

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ МИГРАЦИИ ЧЕРНОМОРСКИХ КРЕВЕТОК У ПОБЕРЕЖЬЯ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА В ПЕРИОД ДО И ПОСЛЕ РАССВЕТА

А. Ю. ВАРИГИН

Институт морской биологии НАН Украины, Одесса, 65011, ул. Пушкинская, 37.;
e-mail: sealife_1@mail.ru

Протягом 2011-2014 рр. вивчений характер горизонтальних міграцій чорноморських креветок в прибережній зоні Одеської затоки в період до і після світанку. У 2011 р міграції здійснювали три види ракоподібних: *Crangon crangon*, *Palaemon elegans* і *Palaemon adspersus*. У наступні роки в прибережній зоні був виявлений лише *P. adspersus*. Характер його горизонтальних міграцій полягав у наступному: максимальні кількісні показники були відзначені в прибережній зоні за 1 годину до світанку. Потім ближче до світанку і після нього чисельність і біомаса ракоподібних поступово знижувалася. У нерестовий період максимальні кількісні показники креветок також були відзначені за годину до світанку. При цьому кількість яйценосних самок *P. adspersus* становило до 92% від загальної чисельності ракоподібних. Потім, під час світанку і після нього, відбувається поступове зниження чисельності та біомаси ракоподібних. У цей період кількість яйценосних самок коливається на рівні приблизно рівному числу самців, але вже через 2 години після світанку різко знижується до 3,7% від загального числа креветок. У літній період 2014 було зафіксовано різке збільшення кількісних показників креветок. Максимальні чисельність (10071 екз./100 м²) і біомаса (8056,8 г/100 м²) *P. adspersus* були відзначені за годину до світанку. Потім ці показники поступово знижувалися, і вже через 2 години після світанку чисельність креветок становила 1019 екз./100 м², а біомаса – 550,3 г/100 м². Довжина *P. adspersus* коливалася в межах від 17,1 до 65,6 мм. Динаміка розмірної структури креветок у всі вивчені роки носила подібний характер. Так, за годину до світанку в прибережній зоні моря були присутні в основному дорослі тварини. Потім ближче до сходу сонця з'являлася молодь, а кількість дорослих особин поступово зменшувалася. Через 2 години після світанку в прибережній зоні залишалася лише молодь.

Ключові слова: чорноморські креветки, горизонтальні міграції, період до і після світанку, прибережна зона, Одеська затока..

Введение. Известно, что многие виды креветок в течение жизненного цикла совершают различные миграции. Наиболее изученными являются регулярные вертикальные перемещения этих ракообразных в толще воды. Так, массовый вид креветок Берингова моря *Pandalus goniurus* днем обитает на дне, а ночью поднимается к поверхности. Причем обратное движение в сторону дна происходит у этого вида в предрассветные часы (Барсуков, Иванов, 1979). Хорошо изученный вид *Crangon crangon*, обитающий во многих морях, в том числе и Черном, днем закапывается в песок, а ночью выходит из грунта и поднимается в толщу воды (Закутский, 1965; Vaan, 1975; Janssen, Kuipers, 1980). Этот вид во многих странах мира имеет промысловое значение (Viegas et al, 2007). Так, в юго-восточной части Северного моря его ежегодный вылов составляет около 20 тыс. т (Temming, Damm, 2002).

Сезонные миграции креветок происходят также и в горизонтальном направлении. Их массовые циклические перемещения в направлении берег – море – берег являются одной из важнейших адаптаций к жизни в прибрежной зоне моря, где действие многих факторов среды проявляется в наибольшей степени. Такие виды черноморских креветок, как *Palaemon adspersus* и *Palaemon elegans* в холодное время года перемещаются на большую глубину, а в весенне-летний период подходят к берегу, где на мелководье вынашиваются и созревают их яйца, а так же выклеваются личинки (Макаров, Пилявская, 1951; Макаров, 2004). При этом *P. adspersus* может плавать со скоростью от 10 до 30 см·с⁻¹ (Игнатъев, 1982). Известно, что и в других морях этот вид креветок совершает сезонные миграции (Hagerman, Ostrup, 1980).

Третий вид черноморских десятиногих

Crangon crangon также совершает подобные миграции, которые впрочем, не связаны с процессом размножения, а вызваны лишь сезонной изменчивостью температурного режима прибрежных вод (Макаров, 2004). Все эти три вида креветок часто обитают совместно и в других морях, например, в Балтийском, хотя при этом они занимают разные экологические ниши (Lapinska, Szaniawska, 2005).

Прибрежные горизонтальные миграции десятиногих ракообразных в предрассветный период значительно менее исследованы. Цель настоящей работы состоит в выяснении характера горизонтальных миграций черноморских креветок в прибрежной зоне Одесского залива в период до и после рассвета.

Материалы и методы. Материалом для работы послужили пробы, собранные в летний период (август) 2011–2014 гг. в прибрежной зоне Одесского залива. Для изучения характера горизонтальных миграций яйценосных самок креветок дополнительно были взяты пробы во время их массового нереста весной (апрель) 2014 г. Пробы собирали на песчаном грунте на глубине 1,3 м с помощью десятиметровой волокуши с размером ячеек 4 мм. Для отбора каждой пробы волокушу протягивали параллельно береговой линии на расстояние 50 м. Таким образом, облавливаемая площадь в каждом случае составляла 500 м².

Основным ориентиром при отборе проб был восход Солнца. Материал отбирали по следующей схеме: проба № 1 взята час до восхода Солнца, проба № 2 – за полчаса, проба № 3 во время восхода, проба № 4 – через полчаса после восхода, проба № 5 – через 2 часа после восхода Солнца. Содержимое каждой пробы фиксировали 4 % формалином. В лаборатории определяли вид отобранных животных, подсчитывали их количество, измеряли длину и массу. В качестве количественных характеристик ракообразных использовали их численность N , экз. · 100 м⁻² и биомассу B , г · 100 м⁻².

Результаты и их обсуждение. В результате обработки материала 2011 г. в пробах были обнаружены 3 вида представителей отряда Decapoda: *Crangon crangon* (Linne, 1758), *Palaemon adspersus* Rathke, 1837 и *Palaemon elegans* Rathke, 1837. Первые два вида, а именно: песчаная и травяная креветки преобладали в количественном отношении, так как биотоп прибрежного песка, где были собраны пробы, является привычным местом их обитания. Третий вид, каменная креветка была найдена в значительно меньшем количестве, в виду того, что для нее предпочтителен каменистый грунт (Макаров, 2004).

Как видно из данных, представленных на рис. 1, численность двух видов ракообразных *C. crangon* и *P. adspersus*, изменяется за изученных период в прямо противоположном направлении. Так, за один час до рассвета максимальной численности в прибрежной зоне изученного района достигает *C. crangon* ($N = 2,4$ экз. · 100 м⁻²). Количественные показатели другого вида *P. adspersus* в это время в три раза ниже ($N = 0,8$ экз. · 100 м⁻²). Затем ближе к рассвету численность *C. crangon* постепенно снижается. И уже через полчаса после восхода Солнца этот вид больше не обнаруживается в прибрежной зоне моря (рис. 1). Численность *P. adspersus* за это время наоборот возрастает, достигая своего максимума через полчаса после рассвета ($N = 5,4$ экз. · 100 м⁻²).

Динамика биомассы этих двух видов за изученный период соответствовала изменению их численности. Так, максимальная биомасса *C. crangon* отмечена за час до рассвета ($B = 1,46$ г · 100 м⁻²), а *P. adspersus* – через полчаса после него ($B = 3,15$ г · 100 м⁻²). Третий вид креветок *P. elegans* был обнаружен в единичных экземплярах только за полчаса до рассвета и через полчаса после него. Через два часа после рассвета ракообразные в прибрежной зоне обнаружены не были (рис. 1).

Изучение динамики размерной структуры ракообразных показало, что длина обнаруженных особей *P. adspersus* колебалась в пределах от 26,0 до 54,1 мм. В пробе, отобранной за час до рассвета, в прибрежной зоне присутствовали только взрослые экземпляры этих креветок длиной от 40,3 до 50,1 мм. Затем, за полчаса до рассвета появляются более мелкие экземпляры, длиной 30,1 – 35,3 мм, хотя количественно преобладают особи, длиной 40,2 – 45,4 мм. В следующей пробе, взятой во время рассвета, появляется молодь, длиной до 30 мм. Через полчаса после рассвета взрослые особи покидают прибрежную зону. В это время здесь остается лишь молодь.

Длина обнаруженных в пробах *C. crangon* колебалась в пределах от 31,1 мм до 50,3 мм. Изменение размерной структуры этого вида за изученный период по сравнению с *P. adspersus* происходило в противоположном направлении. Так, за 1 час до рассвета в прибрежной зоне присутствуют как взрослые особи длиной до 46 мм, так и молодь – длиной до 30 мм. Затем, за полчаса до рассвета молоди становится значительно меньше. И, наконец, во время рассвета в прибрежной зоне были отмечены лишь взрослые экземпляры *C. crangon*, длиной от 38,6 до 50,3 мм.

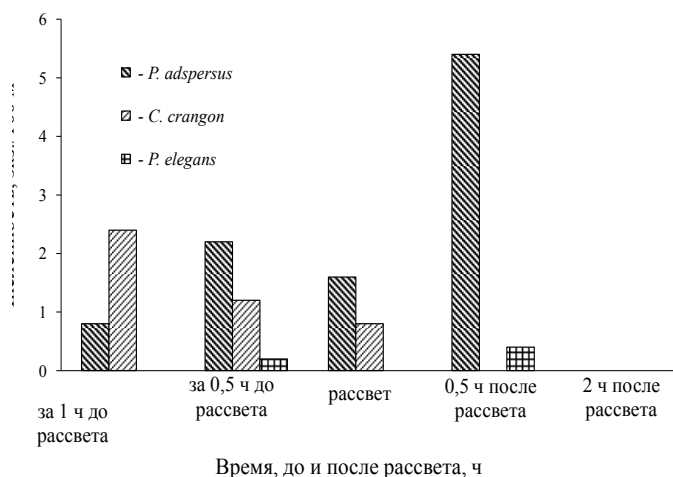


Рис. 1. Динамика численности *P. adspersus*, *C. crangon*, *P. elegans* в прибрежной зоне Одесского залива Черного моря в период до и после рассвета летом 2011 г.

Fig. 1. The dynamics of *P. adspersus*, *C. crangon* and *P. elegans* population in the coastal zone of Odessa Bay of the Black Sea in the period before and after sunrise in summer, 2011

В пробах, собранных в последующие годы (2012–2014 гг.) были обнаружены креветки только одного вида, а именно: *P. adspersus*. Как показали проведенные исследования, в отсутствие конкурентов миграционное поведение этого ракообразного несколько изменилось. Так, по материалам 2012 г. максимальная численность *P. adspersus* ($N = 56$ экз. · 100 м²) была зафиксирована за час до рассвета. Через полчаса этот показатель снижался до 15 экз. · 100 м². Затем происходило постепенное уменьшение численности ракообразных ($N = 7$ экз. · 100 м², через 2 ч после рассвета). В 2013 г. наблюдалась аналогичная картина – численность *P. adspersus* снизилась с 66 экз. · 100 м² (за час до рассвета) до 0,6 экз. · 100 м² (через 2 ч после него).

Динамика биомассы *P. adspersus* за изученный период, показанная на рис. 2, соответствовала характеру изменения их численности. Так, по материалам 2012 г. максимальная биомасса креветок была зафиксирована за час до рассвета ($B = 43,06$ г · 100 м²). Через полчаса этот показатель снизился до 11,98 г · 100 м². Затем происходило постепенное уменьшение биомассы ракообразных ($B = 3,04$ г · 100 м², через 2 ч после рассвета). Динамика биомассы *P. adspersus* в 2013 г была аналогичной – показатели за изученный период снизились с 49,5 г · 100 м², (за час до рассвета) до 0,36 г · 100 м² (через 2 ч после него).

Сопоставление данных за период 2011-2013 гг. показало, что максимальная численность *P. adspersus* в 2012 г. возросла по сравнению с 2011 г. более чем в 11 раз, а биомасса – в 13 раз. Другими словами, количественные показатели этого вида креветок в отсутствие конкурентов за период с 2011 по 2012 гг. увеличились на порядок. В 2013 г. эти показатели по сравнению с 2012 г. изменились незначительно (рис. 2).

Длина *P. adspersus*, обнаруженных в сборах 2012-2013 гг. колебалась в пределах от 26,5 до 68,5 мм. Динамика размерной структуры креветок в эти годы носила сходный характер. Так, за час до рассвета в прибрежной зоне моря присутствовали в основном взрослые животные длиной от 45,1 до 68,5 мм. Затем через полчаса количество крупных экземпляров заметно уменьшилось. Во время рассвета и через полчаса после него появилась молодь длиной 26,5–32,2 мм. И уже через 2 ч после рассвета в прибрежной зоне остались лишь молодые особи ракообразных.

По материалам, собранным весной 2014 г. в период массового размножения *P. adspersus* была изучена динамика как количественных показателей, так и полового состава креветок, совершающих горизонтальные миграции в прибрежной зоне моря. В этих пробах были обнаружены только взрослые особи ракообразных длиной от 36,5 до 68,3 мм. При этом практически все самки несли яйца на своих плеоподах.

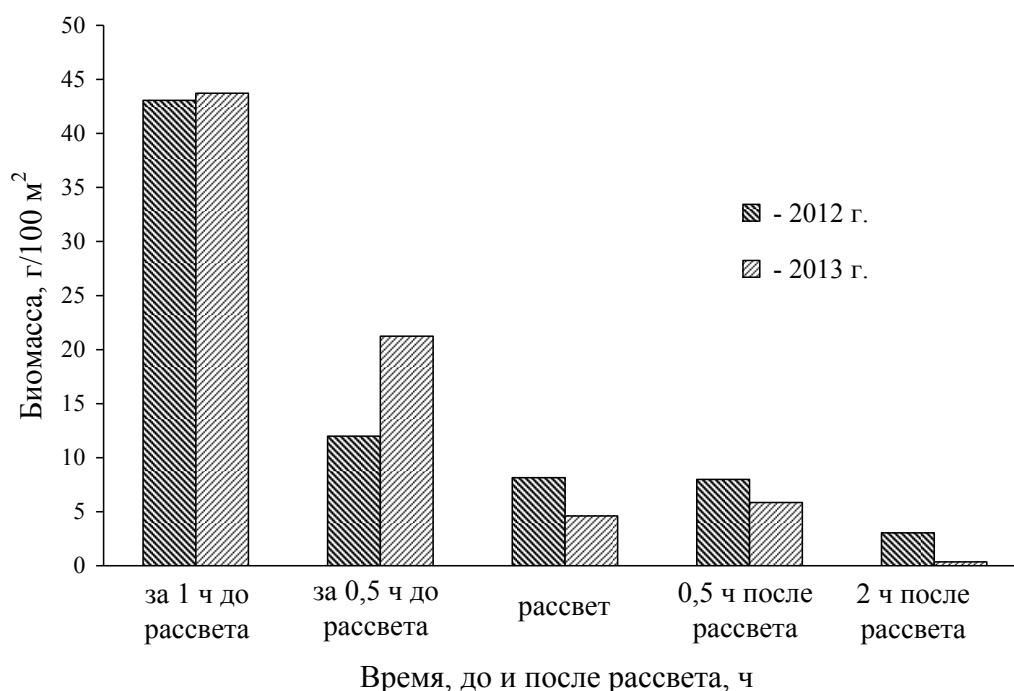


Рис. 2. Динамика биомассы *P. adspersus* в прибрежной зоне Одесского залива Черного моря в период до и после рассвета летом 2012 и 2013 гг

Fig. 2. The dynamics of *P. adspersus* biomass in the coastal zone of Odessa Bay of the Black Sea in the period before and after sunrise in summer, 2012 and 2013.

Параметры их максимальной численности ($N = 24 \text{ экз.} \cdot 100 \text{ м}^2$) и биомассы ($B = 68,78 \text{ г} \cdot 100 \text{ м}^2$) были зафиксированы за час до рассвета. В этот период количество яйценосных самок составляло 91,8 %, а самцов – 8,2 % от общего числа креветок (рис. 3). Через полчаса численность креветок снизилась до 6 экз. $\cdot 100 \text{ м}^2$, а биомасса – до 9,02 г $\cdot 100 \text{ м}^2$. В это время количество самцов немного превышало число яйценосных самок (рис. 3).

Затем, во время рассвета и после него, происходило постепенное снижение численности ($N = 2 \text{ экз.} \cdot 100 \text{ м}^2$, через 2 ч после рассвета) и биомассы ($B = 1,76 \text{ г} \cdot 100 \text{ м}^2$, через 2 ч после рассвета) ракообразных. В этот период количество яйценосных самок колебалось на уровне примерно равном числу самцов, но уже через 2 часа после рассвета снизилось до 3,7 % от общего числа креветок (рис. 3).

В пробах, собранных летом 2014 г. было зафиксировано резкое увеличение количественных показателей креветок. Максимальные численность ($N = 10071 \text{ экз.} \cdot 100 \text{ м}^2$) и биомасса ($B = 8056,8 \text{ г} \cdot 100 \text{ м}^2$) *P. adspersus* были отмечены за час до рассвета. Затем эти показатели постепенно снижались, и уже через 2 ч после рассвета численность креветок составляла 1019 экз. $\cdot 100 \text{ м}^2$, а биомасса – 550,3 г $\cdot 100 \text{ м}^2$. Длина *P. adspersus*, обнаруженных в этих сборах колебалась в пределах от 17,1 до

65,6 мм. Динамика размерной структуры креветок за период до и после рассвета в 2014 г. была аналогичной таковой за предыдущие изученные годы.

При сравнении последних полученных данных с материалами за предыдущие годы можно сделать вывод о том, что летом 2014 г. произошла вспышка численности *P. adspersus* в исследуемом районе моря. Так, в этом году по сравнению с прошлым количественные показатели креветок увеличились на два порядка. Дело в том, что травяная креветка может резко увеличивать свою численность за счет значительной индивидуальной плодовитости. Так, взрослая самка *P. adspersus* может вынашивать на своих плеоподах в среднем около 1300 яиц, а максимально – до 3600 (Замятина, 2012; Макаров, 2004). При благоприятных условиях, и особенно, в отсутствии конкурентов, это может привести к подобным вспышкам численности ракообразных.

Как видно из представленных данных, динамика численности креветок в прибрежной зоне моря в период до и после рассвета во все изученные годы имела сходный характер. Так, если выразить эту изменчивость численности ракообразных в процентах от их общего числа, то выясняется, что наиболее резкое снижение их относительной численности происходит в период между 1 ч до рассвета и 0,5 ч до рассвета.

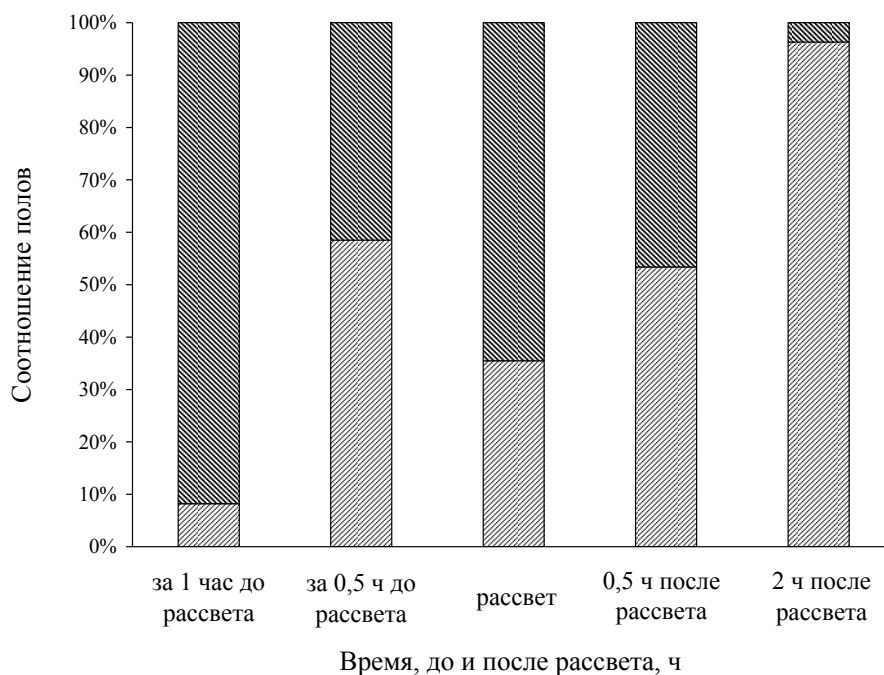


Рис. 3. Соотношение самок с икрой (темная штриховка) и самцов (светлая штриховка) *P. adspersus* в прибрежной зоне Одесского залива Черного моря в период до и после рассвета весной 2014 г.

Fig. 3. The ratio of females with eggs (dark shading) and males (light shade) of *P. adspersus* in the coastal zone of Odessa Bay of the Black Sea in the period before and after sunrise in spring, 2014

Это хорошо видно по усредненным данным за 2012–2014 гг. (Рис. 4). Затем во время рассвета и после него происходит постепенное уменьшение относительной численности креветок.

Выводы. В результате проведенных исследований был выяснено, что в случае совместного обитания трех видов креветок, как это было отмечено в 2011 г., один из них, а

именно: *P. adspersus* массово появлялся в прибрежной зоне, лишь после того, как ее покидал другой вид *C. crangon*. Третий вид ракообразных *P. elegans* появлялся в прибрежной зоне лишь эпизодически.

В последующие годы в прибрежной зоне моря в предрассветные часы был обнаружен лишь один вид – *P. adspersus*.

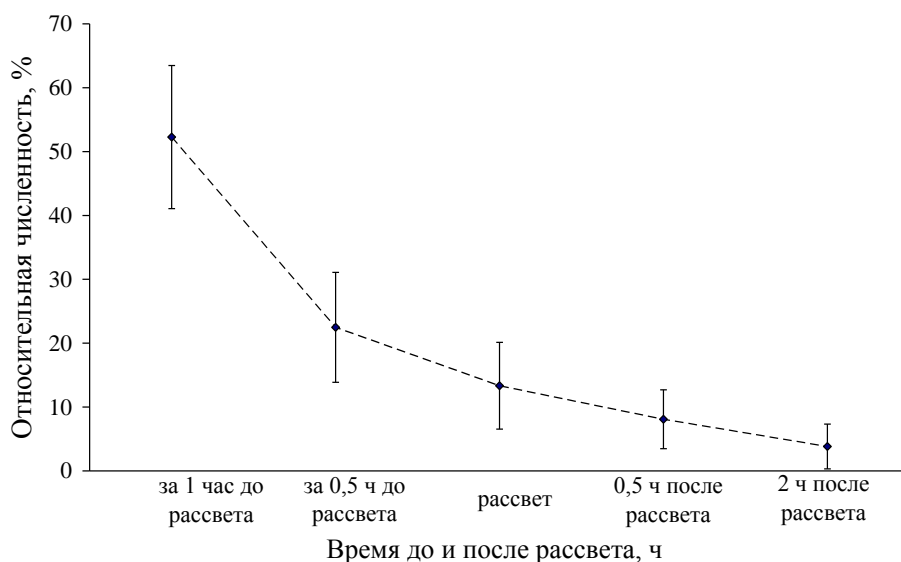


Рис. 4. Динамика относительной численности *P. adspersus* в период до и после рассвета в прибрежной зоне Одесского залива Черного моря. Усредненные данные за 2012-2014 гг.

Fig. 4. The dynamics of *P. adspersus* relative abundance in the period before and after dawn in the coastal zone of Odessa Bay of the Black Sea. Averaged data for 2012-2014.

Примечание: Вертикальными линиями отмечены 95 % доверительные интервалы.

Note: Vertical lines indicate 95% confidence intervals

Характер его горизонтальных миграций в отсутствие конкурентов состоял в следующем: максимальные количественные показатели были отмечены в прибрежной зоне за 1 час до рассвета. Затем ближе к рассвету и после него показатели численности и биомассы ракообразных постепенно снижались.

В нерестовый период (апрель 2014 г.) максимальные количественные показатели креветок также были отмечены за час до рассвета. При этом количество яйценосных самок *P. adspersus* составляло до 92 % от общей численности ракообразных. Затем, во время рассвета и после него, происходит постепенное снижение численности и биомассы ракообразных. В этот период количество яйценосных самок колеблется на уровне примерно равном числу самцов, но уже через 2 часа после рассвета резко снижается до 3,7 % от общего числа креветок.

Динамика размерной структуры креветок во все изученные годы носила сходный характер. Так, за час до рассвета в прибрежной зоне моря присутствуют в основном взрослые животные. Затем ближе к восходу солнца появляется молодь, а количество взрослых особей постепенно уменьшается. Через 2 ч после рассвета в прибрежной зоне остается лишь молодь.

Благодарности. Автор выражает благодарность старшему научному сотруднику ИМБ НАНУ, к.б.н. Ю.В. Квачу за помощь в сборе материала.

Список литературы:

1. Барсуков В.Н., Иванов Б.Г. Вертикальные суточные миграции креветок в западной части Берингова моря // Биол. моря. – 1979. – № 3. – С. 18–23.
2. Закутский В. П. О концентрации некоторых донных и придонных организмов в приповерхностном слое

Черного и Азовского морей // Океанология. – 1965. – Т. 5, № 3. – С. 495–497.

3. Замятина Е.А. Индивидуальная плодовитость травяной креветки (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837) в разных районах Черноморского бассейна // Труды ЮгНИРО. – 2012. – Т. 50. – С. 123–128.

4. Игнатьев С.М. Гидродинамические особенности черноморской креветки *Palaemon adspersus* Rathke (Decapoda, Palaemonidae) // Экол. Моря. – 1982. – вып. 11. – С. 83–86.

5. Макаров А.К., Пилявская А.Е. Материалы по биологии черноморской креветки *Leander adspersus* Rathke // Тр. Карадаг. биол. станции. – 1951. – вып. 11. – С. 38–46.

6. Макаров Ю.Н. Десятиногие ракообразные. – Киев: Наук. думка, Фауна Украины. – 2004. – Т. 26, вып. 1–2. – 429 с.

7. Baan S. M. Migration of *Crangon crangon* in surface waters near the «Texel» lightship // Neth. J. Sea Res. – 1975. – Vol. 9, N 3–4. – P. 287–296.

8. Hagerman L., Ostrup J. Seasonal and diel activity variations in the shrimp *Palaemon adspersus* from a brackish, non-tidal Area // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1980. – 2. – P. 329–335.

9. Janssen G.M., Kuipers B.R. On tidal migration in the shrimp *Crangon crangon* // Neth. J. Sea Res. – 1980. – 14. – P. 339–346

10. Lapinska E., Szaniawska A. Seasonal variations in the occurrence of the prawns *Crangon crangon* (L., 1758), *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837) and *Palaemon elegans* (Rathke, 1837) in the littoral zone of the Gulf of Gdansk // Oceanol. and Hydrobiol. Studies. – 2005. – vol. 34, N 2. – P. 95–110.

11. Temming A., Damm U. Life cycle of *Crangon crangon* in the North Sea: a simulation of the timing of recruitment as a function of the seasonal temperature signal // Fish. Oceanogr. – 2002. – vol. 11, N 1. – P. 45–58.

12. Viegas I., Martinho F., Neto J., Pardal M. Population dynamics, distribution and secondary production of the brown shrimp *Crangon crangon* (L.) in a southern European estuary. Latitudinal variations // Sci. Mar. – 2007. – vol. 73, N 3. – P. 451–460.

HORIZONTAL MIGRATION OF THE BLACK SEA SHRIMPS IN THE ODESSA BAY BEFORE AND AFTER SUNRISE

A. Yu. Varigin

During the years 2011-2014 the character of the horizontal migration of the Black Sea shrimps in the Odessa Bay in the period before and after sunrise was studied. In 2011 three species of crustaceans: Crangon crangon, Palaemon elegans and Palaemon adspersus were observed. In subsequent years in the coastal zone only P. adspersus was detected. The nature of its horizontal migration was as follows: the maximum quantity indicators were observed in the coastal zone for 1 hour before sunrise. Then, around sunrise and after, the abundance and biomass of crustaceans were gradually decreased. In the spawning period the maximum quantity indicators of shrimps were also noted an hour before sunrise. In this time the number of oviparous females of P. adspersus was up to 92 % of the total number of crustaceans. Then, during sunrise and after, the number of oviparous females ranged at about an equal number of males, but 2 hours after sunrise was sharply reduced to 3,7 % of the total number of shrimps. In summer 2014 a sharp increase in quantitative parameters of shrimps was recorded. The maximum abundance (10071 ind.·100 m⁻²) and biomass (8056,8 g·100 m⁻²) of P. adspersus were marked by an hour before sunrise. Then, these figures were gradually declining, and within 2 hours after sunrise the abundance of shrimps was 1019 ind.·100 m⁻², and biomass – 550,3 g·100 m⁻². The length of P. adspersus was ranged from 17,1 to 65,6 mm. The dynamics of the size structure of shrimps in all years studied was of a similar character. So, an hour before sunrise in the coastal area was mainly attended by adult animals. Then, closer to sunrise the young individuals were appeared, and the number of adults gradually decreased. Two hours after sunrise in the coastal zone only juveniles were remained.

Keywords: Black Sea shrimps, horizontal migration, period before and after sunrise, the coastal zone, Odessa Bay.

Одержано редакцією 8.12.2014