Известия ТИНРО

2020 **Том 200, вып. 4**

УДК 595.383.3(265.54)

Л.Г. Седова, Л.Л. Будникова*
Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

СОСТОЯНИЕ СКОПЛЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИЗИДЫ *NEOMYSIS AWATSCHENSIS* В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АМУРСКОГО ЗАЛИВА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Впервые для российских вод изучен размерный и половой состав скоплений эстуарно-пресноводного вида *Neomysis awatschensis.* Отмечено, что время и продолжительность образования его скоплений в разные годы (2014–2019 гг.) не совпадают и зависят от гидрологических и погодных условий. *N. awatschensis* может образовывать моновидовые скопления или совместно с другим видом мизид — *Neomysis mirabilis.* Максимальная биомасса таких скоплений превышает 500 г/м^3, что позволяет вести промысел мизид. Наибольшая длина тела самок 13,7 мм, самцов — 12,0 мм. Средний размер особей варьирует от 6,7 до 10,3 мм. В летние месяцы средняя длина тела мизид меньше, чем в мае. Состав скоплений *N. awatschensis* с 2014 по 2017 г. оставался непостоянным. Доля самцов во всех выборках всегда была значительна (16,3–50,7 %), доля самок варьировала от 8,7 до 52,5 %. Наибольшее количество молоди отмечено в июне разных лет (29,9–75,0 %). Соотношение самок и самцов в мае и июле 2014–2017 гг. составляло 1 : 1, в июне 2015 г. преобладали самцы (1,0 : 1,9), в июне 2016 г. — самки (1,8 : 1,0). Самки постоянно имели эмбрионы на разных стадиях развития, что свидетельствует о растянутом периоде размножения. Наиболее интенсивный нерест мизид в Амурском заливе происходил в мае-июне.

Ключевые слова: мизида, *Neomysis awatschensis*, размерный состав, половой состав, стадии развития самок, условия обитания, биомасса, Амурский залив, залив Петра Великого, Японское море.

DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-922-934.

Sedova L.G., Budnikova L.L. State of aggregations and biological characteristics for mysid *Neomysis awatschensis* in the northern Amur Bay (Peter the Great Bay, Japan Sea) // Izv. TINRO. — 2020. — Vol. 200, Iss. 4. — P. 922–934.

Size and sex structure of estuarine-freshwater mysid *Neomysis awatschensis* in the northern Amur Bay is considered, time of their aggregations formation is determined, and their biomass is estimated on the data of surveys conducted in 2014–2019. The samples were collected at the depth of 0.5–2.0 m in the daytime in May-July. The catches were recalculated per 1 m^3 of water. All collected mysids (2212 ind.) were measured under binocular microscope with accuracy of 0.1 mm, weighted by torsion scales with accuracy of 1 mg, and separated to males, females and

* *Седова Людмила Георгиевна, кандидат биологических наук, главный специалист-эксперт, e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru; Будникова Людмила Леонидовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: ludmila.budnikova@tinro-center.ru.*

Sedova Ludmila G., Ph.D., chief expert, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru; Budnikova Ludmila L., Ph.D., leading researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: ludmila.budnikova@tinro-center.ru.

juveniles. The females were differentiated by 5 stages of their development: 1) immature females with oostegetic rudiments; 2) oviparous females; 3) females with embryos in the marsupia bags without stalk-eyes with black pigment; 4) females with embryos in marsupia bags with black eyes; 5) spawned females with empty marsupii. Time and duration of *N. awatschensis* aggregating changed by years in dependence on hydrological and weather conditions; the aggregations were either monospecific or mixed with another mysid species — *N. mirabilis*. The maximum mysid biomass could exceed 500 g/m^3 that was appropriate for commercial fishery. The maximum body length of mysid females was 13.7 mm, of males — 12.0 mm. The average length varied from 6.7 to 10.3 mm, being shorter in summer months than in May. Portion of males in the aggregations was always significant (16.3–50.7 %), portion of females varied from 8.7 to 52.5 %, portion of juveniles was the largest in June (29.9–75.0 %). The females to males ratio was 1 : 1 in May and July of 2014–2017, but males prevailed in June 2015 (1.0 : 1.9), whereas females prevailed in June 2016 (1.8 : 1.0). Spawning of the mysids was the most intensive in May-June, though females had embryos at different stages of development in all samples that indicated an extended period of reproduction.

Key words: mysid, *Neomysis awatschensis*, size structure, sex structure, stage of female development, environmental conditions, biomass, Amur Bay, Peter the Great Bay, Japan Sea.

Введение

Мизида *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851) — эстуарно-пресноводный, верхнесублиторальный вид. Обитает на глубинах 0–11 м при температуре воды от –1 до 26 °С и солености 0–27 епс. Встречается от устья р. Янцзы (Китай) и о. Сикоку (Япония) до Анадырского и Бристольского заливов и северо-западного побережья штата Аляска [Петряшев, 2004; Петряшев, Данелия, 2014]. В зал. Петра Великого (Японское море) *N. awatschensis* образует значительные скопления в виде «лент» в кутовой части Амурского залива, куда впадает р. Раздольная [Будникова и др., 2015; Седова и др., 2017]. Биология дальневосточных мизид, и в частности *N. awatschensis,* наших российских вод изучена недостаточно. Отсутствуют сведения о сроках нереста, размерном и половом составе скоплений, времени их образования и т.д. В то же время вид является промысловым, его запас суммарно с совместно обитающим *Neomysis mirabilis* в северной части Амурского залива составляет около 360 т*. Добыча мизид в Приморье осуществлялась в 1930-е гг., в настоящее время их промысел только начинает возобновляться. Для рациональной эксплуатации запасов мизид необходимо знание их биологии.

Исследования *N. intermedia* (Czerniawsky, 1882), впоследствии признанного младшим синонимом *N. awatschensis* (Brandt, 1851), проводил японский ученый Мурано [Murano,1964a, b] в двух бухтах — Касумигаура (на востоке о. Хонсю) и Абасири (на северо-востоке о. Хоккайдо). Им было отмечено, что биология мизид зависит от локальных гидрологических условий, поэтому данные, полученные для одних районов, непригодны для других. Жизненный цикл и продукция трех видов мизид, в том числе и *N. awatschensis,* были исследованы на северо-востоке Японии. Было отмечено, что *N. awatschensis* по сравнению с *N. mirabilis* является более продуктивным видом [Yamada et al., 2007].

Цель исследования — оценить состояние скоплений *N. awatschensis* в северной части Амурского залива и проследить динамику их размерного и полового состава в разные годы.

Материалы и методы

Пробы отбирали в северной (кутовой) части Амурского залива в местах скоплений мизид с мая по сентябрь 2014–2019 гг. (рис. 1). В этот период наблюдали за изменением температуры воды и погодными условиями. Значения среднемесячной температуры воды в северной части Амурского залива в период с мая по август изменялись от 8,0 до 24,2 °С (табл. 1).

* Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2019 г. (краткая версия). Владивосток: ТИНРО, 2019. 447 с.

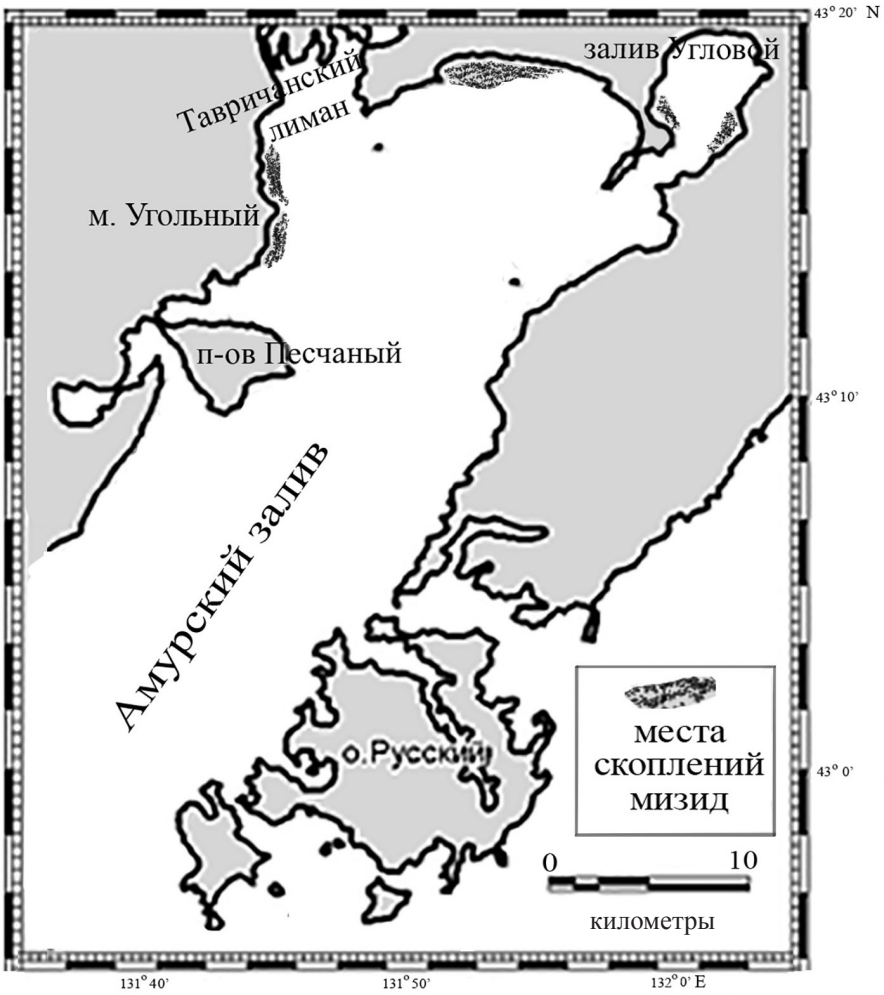

Рис. 1. Места отбора проб мизид
Fig. 1. Samplings location

Таблица 1

Среднемесячная температура воды в районе исследований, °С

Table 1

Monthly water temperature in the surveyed areas, °C

Месяц	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Май	11,0	8,0	12,0	14,0	7,6	9,8
Июнь	18,0	17,5	17,0	18,0	15,7	14,9
Июль	21,0	20,2	19,0	20,0	18,1	18,3
Август	24,5	24,0	24,5	24,0	23,4	23,2

Лов мизид осуществляли в дневное время дважды в месяц при благоприятных условиях погоды в прибрежной полосе на глубине 0,5–2,0 м сачком диаметром 50 и глубиной 70 см, сшитым из мельничного газа № 1. Для определения биомассы улов пересчитывали на 1 м^3 воды.

Выловленных мизид фиксировали 75 %-ным раствором этилового спирта. Чтобы исключить обезвоживание особей, камеральную обработку проб проводили в лаборатории не позднее следующих суток по принятой методике [Седова, Будникова, 2020а]. После определения видового состава мизид разделяли на самцов, самок и молодь. Пол рачков определяли по строению 4-й пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) камеры. К молоди относили ювенильных особей, у которых

еще нет выраженных половых признаков. У самок выделяли 5 стадий развития: 1) молодые (с зачатками оостегитов); 2) яйценосные; 3) «самки 1» (1-я стадия), в марсупиальных сумках которых были эмбрионы без стебельчатых глаз с черным пигментом; 4) «самки 2» (2-я стадия), в марсупиальных сумках которых были эмбрионы с черными оформленными глазами; 5) отнерестившиеся, с пустыми марсупиумами.

Длину тела каждого экземпляра измеряли от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляр-микрометра под бинокуляром с точностью до 0,1 мм. Взвешивали мизид на торсионных весах с точностью до 1 мг (предварительно высушив на фильтровальной бумаге до тех пор, пока они не переставали оставлять мокрое пятно). Количество яиц или зародышей в марсупиальной камере определяли прямым подсчетом.

Количество взятого материала и сроки отбора проб приведены в табл. 2, 3. Всего было проанализировано 2212 особей *N. awatschensis*. При обработке полученных данных использовали непараметрические методы [Боровиков, 2003] с применением пакета STATISTICA 10.0. Для сравнения полового состава скоплений мизид применяли критерий согласия Пирсона (Хи-квадрат). Для сравнения размерного состава скоплений — критерий Колмогорова-Смирнова, основанный на сравнении эмпирических функций распределения двух независимых выборок для проверки их однородности. Гипотезы отвергали на 5 %-ном уровне значимости ($p = 0,05$).

Результаты и их обсуждение

Скопления мизид и условия их обитания. В кутовой части Амурского залива *N. awatschensis* образует значительные скопления в виде широких «лент» вдоль береговой линии (рис. 1). Время образования скоплений, период их функционирования и биомасса в разные годы неодинаковы.

В 2014–2017 гг. *N. awatschensis* был обилен. В 2014 г. он образовывал моновидовые скопления на глубине 1,0–1,5 м со второй половины июня до середины августа при значениях температуры воды 18–21 °С и солености 25–29 епс [Седова и др., 2017]. В начале июля скопление мизид в виде «ленты» шириной 15–20 м находилось на расстоянии 30–50 м от берега. Биомасса варьировала в основном от 2 до 30 г/м^3, а максимальная достигала 500 г/м^3. После прошедших в середине августа штормов мизиды не встречались.

В 2015 г. *N. awatschensis* образовывал значительные скопления в начале июня на глубине 0,8–1,5 м, ширина «ленты» достигала 50 м при среднемесячных значениях температуры воды 17 °С и солености 14 епс [Седова и др., 2017]. В первой декаде июля к этому виду добавился *N. mirabilis,* превосходящий *N. awatschensis* по биомассе в два с половиной раза. Среднемесячные значения температуры воды и солености в данный период были выше, чем в предыдущем месяце, — 21 °С и 29 епс. Мизиды сместились ближе к берегу, на глубину 0,5 м. Их биомасса в период с мая до середины июля варьировала от 5 до 50 г/м^3, достигая на отдельных участках более 500 г/м^3. Со второй половины июля мизиды обнаружены не были.

В начале июня 2016 г. биомасса *N. awatschensis* составляла 252 г/м^3. Мизиды располагались «лентой» шириной около 10 м. Во второй декаде месяца биомасса мизид значительно снизилась — до 1,5 г/м^3, при этом ширина «ленты» увеличилась до 20 м. В середине июня основная масса мизид состояла из *N. mirabilis,* биомасса *N. awatschensis* была незначительной (около 10 %). Мизиды располагались «лентой» вдоль берега шириной примерно 100 м на протяжении 2 км. Совместная биомасса двух видов мизид была 7 г/м^3. В третьей декаде месяца ситуация изменилась, оба вида находились почти в равных количествах, совместная биомасса увеличилась до 12 г/м^3. В дальнейшем в названных выше районах мизиды не создавали значительных скоплений и встречались единично.

С середины мая и до начала июня 2017 г. *N. awatschensis* образовывал промысловые скопления совместно с *N. mirabilis* на глубине 1,0–1,5 м в зарослях зостеры и местах,

Таблица 2

Table 2

Биостатистические параметры *N. awatschensis*

Biostatistical parameters of *Neomysis awatschensis*

Параметр	Все особи		Самки		Самцы		Молодь	
	n, экз.	Среднее ± ошибка среднего/диапазон	n, экз.	Среднее ± ошибка среднего/диапазон	n, экз.	Среднее ± ошибка среднего/диапазон	n, экз.	Среднее ± ошибка среднего/диапазон
Июль, 2014								
Длина тела, мм	974	8,5 ± 0,1/2,0–13,3	351	9,6 ± 0,1/7,0–13,3	332	8,9 ± 0,1/7,0–12,0	291	6,9 ± 0,1/2,0–10,4
Масса особи, г		0,007 ± 0,000/0,001–0,023		0,009 ± 0,000/0,002–0,023		0,007 ± 0,000/0,001–0,018		0,003 ± 0,000/0,001–0,016
Июнь, 2015								
Длина тела, мм	743	6,7 ± 0,1/2,5–12,5	65	9,6 ± 0,2/7,0–12,5	121	7,3 ± 0,1/5,8–11,3	557	6,2 ± 0,1/2,5–7,5
Масса особи, г		0,003 ± 0,000/0,001–0,025		0,011 ± 0,001/0,004–0,025		0,004 ± 0,000/0,001–0,018		0,002 ± 0,000/0,001–0,003
Июль, 2015								
Длина тела, мм	207	8,5 ± 0,1/5,2–11,0	93	8,9 ± 0,1/7,2–11,0	105	8,4 ± 0,1/6,3–9,3	9	6,1 ± 0,3/5,2–8,0
Масса особи, г		0,007 ± 0,000/0,001–0,014		0,008 ± 0,000/0,004–0,014		0,006 ± 0,000/0,002–0,010		0,002 ± 0,001/0,001–0,006
Июнь, 2016								
Длина тела, мм	197	8,1 ± 0,1/4,0–11,0	73	9,0 ± 0,1/7,0–11,0	40	7,7 ± 0,1/5,3–10,0	84	7,4 ± 0,1/4,0–8,5
Масса особи, г		0,006 ± 0,000/0,001–0,016		0,008 ± 0,000/0,002–0,016		0,005 ± 0,000/0,001–0,011		0,005 ± 0,000/0,002–0,010
Июль, 2016								
Длина тела, мм	32	7,8 ± 0,4/3,0–10,3	10	9,2 ± 0,2/7,2–9,9	14	7,9 ± 0,5/5,5–10,3	8	5,6 ± 0,7/3,0–9,6
Масса особи, г		0,005 ± 0,001/0,001–0,012		0,008 ± 0,001/0,003–0,010		0,006 ± 0,001/0,001–0,012		0,002 ± 0,001/0,001–0,009
Май, 2017								
Длина тела, мм	59	10,3 ± 0,2/5,7–13,7	31	11,3 ± 0,2/8,7–13,7	24	9,1 ± 0,3/5,7–11,0	4	10,3 ± 0,6/9,0–11,5
Масса особи, г		0,013 ± 0,001/0,001–0,025		0,017 ± 0,001/0,008–0,025		0,010 ± 0,001/0,003–0,015		0,002 ± 0,000/0,001–0,002

Таблица 3

Биостатистические параметры самок *N. awatschensis*

Table 3

Biostatistical parameters of *Neomysis awatschensis* females

Стадии развития самок	n, экз.	Длина тела, мм	Масса особи, г
		Средняя ± ошибка средней/диапазон	Средняя ± ошибка средней/диапазон
Июль, 2014			
С зачатками оостегитов	81	8,7 ± 0,1/7,0–11,5	0,007 ± 0,000/0,002–0,013
Яйценосные	85	9,5 ± 0,1/7,0–11,8	0,009 ± 0,000/0,004–0,016
1-я стадия	125	10,0 ± 0,1/8,0–12,5	0,011 ± 0,000/0,004–0,022
2-я стадия	33	10,5 ± 0,2/8,0–13,3	0,013 ± 0,001/0,006–0,023
Отнерестившиеся	27	9,3 ± 0,2/7,0–12,5	0,008 ± 0,001/0,002–0,023
Июнь, 2015			
С зачатками оостегитов	30	7,9 ± 0,1/7,0–8,5	0,006 ± 0,000/0,004–0,006
Яйценосные	9	10,3 ± 0,4/8,4–11,3	0,012 ± 0,001/0,006–0,018
1-я стадия	24	11,4 ± 0,1/10,0–12,5	0,016 ± 0,001/0,012–0,022
2-я стадия	2	12,2 ± 0,4/11,8–12,5	0,021 ± 0,005/0,016–0,025
Июль, 2015			
С зачатками оостегитов	35	8,2 ± 0,1/7,2–9,0	0,006 ± 0,000/0,004–0,008
Яйценосные	280	9,0 ± 0,0/8,0–10,5	0,008 ± 0,000/0,004–0,014
1-я стадия	161	9,0 ± 0,0/8,0–10,0	0,008 ± 0,000/0,004–0,014
2-я стадия	77	9,2 ± 0,1/8,0–11,0	0,009 ± 0,000/0,006–0,013
Отнерестившиеся	98	8,7 ± 0,1/7,5–10,3	0,008 ± 0,000/0,004–0,014
Июнь, 2016			
С зачатками оостегитов	13	8,5 ± 0,2/7,0–9,0	0,006 ± 0,001/0,002–0,008
Яйценосные	42	9,2 ± 0,0/8,0–9,5	0,008 ± 0,000/0,004–0,010
1-я стадия	15	8,9 ± 0,2/7,5–11,0	0,008 ± 0,001/0,006–0,016
2-я стадия	2	10,3 ± 0,8/9,5–11,0	0,013 ± 0,003/0,010–0,015
Отнерестившиеся	1	8,3	0,007
Июль, 2016			
1-я стадия	4	9,4 ± 0,1/9,0–9,6	0,008 ± 0,000/0,007–0,009
Отнерестившиеся	6	9,1 ± 0,4/7,2–9,9	0,008 ± 0,001/0,003–0,010
Май, 2017			
Яйценосные	7	10,2 ± 0,3/8,7–10,8	0,012 ± 0,001/0,008–0,018
1-я стадия	16	11,2 ± 0,3/9,0–13,7	0,017 ± 0,001/0,013–0,025
2-я стадия	7	12,3 ± 0,3/11,3–13,5	0,021 ± 0,001/0,018–0,025
Отнерестившиеся	1	13,0	0,024

свободных от произрастания макрофитов. В середине мая биомасса мизид достигала 167 г/м^3. Мизиды располагались «лентой», ширина которой была около 50 м, при этом по биомассе преобладал другой вид — *N. mirabilis*, а доля биомассы *N. awatschensis* составляла только 28,2 %. К концу месяца величина совместной биомассы значительно снизилась — до 0,06 г/м^3. Среднее значение биомассы в мае 2017 г. составляло 83 г/м^3.

По сведениям рыбопромышленников, занимающихся ловом мизид, в 2018 г. *N. awatschensis* в кутовой части Амурского залива присутствовал только два дня — 20–21 мая. Мизиды располагались «лентой» в 30 м от берега на глубине более 2 м при температуре воды около 10 °С и солености — 2,2–4,2 епс. Ширина «ленты» была 3–4 м, биомасса мизид составляла 40 г/м^3. После прошедших обильных дождей мизиды не были обнаружены. В 2019 г. они вообще не создали скоплений в кутовой части Амурского залива из-за неблагоприятных погодных условий (сильного ветрового перемешивания воды, штормов, дождей, недостаточной инсоляции).

Состав скоплений. В период исследований *N. awatschensis* имел длину тела от 2,0 до 13,7 мм и индивидуальную массу от 0,001 до 0,025 г, средняя длина тела составляла

6,7–10,3 мм, средняя масса — 0,003–0,013 г (табл. 2). Масса (W, г) у *N. awatschensis* и длина тела (L, мм) связаны степенной зависимостью $W = 0,4 \cdot 10^{-5} L^{3,34\pm0,03}$ [Шевченко и др., 2016]. Длина самок была 7,0–13,7 мм, самцов — 5,3–12,0 мм (табл. 2). По литературным данным [Петряшев, 2004], длина тела самок и самцов *N. awatschensis* больше — соответственно 18,1 и 14,3 мм. В кутовой части Амурского залива особи таких размеров обнаружены не были. Возможно, это различие вызвано разными методиками измерения длины рачков. Мы не принимаем в расчет длину тельсона, поскольку он является только придатком тела мизид. К сожалению, методика измерения длины мизид другими авторами не приводится.

Самые крупные особи были пойманы в мае 2017 г., длина тела мизид варьировала от 5,7 до 13,7 мм, масса — от 0,001 до 0,025 г, молодь встречалась единично (табл. 2). Средняя длина самок в этом месяце была 11,3 мм, самцов — 9,1 мм, средняя масса — соответственно 0,017 и 0,010 г. У самок модальное значение имел размерный класс 10–11 мм (41,9 %), а у самцов преобладали рачки размером 5–6 мм (12,5 %), 8–9 мм (37,5 %) и 10–11 мм (21,2 %) (рис. 2). Размерный состав всего скопления имел бимодальный характер. В скоплении превалировали самки (52,5 %) (рис. 3).

В июне 2015 г. длина тела мизид варьировала от 2,5 до 12,5 мм, масса — от 0,001 до 0,025 мм (табл. 2). В скоплении преобладала молодь (75,0 %), доля самок составляла 8,7 % (рис. 3). Средние размеры самок, самцов и молоди равнялись соответственно: длина 9,6; 7,3; 6,2 мм, масса — 0,011; 0,004; 0,002 г (табл. 2). Размерный состав у самок имел бимодальный характер, преобладали особи размером 7–8 мм (43,1 %) и 10–12 мм (41,5 %). В общей структуре скопления (самки, самцы, молодь) бимодальность

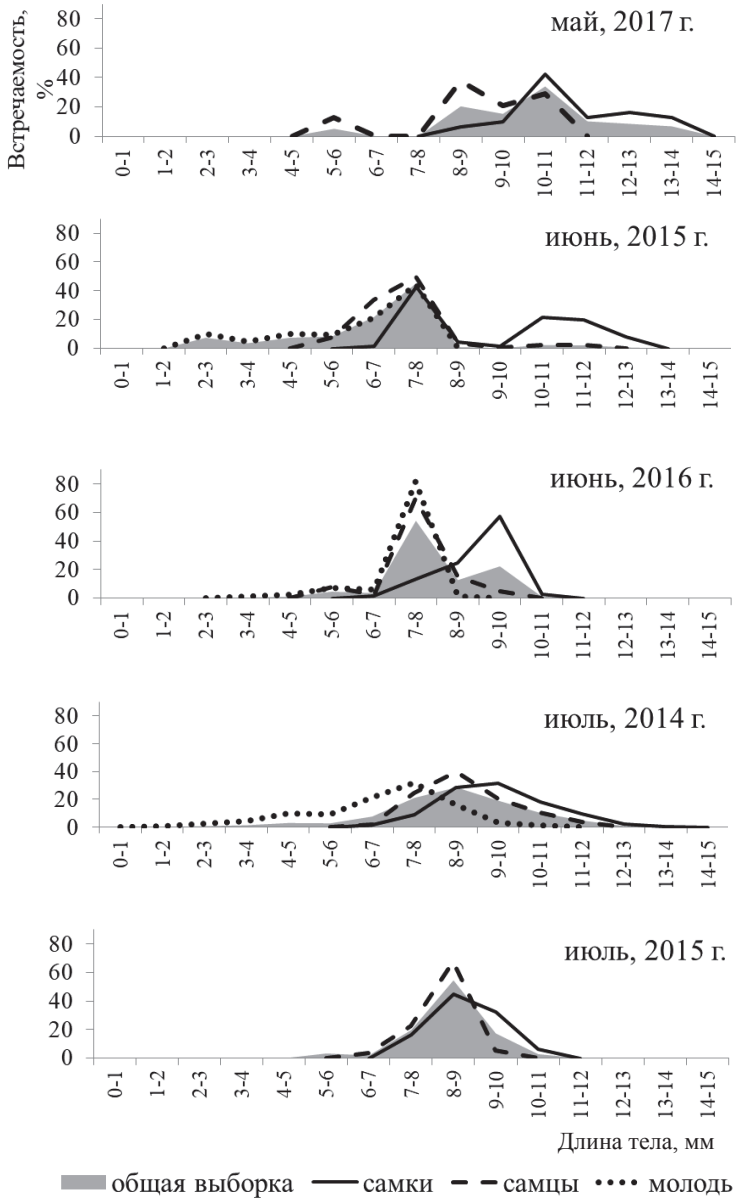

Рис. 2. Размерный состав скоплений *N. awatschensis*

Fig. 2. Size structure of *Neomysis awatschensis* in aggregations

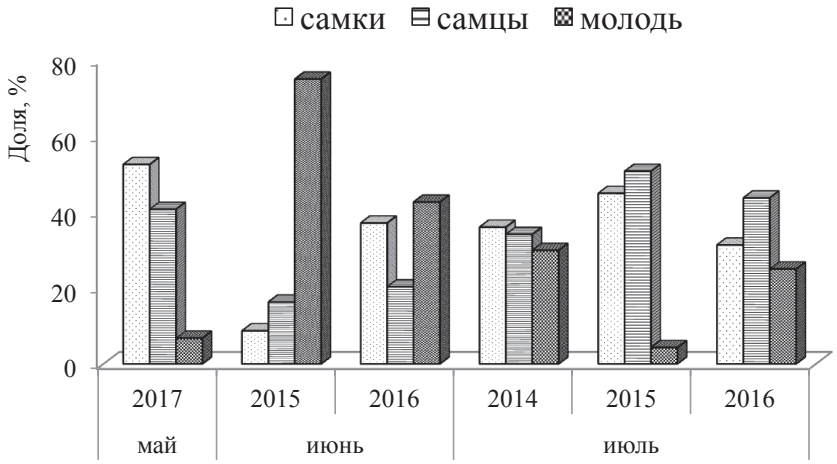

Рис. 3. Соотношение самок, самцов и молоди *N. awatschensis*
Fig. 3. Females, males and juveniles ratio of *Neomysis awatschensis*

размерного состава самок стала невыраженной из-за большого преобладания молоди, произошло смещение кривой размерного распределения влево.

В июне 2016 г. длина тела мизид составляла 4,0–11,0 мм, масса особей — 0,001–0,016 г (табл. 2). В скоплении, как и в июне 2015 г., преобладала молодь (42,6 %), однако доля самок (37,1 %) была более значительной (рис. 3). Средняя длина тела самок, самцов и молоди составляла соответственно 9,0; 7,7; 7,4 мм, а средняя масса — 0,008; 0,005; 0,005 г (табл. 2). Размерный состав у самцов и молоди имел сходный характер, преобладали рачки размером 7–8 мм, соответственно 70,0 и 82,1 %. У самок модальное значение имел размерный класс 9–10 мм (57,5 %). В результате общая структура скопления приобрела бимодальный характер (рис. 2).

В июле 2014 г. длина тела мизид варьировала от 2,0 до 13,3 мм, масса особей — от 0,001 до 0,023 г (табл. 2). В составе скопления отмечено небольшое преобладание самок (36,0 %), доля самцов и молоди составляла соответственно 34,1 и 29,9 % (рис. 3). Средняя длина тела самок, самцов и молоди равнялась соответственно 9,6; 8,9; 6,9 мм, а средняя масса — 0,009; 0,007; 0,003 г (табл. 2). Размерный состав скопления имел мономодальный характер, у самок, самцов и молоди преобладали особи размером соответственно 9–10 мм (31,3 %), 8–9 (31,9 %) и 7–8 мм (31,6 %) (рис. 2). В то же время, если рассматривать размерный состав в целом, то модальный класс составляли рачки длиной 8–9 мм (28,6 %) за счет суммарного преобладания самцов и молоди в выборке.

В июле 2015 г. длина тела мизид варьировала от 5,2 до 11,0 мм, а масса особей — от 0,001 до 0,014 г (табл. 2). В составе скопления преобладали самки (44,9 %) и самцы (50,8 %), молодь присутствовала в незначительном количестве (4,3 %) (рис. 3). Средняя длина тела самок, самцов и молоди равнялась соответственно 8,9; 8,4; 6,1 мм, средняя масса — 0,008; 0,006; 0,002 г (табл. 2). Размерный состав скопления имел мономодальный характер, преобладали особи размером 8–9 мм (54,6 %). Если рассмотреть размерно-половую структуру, то доля самок и самцов этого размера составила соответственно 45,2 и 67,6 % (см. рис. 2).

В июле 2016 г. длина тела мизид варьировала от 3,0 до 10,3 мм, масса особей — от 0,001 до 0,012 г (табл. 2). В скоплении преобладали самцы (43,7 %), доля самок и молоди составляла соответственно 31,3 и 25,0 % (рис. 3). Средняя длина тела самок, самцов и молоди равнялась соответственно 9,2; 7,9; 5,6 мм, средняя масса — 0,008; 0,006; 0,002 г (табл. 2). Среди самок и самцов преобладали рачки размером 9–10 мм (70,0 и 35,7 %), среди молоди — размером 5–6 мм (37,5 %).

Проведение теста по Колмогорову-Смирнову [Боровиков, 2003] показало, что размерный состав скоплений в течение одного года различался в июне и июле ста-

тистически значимо ($p < 0,001$). В межгодовом аспекте в июне 2015–2016 и июле 2014–2015 гг. существенных различий не выявлено ($p > 0,100$).

Самые крупные экземпляры, выловленные в июле 2014 г., июне 2015 г. и мае 2017 г., — это сохранившиеся особи прошлогодних генераций, которые к этому времени обычно погибают после нереста. Из-за низкой среднемесячной температуры воды в мае 2014–2015 гг. (см. табл. 1) нерест мизид произошел позже, чем обычно. Май 2017 г. был самым теплым за весь период наблюдений, скопления были образованы уже в середине мая и в популяции присутствовали не только крупные перезимовавшие экземпляры прошлогодних летних генераций, но и подросшая молодь осенних генераций длиной 9,0–11,5 мм.

В летние месяцы средняя длина тела *N. awatschensis* меньше, чем в мае, поскольку при повышении температуры воды половое созревание происходит быстрее, особи становятся половозрелыми при меньшей длине тела, что характерно и для других видов мизид [Murano, 1964a; Костромин, 2012; Седова, Будникова, 2020a]. Кроме того, популяция пополняется молодью размером 2–4 мм, в скоплениях одновременно присутствуют особи разных генераций (табл. 2, рис. 2). Больше всего молоди было в июне (75,0 % в 2015 г. и 42,6 % в 2016 г.) (рис. 3). Доля самцов *N. awatschensis* в скоплении всегда значительна — от 16,3 % в июне 2015 г. до 50,7 % в июле этого же года. Доля самцов у *N. mirabilis,* совместно обитающего с *N. awatschensis* в кутовой части Амурского залива, также была велика (20,9–43,3 %), в отличие от таковой в открытой части залива (2,2–28,7 %), где размножение *N. mirabilis* происходит не так интенсивно [Седова, Будникова, 2020a, б].

Данных по приросту длины тела мизид весьма мало. Мурано [Murano, 1964a], изучая прирост тела *N. awatschensis* в лабораторных условиях, установил, что в сутки прирост рачков составляет около10 % массы тела. Прирост длины тела мизид *Neomysis integer* в Вислинском заливе Балтийского моря составляет 2–5 мм в месяц [Костромин, 2012]. Исходя из того что кривая размерного распределения рачков июльской (2015 г.) выборки смещена вправо относительно их распределения в июне (см. рис. 2) на 2–3 мм, можно предположить, что эта величина является месячным линейным приростом тела *N. awatschensis*. При этом доля молоди в июльской выборке значительно ниже, чем в июньской (рис. 3), за счет перехода молоди в категории самок и самцов.

Соотношение полов в скоплениях *N. awatschensis* в мае и июле в исследуемый период составило 1 : 1 и достоверно не различалось ($p = 0,444$). В июне соотношение полов имело статистически значимые различия ($p = 0,000$): в 2015 г. преобладали самцы (1,0 : 1,9), в 2016 г. — самки (1,8 : 1,0). По данным Мурано [Murano, 1964a] соотношение полов у этого вида часто 1 : 1, а при лабораторном разведении — всегда 1 : 1.

В период наблюдений самки находились на разных стадиях развития (табл. 3, рис. 4). Наименьшую среднюю длину тела имели молодые самки с зачатками оостегитов — 7,9–8,7 мм при средней массе 0,006–0,007 г. Наибольшая длина тела была у «самок 2» — от 9,2 до 12,3 мм с массой 0,009–0,021 г (табл. 3).

В течение всего времени наблюдений самки имели эмбрионы на разных стадиях развития (рис. 4). Молодые самки с зачатками оостегитов присутствовали в скоплениях в летние месяцы, их доля варьировала от 2,6 до 23,1 % всей выборки (рис. 4).

Яйценосные самки присутствовали в течение всего периода наблюдений, их доля составляла 4,9–57,5 % всех выборок, за исключением июля 2016 г., когда мизиды встречались единично (табл. 2). При этом часть самок (60,0 %) уже отнерестилась, а другая — состояла из «самок 1» (40,0 %). «Самки 1» преобладали в мае 2017 г., в июне 2015 г. и июле 2014 г. (от 35,6 до 58,6 %), «самки 2» — в июле 2015 г. (57,4 %) (рис. 4). Доля отнерестившихся самок с мая по июль не превышала 7,7 %, кроме, как указано выше, июля 2016 г.

Наличие самок с эмбрионами на всех стадиях развития свидетельствует о растянутом периоде размножения. По данным Мурано [Murano, 1964a] нерест у *N. awatschensis*, обитающего в районе о-вов Хонсю и Хоккайдо, проходил почти весь год, однако зимой самок с эмбрионами становилось меньше.

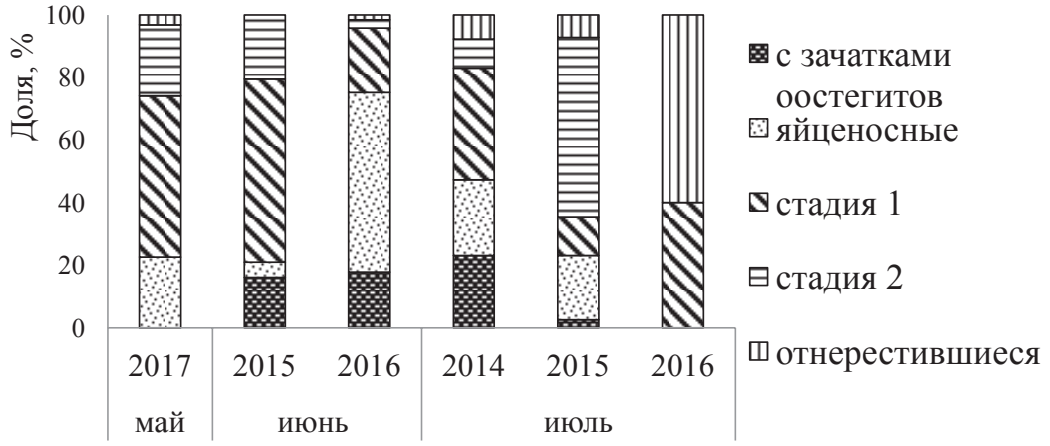

Рис. 4. Соотношение самок *N. awatschensis* на разных стадиях развития
Fig. 4. Percentage of *Neomysis awatschensis* females at different stages of development

В наших пробах количество эмбрионов в марсупиальных сумках варьировало от 15 до 35 шт. в зависимости от размеров самок, по литературным данным — от 6 до 29 [Петряшев, 2004]. У одноразмерных самок летом эмбрионов меньше, чем весной, т.е. температура оказывает прямое или косвенное влияние на количество яиц [Murano,1964a]. В наших наблюдениях мы такого явления не отмечали. При исследовании жизненного цикла *N. awatschensis* в лабораторных условиях Мурано [Murano,1964a] определил, что время вынашивания самкой яиц зависит от температуры. При температуре воды от 15 до 18 °С эмбрионы созревают за 14–20 дней. Температура воды в кутовой части Амурского залива в июне 2014–2016 гг. была около 18 °С (табл. 1), значит, наличие в скоплениях только что покинувших выводковую сумку особей 2,0–2,5 мм длиной в июне 2015–2016 гг., июле 2014 и 2016 гг. свидетельствует о том, что оплодотворение произошло в мае-июне.

Заключение

N. awatschensis, являясь эстуарно-пресноводным видом, образует значительные скопления при среднемесячных температурах воды 14–21 °С, преимущественно в мае-июле в северной части Амурского залива, куда впадает р. Раздольная. Время и функционирование его скоплений в разные годы (2014–2019) не совпадают и зависят от гидрологических и погодных условий. При благоприятных условиях среды скопления *N. awatschensis* имеют вид «лент», шириной в десятки метров на протяжении нескольких километров вдоль береговой полосы. При недостаточной инсоляции, сильном ветровом перемешивании воды *N. awatschensis* или не образует скоплений в прибрежной полосе (в 2019 г.), или они существуют очень короткое время (несколько дней в 2018 г.). Эти скопления могут быть как моновидовыми (2014 г.), так и совместными с *N. mirabilis*, доля которого в разные годы может достигать 55–75 %. Биомасса мизид в период массовых скоплений составляет от 10 до 500 г/м^3 и более, что позволяет вести их промысел в данном районе.

В период массовых скоплений происходит нерест мизид и пополнение популяции молодью. Нерестовый период *N. awatschensis* продолжителен во времени, о чем свидетельствует постоянное присутствие самок с эмбрионами на разных стадиях развития, а также наличие в скоплениях молоди разного размера. Наиболее интенсивный нерест мизид в Амурском заливе происходит в мае-июне.

Максимальные размеры самок *N. awatschensis* в северной части Амурского залива достигают 13,7 мм, самцов — 12,0 мм. Средний размер особей варьирует от 6,7 до 10,3 мм. В летние месяцы средняя длина тела мизид меньше, чем в мае. В межго-

довом аспекте существенных различий в размерном составе скоплений не выявлено, а в течение одного года происходили значительные изменения.

В составе скоплений *N. awatschensis* доля самцов была всегда значительна (16,3–50,7 %), доля самок варьировала от 8,7 до 52,5 %. Наибольшее количество молоди отмечено в июне разных лет (29,9–75,0 %). Половой состав скоплений *N. awatschensis* в период исследований не оставался постоянным. Соотношение самок и самцов в мае и июле 2014–2017 гг. составляло 1 : 1, в июне 2015 г. преобладали самцы (1,0 : 1,9), в 2016 г. — самки (1,8 : 1,0).

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность к.б.н. Е.Э. Борисовцу за консультации по статистической обработке данных и Г.Г. Шевченко за помощь при сборе материала.

Финансирование работы

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Информация о вкладе авторов

Концепция исследования — Л.Л. Будникова, Л.Г. Седова; сбор и обработка биологического материала — Л.Л. Будникова; статистическая обработка — Л.Г. Седова; написание, обсуждение результатов — равное участие.

Список литературы

Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере : моногр. — 2-е изд. — СПб. : Питер, 2003. — 688 с.

Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г. Распределение и состав скоплений мизид в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : мат-лы 6-й всерос. науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2015. — Ч. 1. — С. 41–45.

Костромин Е.А. Влияние экологических факторов на онтогенез и распределение мизид *Neomysis integer* Leach, 1815 (Crustacea: Mysidacea) Вислинского залива Балтийского моря : автореф. дис. … канд. биол. наук. — Калининград : Балт. федер. ун-т им. И. Канта, 2012. — 23 с.

Петряшев В.В. Отряд Мизиды — Mysidacea Boas, 1883 // Ракообразные (ветвистоусые, тонкопанцирные, мизиды, эвфаузииды) и морские пауки : Биота российских вод Японского моря. — Владивосток : Дальнаука, 2004. — Т. 1. — С. 55–96.

Петряшев В.В., Данелия М.Е. Таксономический статус западнотихоокеанских видов мизид группы *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851) // Биол. моря. — 2014. — Т. 40, № 3. — С. 178–189.

Седова Л.Г., Будникова Л.Л. Биологические характеристики мизиды *Neomysis mirabilis* в зависимости от условий обитания (залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2020а. — Т. 200, вып. 1. — С. 101–117. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-101-117.

Седова Л.Г., Будникова Л.Л. Размерно-половой состав скоплений мизид *Neomysis mirabilis* и *N. awatschensis* в северной части Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : мат-лы 11-й нац. (всерос.) науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2020б. — С. 59–64.

Седова Л.Г., Рачков В.И., Будникова Л.Л., Шевченко Г.Г. Влияние гидрологических условий на распределение мизид в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : мат-лы

8-й всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохоз. образования на Камчатке. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2017. — Ч. 1. — С. 173–175.

Шевченко Г.Г., Седова Л.Г., Будникова Л.Л. Размерно-половой состав скоплений и весовой рост мизид *Neomysis awatschensis* (Crustacea: Mysidacea) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : мат-лы 7-й всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2016. — Ч. 1. — С. 184–186.

Murano M. Fisheries biology of a marine relict mysid *Neomysis intermedia* Czerniawsky. III. Lifecycle, with special reference to the reproduction on the mysid // Aquaculture. — 1964a. — Vol. 12, № 1. — P. 19–30 (in Japanese).

Murano M. Fisheries biology of a marine relict mysid *Neomysis intermedia* Czerniawsky. IV. Lifecycle, with special reference to growth on the mysid // Aquaculture. — 1964b. — Vol. 12, № 2. — P. 109–117 (in Japanese).

Yamada K., Takahashi K., Vallet C. et al. Distribution, life history, and production of three species of *Neomysis* in Akkeshi-ko estuary, northern Japan // Mar. Biol. — 2007. — Vol. 150. — P. 905–917. DOI: 10.1007/s00227-006-0403-4.

References

Borovikov, V., *Statistica. Iskusstvo analiza dannykh na komp'yutere* (Statistica. The Art of Data Analysis on a Computer), St. Petersburg: Piter, 2003, 2nd ed.

Bydnikova, L.L., Sedova, L.G., and Shevchenko, G.G., Spatial distribution and composition of mysids settlements in the Peter the Great Bay (Sea of Japan), in *Mater. 6-y Vseros. nauchno-prakt. konf. "Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie"* (Proc. 6th All-Russ. Sci.-Pract. Conf. "Natural Resources, Their Current State, Conservation, and Commercial and Technical Use"), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskii Gos. Tekh. Univ., 2015, part 1, pp. 41–45.

Kostromin, E.A., Influence of ecological factors on ontogenesis and distribution of mysids *Neomysis integer* Leach, 1815 (Crustacea: Mysidacea) of the Vislin Gulf of the Baltic Sea, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Kaliningrad: Balt. Feder. Univ. im. I. Kanta, 2012.

Petryashev, V.V., Mysida Detachment — Mysidacea Boas, 1883, *Crustacea (Cladocera, Leptostraca, Mysidacea, Euphausiacea) and Pycnogonida: Biota of the Russian Waters of the Sea of Japan*, Vladivostok: Dalnauka, 2004, vol. 1, pp. 55–96.

Petryashev, V.V. and Daneliya, M.E., The taxonomic status of Western Pacific mysid species of *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851) group, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2014, vol. 40, no. 3, pp. 165–176.

Sedova, L.G. and Budnikova, L.L., Biological characteristics of mysid *Neomysis mirabilis* in dependence on its environments (Peter the Great Bay, Japan Sea), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2020a, vol. 200, Iss. 1, pp. 101–117. doi 10.26428/1606-9919-2020-200-101-117

Sedova, L.G. and Budnikova, L.L., Size and gender composition of mysid *Neomysis mirabilis* and *N. awatschensis* in the northern part of the Amur Bay (Peter the GReat Bay, Japan Sea), in *Mater. 11-y Nats. (Vseross.) nauchno-pract. konf. "Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie"* (Proc. 11th Nat. (All-Russ.) Sci.-Pract. Conf. "Natural Resources, Their Current State, Conservation, and Commercial and Technical Use"), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskii Gos. Tekh. Univ., 2020b, pp. 59–64.

Sedova, L.G., Rachkov, V.I., Budnikova, L.L., and Shevchenko, G.G., Influence of hydrological conditions on the distribution of mysids in Peter the Great Bay (Sea of Japan), in *Mater. 8-y Vseros. nauchno-prakt. konf., posvyashchennaya 75-letiyu rybokhozyaystvennogo obrazovaniya na Kamchatke "Prirodnyye resursy, ikh sovremennoye sostoyaniye, okhrana, promyslovoye i tekhnicheskoye ispol'zovaniye"* (Proc. 8th All-Russ. Sci.-Pract. Conf., Commem. 75th Anniversary of Fisheries Education in Kamchatka "Natural Resources, Their Current State, Conservation, and Commercial and Technical Use"), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskii Gos. Tekh. Univ., 2017, part 1, pp. 173–175.

Shevchenko, G.G., Sedova, L.G., and Budnikova, L.L., Size-sex composition and weight growth of mysids *Neomysis awatschensis* (Crustacea: Mysidacea) (the Peter the Great Bay, Sea of Japan), in *Mater. 7-y Vseross. nauchno-pract. konf. mezhdunar. uchastiem "Prirodnyye resursy, ikh sovremennoye sostoyaniye, okhrana, promyslovoye i tekhnicheskoye ispol'zovaniye"* (Proc. 7th All-Russ. Sci.-Pract. Conf. Int. Participation "Natural Resources, Their Current State, Conservation, and Commercial and Technical Use"), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskii Gos. Tekh. Univ., 2016, part 1, pp. 184–186.

Murano, M., Fisheries biology of a marine relict mysid *Neomysis intermedia* Czerniawsky. III. Lifecycle, with special reference to the reproduction on the mysid, *Aquaculture*, 1964a, vol. 12, no 1, pp. 19–30 (in Japanese).

Murano, M., Fisheries biology of a marine relict mysid *Neomysis intermedia* Czerniawsky. IV. Lifecycle, with special reference to growth on the mysid, *Aquaculture*, 1964b, vol. 12, no. 2, pp. 109–117 (in Japanese).

Yamada, K., Takahashi, K., Vallet, C., Taguchi, S., and Toda, T., Distribution, life history, and production of three species of *Neomysis* in Akkeshi-ko estuary, northern Japan, *Mar. Biol.*, 2007, vol. 150, pp. 905–917. doi 10.1007/s00227-006-0403-4

Sostoyaniye promyslovykh resursov. Prognoz obshchego vylova gidrobiontov po Dal'nevostochnomu rybokhozyaystvennomu basseynu na 2019 g. (kratkaya versiya) (The state of fishing resources. Forecast of the total catch of aquatic organisms in the Far Eastern fisheries basin for 2019 (short version)), Vladivostok: TINRO, 2019.

Поступила в редакцию 11.08.2020 г.

После доработки 24.11.2020 г.

Принята к публикации 3.12.2020 г.