанских водах Южных Курильских островов и сопредельных открытых водах СЗТО (за пределами ИЭЗ РФ) на НИС «Пр. Кагановский» — 2016 г. / ТИНРО-центр. № 27954. — Владивосток, 2016. — 488 с.

**Горбатенко К.М.** Сезонные аспекты вертикального распределения зоопланктона // Изв. ТИНРО. — 1996. — Т. 119. — С. 88–119.

**Кузнецова Н.А.** Некоторые черты биологии *Thysanoessa inspinata* (Nemoto, 1963) в субарктических водах северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. — 1994. — Т. 116. — С. 199–206.

**Кузнецова Н.А.** Состояние репродуктивной системы некоторых массовых видов эвфаузиид района Курисио в различные сезоны года // Изв. ТИНРО. — 1980. — Т. 104. — С. 64–69.

**Кузнецова Н.А., Шебанова М.А.** Состояние планктонного сообщества и трофические отношения рыб в северо-западной части Тихого океана и южной части Охотского моря в июле-августе 2015 г. // Бюл. № 11 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — С. 163–182.

**Пономарева Л.А.** Эвфаузииды северной половины Тихого океана, их распространение и экология массовых видов : моногр. — М. : Наука, 1963. — 140 с.

**Рейсовый отчет о научно-исследовательских работах в тихоокеанских водах южных Курильских островов и открытых водах СЗТО на НИС «ТИНРО» 9 июля — 20 сентября 2016 г.** / рук. А.Н. Старовойтов / ТИНРО-центр. № 28009. — Владивосток, 2016. — 234 с.

**Рекомендации по экспресс-обработке сетного планктона в море** / сост. А.Ф. Волков. — Владивосток : ТИНРО, 1984. — 31 с.

**Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.

**Шунтов В.П., Темных О.С., Шевляков В.А.** Лососевая путина–2015: успехи и неудачи, контрасты «север–юг» // Бюл. № 10 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2015. — С. 3–15.

Поступила в редакцию 6.06.17 г.

Принята в печать 12.07.17 г.