

УДК 591.5:595.3

В. С. Свитина, А. В. Гудимов

Многолетние колебания численности популяции усоногих раков *Semibalanus balanoides* (L.) (Crustacea) на эстуарной литорали кута Кольского залива

Исследования популяции усоногих раков *Semibalanus balanoides* на литорали эстуария р. Тулома в куту Кольского залива выполнены впервые. Усоногие раки-балаюсы являются типичными представителями литорали северных морей и могут существовать как при высокой (морской), так и при низкой солености воды в различных биотопах побережья Баренцева моря. Закономерности и особенности распределения балаюсов на эстуарной литорали в условиях критической солености воды практически не изучены. Исследования проводились на литорали западного (левого) берега южного колена Кольского залива – эстуарном участке от Туломского моста до м. Еловый. Обследуемый участок представляет собой песчано-валунный пляж с каменистыми барами, его длина составляет около 1 150 м, площадь – около 126 500 м². Подсчет числа балаюсов в скоплениях производился на месте (без изъятия рачков из популяции) стандартным методом отбора бентоса на литорали – рамкой. Одновременно с определением численности балаюсов за период 2003–2014 гг. производились измерения солености и температуры воды и воздуха. Особенностью эстуарной популяции балаюсов является их полное отсутствие в верхнем горизонте литорали, а в среднем и нижнем они обнаружены только в пределах русел литоральных ручьев (3–20 экземпляров в пробе). Впервые определены численность и биомасса усоногих раков *S. balanoides*, выявлены причины их узлокального распределения на эстуарной литорали р. Тулома. Установлены основные экологические факторы, определяющие обилие и специфичное распределение балаюсов в условиях эстуарной литорали. Показано закономерное увеличение плотности поселений взрослых особей *S. balanoides* вдоль градиента солености воды от р. Тулома к морю. Обнаружены многолетние колебания численности балаюсов, связанные, очевидно, с изменениями климата.

Ключевые слова: Кольский залив, эстуарий, усоногие раки, *Semibalanus balanoides*, градиент солености, изменения климата.

Введение

Исследования фауны Кольского залива, в том числе работы, посвященные изучению бентоса, проводятся с начала прошлого века. Первые количественные данные по бентосу литорали залива были получены К. М. Дерюгиным еще в 1903–1911 гг. [1]. В 1915–1930 гг. К. М. Дерюгин и его ученики Е. Ф. Гурьянова, И. Г. Закс и П. В. Ушаков проводили фаунистическое, описательно-биоценотическое и экологическое изучение литоральной фауны Мурмана, включая эстуарную часть кута Кольского залива. Учеными была отмечена бедность видового состава сообществ эстуария р. Тулома и, в частности, отсутствие типичного для морской литорали усоногого рака *Semibalanus balanoides* [2; 3]. По литературным данным, в эстуарной части кута Кольского залива балаюсы этого вида не встречались, по крайней мере до зарегулирования стока р. Тулома плотиной ГЭС (1934–1937 гг.) [4].

Поселения усоногих раков *S. balanoides* на литорали эстуария р. Тулома были обнаружены нами впервые в 2003 г. Однако есть сведения, что здесь он присутствовал с конца 1980-х гг. (А. А. Фролов, устное сообщение).

Усоногий рак *S. balanoides* – характерный представитель литоральной фауны северных морей. Взрослые особи ведут неподвижный образ жизни, прикрепляясь к твердому субстрату. Расселение рачков происходит на личиночных стадиях в планктоне. Известно, что *S. balanoides* является эвригалинным видом и обитает как в условиях океанической солености, так и при солености около 12–15 ‰ [5; 6].

Экология и распределение балаюсов в условиях критической солености эстуариев практически не исследованы. Целью работы было изучение особенностей распределения и закономерностей колебаний численности балаюсов на литорали эстуария р. Тулома, обусловленных влиянием экологических факторов и климата.

Материалы и методы

Материалами для исследования в период 2003–2014 гг. послужили результаты регулярных наблюдений и измерений, в ходе которых определялись численность усоногих раков *S. balanoides*, соленость воды в местах скопления балаюсов и вдоль всего участка, а также температура воды и воздуха.

Исследования осуществлялись на литорали западного (левого) берега южного колена Кольского залива – эстуарном участке от Туломского моста до м. Еловый. Обследуемый участок представляет собой песчано-валунный пляж длиной около 1 150 м и площадью около 126 500 м² (рис. 1).

Измерения и подсчеты проводились по семи условным разрезам вдоль всего участка литорали в местах поселений (скоплений) баянусов.



Рис. 1. Карта-схема района исследования
Fig. 1. The map of the research area

Каждый разрез не являлся прямой линией, а располагался вдоль русла литорального ручья (русло стока литоральных ванн), который обычно вытекает из одной или нескольких литоральных ванн (рис. 2).



Рис. 2. Литоральная ванна и вытекающий из нее ручей (сток литоральных вод)
Fig. 2. The bed of the littoral stream and the littoral basin adjoining

Подсчет числа баянусов в скоплениях производился стандартным методом отбора бентоса на литорали – с использованием рамки (кольца), площадь которой составляла $0,038 \text{ м}^2$. На разрезах подсчет выполнялся по 3–5 пробам, в каждой из них определялось число рачков (выборочно). Биомасса рачков вычислялась по средней массе одного экземпляра. Биомасса и численность (плотность скоплений) рассчитывались на 1 м^2 . В связи с незначительной численностью рачков на камнях (до 2–10 экземпляров) баянусы отделялись от субстрата только в первый год исследований на некоторых разрезах, где их плотность была выше. В дальнейшем для сохранения популяции определялись только плотность поселений и биомасса по средней массе одного рачка.

Пробы воды для определения солёности отбирались по разрезам (в одной точке – по 2–3 пробы): в зоне уреза воды; в литоральных ручьях; в ряде случаев у дна при неполном и квадратурном отливе/приливе (с глубины до 1,5 м). Отбор проб в зоне уреза осуществлялся как в отлив, так и в прилив с поверхности воды; в мелководных ручьях – во время отлива с использованием стеклянной или пластиковой бутылки. Солёность определялась с помощью солемеров МК-III № 565 (Австралия), ГМ-65 (Россия) и ручного портативного рефрактометра АТАГО (Япония), откалиброванного по солемеру.

В процессе измерений температуры воздуха применялся спиртовой термометр точно до 1°C , откалиброванный по ртутному термометру.

Температура воды определялась с помощью водного спиртового термометра, точность измерений которого составляла до 0,5 °С.

Результаты и обсуждение

Первые обследования эстуарного участка литорали в 2003–2004 гг. и измерения солености показали, что баянусы способны жить в условиях очень низкой солености воды (на грани критической). На литорали эстуария р. Тулома баянусы образуют узколокальные скопления высокой плотности при среднегодовой солености воды (на поверхности) около 5 ‰ и при амплитуде ее колебаний от 2,2–12 ‰ летом до 17–20 ‰ зимой. Однако в условиях сильного опреснения их домики мельчают, становятся хрупкими, а распределение поселений изменяется радикально.

Проведенные в период 2003–2014 гг. обследования эстуарного участка показали, что в верхнем горизонте литорали баянусы отсутствуют, в среднем и нижнем они обнаружены только в пределах русел литоральных ручьев. Здесь рачки представлены редкими небольшими группами (3–20 экземпляров) на отдельных камнях, находящихся в руслах ручьев и литоральных ваннах, причем только в тех, которые соединены с литоральными ручьями. Наибольшая плотность поселений рачков отмечена в нижнем горизонте литорали.

Уже первые полученные данные свидетельствовали о крайней неравномерности распределения рачков *S. balanoides* на каждом разрезе. Было установлено, что численность и биомасса рачков значительно изменяются не только в вертикальном направлении (по горизонтам) в пределах любого разреза, но и в горизонтальном направлении в пределах участка. Вдоль среднего и нижнего горизонтов литорали наблюдался хорошо выраженный тренд увеличения численности баянусов от устья р. Тулома в сторону Кольского залива (табл.).

Обнаружено, что распределение рачков *S. balanoides* на эстуарной литорали принципиально отличается от распределения на типично морской литорали, где баянусы образуют вдоль берега сплошные пояса в верхнем и среднем горизонтах [3; 7–10]. Несомненно, особенности эстуарной популяции баянусов определяются комплексным давлением лимитирующих факторов.

Известно, что к наиболее важным факторам, определяющим распределение и обилие баянусов на эстуарной литорали, относятся осушение (особенно его продолжительность), соленость воды (опреснение) и истирающее действие льда. На исследуемом участке совокупное действие всех этих факторов было особенно выражено в верхнем горизонте литорали, где не было найдено ни одного рачка.

Очевидно, в пределах одного (нижнего или среднего) горизонта литорали влияние лимитирующих факторов, за исключением солености воды, может быть на всем участке одинаковым. Исследование показало, что зимой и весной лед распределен вдоль литорали, как правило, достаточно равномерно, температура и время осушения на всех разрезах также отличались незначительно. В то же время влияние осушения на поселения баянусов было неодинаковым для всего участка и определялось локальным микрорельефом. В понижениях литоральных ручьев с примыкающими ваннами вода аккумулировалась, ее сток задерживался и растягивался на всю фазу отлива. Соответственно, время осушения в ручьях было минимальным, и поселения баянусов, обнаруженные только в ручьях, находились на воздухе очень короткое время или вообще экспонировались редко, или были почти всегда покрыты водой литорального ручья.

Таким образом, для баянусов, обитающих в ручьях [11], в пределах одного (нижнего или среднего) горизонта влияние всех лимитирующих факторов было на всех разрезах практически одинаковым, за исключением солености. Только градиент увеличения солености воды по направлению от устья р. Тулома к морю сохранялся в любое время года. При этом на протяжении всего периода исследований сохранялось и соответствующее градиентное распределение численности рачков, т. е. возрастание плотности их поселений вдоль градиента увеличения солености воды по разрезам (рис. 3).

Представленные результаты обобщают данные за годы с наибольшим числом измерений солености воды (рис. 3). Поскольку считалось, что на мелководной литорали вода хорошо перемешана, то изначально отбор проб воды для определения солености осуществлялся только традиционным способом – с поверхности воды (в зоне уреза). Однако полученные данные по солености воды в зоне уреза не позволили объяснить причину выживания баянусов на ближайших к устью реки разрезах (2 и 3), так как здесь соленость воды на поверхности в течение весенних месяцев опускалась ниже 1 ‰, и даже летом ее значения на урезе были крайне малы (ниже 1–5 ‰ на разрезах 2–5; лето 2004 г.).

Возникло предположение, что обитающие придонно баянусы не подвергаются длительному воздействию сильного опреснения, и у дна соленость может быть выше, чем на поверхности. Это возможно, если вода даже в мелководном эстуарии подвержена плотностному расслоению [12] несмотря на сильную гидродинамику. В этом случае в местах локализации баянусов (в углублениях литоральных ручьев) соленость воды должна быть выше, чем в зоне уреза в отлив. Как первые, так и все последующие серии измерений показали, что в литоральных ручьях значения солености воды выше (5–12 ‰; лето 2004 г.), чем в зоне уреза (2–5 ‰) на каждом разрезе.

Таблица. Численность *S. balanoides* по разрезам литорали эстуария р. Тулома в период 2003–2014 гг.
 Table. The average number of *S. balanoides* in cross profiles (transects) along the Tuloma River estuary from 2003 to 2014

Разрез	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	
2	Числ.	5 ± 0,39	8 ± 0,41	6 ± 0,49	0	–	0	0	0	0	
	СКО	0,45	0,52	0,5	0	–	0	0	0	0	
3	Числ.	295 ± 242,14	637 ± 584,54	326 ± 353,07	9 ± 17,19	–	0	53 ± 30	46 ± 24,69	39 ± 25,79	58 ± 35,32
	СКО	276,25	666,88	402,81	15,19	–	0	26	25,2	18,61	97,04
4	Числ.	3 174 ± 2 383,91	3 842 ± 2 174,97	889 ± 529,12	72 ± 44,04	–	–	195 ± 292	105 ± 86,82	132 ± 257,89	119 ± 89,72
	СКО	2 719,74	2 481,37	603,66	44,94	–	–	333	132,89	186,08	254,86
5	Числ.	1 584 ± 1 297,1	3 768 ± 2 242,51	1 942 ± 1 307,52	–	388 ± 215,12	118 ± 74,23	95 ± 121,33	53 ± 26,63	126 ± 28,22	171 ± 62,57
	СКО	1 479,82	2 558,41	1 491,71	–	219,52	107,13	175,09	33,29	43,2	183,4
6	Числ.	3 547 ± 2 554,4	3 426 ± 626,7	3 495 ± 1 899,26	5 000 ± 1 364,63	1 009 ± 309,95	904 ± 905,84	2 763 ± 953,38	1 374 ± 864,05	1 713 ± 601,59	1 412 ± 294,29
	СКО	2 914,25	714,99	2 166,81	1 205,94	273,9	1132,09	972,85	985,77	920,81	794,53

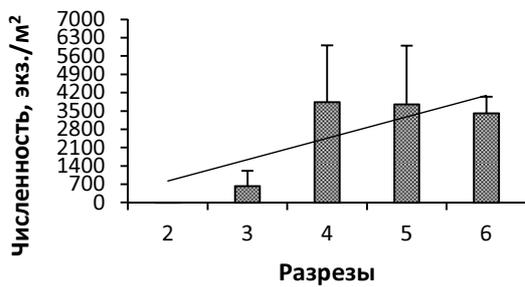
Примечание. Учитывая особенности (грунта, рельефа и литоральных ванн) разрезов 1 и 7, не позволяющие достоверно проводить их сравнение с другими разрезами, в таблице представлены результаты только по разрезам 2–6. Обозначения: числ. – средняя численность баянусов, экз./м² (дана с учетом статистической ошибки); ± – доверительный интервал; СКО – стандартное отклонение по выборке; 0 – на данном разрезе баянусов не обнаружено; "–" – на данном разрезе пробы баянусов не отбирались.

Следовательно, несмотря на интенсивное движение вод в эстуариях и действие приливной волны, сохраняется плотностное расслоение воды, и соленость придонной воды всегда выше. В результате баянусы в ручьях способны выжить даже при критических значениях солености, потому что во время отлива они находятся в условиях более высокой солености воды и могут не только избегать осушения, но и дольше питаться. Это обстоятельство является жизненно важным для существования популяции рачков, так как в условиях солености воды ниже критической (2–5‰ в зоне уреза воды; лето 2004 г.) [13] шансы на выживание у морских организмов, в частности баянусов, значительно снижаются. В первую очередь это относится к поселениям среднего горизонта, в котором лимитирующее влияние экологических факторов ("давление факторов") более выражено, поскольку данная зона литорали всегда обнажается в отлив, соответственно, в большей степени подвержена влиянию как осушения, так и опреснения.

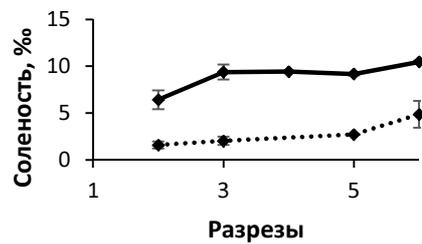
Таким образом, повышенная соленость придонных литоральных вод, определяющая более высокую соленость в ручьях в фазу отлива, объясняет распределение баянусов по разрезам – их локализацию только в пределах русел литоральных ручьев нижнего горизонта литорали.

2004 г.

А

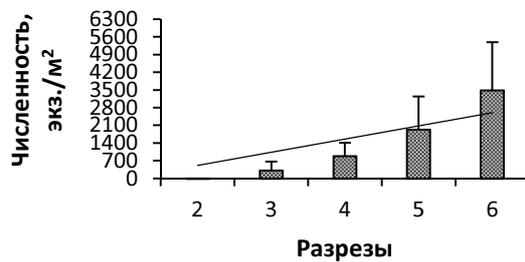


Б



2005 г.

А

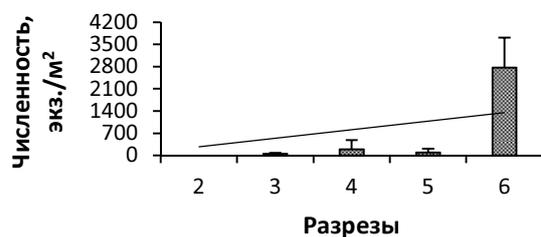


Б



2010 г.

А



Б

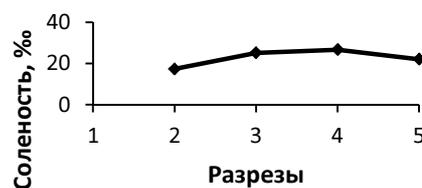
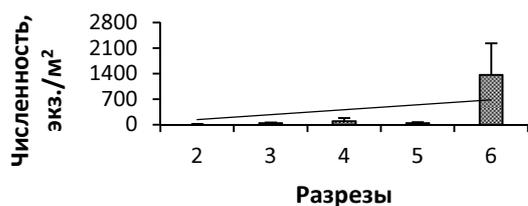


Рис. 3. Численность усоногих раков *S. balanoides* (А) и соленость воды (Б) в литоральных ручьях (сплошная линия) и зоне уреза воды (пунктирная линия) по разрезам литорали за 2004, 2005, 2010 гг.

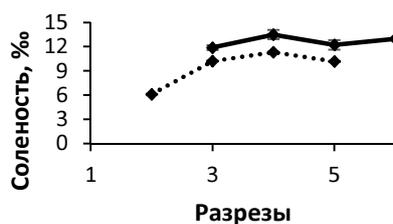
Fig. 3. The average number of barnacles *S. balanoides* (А) and the average salinity (Б) in the littoral stream (straight line) and on the water's edge (dotted line) along cross profiles (transects) in 2004, 2005, and 2010

2011 г.

А

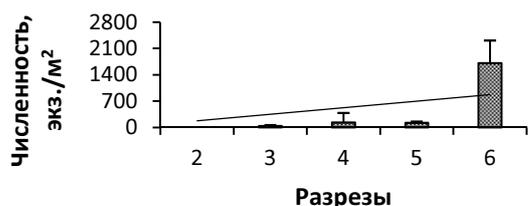


Б

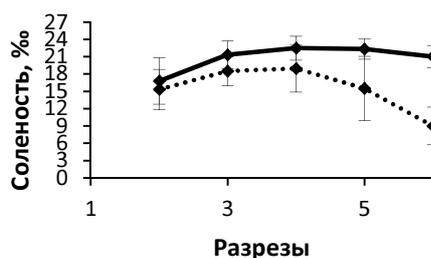


2013 г.

А

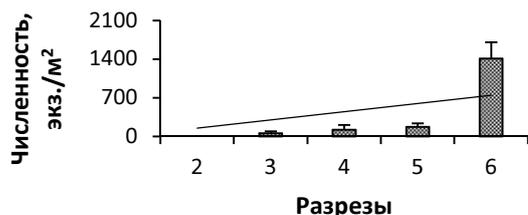


Б



2014 г.

А



Б

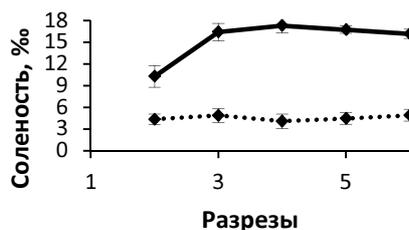


Рис. 3. Численность усоногих раков *S. balanoides* (А) и соленость воды (Б) в литоральных ручьях (сплошная линия) и зоне уреза воды (пунктирная линия) по разрезам литорали за 2011, 2013 и 2014 гг.

Fig. 3. The average number of barnacles *S. balanoides* (А) and the average salinity (Б) in the littoral stream (straight line) and on the water's edge (dotted line) along cross profiles (transects) in 2011, 2013, and 2014

Среднегодовое количество данных, полученные в ходе проведенных в 2003–2014 гг. исследований, подтверждают сохранение градиентного (клинального) распределения баянусов на всем протяжении участка. В то же время зафиксировано увеличение средней солености воды в ручьях и зоне уреза воды, а также снижение обилия рачков на всех разрезах литорали (рис. 4) до их полного исчезновения на краевом (втором) разрезе.

Поскольку зависимость обилия баянусов от величины солености воды в эстуарии была доказана [11], предполагалось, что постепенное повышение солености воды создаст для рачков более благоприятные условия обитания и будет способствовать увеличению их численности. Однако ожидаемого увеличения обилия баянусов за весь период исследований не произошло (рис. 4). Данное обстоятельство побудило нас исследовать зависимость многолетней динамики популяции баянусов *S. balanoides* от ряда других природных факторов, таких как параметры колебаний (амплитуда, частота, длительность фаз, экстремумы) солености воды на поверхности и в литоральных ручьях, а также колебаний температуры воды и воздуха (включая сезонные средние, минимальные и максимальные). Анализировалось влияние годового объема речного стока, а также термического фактора. Последний представляет собой обобщенные эффекты температуры и прямого нагрева домиков рачков от Солнца и тесно связан с величиной солнечной активности (число Вольфа). Его влияние на баянусов может быть выраженным, конечно, только в летние месяцы (июнь – август; рис. 5).

Среди исследованных параметров внешней среды наиболее заметны зависимости только между основным трендом убывания численности и трендом уменьшения солнечной активности (рис. 5), а также

между среднегодовой тенденцией убывания численности рачков и увеличением амплитуды колебаний температуры и солёности воды в данном районе (рис. 6).

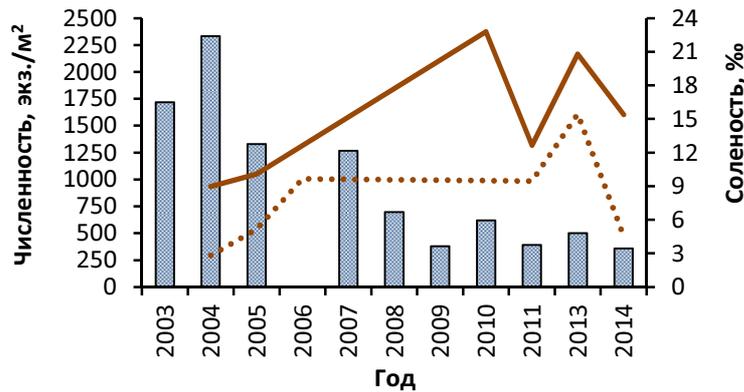


Рис. 4. Численность усоногих раков *S. balanoides* (столбцы) и средняя солёность воды в литоральных ручьях (сплошная линия) и зоне уреза воды (пунктирная линия) в 2003–2014 гг.
 Fig. 4. The number of barnacles *S. balanoides* (columns) and average salinity in the littoral stream (solid line) and on the water's edge (dotted line) along cross profiles (transects) in 2003–2014

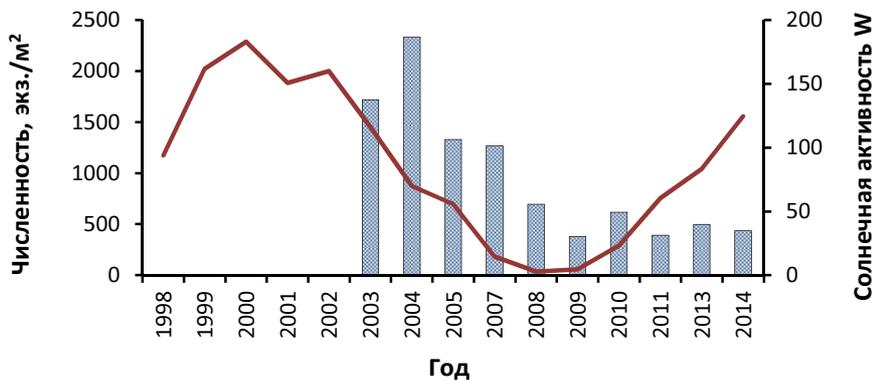


Рис. 5. Численность баянусов в нижнем горизонте литорали в 2003–2014 гг. и изменение солнечной активности (число Вольфа, средние значения за июнь – август) в 1998–2014 гг.
 Fig. 5. The number of barnacles *S. balanoides* in 2003–2014 and the solar activity (Wolf number, W, average values for June – August) in 1998–2014

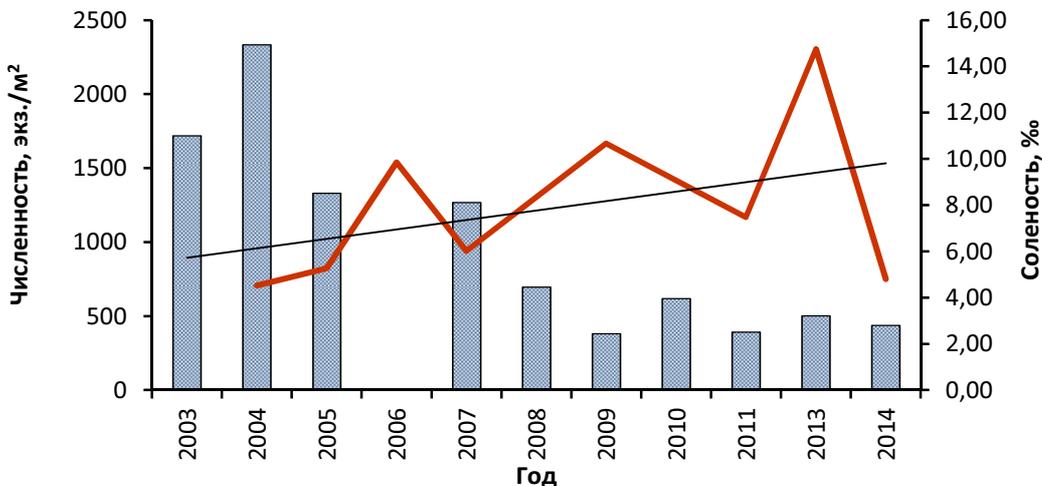


Рис. 6. Численность баянусов в нижнем горизонте литорали и колебания солёности воды (ручей, лето) в 2003–2014 гг.
 Fig. 6. The number of barnacles *S. balanoides* and fluctuations in salinity (stream, summer) in 2003–2014

Действительно, повышение средней солености воды в 2003–2014 гг. происходило на фоне увеличения амплитуды ее колебаний. При этом в годы относительно низкой средней солености воды воздействие опреснения было более значительным по величине и продолжительности и не только в период весеннего паводка, но и летом (4,5 ‰ в зоне уреза воды, июль 2014 г.).

Для выживания баянусов (и других организмов) важно время их пребывания (экспозиция) в условиях критической солености. Длительное и непрерывное воздействие воды пониженной солености в течение нескольких суток может оказать сильное негативное влияние на выживание даже взрослых усоногих раков. При достижении солености воды 5 ‰ уровень потребления кислорода у баянусов снижается и дыхание становится минимальным [13]. Кроме того, такие условия особенно губительны для планктонных личиночных стадий баянусов. Так, по данным, полученным в ходе опытов Х. Бернса [14], выживаемость науплиусов баянусов при солености воды менее 18 ‰ зависит от скорости снижения солености воды и продолжительности нахождения личинок в этой среде. В пресной воде науплиусы гибнут за 2 мин, при 3 ‰ – за 1 ч, но в случае постепенного понижения солености до этого уровня к жизни возвращается 93 % личинок. Науплиусы также выдерживают пребывание в воде соленостью 9 ‰ не более 3 ч и 12 ‰ – не более 24 ч, а при солености воды 15 ‰ за 48 ч выживает 73 % личинок.

Следовательно, зависимость многолетних изменений эстуарной популяции баянусов связана с неизбежным увеличением амплитуды колебаний факторов среды при возрастании климатических изменений.

Таким образом, общее снижение обилия баянусов на всех разрезах литорали за весь период исследований (в том числе полное исчезновение баянусов на втором разрезе) происходит под влиянием нескольких экологических факторов. Основными среди них являются длительность экспозиций в критической солености (весенне-летнее опреснение), увеличение амплитуды колебаний солености и температуры воды и воздуха, возрастание степени прямого нагрева или охлаждения баянусов в период осушения. Эти факторы, несомненно, связаны с периодическими колебаниями солнечной активности и изменениями климата в Арктике.

Важно отметить, что если при нормальной солености комплексное влияние факторов не столь заметно, то в экстремальных условиях литорали и критической солености эстуария рачки, находясь на грани выживания, реагируют на изменения климата намного быстрее, чем в морских популяциях.

Заключение

На эстуарной литорали экстремальные условия приливно-отливной зоны многократно усиливаются при воздействии постоянного опреснения. Комплексное давление факторов краевых местообитаний испытывают на себе все седентарные организмы, особенно эпифауна, в том числе усоногие раки баянусы. Невозможность покинуть свой биотоп вынуждает их приспосабливаться к жесткому прессу лимитирующих факторов, находя локальные пространственно-временные условия микробиотопов, благоприятные для выживания.

В результате под действием сильного опреснения эстуария радикально меняются как численность, так и распределение баянусов, которое приобретает ряд особенностей, не свойственных поселениям на обычной морской литорали: очень узкая локализация в пределах русел литоральных ручьев; клинальное увеличение плотности поселений вдоль градиента увеличения солености воды от реки к морю. Наиболее заметной особенностью эстуарной популяции баянусов является их полное отсутствие в верхнем горизонте литорали.

Установлено, что распределение и обилие баянусов в эстуарной зоне р. Тулома кута Кольского залива в первую очередь определяются градиентом и колебаниями солености воды. Устойчивых популяций *S. balanoides* в условиях сильного опреснения (при среднегодовой солености воды около 5 ‰) обнаружено не было.

Полученные результаты изменяют существующие представления о границах толерантности данного вида и его адаптационных возможностях. Адаптационные способности баянусов проявились в использовании локальных пространственно-временных градиентов факторов внешней среды для выживания в экстремальных условиях.

Вопреки ожиданиям, многолетние колебания численности баянусов за период 2003–2014 гг. определяются не столько постепенными изменениями солености воды, сколько совокупным действием нескольких факторов среды, точнее, амплитудой их колебаний. Возрастание амплитуды годовых и сезонных изменений солености и температуры тесно связано с колебаниями климата и годовыми колебаниями солнечной активности соответственно. При этом выясняется, что в экстремальных условиях литорали и критической солености эстуария рачки, находясь на грани выживания, становятся чувствительнее к колебаниям лимитирующих факторов и реагируют на изменения климата намного быстрее, чем в условиях нормальной солености морских популяций.

Библиографический список

1. Дерюгин К. М. Фауна Кольского залива и условия ее существования // Зап. Имп. академии наук. СПб., 1915. Т. 34, № 1. 929 с.
2. Гурьянова Е. Ф., Закс И. Г., Ушаков П. В. К фауне эстуарий Мурманского побережья // Труды Лен. общества естествоиспытателей, отд. зоологии. Л. : Главнаука, 1926. Т. 56(2). С. 79–96, 133–147.

3. Гурьянова Е. Ф., Закс И. Г., Ушаков П. В. Литораль Кольского залива. Сравнительное описание литорали Кольского залива на всем его протяжении // Труды Лен. общества естествоиспытателей. Л. : Главнаука, 1929. Т. LIX. Вып. 2. Ч. II. С. 133–147.
4. Гудимов А. В., Свитина В. С. Популяция усоногих раков *Semibalanus balanoides* в градиенте солености эстуарной зоны кута Кольского залива // Доклады Российской академии наук. 2007. Т. 412, № 1. С. 132–133.
5. Беляев Г. М. Осморегуляторные способности усоногих ракообразных // Доклады Академии наук СССР. 1949. Т. LXVII, № 5. С. 901–904.
6. Foster B. A. Responses and acclimation to salinity in the adults of some balanomorph barnacles // Journal of Philosophical Transactions of the Royal Society Lond. B (biological sciences). 1970. V. 256. P. 377–400.
7. Кузнецов В. В. Популяция некоторых массовых видов морских беспозвоночных Восточного Мурмана // Зоологический журнал. 1947. Т. XXVI. Вып. 2. С. 109–120.
8. Кузнецов В. В. Биология массовых и наиболее обычных видов ракообразных Баренцева и Белого морей. М. ; Л. : Наука, 1964. С. 218–225.
9. Ржепишевский И. К. К вопросу о распространении балянусов в юго-восточной части Баренцева моря // Труды Мурманского морского биологического института. 1966. Вып. 11 (15). С. 50–57.
10. Зенкевич Л. А. Избранные труды : в 2 т. М. : Наука, 1977. Т. 1. Биология северных и южных морей СССР. С. 49, 127–129.
11. Гудимов А. В., Свитина В. С. Экология и распределение усоногих раков *Semibalanus balanoides* (L.) (Crustacea) в южном колене Кольского залива. Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М. : Наука, 2009. С. 202–220.
12. Milne A. The ecology of the Tamar estuary. III. Salinity and temperature conditions in the lower estuary // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 1938. V. 22 (2). P. 531.
13. Хлебович В. В. Критическая соленость биологических процессов. Л. : Наука, 1974. 236 с.
14. Фауна СССР. Ракообразные. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1957. Т. VI, вып. 1. Усоногие раки (Cirripedia Thoracica) морей СССР. С. 216–226.

References

1. Deryugin K. M. Fauna Kolskogo zaliva i usloviya ee suschestvovaniya [The fauna of the Kola Bay and the conditions of its existence] // Zap. Imp. akademii nauk. SPb., 1915. V. 34, N 1. 929 p.
2. Guryanova E. F., Zaks I. G., Ushakov P. V. K faune estuariy Murmanskogo poberezhya [To the fauna of the estuary of the Murmansk coast] // Trudy Len. obschestva estestvoispytateley, otd. zoologii. L. : Glavnauka, 1926. V. 56(2). P. 79–96, 133–147.
3. Guryanova E. F., Zaks I. G., Ushakov P. V. Litoral Kolskogo zaliva. Sravnitelnoe opisanie litorali Kolskogo zaliva na vsem ego protyazhenii [Littoral of the Kola Bay. A comparative description of the littoral of the Kola Bay throughout its entire length] // Trudy Len. obschestva estestvoispytateley. L. : Glavnauka, 1929. V. LIX. Vyp. 2. Ch. II. P. 133–147.
4. Gudimov A. V., Svitina V. S. Populyatsiya usonogih rakov *Semibalanus balanoides* v gradiente solenosti estuarnoy zony kuta Kolskogo zaliva [The population of barnacles *Semibalanus balanoides* in the salinity gradient of the estuary zone of the Kola Bay] // Doklady Rossiyskoy akademii nauk. 2007. V. 412, N 1. P. 132–133.
5. Belyaev G. M. Osmoregulyatornye sposobnosti usonogih rakoobraznyh [Osmoregulatory abilities of barnacles] // Doklady Akademii nauk SSSR. 1949. V. LXVII, N 5. P. 901–904.
6. Foster B. A. Responses and acclimation to salinity in the adults of some balanomorph barnacles // Journal of Philosophical Transactions of the Royal Society Lond. B (biological sciences). 1970. V. 256. P. 377–400.
7. Kuznetsov V. V. Populyatsiya nekotoryh massovyh vidov morskikh bespozvonochnyh Vostochnogo Murmana [The population of some mass species of marine invertebrates of the Eastern Murman] // Zoologicheskii zhurnal. 1947. V. XXVI. Vyp. 2. P. 109–120.
8. Kuznetsov V. V. Biologiya massovyh i naibolee obychnykh vidov rakoobraznykh Barentseva i Belogo morey [Biology of mass and most common species of crustaceans of the Barents and White Seas]. M. ; L. : Nauka, 1964. P. 218–225.
9. Rzhepishevskiy I. K. K voprosu o rasprostranении balanusov v yugo-vostochnoy chasti Barentseva morya [On the distribution of balanus in the southeastern part of the Barents Sea] // Tr. Murmanskogo morskogo biologicheskogo instituta. 1966. Vyp. 11 (15). P. 50–57.
10. Zenkevich L. A. Izbrannyye trudy [Selected works] : v 2 t. M. : Nauka, 1977. T. 1. Biologiya severnykh i yuzhnykh morey SSSR. P. 49, 127–129.
11. Gudimov A. V., Svitina V. S. Ekologiya i raspredelenie usonogih rakov *Semibalanus balanoides* (L.) (Crustacea) v yuzhnom kolene Kolskogo zaliva. Kolskiy zaliv: osvoenie i ratsionalnoe prirodopolzovanie [Ecology and distribution of *Semibalanus balanoides* (L.) (Crustacea) in the southern knee of the Kola Bay. The Kola Bay: development and rational nature management]. M. : Nauka, 2009. P. 202–220.
12. Milne A. The ecology of the Tamar estuary. III. Salinity and temperature conditions in the lower estuary // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 1938. V. 22 (2). P. 531.

13. Hlebovich V. V. Kriticheskaya solenost biologicheskikh protsessov [Critical salinity of biological processes]. L. : Nauka, 1974. 236 p.

14. Fauna SSSR. Rakoobraznye [Fauna of the USSR. Crustaceans]. M. ; L. : Izd-vo AN SSSR, 1957. V. VI, вып. 1. Usonogie raki (Cirripedia Thoracica) morey SSSR. P. 216–226.

Сведения об авторах

Свитина Виктория Сергеевна – ул. Карла Маркса, 25а, г. Мурманск, Россия, 183038; Министерство рыбного и сельского хозяйства Мурманской области, гл. специалист; e-mail: svitina_viktoriya@mail.ru

Svitina V. S. – 25a, Karl Marx Str., Murmansk, Russia, 183038; Ministry of Fisheries and Agriculture of the Murmansk Region, Management of Fisheries, Chief Specialist; e-mail: svitina_viktoriya@mail.ru

Гудимов Александр Владимирович – ул. Владимирская, 17, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник; e-mail: alexgud@mail.ru

Gudimov A. V. – 17, Vladimirskaia Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Cand. of Biol. Sci., Leading Researcher; e-mail: alexgud@mail.ru

V. S. Svitina, A. V. Gudimov

Long-term fluctuations in population of *Semibalanus balanoides* (L.) (Crustacea) in the estuarine zone of the Kola Bay

The intertidal population of the barnacles *Semibalanus balanoides* has been explored in the estuarine zone of the Tuloma River at the end of the Kola Bay for the first time. Barnacles *S. balanoides* are typical species for the littoral zone of the northern seas, they populate both the high and low salinity areas along the coast of the Barents Sea. The ecology and distribution of barnacle population in estuarine intertidal zones of the Barents Sea are not studied previously, and under the critical salinity conditions of any estuary, in particular. The investigation have been carried out on the littoral of the western (left) shore of the southern tribe of the Kola Bay – the estuary section from the Tuloma bridge to the Cape Elovу. The studied site is a sandy-boulder beach with stony bars, its length is about 1 150 m, the area is about 126 500 m². Counting the number of *S. balanoides* in clusters has been performed on site (without removal of the copepods from the population) by the standard method for intertidal sampling. Simultaneously with the defining the number of barnacles for the period 2003–2014, the measurements of salinity and temperature of water and air have been made. The peculiarity of the estuarine barnacle population is their complete absence in the upper horizon of the littoral, and in the middle and the lower horizons they are found only within the channels of the littoral streams (3–20 specimens in the sample). For the first time the abundance and biomass of barnacles *S. balanoides* in this estuarine population has been determined, and the causes of their narrow-local distribution on the estuary littoral of the Tuloma River have been revealed. The main ecological factors determining the abundance and specific distribution of barnacles under the conditions of estuarine littoral have been established. The regular increase in the density of adult *S. balanoides* settlements along the gradient of water salinity from the Tuloma River to the sea has been shown. The long-term fluctuations in the abundance of barnacle *S. balanoides* have been found, associated, obviously, with climate changes.

Key words: Kola Bay, estuary, barnacle, *Semibalanus balanoides*, salinity gradient, climate change.