



УДК 595.371.13

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.01

Галина Андреевна Шкляревич¹,
Анастасия Александровна Зорина²,
Елена Анатольевна Моисеева³

^{1,2,3} Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *AMPHIPODA* БЕЛОГО МОРЯ

Аннотация. В статье приводятся материалы исследования, в ходе которого был апробирован новый метод оценки реакции морской биоты на климатические изменения. В охраняемой акватории Кандалакшского заповедника в рамках эколого-биологического мониторинга проводился сбор разноногих ракообразных (*Amphipoda*) за период 2014–2017 гг. Использование бокоплавов как тест-объектов и индикаторов негативных изменений среды объясняется их способностью быстро и направленно реагировать на антропогенные и климатические изменения. Проведение исследований на заповедной территории позволило минимизировать значимость антропогенного фактора. В выбранном объеме обработанного материала насчитывалось 134 взрослых и 109 ювенильных особей. Выравненность отдельных видов амфипод в таксоценозе достоверно описывается с помощью модели логнормального распределения. Высокую экологическую пластичность проявляет *Lagunogammarus oceanicus*, среднюю — *Gammarus duebeni*. Количественное соотношение численности видов амфипод определяется климатическими изменениями в окружающей среде. На размерно-весовые характеристики амфипод влияет их половая принадлежность. Выявлена достоверная многолетняя изменчивость особей разных видов *Amphipoda* по длине и массе тела. Установленные межгодовые флуктуации характеристик отдельных видов бокоплавов следует считать адаптивно-компенсаторными реакциями, повышающими резистентность таксоценоза амфипод Белого моря.

Ключевые слова: таксоценоз амфипод, межгодовая изменчивость, оценка видового состава, размерно-весовые характеристики, Кандалакшский заповедник

Благодарности: авторы благодарят администрацию Кандалакшского заповедника и сотрудников его научного отдела за благожелательную поддержку и техническую помощь при выполнении полевых работ на о. Ряшков.

UDC 595.371.13

DOI: 10.25688/2076-9091.2023.52.4.01

Galina Andreevna Shklyarevich¹,
Anastasia Aleksandrovna Zorina²,
Elena Anatolyevna Moiseeva³

^{1,2,3} Petrazavodsk State University,
Petrazavodsk, Russia

INTERANNUAL VARIABILITY *AMPHIPODA* OF THE WHITE SEA

Abstract. A new method for assessing the response of marine biota to climate change has been tested. In the protected water area of the Kandalaksha Reserve, within the framework of ecological and biological monitoring, the collection of various-legged crustaceans (*Amphipoda*) was carried out for the period 2014–2017. The use of amphipods as test objects and indicators of negative environmental changes is explained by their ability to quickly and purposefully respond to anthropogenic and climatic changes. Conducting research on the protected area allowed us to minimize the significance of the anthropogenic factor. The volume of processed material includes 134 adults and 109 juveniles. The evenness of individual amphipod species in the taxocenosis is reliably described using a lognormal distribution model. *Lagunogammarus oceanicus* exhibits high ecological plasticity, while *Gammarus duebeni* exhibits medium plasticity. The quantitative ratio of the number of amphipod species is determined by climatic changes in the environment. The size and weight characteristics of amphipods are influenced by their gender. Reliable long-term individual variability of different Amphipoda species in body length and weight was revealed. The established interannual fluctuations in the characteristics of individual amphipod species should be considered adaptive-compensatory reactions that increase the resistance of the White Sea amphipod taxocenosis.

Keywords: amphipod taxocenosis, interannual variability, species composition assessment, size and weight characteristics, Kandalaksha Nature Reserve

Acknowledgements: the authors thank the administration of the Kandalaksha Nature Reserve and the staff of its scientific department for their benevolent support and technical assistance in carrying out field work on Ryashkov Island.

Введение

Разноногие ракообразные *Amphipoda* относятся к числу самых распространенных в морях организмов, населяющих все горизонты от поверхности моря до больших глубин. Представители *Amphipoda* обитают повсеместно на литорали Белого моря и имеют довольно большую плотность [12; 13]. Оптимальное функционирование прибрежных экосистем

зависит от их роли как трофических компонентов сообществ: высокая численность амфипод представляет собой важный кормовой объект для многих видов беспозвоночных, рыб и птиц, которые кормятся на мелководье во время отлива или прилива [1].

Амфиподы характеризуются высокими численными концентрациями и представляют собой важный кормовой объект для некоторых беспозвоночных, многих видов рыб и птиц, кормящихся в сублиторали и на литорали, как во время отлива, так и во время прилива [1].

Разноногие ракообразные занимают важное положение в трофической структуре экосистем Белого моря. С одной стороны, они являются консументами первого и второго порядков и в то же время предстают объектами питания для консументов более высоких рангов. Одно из важных свойств *Amphipoda* — способность использовать в пищу организмы, завершившие свой жизненный цикл (например, отнерестившиеся *Alitta virens*), или огромные массы случайно погибших беспозвоночных животных, прикрепленных к литоральным субстратам (например, *Semibalanus balanoides* и *Mytilus edulis*, которые ежегодно гибнут в осенне-весенние периоды в результате ледостава и его разрушения) [11]. Амфиподы утилизируют большое количество некро-массы, включают их в пищевые цепи и сети экосистем и обеспечивают очищение акватории беломорских вод в целом [1].

Беломорские виды амфипод — важный высококалорийный кормовой объект для промысловых (сельдь, навага, треска, камбала) и непромысловых (бельдюга, бычок, колюшка, маслюк, пинагор) видов рыб, для морских птиц (галстучник, кулик-сорока, сизая и серебристая чайки, полярная крачка) [3]. В рацион питания одной из самой значимой в полярных водах морской утки — обыкновенной гаги *Somateria mollissima* (типичного малакофага) — в течение всего летнего периода также входят амфиподы наряду с моллюсками и некоторыми другими беспозвоночными [2]. Амфиподы становятся важным кормовым объектом в весенний, осенний и зимний периоды для отдельных групп гаг, не откочевавших в Баренцево море по различным случайным причинам и оставшихся в незамерзающих полыньях на Белом море [7].

Бокоплавы литоральной мелководной области имеют особое трофическое значение летом и осенью, в период генеративных жизненных циклов большинства морских и прибрежных видов животных при появлении их потомства. Амфиподы являются легкой, калорийной, с мягким экзоскелетом добычей для молоди различных видов рыб и птиц Белого моря [1, 4].

Более того, разноногие ракообразные используются в качестве кормового объекта для культурного разведения ихтиофауны [5, 8]. Марикультура на Белом море набирает темпы в своем развитии, что обуславливает актуальность исследования амфипод. При экспериментальном откорме молоди семги на рыбоводных заводах живыми рачками *Lagunogammarus oceanicus* и *Gammarus duebeni* было отмечено, что темпы ее роста значительно возрастают. Изучение бокоплавов имеет непосредственное практическое применение

в хозяйственном разведении лососевых пород рыб в Карелии, в том числе и в акватории Белого моря [12].

Бокоплавцы используются для тестовых мониторинговых исследований, так как они являются индикаторами антропогенного воздействия на прибрежные воды [4, 9]. Более того, они способны быстро и направленно реагировать на климатические изменения, происходящие в последнее время особенно резко и непредсказуемо [14]. При этом имеет место изменение видового состава таксоценоза и ранее обычной динамики численности популяций отдельных видов амфипод.

В целях изучения реакции таксоценоза амфипод на климатические изменения в данной статье проводится краткий анализ качественного и количественного состава бокоплавцов акватории Кандалакшского заповедника с 2014 по 2017 г., межгодовой изменчивости их размерно-весовых характеристик. Исследования проводились в охраняемой акватории Кандалакшского заповедника, который можно рассматривать как эталонный природный комплекс для всего Белого моря.

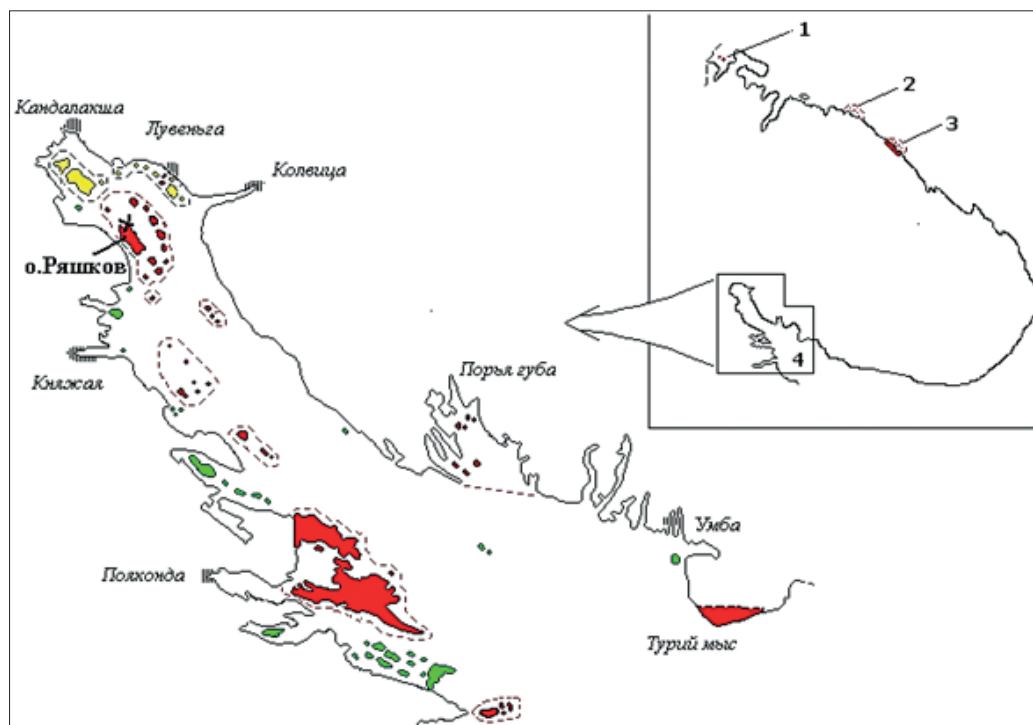
Материалы и методы исследования

Данная работа проводилась в рамках эколого-биологического мониторинга (Летописи природы). Исходный материал собирали 20 июня ежегодно с 2014 по 2017 г. Места сбора — нижний и средний горизонты литорали на юго-восточном мысе Южной губы о. Ряшков Кандалакшского государственного природного заповедника в Мурманской области (см. рис. 1).

Собранных вручную во время отлива амфипод помещали в 4-процентный раствор формалина. Определение рачков осуществлялось по таблицам Н. Л. Цветковой [10]. Фиксировались длина (от конца рострума до основания тельсона) и масса (после обсушивания на фильтровальной бумаге на торсионных весах с точностью до 0,1 мг) тела каждой особи. Половая принадлежность определялась по стандартной методике: у самцов наличие семенных мешков на вентральной части последнего перепанального сегмента, у самок — элементы марсупиальных сумок.

Для установления стадии зрелости самок рачков использовали методику В. Ф. Брызгина [5]: f_0 — не имеется марсупиальных пластинок, f_1 — имеются марсупиальные пластинки без ресничек, f_2 — имеются развитые марсупиальные пластинки, образующие марсупиальную сумку с икрой, f_3 — молодь в марсупиальной сумке, f_4 — с развитыми марсупиальными пластинками без молоди.

Была собрана информация по 134 взрослым и 109 ювенильным особям. Однако большинство выборок не соответствовало закону нормального распределения по критерию Пирсона и Шапиро – Уилка [6] и имело небольшие объемы, поэтому в качестве основного параметра использовалась медиана. Медиана статистически устойчива, например к высказывающим вариантам. Среди непараметрических методов вариационной статистики использовались следующие



Источник: Кандалакшский государственный заповедник (<https://kandalaksha-reserve.ru/>)

Рис. 1. Расположение участков Кандалакшского заповедника и района сбора данных (указан крестиком):

красным цветом отмечены участки со строгим заповедным режимом, желтым — с особым режимом, зеленым — незаповедные острова;

- 1 — Айновы острова, 2 — Гавриловский архипелаг, 3 — архипелаг Семь островов, 4 — заповедные участки в Кандалакшском заливе

критерии: U -критерий Уилкоксона (U -критерий Манна – Уитни), критерий χ^2 (критерий хи-квадрат, или критерий согласия Пирсона), критерий λ (одновыборочный критерий согласия Колмогорова – Смирнова), критерий Краскела – Уоллиса, непараметрический дисперсионный анализ. Обработка данных выполнялась в программах Excel, STATGRAPHICS, PAST.

Результаты исследования

На обследованной литорали Кандалакшского залива Белого моря за весь период наблюдений нами было обнаружено 4 вида гаммарид: *Lagunogammarus oceanicus Segerstrale*, 1947 (наиболее массовый); *Gammarus duebeni Lilljeborg*, 1851; *Gammarus zaddachi Sexton*, 1912; *Marinogammarus obtusatus Dahl*, 1938. Неизменный механизм отбора проб дал возможность провести качественную и количественную оценку видового состава таксоценоза литоральных амфипод (табл. 1).

Таблица 1

Индекс доминирования амфипод в таксоценозе по годам и за весь период исследования

Вид	Год учета				За период 2014–2017 гг.
	2014	2015	2016	2017	
<i>Lagunogammarus oceanicus</i>	0,00	0,77	0,97	0,54	0,56
<i>Gammarus duebeni</i>	1,00	0,23	0,00	0,00	0,31
<i>Gammarus zaddachi</i>	0,00	0,00	0,00	0,38	0,11
<i>Marinogammarus obtusatus</i>	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02

Анализ распределения видов по значимости дает возможность судить о структуре ценоза, качестве условий обитания и напряженности конкурентных отношений [6] (рис. 2).

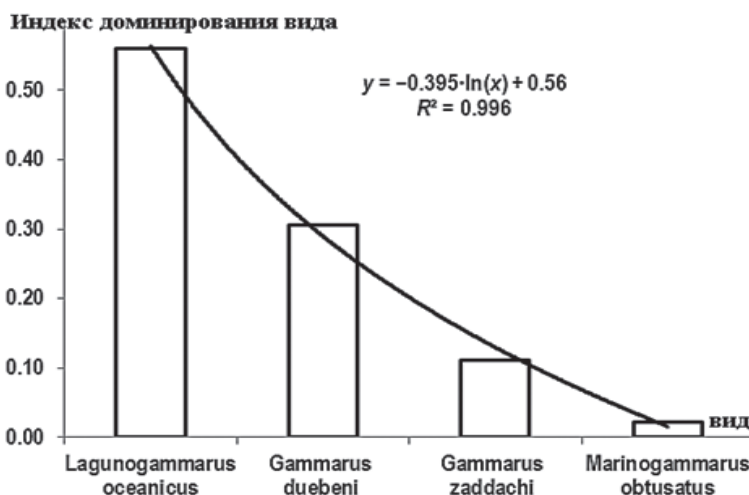


Рис. 2. Модель логнормального распределения видов по значимости за период 2014–2017 гг.

Выравненность отдельных видов амфипод в таксоценозе за период 2014–2017 гг. достоверно описывается с помощью модели логнормального распределения ($p < 0,05$). В случае резкой нестабильности климатических условий может наблюдаться перекрытие ниш и ужесточение конкуренции; взаимное подавление выдерживает небольшое число видов, например *L. oceanicus* и *G. duebeni*. Менее экологически пластичный *Gammarus setosus* в течение четырехлетнего исследования на мониторинговом полигоне о. Ряшков отсутствовал, хотя до 2000 г., когда условия окружающей среды были более стабильными, этот вид встречался.

Достоверных отличий по размерно-весовым характеристикам между самками амфипод двух первых стадий зрелости гонад обнаружено не было (критерий χ^2 Пирсона, $p > 0,05$), поэтому для дальнейшего исследования выборки самок стадий f_0 и f_1 были объединены. Однако варианты с характеристиками

самок стадии f_2 , f_4 и неполовозрелых особей (*juv*) были удалены из рассмотрения, так как выборки слишком маленькие: от 1 до 4 вариант.

На размерно-весовые характеристики амфипод влияет их половая принадлежность. Из рисунка 3 и таблицы 2 можно увидеть, что самцы и самки *Gammarus duebeni* достоверно отличаются по длине и массе тела (*U*-критерий Уилкоксона или *U*-критерий Манна – Уитни, критерий χ^2 Пирсона, $p < 0,05$).

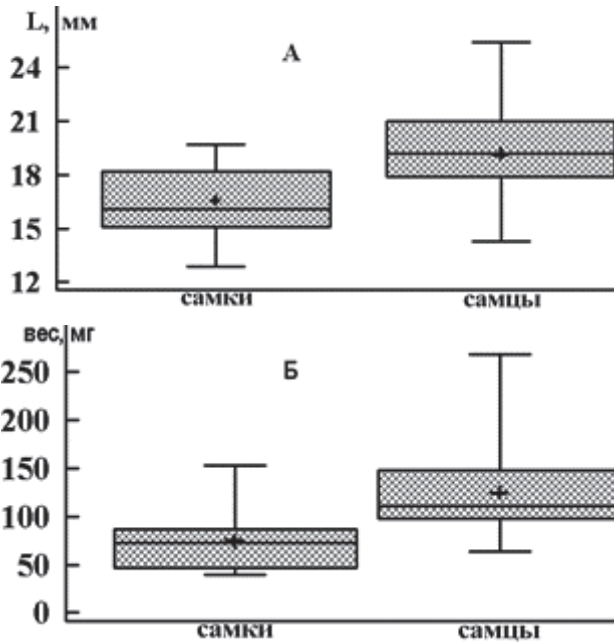


Рис. 3. Отличие самцов и самок *Gammarus duebeni* по длине (А) и массе (Б) тела

Таблица 2

Достоверность отличия самцов и самок амфипод по размерно-весовым характеристикам

Вид*	Характеристика	Критерий		
		<i>U</i> Уилкоксона	χ^2 Пирсона	λ Колмогорова – Смирнова
<i>Lagunogammarus oceanicus</i>	Длина тела, мм	0,006	0,003	0,004
	Масса тела, мг	0,006	0,021	0,012
<i>Gammarus duebeni</i>	Длина тела, мм	0,002	0,033	0,013
	Масса тела, мг	> 0,001	> 0,001	> 0,001

Примечание. * — для двух видов сравнение не проводилось: у *Gammarus zaddachi* только три самца, а вид *Marinogammarus obtusatus* представлен тремя самками (самцов отловлено не было).

Изучение межгодовой изменчивости размерно-весовых характеристик амфипод в таксоценозе за период 2014–2017 гг. было проведено отдельно для самцов и самок *Lagunogammarus oceanicus* за три года (2015, 2016 и 2017), в течение которых представители данного вида были отловлены (см. табл. 1).

Аналогичный анализ для самцов вида *Gammarus duebeni* возможен для 2014 и 2015 г.; амфиподы *Gammarus zaddachi* и *Marinogammarus obtusatus* не учитывались в оценке изменчивости длины и массы тела по годам, так как они были собраны только в 2017 г. (табл. 1).

На рисунке 4 представлены результаты применения непараметрического однофакторного дисперсионного анализа и критерия Краскела – Уоллиса, которые показали достоверные межгодовые отличия *Lagunogammarus oceanicus* по размерно-весовым характеристикам как для самцов, так и для самок ($p < 0,05$).

Однако анализ многолетней изменчивости выборок выявил, что отличия определяются только 2016 г. (рис. 4). Поэтому актуально проводить попарное сравнение выборок для установления межгодовых отличий (табл. 3).

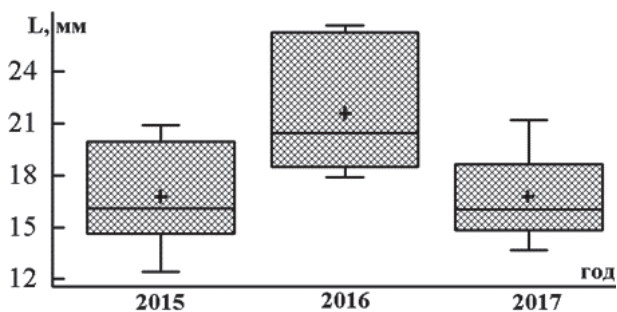


Рис. 4. Отличие самок *Lagunogammarus oceanicus* по длине тела за период 2015–2017 гг.

Таблица 3

Межгодовая изменчивость размерно-весовых характеристик *Lagunogammarus oceanicus* за период 2015–2017 гг.

Сравнение самок							
Длина тела, мм	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Масса тела, мг	2015 г.	2016 г.	2017 г.
2015 г.	1	0,008*	0,95	2015 г.	1	0,048*	0,61
2016 г.	0,007**	1	0,049	2016 г.	0,08**	1	0,37
2017 г.	0,97	0,045	1	2017 г.	0,70	0,62	1
Сравнение самцов							
Длина тела, мм	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Масса тела, мг	2015 г.	2016 г.	2017 г.
2015 г.	1	> 0,001*	0,20	2015 г.	1	0,002*	0,23
2016 г.	0,001**	1	> 0,001	2016 г.	0,012**	1	> 0,001
2017 г.	0,13	0,001	1	2017 г.	0,14	0,003	1

Примечание: * — результаты сравнения по U-критерию Уилкоксона; ** — по λ-критерию Колмогорова – Смирнова; полужирным шрифтом отмечено достоверное отличие.

Достоверные отличия по длине и массе тела самцов и самок *Lagunogammarus oceanicus* выявлены между 2015–2016 и 2016–2017 гг. Значимых отличий между выборками, сформированными в 2015 и 2017 гг. установлено не было. Дополнительно, при сравнении самок по массе тела за период 2015–2017 гг. существенных отличий обнаружено не было, кроме выборок 2015–2016 гг. и только по одному *U*-критерию Уилкоксона.

Анализ межгодовой изменчивости размерно-весовых характеристик амфипод *Gammarus duebeni* проведен для самцов (табл. 4), так как в пробе 2015 г. была обнаружена только одна самка.

Таблица 4

Межгодовая изменчивость размерно-весовых характеристик самцов *Gammarus duebeni* за период 2014–2015 гг.

Длина тела, мм	2014 г.	2015 г.	Масса тела, мг	2014 г.	2015 г.
2014 г.	1	0,001*	2014 г.	1	0,015*
2015 г.	0,013**	1	2015 г.	0,045**	1

Примечание: * — результаты сравнения по *U*-критерию Уилкоксона; ** — по λ -критерию Колмогорова – Смирнова; полужирным шрифтом отмечено достоверное отличие

На примере двух видов *Lagunogammarus oceanicus* и *Gammarus duebeni* выявлена достоверная межгодовая изменчивость особей по длине и массе тела. Год сбора материала может влиять на размерно-весовые характеристики амфипод по причине резких межгодовых климатических изменений окружающей среды в последнее время [14].

Обсуждение результатов исследования

Для оценки реакции морской биоты на климатические изменения выбрали универсальную группу животных, часто используемых для тестовых мониторинговых работ — литоральных амфипод. Как объекты для проведения эколого-биологических исследований амфиподы обладают рядом преимуществ: непродолжительный жизненный цикл; хорошая плодовитость и смена генераций; активное перемещение вдоль градиента оптимальных, непрерывно меняющихся экологических условий; создание многочисленных скоплений; быстрая акклимация и последующая адаптация к резким сезонным и общеклиматическим колебаниям температуры и солености в морских мелководных акваториях, в том числе и на литорали [1, 4].

Бокоплавы используются как индикаторы отклонений условий среды от условной нормы, в том числе под воздействием антропогенного влияния. Проведение исследований на заповедной территории позволило минимизировать значимость антропогенных факторов и оценить степень реакции амфипод на климатические изменения. Изучалась межгодовая изменчивость

качественного и количественного состава литоральных амфипод, динамика их размерно-весовых характеристик на одном из мониторинговых полигонов Кандалакшского заповедника на о. Ряшков.

Таксоценоз амфипод в обследованной литоральной зоне мелководной акватории Кандалакшского залива за период 2014–2017 гг. состоял из доминирующего вида *Lagunogammarus oceanicus*, субдоминанта *Gammarus duebeni*, одного второстепенного — *Gammarus zaddachi* и случайного вида — *Marinogammarus obtusatus*. *Lagunogammarus oceanicus* — эврибионт с высокой степенью экологической пластичности из всех мелководных видов бокоплавов, поэтому его доля в таксоценозах всех амфипод составляла свыше 70 %. Такие свойства, как изменчивость сроков размножения, количества генераций, различий в темпе роста и гетерогенности размерно-возрастных группировок, помогают особям данного вида наиболее успешно, по сравнению с другими видами, занимать доминирующее положение в амфиподном таксоценозе на обследованной литорали [12].

Климатические изменения окружающей среды особенно в последние годы определяют количественное соотношение численности видов амфипод. Например, *Gammarus duebeni* относится к эврибионтам [8, 10], но *Lagunogammarus oceanicus* имеет большую толерантность к степени открытости береговой линии, а значит, и к большей гидродинамической активности, что обеспечивает его доминирующее положение в таксоценозе.

Вышеперечисленные виды амфипод обладают большой экологической и физиологической толерантностью, могут выдерживать широкий диапазон колебаний температуры, солености и кислородного режима. Из всех многочисленных колеблющихся факторов прибрежных вод резче и чаще всех в районе исследований изменяются ветро-волновые. Наблюдается усиление гидродинамической активности волновых струй и потоков, которые постоянно меняют направление и силу поверхностных беломорских вод [14]. В свою очередь, это приводит к изменению качественного и количественного состава бокоплавов и межгодовым флуктуациям их размерно-весовых характеристик. Установленные закономерности межгодовой изменчивости литоральных амфипод можно считать адаптивно-компенсаторными реакциями, повышающими резистентность таксоценоза разноногих ракообразных Белого моря.

Список источников

1. Бек Т. А. Биология литоральных гаммарусов *Gammarus* (*Lagunogammarus*) *oceanicus* Segerstråle, *Gammarus* (*Rivulogammarus*) *duebeni* Lilljeborg и *Marinogammarus obtusatus* Dahl Белого моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1977. 20 с.
2. Бианки В. В. Питание обыкновенной гаги Белого моря / В. В. Бианки [и др.] // Экология и морфология гаг в СССР. М.: Наука, 1979. С. 126–170.
3. Бианки В. В. Птицы Белого моря: дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 50 с.

4. Богдан В. В., Шкляревич Г. А. Оценка состояния прибрежных экосистем Белого моря по эколого-биологическим и биохимическим показателям у амфипода // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Естественные и технические науки. № 1. 2008. С. 61–73.
5. Брызгин В. Ф. Амфиподы (Amphipoda, Gammaridea) Баренцева моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1973. 19 с.
6. Коросов А. В. Специальные методы биометрии. Петрозаводск, 2007. 364 с.
7. Краснов Ю. В., Шкляревич Г. А., Горяев Ю. В. Географическая и сезонная изменчивость питания обыкновенной гаги *Somateria mollissima* на Белом море // Экологические исследования беломорских организмов. Материалы 2-й Международной конференции 18–22 июля 2007 г. СПб.: ЗИН РАН, 2007. С. 62–63.
8. Луппова Е. Н. Особенности экологии литоральных бокоплавов *Lagunogammarus oceanicus* (Segerstrale, 1947) и *Gammarus duebeni duebeni* (Lilljeborg, 1851) в Баренцевом и Белом морях // Фауна беспозвоночных Карского, Баренцева и Белого морей. Информатика, экология, биогеография. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. С. 240–325.
9. Немова Н. Н., Богдан В. В., Шкляревич Г. А. Амфиподы как индикаторы характера воздействия антропогенных факторов на прибрежные акватории Белого моря // Ученые записки ПетрГУ. № 4 (125). Серия: Естественные и технические науки. 2012. С. 7–12.
10. Цветкова Н. Л. Прибрежные гаммариды северных и дальневосточных морей СССР и сопредельных вод. Л.: Наука, 1975. 257 с.
11. Шкляревич Г. А. Размерный анализ полихеты *Nereis virens* на литорали Кандакшского залива Белого моря // Биология моря. № 1. 1985. С. 65–68.
12. Шкляревич Г. А., Ивантер Э. В., Калюжин С. М. Ихтиологическая карцинология: учебное пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. 133 с.
13. Шкляревич Г. А. Таксономическая и биогеографическая структура литоральных беспозвоночных Кандакшского и Онежского заливов Белого моря // Принципы экологии. № 4. 2013. С. 39–56.
14. Шкляревич Г. А., Шошина Е. В. Водоросли, беспозвоночные и морские травы мелководий Кандакшского залива Белого моря [Электронный ресурс]. 2017. URL: <http://elibrary.petrstu.ru/book.shtml?id=28099&ysclid=11tmmdlvyg> (дата обращения: 10.04.2022).

References

1. Bek T. A. *Biologiya litoralnyh gammarusov Gammarus (Lagunogammarus) oceanicus Segerstråle, Gammarus (Rivulogammarus) duebeni Lilljeborg i Marinogammarus obtusatus Dahl Belogo moray: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 1977. 20 p. (In Russ.)*.
2. Bianki V. V. *Pitanie obyknovennoj gagi Belogo moray / V. V. Bianki [et al.] // Ekologiya i morfologiya gag v SSSR. M.: Nauka, 1979. P. 126–170. (In Russ.)*.
3. Bianki V. V. *Pticy Belogo moray: dis. ... d-ra biol. nauk. SPb., 1993. 50 p. (In Russ.)*.
4. Bogdan V. V., Shklyarevich G. A. *Ocenka sostoyaniya pribrezhnyh ekosistem Belogo morya po ekologo-biologicheskim i biohimicheskim pokazatelyam u amfipoda // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. № 1. 2008. P. 61–73. (In Russ.)*.

5. Bryazgin V. F. Amfipody (Amphipoda, Gammaridea) Barenceva moray: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Petrozavodsk, 1973. 19 s. (In Russ.).
6. Korosov A. V. Special'nye metody biometrii. Petrozavodsk, 2007. 364 s. (In Russ.).
7. Krasnov Yu. V., Shklyarevich G. A., Goryaev Yu. V. Geograficheskaya i sezonnaya izmenchivost' pitaniya obyknovennoj gagi Somateria mollissima na Belom more // Ekologicheskie issledovaniya belomorskih organizmov. Materialy 2-j mezhdunarodnoj konferencii 18–22 iyulya 2007. SPb.: ZIN RAN, 2007. P. 62–63. (In Russ.).
8. Luppova E. N. Osobennosti ekologii litoral'nyh bokoplavov Lagunogammarus oceanicus (Segerstrale, 1947) i Gammarus duebeni duebeni (Lilljeborg, 1851) v Barencevom i Belom moryah // Fauna bespozvonochnyh Karskogo, Barenceva i Belogo morej. Informatika, ekologiya, biogeografiya. Apatity: Izd-vo KNC RAN, 2003. P. 240–325. (In Russ.).
9. Nemova N. N., Bogdan V. V., Shklyarevich G. A. Amfipody kak indikator haraktera vozdeystviya antropogennyh faktorov na pribrezhnye akvatorii Belogo morya // Uchenye zapiski PetrGU. № 4 (125). Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2012. P. 7–12. (In Russ.).
10. Cvetkova N. L. Pribrezhnye gammaridy severnyh i dalnevostochnykh morej SSSR i sopredel'nyh vod. L.: Nauka, 1975. 257 p. (In Russ.).
11. Shklyarevich G. A. Razmernyj analiz polihety Nereis virens na litorali Kandalakshskogo zaliva Belogo morya // Biologiya morya. № 1. 1985. P. 65–68. (In Russ.).
12. Shklyarevich G. A., Ivanter E. V., Kalyuzhin S. M. Ihtiologicheskaya karcinologiya: uchebnoe posobie. Petrozavodsk: PetrGU, 2008. 133 p. (In Russ.).
13. Shklyarevich G. A. Taksonomicheskaya i biogeograficheskaya struktura litoral'nyh bespozvonochnyh Kandalakshskogo i Onezhskogo zalivov Belogo morya // Principy ekologii. № 4. 2013. P. 39–56. (In Russ.).
14. Shklyarevich G. A., Shoshina E. V. Vodorosli, bespozvonochnye i morskije travy melkovodij Kandalakshskogo zaliva Belogo morya [Elektronnyj resurs]. 2017 (In Russ.). URL: <http://elibrary.petrso.ru/book.shtml?id=28099&ysclid=11tmmdlvyg> (accessed: 10.04.2022).