

УДК 595.344.1 (268.45)

В.Г. Дворецкий, А.Г. Дворецкий

Генеративная продукция массовой планктонной копеподы *Calanus finmarchicus* в прибрежье Баренцева моря

V.G. Dvoretzky, A.G. Dvoretzky

Egg production rates of the common planktonic copepod *Calanus finmarchicus* in the coastal Barents Sea

Аннотация. Для мурманской прибрежной водной массы Баренцева моря впервые приводятся экспериментальные оценки генеративной продукции самок ключевого вида зоопланктона *Calanus finmarchicus*. Скорость продукции яиц вида варьировала от $16,6 \pm 1,6$ (при 5°C) до $29,2 \pm 2,5$ (при 10°C) яиц на самку в сутки. Удельная генеративная продукция составила в среднем $5,0 \pm 0,5$ % массы тела самки в сутки. Выявлена прямая зависимость скорости формирования яиц от длины тела самок.

Abstract. Egg production rates of *Calanus finmarchicus*, a key zooplankton species of the Barents Sea, have been presented for the Murmansk coastal water mass for the first time. Egg production varied from $16,6 \pm 1,6$ (at 5°C) to $29,2 \pm 2,5$ (at 10°C) egg per female per day. Specific egg production is estimated to be $5,0 \pm 0,5$ % carbon mass of a female per day. A positive relationship between egg production rate and prosome length of female has been found.

Ключевые слова: зоопланктон, копеподы, продукция, Баренцево море

Key words: zooplankton, copepods, production, the Barents Sea

1. Введение

Оценка продукционного потенциала водных экосистем – одна из наиболее актуальных задач современных гидробиологических исследований (*Комплексные...*, 2011). В морской среде важную роль играют планктонные сообщества, аккумулирующие солнечную энергию (микроводоросли) и передающие их на более высокие звенья трофической цепи (зоопланктон) (*Тимофеев*, 2000). Прибрежные районы Баренцева моря отличаются наибольшими значениями первичной и вторичной продукции среди всех морей бассейна Северного Ледовитого океана (*Планктон...*, 1997; *Dvoretzky, Dvoretzky*, 2010; 2012; *Дворецкий*, 2012а).

К настоящему времени накоплен обширный материал о структуре и функционировании пелагических сообществ Баренцева моря (*Планктон...*, 1997; *Тимофеев*, 2000; *Dvoretzky, Dvoretzky*, 2013а,б,с). В то же время многие вопросы, касающиеся популяционной и репродуктивной биологии массовых видов зоопланктона, практически не охвачены исследованиями.

Крупный веслоногий рачок *Calanus finmarchicus* – ключевой представитель зоопланктона арктических морей и Северной Атлантики (*Яшинов*, 1940; *Тимофеев*, 2000). В южной и юго-западной частях Баренцева моря в летний период этот вид формирует до 90 % суммарной биомассы планктонных животных (*Планктон...*, 1997). Исследования указанного вида делятся уже более 100 лет, получены данные о жизненном цикле, распределении, вертикальных миграциях и смертности *C. finmarchicus* (*Планктон...*, 1997; *Тимофеев*, 2000; *Дворецкий, Дворецкий*, 2012; 2013в). Для адекватной оценки продукционных процессов в популяции наряду со знанием особенностей его соматического роста необходима информация о скорости образования яиц. Целью работы было экспериментальное изучение процессов генеративной продукции самок *C. finmarchicus*.

2. Материал и методы

Исследование было проведено на базе сезонной биостанции Мурманского морского биологического института в июле 2011 г. Пробы зоопланктона отбирали при помощи сети Джели во время прилива со стационарной точки, расположенной в губе Дальнезеленецкая (рис. 1). Параллельно проводили измерение температуры и солености в поверхностном слое.

Сразу же после отбора из каждой пробы осторожно отбирали по 15-20 половозрелых самок *C. finmarchicus*, которые помещали в чашки Петри, содержавшие профильтрованную морскую воду. Рачков инкубировали в течение 23-25 часов при постоянной температуре в затемненном помещении, после чего при помощи микроскопа с окуляр-микрометром производили подсчет яиц, измерение их диаметров и определение длины просомы самок. Всего было проведено 3 эксперимента – при 5 , 8 и 10°C .

Суточную генеративную продукцию вычисляли как среднее для каждого эксперимента, при этом погибшие особи и самки, которые не формировали яиц, при расчетах не учитывались. Биомассу самок и яиц вычисляли исходя из их размеров по соответствующим формулам (Huntley, Lopez, 1992; Madsen et al., 2001). Удельную скорость образования яиц вычисляли как отношение биомассы самки к биомассе сформированных ею яиц (Hirche et al., 1997).



Рис. 1. Расположение станции отбора проб (обозначена квадратом) в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря в июле 2011 г.

Обработку данных осуществляли методами описательной статистики. После проверки нормальности при помощи теста Хольма-Сидьяка проводили множественные сравнения результатов отдельных экспериментов. Регрессионный анализ применяли для оценки связей между размерами и репродуктивными характеристиками *S. finmarchicus*. Все средние величины представлены со стандартной ошибкой ($\pm SE$).

3. Результаты

Во время отбора проб температура воды поверхностного слоя варьировала от 6,9 до 9,1 °C ($8,0 \pm 0,3$ °C), а соленость колебалась в пределах 31,51-32,27 ‰ ($31,94 \pm 0,03$ ‰).

В ходе первого эксперимента при 5 °C из пятнадцати самок одна не формировала яиц. Размеры остальных особей изменялись от 2,25 до 2,75 мм ($2,40 \pm 0,03$ мм), а диаметры образуемых ими яиц – от 141 до 168 мкм (153 ± 2 мкм). Скорость продукции яиц колебалась от 6 до 31 яйца на самку в сутки. Средние показатели суточной генеративной продукции представлены на рис. 2. Удельная генеративная продукция варьировала в диапазоне 1,3-7,3 % массы тела в сутки ($3,6 \pm 0,4$ %).

В течение второго эксперимента при 8 °C из восемнадцати самок погибла одна, еще одна особь не формировала яиц. Длина просомы рачков изменялась от 2,33 до 2,53 мм ($2,42 \pm 0,01$ мм). Размеры яиц составляли 140-168 мкм (155 ± 3 мкм). Абсолютная генеративная продукция была выше по сравнению с первым опытом (рис. 2), варьируя от 6 до 45 яиц на самку в сутки. Сходная картина была выявлена и для удельной продукции, которая составляла 1,3-10,6 % массы тела в сутки ($5,3 \pm 0,6$ %).

Во время третьего эксперимента при 10 °C из двадцати самок погибли три, еще две не формировали яиц. Размеры рачков колебались от 2,30 до 2,55 мм ($2,40 \pm 0,03$ мм), диаметры яиц – от 142 до 167 мкм (154 ± 2 мкм). За сутки опытные самки образовывали 18-51 яйцо, что выше, чем во втором эксперименте (рис. 2). Удельная скорость продукции яиц изменялась от 3,1 до 12,3 % массы тела в сутки ($6,2 \pm 0,6$ %).

Парное сравнение экспериментальных данных показало, что скорость формирования яиц статистически значимо не отличалась друг от друга при 8 и 10 °C (тест Хольма-Сидьяка, $t = 1,271$, $p = 0,212$), в остальных двух случаях отличия были достоверными. Статистически значимые отличия для удельной генеративной продукции найдены лишь при сравнении первого и третьего экспериментов (тест Хольма-Сидьяка, $t = 2,871$, $p = 0,007$).

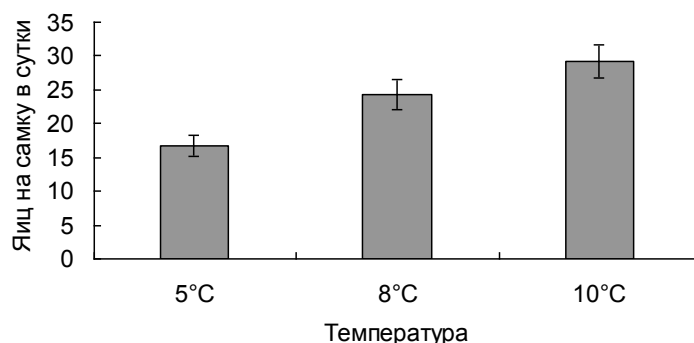


Рис. 2. Генеративная продукция (яиц на самку в сутки) *Calanus finmarchicus* в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря при различных температурных режимах

Регрессионный анализ показал, что размеры яиц были тесно скоррелированы с длиной просомы самок (табл. 1). Скорость продукции яиц достоверно возрастала с увеличением размеров самок, тогда как удельная генеративная продукция в большей степени зависела от размеров формируемых яиц (табл. 1).

Таблица. 1. Размерно-репродуктивные зависимости самок *Calanus finmarchicus*

Уравнение	R^2	r	F	p
$D = 72,6 \cdot L - 21,5$	0,44	0,66	29,15	<0,001
$EPR = 40,1 \cdot L - 73,8$	0,13	0,36	5,50	<0,05
$SEP = 8,1 \cdot L - 13,0$	0,08	0,29	3,32	0,076
$EPR = 0,29 \cdot D - 22,7$	0,09	0,29	3,45	0,071
$SEP = 0,1 \cdot D - 12,8$	0,23	0,48	11,02	<0,05

Примечание. D – средний диаметр яйца (мкм); L – длина просомы (мм); EPR – скорость формирования яиц (яиц на самку в сутки); SEP – удельная генеративная продукция (% массы тела в сутки); R^2 – коэффициент детерминации; r – коэффициент корреляции; F – значение критерия Фишера; p – уровень значимости.

4. Обсуждение

В представленной работе впервые для прибрежной зоны южной части Баренцева моря приведены оценки генеративной продукции *C. finmarchicus* – самого массового вида зоопланктона субарктических европейских вод. Период исследований охватывал середину летнего сезона, для которого характерны достаточно высокая температура воды (около 8-9 °C) и соленость порядка 31-32 ‰ (Dvoretzky, Dvoretzky, 2010; 2012; 2013a,b,c; Дворецкий, Дворецкий, 2013a,b). В это время сообщество фитопланктона находится в фазе сбалансированного развития, т.е. пик цветения был пройден ранее. В течение летнего сукцессионного цикла отмечаются сравнительно низкие значения биомассы микроводорослей – в среднем приблизительно 100 мкг/л (Планктон..., 1997; Комплексные..., 2011).

Ранее исследования генеративной продукции проводили в центральных и северных районах Баренцева моря. Показано, что в мае-июне скорость продукции яиц в пределах вод атлантического происхождения составляет в среднем 20-40 яиц на самку в сутки (Melle, Skjoldal, 1998), а в отдельных случаях может достигать 150 яиц на самку в сутки (Pasternak et al., 2002). Для других арктических и субарктических районов Мирового океана получены сходные оценки. Так, в Норвежском море в апреле-июне данный показатель варьирует от 0 до 62 яиц на самку в сутки, при средней величине 10-21 яиц на самку в сутки (Stenevik et al., 2007). В заливе Диско (воды Западной Гренландии) максимальное значение генеративной продукции самок *C. finmarchicus* (24 яйца на одну особь или 4 % массы тела в сутки) регистрировали в июне-июле (Madsen et al., 2001). Полученные нами величины хорошо соответствуют приведенным оценкам.

Основные факторы, которые контролируют процессы репродукции и роста у морских ракообразных, – это доступность, количество и качество пищи, а также гидрологические характеристики среды (Hirst, Bunker, 2003). Ряд исследований показал, что наиболее успешно размножение копепод протекает в течение или сразу же после периодов массового развития фитопланктона – в это время планктонные животные активно питаются и показатели генеративной продукции самок достигают наибольших значений (Тимофеев, 2000; Madsen et al., 2001; Pasternak et al., 2002). Найденные нами

величины также достаточно высоки, поскольку периоду исследований предшествовал раннелетний пик биомассы микроводорослей, который в прибрежье Баренцева моря обычно регистрируется в июне (Планктон..., 1997).

Влияние температуры воды на размножение копепод рода *Calanus* довольно хорошо изучено. В частности, для *C. finmarchicus* Норвежского и Гренландского морей в эксперименте показано увеличение скорости формирования яиц с ростом температуры. При $-1,5$ °C данный показатель составлял 14,2 яйца на самку в сутки, а при 8 °C – 73,4 яйца на самку в сутки (Hirche et al., 1997). Наши данные также свидетельствуют о положительном влиянии температуры воды на скорость формирования яиц (рис. 2). Особенно ярко подобное ускорение было выражено при сравнении экспериментов, проведенных при 5 и 10 °C.

Индивидуальные репродуктивные показатели многих гидробионтов сильно зависят от размеров самок. Считается, что более крупные особи способны инвестировать в размножение больше ресурсов, чем мелкие (Mauchline, 1998). Мы также выявили, что средний диаметр и скорость формирования яиц были прямо связаны с длиной просомы самки. В свою очередь удельная генеративная продукция зависела от размеров, т.е. массы яиц, что вполне закономерно, учитывая методику расчета этого репродуктивного параметра.

Ранее для прибрежной зоны Баренцева моря нами были получены данные по индивидуальной генеративной продукции других массовых веслоногих ракообразных (табл. 2). Примечательно, что виды, формирующие яйцевые мешки (*O. similis*, *P. minutus*) имели достоверно более низкие значения генеративной продукции по сравнению с копеподами, которые откладывают яйца непосредственно в воду (*T. longicornis*, *A. longiremis*, *C. finmarchicus*). Это связано с тем, что смертность яиц существенно выше у последней группы рачков. Для компенсации потерь они формируют больше яиц (Mauchline, 1998), поэтому их генеративная продукция выше.

Таблица. 2. Генеративная продукция массовых копепод (EPR, яиц на самку в сутки) в прибрежье Баренцева моря в летний сезон

Вид	EPR	Ссылка
<i>Oithona similis</i>	1,1-2,2	Dvoretzky, Dvoretzky, 2009; Дворецкий, Дворецкий, 2011
<i>Temora longicornis</i>	2-29	Дворецкий, 2012б
<i>Acartia longiremis</i>	1-10	Дворецкий, Дворецкий, 2013а
<i>Pseudocalanus minutus</i>	6,6-8,6	Дворецкий, Дворецкий, 2013б
<i>Calanus finmarchicus</i>	6-51	Настоящая работа

Согласно имеющимся оценкам, годовая продукция *C. finmarchicus* в южной части Баренцева моря составляет $65-78$ т/км² (Яинов, 1940; Жизнь..., 1985). Однако приведенные величины получены без учета генеративной продукции самок, которая, по нашим данным, составляет в летний период (при диапазоне температур $5-10$ °C) в среднем около 5 % от массы тела самок в сутки. Учитывая, что летом формируется основная часть популяционной продукции *C. finmarchicus* (Тимофеев, 2000), можно предполагать, что существующие оценки продукции взрослых самок должны быть скорректированы не менее чем на $3-5$ %.

5. Заключение

Проведенное исследование выявило, что в прибрежье Баренцева моря генеративная продукция *Calanus finmarchicus* варьировала от 6 до 51 яиц на самку в сутки. Эта величина была существенно выше, чем у других массовых веслоногих ракообразных, что обусловлено особенностями жизненной стратегии *C. finmarchicus*. Полученные результаты позволяют более точно оценивать продукционный потенциал пелагической экосистемы в южной части Баренцева моря.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-52.2014.4.

Литература

- Dvoretzky V.G., Dvoretzky A.G. Epiplankton in the Barents Sea: Summer variations of mesozooplankton biomass, community structure and diversity. *Cont. Shelf Res.*, v. 52, p. 1-11, 2013a.
 Dvoretzky V.G., Dvoretzky A.G. Estimated copepod production rate and structure of mesozooplankton communities in the coastal Barents Sea during summer-autumn 2007. *Polar Biol.*, v. 35, p. 1321-1342, 2012.

- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Life cycle of *Oithona similis* (Copepoda: Cyclopoida) in Kola Bay (Barents Sea). *Mar. Biol.*, v. 156, p. 1433-1446, 2009.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Mesozooplankton structure in Dolgaya Bay (Barents Sea). *Polar Biol.*, v. 33, p. 703-708, 2010.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Structure of mesozooplankton community in the Barents Sea and adjacent waters in August 2009. *J. Nat. Hist.*, v. 47(31-32), p. 2095-2114, 2013c.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Summer mesozooplankton community of Moller Bay (Novaya Zemlya Archipelago, Barents Sea). *Oceanologia*, v. 55(1), p. 205-218, 2013b.
- Hirche H.J., Meyer U., Niehoff B.** Egg production of *Calanus finmarchicus*: Effect of temperature, food and season. *Mar. Biol.*, v. 127, p. 609-620, 1997.
- Hirst A.G., Bunker A.J.** Growth of marine planktonic copepods: Global rates and patterns in relation to chlorophyll a, temperature, and body weight. *Limnol. Oceanogr.*, v. 48, p. 1988-2010, 2003.
- Huntley M.E., Lopez M.D.G.** Temperature-dependent production of marine copepods: A global synthesis. *Am. Nat.*, v. 140, p. 201-242, 1992.
- Madsen S.D., Nielsen T.G., Hansen B.W.** Annual population development and production by *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus* in Disko Bay, western Greenland. *Mar. Biol.*, v. 139, p. 75-83, 2001.
- Mauchline J.** The biology of calanoid copepods. *Adv. Mar. Biol.*, v. 33, p. 1-710, 1998.
- Melle W., Skjoldal H.R.** Reproduction and development of *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus* in the Barents Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 169, p. 211-228, 1998.
- Pasternak A., Wexels Riser Chr., Arashkevich E., Rat'kova T., Wassmann P.** *Calanus* spp. grazing affects egg production and vertical carbon flux (the marginal ice zone and open Barents Sea). *J. Mar. Syst.*, v. 38, p. 147-164, 2002.
- Stenevik E.K., Melle W., Gaard E., Gislason A., Broms C.T.A., Prokopchuk I., Ellertsen B.** Egg production of *Calanus finmarchicus* – A basin-scale study. *Deep-Sea Res II.*, v. 54, p. 2672-2685, 2007.
- Дворецкий В.Г.** Продукция кормового зоопланктона в Баренцевом море в летний период. *Изв. ТИНРО*, т. 168, с. 169-183, 2012а.
- Дворецкий В.Г.** Структура популяции и скорость продукции яиц *Temora longicornis* (сорепода) в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море) в середине летнего периода. *Вестник СПб. ун-та*, сер. 3, вып. 2, с. 35-43, 2012б.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г.** Биология и роль *Oithona similis* в зоопланктоне морей Арктики. *Апатиты, КНЦ РАН*, 349 с., 2011.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г.** Генеративная продукция планктонного рачка *Pseudocalanus minutus* в прибрежье Баренцева моря. *Бюлл. МОИП. Отд. биол.*, т. 118, вып. 4, с. 34-38, 2013б.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г.** Динамика биомассы зоопланктона и *Calanus finmarchicus* в прибрежье Баренцева моря в различных термических условиях. *Изв. РАН*, сер. биол., № 6, с. 667-672, 2012.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г.** Суточная продукция *Acartia longiremis* в Баренцевом море в летний период. *Изв. ТИНРО*, т. 175, с. 263-269, 2013а.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г.** Уровни смертности двух массовых копепод в Баренцевом море. *Вестник МГТУ*, т. 16, № 3, с. 460-465, 2013в.
- Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. *Отв. ред. Г.Г. Матишов. Апатиты, Кольск. фил. АН СССР*, 218 с., 1985.
- Комплексные исследования больших морских экосистем России. *Отв. ред. Г.Г. Матишов. Апатиты, КНЦ РАН*, 516 с., 2011.
- Планктон морей Западной Арктики. *Отв. ред. Г.Г. Матишов. Апатиты, КНЦ РАН*, 352 с., 1997.
- Тимофеев С.Ф.** Экология морского зоопланктона. *Мурманск, Мурманский государственный педагогический институт*, 216 с., 2000.
- Яшнов В.А.** Планктическая продуктивность северных морей СССР. *М., МОИП*, 85 с., 1940.

References

- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Epiplankton in the Barents Sea: Summer variations of mesozooplankton biomass, community structure and diversity. *Cont. Shelf Res.*, v. 52, p. 1-11, 2013а.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Estimated copepod production rate and structure of mesozooplankton communities in the coastal Barents Sea during summer-autumn 2007. *Polar Biol.*, v. 35, p. 1321-1342, 2012.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Life cycle of *Oithona similis* (Copepoda: Cyclopoida) in Kola Bay (Barents Sea). *Mar. Biol.*, v. 156, p. 1433-1446, 2009.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Mesozooplankton structure in Dolgaya Bay (Barents Sea). *Polar Biol.*, v. 33, p. 703-708, 2010.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G.** Structure of mesozooplankton community in the Barents Sea and adjacent waters in August 2009. *J. Nat. Hist.*, v. 47(31-32), p. 2095-2114, 2013c.

- Dvoretzky V.G., Dvoretzky A.G.** Summer mesozooplankton community of Moller Bay (Novaya Zemlya Archipelago, Barents Sea). *Oceanologia*, v. 55(1), p. 205-218, 2013b.
- Hirche H.J., Meyer U., Niehoff B.** Egg production of *Calanus finmarchicus*: Effect of temperature, food and season. *Mar. Biol.*, v. 127, p. 609-620, 1997.
- Hirst A.G., Bunker A.J.** Growth of marine planktonic copepods: Global rates and patterns in relation to chlorophyll a, temperature, and body weight. *Limnol. Oceanogr.*, v. 48, p. 1988-2010, 2003.
- Huntley M.E., Lopez M.D.G.** Temperature-dependent production of marine copepods: A global synthesis. *Am. Nat.*, v. 140, p. 201-242, 1992.
- Madsen S.D., Nielsen T.G., Hansen B.W.** Annual population development and production by *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus* in Disko Bay, western Greenland. *Mar. Biol.*, v. 139, p. 75-83, 2001.
- Mauchline J.** The biology of calanoid copepods. *Adv. Mar. Biol.*, v. 33, p. 1-710, 1998.
- Melle W., Skjoldal H.R.** Reproduction and development of *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus* in the Barents Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 169, p. 211-228, 1998.
- Pasternak A., Wexels Riser Chr., Arashkevich E., Rat'kova T., Wassmann P.** *Calanus* spp. grazing affects egg production and vertical carbon flux (the marginal ice zone and open Barents Sea). *J. Mar. Syst.*, v. 38, p. 147-164, 2002.
- Stenevik E.K., Melle W., Gaard E., Gislason A., Broms C.T.A., Prokopchuk I., Ellertsen B.** Egg production of *Calanus finmarchicus* – A basin-scale study. *Deep-Sea Res II*, v. 54, p. 2672-2685, 2007.
- Zhizn i usloviya ee suschestvovaniya v pelagiali Barentseva morya [Life and conditions of it existing in the pelagial of the Barents Sea]. *Otv. red. G.G. Matishov. Apatityi, Kolsk. fil. AN SSSR*, 218 p., 1985.
- Kompleksnyie issledovaniya bolshih morskikh ekosistem Rossii [Integrated investigations of the Russian Large Marine Ecosystems]. *Otv. red. G.G. Matishov. Apatityi, KNTs RAN*, 516 p., 2011.
- Plankton morey Zapadnoy Arktiki [Plankton of the seas of the Western Arctic]. *Otv. red. G.G. Matishov. Apatityi, KNTs RAN*, 352 p., 1997.
- Timofeev S.F.** *Ekologiya morskogo zooplanktona* [Ecology of the marine zooplankton]. Murmansk, Murmanskii gosudarstvennyi pedagogicheskiy institut, 216 p., 2000.
- Yashnov V.A.** Plankticheskaya produktivnost severnykh morey SSSR [Plankton productivity of the USSR northern seas]. *M., MOIP*, 85 p., 1940.
- Dvoretzkiy V.G.** Produktsiya kormovogo zooplanktona v Barentsevom more v letniy period [Zooplankton production in the Barents Sea in summer]. *Izv. TINRO*, v. 168, p. 169-183, 2012a.
- Dvoretzkiy V.G.** Struktura populyatsii i skorost produktsii yaits Temora longicornis (copepoda) v gube Dalnezelenetskaya (Barentsevo more) v seredine letnego perioda [Population structure and egg production of *Temora longicornis* (copepoda) in Dalnezelenetskaya bay (the Barents sea) in the mid-summer period]. *Vestnik SPb. un-ta, ser. 3, v. 2*, p. 35-43, 2012b.
- Dvoretzkiy V.G., Dvoretzkiy A.G.** Biologiya i rol *Oithona similis* v zooplanktone morey Arktiki [Biology and role of *Oithona similis* in zooplankton of Arctic seas]. *Apatityi, KNTs RAN*, 349 p., 2011.
- Dvoretzkiy V.G., Dvoretzkiy A.G.** Dinamika biomassyi zooplanktona i *Calanus finmarchicus* v pribrezhe Barentseva morya v razlichnykh termicheskikh usloviyakh [Dynamics of biomass of *Calanus finmarchicus* and zooplankton in the coastal zone of the Barents Sea under various thermal regimes]. *Izv. RAN, ser. biol., N 6*, p. 667-672, 2012.
- Dvoretzkiy V.G., Dvoretzkiy A.G.** Sutochnaya produktsiya *Acartia longiremis* v Barentsevom more v letniy period [Daily production of *Acartia longiremis* in the Barents Sea in summer period]. *Izv. TINRO*, v. 175, p. 263-269, 2013a.
- Dvoretzkiy V.G., Dvoretzkiy A.G.** Generativnaya produktsiya planktonnogo rachka *Pseudocalanus minutus* v pribrezhe Barentseva morya [Daily egg production of planctonic copepod *Pseudocalanus minutus* in the coastal Barents Sea]. *Byull. MOIP. Otd. biol., v. 118, iss. 4*, p. 34-38, 2013b.
- Dvoretzkiy V.G., Dvoretzkiy A.G.** Urovni smertnosti dvuh massovykh kopepod v Barentsevom more [The mortality levels of two common copepods in the Barents Sea]. *Vestnik MGTU*, v. 16, N 3, p. 460-465, 2013v.

Информация об авторах

Дворецкий Владимир Геннадьевич – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, канд. биол. наук, стар. науч. сотрудник, e-mail: vdvoretzkiy@mmbi.info

Dvoretzky V.G. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Senior Researcher, Cand. of Biol. Sci., e-mail: vdvoretzkiy@mmbi.info

Дворецкий Александр Геннадьевич – Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, канд. биол. наук, зав. лабораторией зообентоса, e-mail: vdvoretzkiy@mmbi.info

Dvoretzky A.G. – Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Head of Laboratory, Cand. of Biol. Sci., e-mail: vdvoretzkiy@mmbi.info