
**ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ
И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ**

УДК (574.583+591.524.12) (268.45)

© 2016 г. В.Г. Дворецкий, А.Г. Дворецкий

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА
В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД**

*ММБИ КНЦ РАН, Мурманск, Россия
e-mail: vdvoretskiy@mmbi.info*

Поступила в редакцию 24.04.2013 г.

На основании исследований, проведенных летом в 2001–2009 гг., построены карты распределения интегральной биомассы и суточной продукции зоопланктона Баренцева моря. Средние величины биомассы и продукции на 1 м² для всей акватории моря составили 6.6 ± 0.7 г сухой массы и 150 ± 15 мг сухой массы, соответственно. Наиболее высокая биомасса отмечена в пределах арктической водной массы. Максимальные величины суточной продукции приурочены к прибрежным районам Баренцева моря. Годовой запас зоопланктона достигал 260–275 млн т сырой массы.

Ключевые слова: зоопланктон, биомасса, продукция, Баренцево море, Арктика.

Введение. Баренцево море относится к числу наиболее продуктивных шельфовых районов Мирового океана [26]. По величине первичной продукции среди арктических морей оно уступает только Чукотскому морю [33]. В экономике России важную роль играет рыбный промысел на Баренцевом море, здесь добываются треска, пикша и мойва [11]. В формировании высокой рыбопродуктивности велико значение вторичных продуцентов – основного кормового ресурса nektonных организмов [17].

Зоопланктон – это ключевое звено пелагической экосистемы Баренцева моря, которое связывает низшие трофические уровни (автотрофы) с последующими ступенями пищевой цепи, включая рыб, морских млекопитающих и птиц [3, 26]. Биомасса и продукция зоопланктона – это те интегральные показатели, которые позволяют оценить эффективность переноса энергии в пелагической экосистеме, а также рассчитать величину продукции, доступной для потребления на последующих звеньях трофической сети моря. Ранее была сделана попытка составить карту распределения биомассы зоопланктона в Баренцевом море, для анализа были использованы данные летнего периода 1984 г. [13]. Начиная с 2000 г. в Арктике регистрируются процессы потепления, а

с 2007 г. отмечен устойчивый тренд на снижение температуры воды [3, 12]. В этой связи представляется актуальным выявление закономерностей распределения биомассы и продукции зоопланктона в современных условиях климатической неустойчивости.

Цель работы – исследование межгодовых вариаций зоопланктона и построение карт биомассы и величин суточной продукции зоопланктона в Баренцевом море в летний период. Этот сезон отличается массовым развитием пелагических организмов, поэтому полученные данные дают представление и о годовых интегральных показателях зоопланктонных сообществ.

Материалы и методы. Пробы зоопланктона были отобраны во время 11 экспедиций ММБИ на НИС “Дальние Зеленцы” в июле–сентябре в 2001–2009 гг. Всего проанализированы 364 пробы зоопланктона, которые были отобраны на 210 станциях. Точки отбора охватывали всю акваторию Баренцева моря. Исследовали распределение зоопланктона в эпипелагиали – наиболее продуктивном верхнем 100-метровом слое. Орудием лова была сеть Джеди (площадь входного отверстия – 0.11 м², ячея – 168 мкм). Пробы фиксировали формалином и обрабатывали в лаборатории по стандартной методике [15]. Биомассу зоопланк-

тона рассчитывали по стандартным таблицам, размерно-весовым зависимостям или номограммам. Подробное описание методики приведено в работах [5–8, 22–25]. Полученные величины были выражены в граммах сухой массы на 1 м², используя соотношение [4]: 1 мг сырой массы = 0.16 мг сухой массы. Биомасса зоопланктона была рассчитана на единицу площади для адекватного сопоставления мелководных и глубоководных районов. Суточные показатели продукции (мг сухой массы м⁻² сут⁻¹) зоопланктона рассчитывали по физиологическому методу, используя информацию о скорости роста с учетом средней температуры воды [1, 5, 28]. Данные по распределению и биомассе зоопланктона, использованные в представленной работе, были частично ранее опубликованы [5–8, 22–25].

На каждой станции проводили зондирование водной толщи для получения данных о температуре и солености. Работами были охвачены все основные типы водных масс Баренцева моря [11, 12]: 1) АВ – атлантические (температура 1–8 °С, соленость 34.90–35.15 psu); 2) АрВ – арктические (–1.8–1.0 °С, 32.00–34.80 psu); 3) прибрежные воды – МПВ – мурманские (1–9 °С, 33.80–34.70 psu), печорские ПЧВ (–1.8–8.0 °С, 30.00–34.50 psu) и НЗВ – новоземельские (–1.8–6.0 °С, 33.00–34.90 psu).

Математическую обработку данных проводили при помощи методов описательной статистики. Средние значения в работе представлены со стандартной ошибкой (\pm SE). Сравнение количественных показателей разных лет проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа (в случае нормального распределения данных) или непараметрического теста Крускала–Уоллиса. Построение карт распределения проводили по осредненным данным за все годы с использованием программы КартМастер (разработчик ВНИРО, г. Москва). Расчет величин биомассы и продукции в точках, для которых не было данных, осуществляли по методу кригинга. Окончательные картограммы строили в программе MapViewer.

Результаты. В пределах МПВ температура воды в слое облова значимо варьировала между годами (тест Крускала–Уоллиса, $H=38.23$, $p < 0.001$), наибольшие средние значения отмечены в 2006 г. (8.8 ± 0.5 °С) и в 2008 г. (8.6 ± 0.2 °С). Максимальные показатели солености были также выявлены в 2006 г. На станциях, где доминировали АВ, регистрировали аналогичную картину – в 2006 г. средняя температура (7.0 ± 0.5 °С) была значимо выше (однофакторный дисперсионный анализ, $F = 8.36$, $p < 0.001$), чем в прочие годы.

В отношении солености таких отличий не установлено (тест Крускала–Уоллиса, $H = 10.34$, $p = 0.065$). Для НЗВ отличий между годами по гидрологическим показателям не выявлено (тест Крускала–Уоллиса, $H = 0.125$, $p = 0.723$), средняя температура и соленость составляли 3.9–4.3 °С и 34.23–34.69 psu, соответственно. На севере Баренцева моря, где преобладали холодные АрВ, наибольшая усредненная температура зарегистрирована в 2006 г. (1.1 ± 0.4 °С). Она значимо отличалась от 2007 и 2009 гг. (тест Крускала–Уоллиса, $H = 16.48$, $p < 0.001$), различий по солености, которая колебалась от 33.91 до 34.26 psu, между годами не обнаружено (однофакторный дисперсионный анализ, $F = 1.75$, $p = 0.188$). В пределах ПЧВ в 2001 г. средняя температура составила 5.4 ± 0.3 °С, соленость – 29.89 ± 0.69 psu.

Средняя численность зоопланктона варьировала в очень широких пределах, достигая максимума (276 ± 16 тыс. экз. м⁻²) в МПВ в 2007 г., минимальное значение отмечено в МПВ в 2006 г. (28 ± 3 тыс. экз. м⁻²). Интегральная биомасса зоопланктона, усредненная для каждой водной массы, была минимальной в МПВ в 2009 г., она составляла 0.8 ± 0.2 г сухой массы м⁻², максимальные показатели зарегистрированы в АрВ в 2006 г. (19.2 ± 6.0 г сухой массы м⁻²).

Величина летней суточной продукции зоопланктона колебалась от 10 ± 1 мг сухой массы м⁻² сут⁻¹ (АВ, 2003 г.) до 337 ± 22 мг сухой массы м⁻² сут⁻¹ (АрВ, 2009 г.). В пределах одного типа водной массы межгодовых вариаций биомассы и суточной продукции зоопланктона не выявлено (тест Крускала–Уоллиса или однофакторный дисперсионный анализ, $p > 0.05$). В то же время прослеживались выраженные региональные вариации концентрации зоопланктона (тест Крускала–Уоллиса, $H = 49.55$ – 62.85 , $p < 0.001$), наиболее продуктивными были АрВ (15.4 ± 0.4 г сухой массы м⁻² и 313 ± 7 мг сухой массы м⁻² сут⁻¹), наименее – ПЧВ (3.0 ± 0.2 г сухой массы м⁻² и 82 ± 4 мг сухой массы м⁻² сут⁻¹). Суточный Р/В-коэффициент достигал максимальной величины в ПЧВ (0.036 ± 0.001 в сутки), наименьшей – в АрВ (0.022 ± 0.001 в сутки).

На рис. 1 и 2 показаны карты распределения интегральной биомассы зоопланктонных сообществ и суточных величин их вторичной продукции в летний период. Усредненные для всех периодов величины биомассы и продукции на 1 м² составили 6.6 ± 0.7 г сухой массы и 150 ± 15 мг сухой массы сут⁻¹, соответственно. Для всей акватории Баренцева моря суммарный расчетный запас зоопланктона составил 10.06 млн т сухой

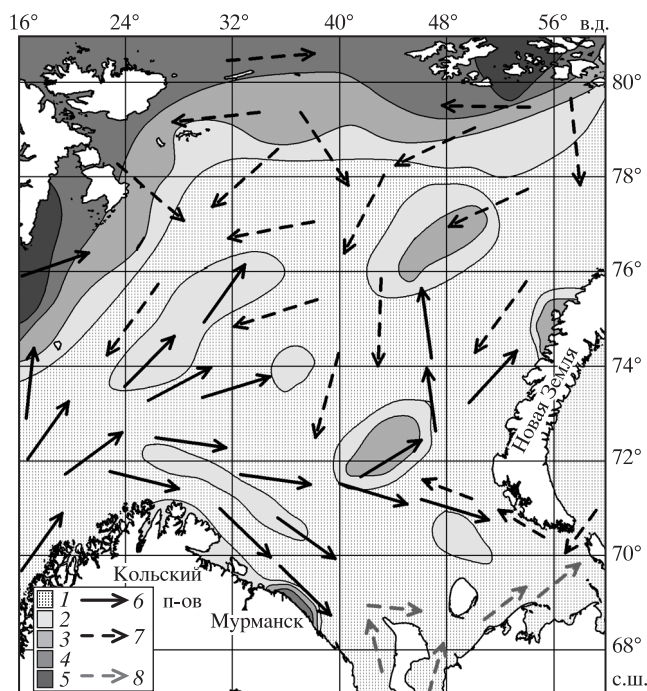


Рис. 1. Распределение интегральной биомассы зоопланктона в Баренцевом море в летний период в 2001–2009 гг. и карта основных течений по [11, 12]. Биомасса (г сухой массы м^{-2}): 1 – 0–5, 2 – 5–10, 3 – 10–20, 4 – 20–30, 5 – >30. Течения: 6 – теплые, 7 – холодные, 8 – прибрежные.

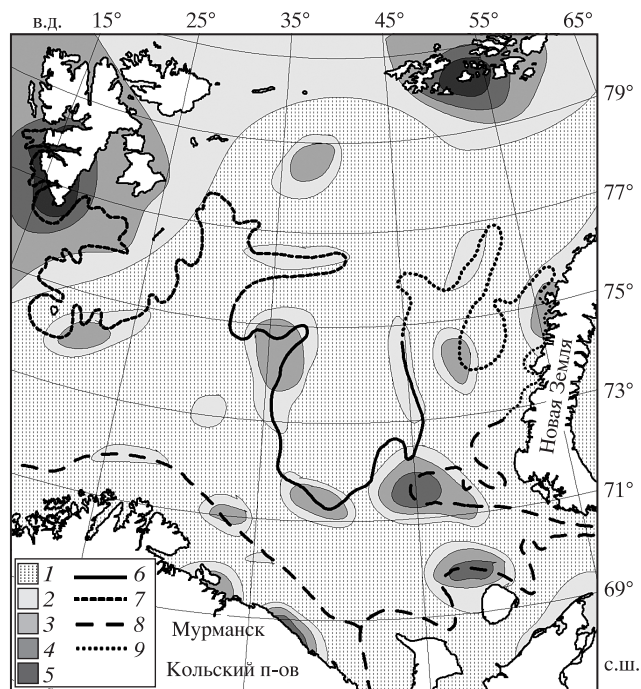


Рис. 2. Распределение интегральной суточной продукции зоопланктона в Баренцевом море в летний период в 2001–2009 гг. и расположение границ фронтальных зон (6 – термические, 7 – термохалинные, 8 – халинные) по [11, 12]. Суточная продукция (мг сухой массы м^{-2}): 1 – 0–50, 2 – 50–200, 3 – 200–500, 4 – 500–1000, 5 – >1000.

массы, а суточная продукция – 0.300 млн т сухой массы сут^{-1} .

Обсуждение результатов. Климатические колебания в Баренцевом море тесно связаны с усилением или ослаблением притока теплых вод атлантического происхождения [11]. Многолетние исследования ММБИ показали, что в начале XXI в. в Баренцевом море были зарегистрированы выраженные процессы потепления, при этом положительные температурные аномалии в слое 0–200 м на вековом разрезе “Кольский меридиан” (33°30′ в. д.) достигали максимальных значений в 2001–2006 гг. В 2007–2009 гг. отмечена тенденция к похолоданию [12]. Таким образом, в целом исследуемый период можно отнести к категории теплых лет.

Зоопланктон Баренцева моря представлен более чем 200 видами, однако основная роль в формировании биомассы и продуктивности принадлежит ракообразным – веслоногим рачкам и эвфаузидам [17, 33]. В нашей работе основной упор сделан на изучении мезопланктона, т.е. копепоид, которые в летний период могут составлять свыше 90% суммарного запаса зоопланктона [3, 14, 26].

Для продукционной биологии наиболее важным вопросом является сравнительная продуктивность отдельных акваторий [5]. Для корректного сопоставления районов, различающихся по глубине, чаще всего используют интегральные показатели, рассчитанные не на единицу объема, а на единицу площади. В работе мы не выявили статистически значимых межгодовых вариаций продукции зоопланктона в пределах одного типа водных масс, хотя по температуре отличия были достоверными. Скорее всего, подобный результат объясняется тем, что помимо температуры воды важную роль играют кормовые условия районов. Ранее было показано, что температура воды не оказывает влияния на общую биомассу фитопланктона – основного источника пищи для зоопланктона [17]. Для примера укажем, что в 2003–2009 гг. в МПВ средняя концентрация хлорофилла *a* в поверхностном слое колебалась в летний период от 0.3 до 0.7 $\text{мг}/\text{м}^3$, т.е. кормовые условия были сходными [24].

Другой значимый результат нашей работы – это статистически значимые вариации по продукции зоопланктона между разными типами водных масс. Анализ карт распределения интегральной биомассы и суточной продукции позволяет выделить несколько географических закономерностей в распределении мезопланктона.

Во-первых, зоны с достаточно высокой концентрацией мезозоопланктона (5–10 г сухой массы м^{-2})

приурочены к границам взаимодействия водных масс разных типов, в частности на стыке АВ и АрВ (Полярный фронт) регистрируются участки значительной биомассы (рис. 1). Подобная схема локализации вполне закономерна, так как подобные районы отличаются благоприятными кормовыми условиями для пелагических сообществ, здесь биомасса фитопланктона и значения первичной продукции гораздо выше по сравнению с другими участками моря [9, 17, 24].

Вторая закономерность состоит в том, что наибольшего количественного развития мезоопланктон достигает на севере Баренцева моря, где также отмечается высокая суточная продукция (рис. 1, 2). Для того чтобы объяснить наблюдаемую картину целесообразно рассмотреть общую схему сезонной сукцессии и развития зоопланктонных сообществ субарктических и арктических акваторий. На юге и юго-западе массовое размножение зоопланктона начинается в мае–июне и последовательно распространяется в северо-восточном направлении [3, 11, 14]. По этой причине в августе количественные характеристики зоопланктонных сообществ МПВ и АВ гораздо более низкие, чем в пределах АрВ. На севере начало процессов вегетации фитопланктона регистрируется преимущественно вдоль ледовой кромки, которая в зависимости от условий года формируется в июле–августе, с небольшим запаздыванием отмечается и вспышка обилия планктонных животных, среди которых доминируют крупные копеподы *Calanus glacialis* [11, 26, 33].

Третья особенность заключается в наличии высокопродуктивных зон в некоторых прибрежных биотопах, в частности у берегов Новой Земли (северо-западная часть) и в ряде губ Кольского п-ова (рис. 1, 2). Примечательно, что соседние области открытого моря не демонстрируют подобных значительных концентраций зоопланктона. Существование таких замкнутых районов повышенной биомассы, скорее всего, связано с присутствием колоний морских птиц [17]. Поступление избыточных количеств биогенных элементов ведет к росту продукции бактерио- и фитопланктона и, как следствие, к увеличению продуктивности зоопланктонных сообществ [14].

Наконец, стоит обратить внимание на Печорское море, где суммарная интегральная биомасса зоопланктона невелика, а продукция достигает высоких значений (рис. 1, 2). Именно здесь были выявлены наибольшие показатели суточного P/B -коэффициента – величины, отражающей эффективность использования энергии низших трофических уровней. Мелководные юго-восточные районы Баренцева моря подвержены интенсивно-

му пресноводному стоку, обогащающему прилегающие воды взвешенным веществом и детритом, которые эффективно утилизируются фитопланктоном [11, 14, 17]. Как следствие, на таких акваториях первичная продукция достигает высоких величин. Кроме того, здесь хорошо прогревается не только поверхностный слой, но и вся водная толща, что ускоряет развитие массовых представителей планктонных животных. В то же время стоит указать на то, что в составе зоопланктонных сообществ Печорского моря преобладают мелкие виды (*Pseudocalanus*, *Acartia*, меропланктонные организмы), которые формируют относительно низкую биомассу на единицу площади [22].

В более ранних исследованиях [13] приводится оценка интегральной биомассы зоопланктона в южном секторе моря (до 76° с. ш.). Было показано, что для площади 877 тыс. км² запас зоопланктона (включая макропланктон) составляет 17.94 млн т сырой массы, что эквивалентно 2.87 млн сухой массы. Наша оценка только одной мезопланктонной фракции для всего моря (1438.4 тыс. км²) в 3.5 раза больше. Подобный результат можно объяснить тем, что в предыдущей работе [13] не были учтены наиболее продуктивные северные районы, где в летние месяцы формируется значительная биомасса зоопланктона. Кроме того, период наших исследований включал аномально теплые годы [11, 12]. Как было показано ранее, в такие периоды биомасса зоопланктона гораздо выше, чем в умеренные и холодные годы [17, 21, 26, 33]. Большой научный интерес представляет оценка суммарной годовой продукции зоопланктона для всей акватории Баренцева моря. Принимая во внимание, что в течение основного продукционного сезона (июнь–сентябрь) формируется около 70% суммарной продукции зоопланктона [26, 33], получим, что вторичная продукция зоопланктона за год приблизительно равна 260–275 млн т сырой массы.

В таблице представлены данные о годовой продукции зоопланктона в различных арктических районах Мирового океана. Приведенные оценки свидетельствуют, что в Баренцевом море в зависимости от применяемых методов эта величина существенно варьирует. Велика роль и климатической составляющей, в холодные годы за год синтезируется приблизительно в 1.5–2 раза меньше органического вещества зоопланктона по сравнению с теплыми периодами. Другим существенным фактором является выедание планктона хищными организмами, среди которых наибольший эффект оказывают рыбы-планктофаги.

Сравнение величин годовой продукции (табл.) демонстрирует, что в прилегающих морях синте-

Таблица. Сравнительная продуктивность зоопланктона арктических и субарктических морей (гС/м²)

Район Мирового океана	Годовая продукция	Ссылка
Баренцево море	11.6–12.3	Данные авторов
	9.5	[30]
	9.7	[33]
	5.7	[32]
	4.65	[16]
	5–8	[26]
	5.3	[19]
Белое море	13.3	[21]
	2.44	[32]
	0.61	[10]
	0.1	[16]
Норвежское море	4	[2]
	1.5–7.2	[18]
Карское море	1.2	[27]
	1.35	[32]
	1.2–1.6	[16]
Море Лаптевых	0.9	[32]
Чукотское море	3.36	[32]
Залив Диско	5.6	[29]
Берингово море	4–57	[31]
Мировой океан	6.4	[4]

зируется примерно в 3–5 раз меньше органического вещества зоопланктона, чем в Баренцевом море, что в первую очередь связано с его высокой первичной продукцией. Имеющиеся оценки свидетельствуют, что за год суммарная первичная продукция достигает 113–168 млн т органического углерода (в среднем 141 млн т, что эквивалентно 93 гС/м² в год) [33]. При этом стоит подчеркнуть, что основной вклад в формирование суммарной биопродукции дает атлантический зоопланктон, поскольку в южных районах моря вегетационный сезон длится гораздо дольше, чем в северных, покрытых льдом акваториях.

Заключение. Суммируя проведенные исследования, можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее продуктивными районами Баренцева моря в августе–сентябре следует считать арктические воды, где средняя биомасса составляет 11–17 г сухой массы м⁻², а суточная продукция – 250–300 мг сухой массы м⁻².

2. Высокие концентрации зоопланктона приурочены также к периферии водных масс. Так, летом 2009 г. на стыке МПВ и АВ биомасса и продукция зоопланктона достигали 34 г сухой массы м⁻² и 796 мг сухой массы м⁻² сут⁻¹, что приблизительно-

но в 5–8 раз выше, чем средние величины, зарегистрированные в МПВ и АВ.

3. Мелководные участки моря (юго-восточная и южная его части), несмотря на низкую биомассу (средняя величина порядка 3–4 г сухой массы м⁻²), могут характеризоваться высокой летней суточной продукцией зоопланктона (до 600–900 мг сухой массы м⁻²), которая формируется за счет повышенной первичной продукции, связанной с дополнительными источниками биогенных элементов (береговой сток или птичьих колонии).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А.Ф. Введение в продукционную биологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 152 с.
2. Бергер В.Я. Продукционный потенциал Белого моря. СПб.: ЗИН РАН, 2007. 292 с.
3. Богоров В.Г. Планктон Мирового океана. М.: Наука, 1974. 320 с.
4. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана. М.: Наука, 1987. 240 с.
5. Дворецкий В.Г. Продукция кормового зоопланктона в Баренцевом море в летний период // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 168. С. 163–177.

6. Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Распределение зоопланктона Баренцева моря в августе 2006 г. // Океанология. 2010. Т. 50. № 6. С. 964–972.
7. Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Распределение биомассы зоопланктона в Баренцевом море в 2007 г. // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 161. С. 162–171.
8. Дворецкий В.Г. Межгодовые вариации трофической структуры и биоразнообразия зоопланктонных сообществ в южной части Баренцева моря // Изв. ТИНРО. 2011. Т. 165. С. 185–195.
9. Жизнь и среда полярных морей. Л.: Наука, 1989. 238 с.
10. Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. М.: Сов. наука, 1947. 558 с.
11. Комплексные исследования больших морских экосистем России. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. 516 с.
12. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Жичкин А.П., Моисеев Д.В. Климат морей Западной Арктики в начале XXI в. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2011. № 3. С. 17–32.
13. Новиков М.А. Интегрированная оценка биомасс планктона и бентоса Баренцева моря на основе ГИС-технологий // Водные ресурсы. 2008. Т. 35. № 2. С. 223–230.
14. Планктон морей Западной Арктики. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. 352 с.
15. Руководство по гидробиологическим работам в океанах и морях. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 724 с.
16. Тимофеев С.Ф. Исторические изменения экосистем Баренцева моря и роль Гольфстрима в этих процессах // Влияние Гольфстрима на жизнь в пелагиали арктических морей. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. С. 116–125.
17. Тимофеев С.Ф. Экология морского зоопланктона. Мурманск: Изд-во МГПИ, 2000. 216 с.
18. Тимохина А.Ф. Продукция зоопланктона в Норвежском море в 1968–1969 гг. // Матер. рыбохоз. исслед. Северного бассейна. Вып. 21. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1974. С. 65–73.
19. Яшинов В.А. Планктическая продуктивность северных морей. СССР. М.: МОИП, 1940. 85 с.
20. Dalpadado P., Ingvaldsen R., and Hassel A. Zooplankton biomass variation in relation to climatic conditions in the Barents Sea // Polar Biol. 2003. Vol. 26. P. 233–241.
21. Drobysheva S.S., Nesvetova G.I., Nesterova V.N., Ryzhov V.M., and Chepurinov A.N. Division of the Barents Sea in view of primary and plankton production formation type // ICES. C.M. 1988. No. 7. P. 1–20.
22. Dvoretzky V.G. and Dvoretzky A.G. Summer mesozooplankton structure in the Pechora Sea (southeastern Barents Sea) // Estuar. Coast. Shelf Sci. 2009. Vol. 84. P. 11–20.
23. Dvoretzky V.G. and Dvoretzky A.G. Summer mesozooplankton distribution near Novaya Zemlya (eastern Barents Sea) // Polar Biol. 2009. Vol. 32. P. 719–731.
24. Dvoretzky V.G. and Dvoretzky A.G. Epiplankton in the Barents sea: Summer variations of mesozooplankton biomass, community structure and diversity // Cont. Shelf Res. 2013. Vol. 52. P. 1–11.
25. Dvoretzky V.G. and Dvoretzky A.G. Structure of mesozooplankton community in the Barents Sea and adjacent waters in August 2009 // J. Nat. Hist. 2013. Vol. 47 (31–32). P. 2095–2114.
26. Ecosystem Barents Sea. Trondheim: Tapir Academic Press, 2009. 587 p.
27. Hirche H.J., Kosobokova K.N., Gaye-Haake B., Harms I., Meon B., and Nöthig E.M. Structure and function of contemporary food webs on Arctic shelves: A panarctic comparison. The pelagic system of the Kara Sea – Communities and components of carbon flow // Prog. Oceanogr. 2006. Vol. 71. P. 288–313.
28. Hirst A.G., Roff J.C., and Lampitt R.S. A synthesis of growth rates in marine epipelagic invertebrate zooplankton // Adv. Mar. Biol. 2003. Vol. 44. P. 1–142.
29. Madsen S.D., Nielsen T.G., and Hansen B.W. Annual population development of small sized copepods in Disko Bay // Mar. Biol. 2008. Vol. 155. P. 63–77.
30. Sakshaug E. Biomass and productivity distributions and their variability in the Barents Sea // ICES J. Mar. Sci. 1997. Vol. 54. P. 341–350.
31. Springer A.M., McRoy C.P., and Flint M.V. The Bering Sea green belt: shelf-edge processes and ecosystem production // Fish. Oceanogr. 1996. Vol. 5. P. 205–223.
32. Vetrov A.A. and Romankevich E.A. Carbon cycle in the Russian Arctic Seas. Berlin: Springer, 2004. 332 p.
33. Wassmann P., Reigstad M., Haug T., Rudels B., Carroll M.L., Hop H., Gabrielsen G.W., Falk-Petersen S., Denisenko S.G., Arashkevich E., Slagstad D., and Pavlova O. Food webs and carbon flux in the Barents Sea // Prog. Oceanogr. 2006. Vol. 71. P. 232–287.

Geographical Regularities of Distribution of Integral Indices of Zooplankton in the Barents Sea in Summer Period

V.G. Dvoretsky, A.G. Dvoretsky

*Murmansk Marine Biological Institute, Kola Science Center, Russian Academy of Sciences,
Murmansk, Russia
e-mail: vdvoretskiy@mmbi.info*

Mapping of the integral zooplankton biomass and daily production levels was performed based on the investigations conducted in the Barents Sea in the summer periods of 2001–2009. In the whole sea, averaged biomass and production levels of zooplankton in 1 m^{-2} were 6.6 ± 0.7 g dry mass and 150 ± 15 mg dry mass, respectively. The highest zooplankton biomass was found in Arctic water mass. Maximum daily production levels of zooplankton were located in the coastal waters of the Barents Sea. Annual stock of zooplankton was estimated to be $260\text{--}275 \cdot 10^6$ tons of wet mass.

Keywords: zooplankton, biomass, production, Barents Sea, Arctic.

doi:10.15356/0373-2444-2016-3-40-46