



УДК 592:595.142 (262.5)

А. С. Бондаренко, м. н. с.

Одесский филиал Института биологии южных морей им А.О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Одесса, Украина

ТАКСОЦЕН ПОЛИХЕТ В ПРИУСТЬЕВОМ ВЗМОРЬЕ РЕКИ ДУНАЙ

Приведены сведения о доминирующих видах полихет макро- и мейобентоса приустьевого взморья реки Дунай. По результатам дисперсионного анализа (ANOVA) установлено, что на показатели общей численности многощетинковых червей макрозообентоса достоверно оказывают влияние глубина и тип грунта, на формирование общей биомассы – глубина, тип грунта и солёность. Наибольшие показатели численности и биомассы отмечены на илистых грунтах на глубине 10.1 – 20 м, где доминировали *Neanthes succinea* и *Heteromastus filiformis*, на глубине 20 м и более – *Melinna palmata*. Значительные показатели обилия зарегистрированы при солёности не ниже 10 ‰. Наибольшая численность молоди полихет (псевдомейобентос) отмечена в осенний период, доминирующими видами были *N. succinea* и *Polydora cornuta*. Особенностью таксоцены полихет приустьевого взморья является почти полное отсутствие представителей эвмейобентоса.

Ключевые слова: полихеты, макрозообентос, псевдомейобентос, эвмейобентос, приустьевое взморье, Дунай

Приустьевое взморье реки Дунай остаётся одним из наиболее эвтрофированных районов северо-западной части Чёрного моря (СЗЧМ), находящимся под непосредственным влиянием реки, где происходит разгрузка и трансформация речных вод в морские. Данный район представляет собой одну из активных зон моря – потамоконтур –, зону концентрации микроорганизмов, фито- и зоопланктона, макрозообентоса и рыб [4], что рассматривается как проявление красного эффекта, проявляющегося не только в росте количественных характеристик, но и в увеличении показателей функциональной активности гидробионтов [1]. Полихеты – один из наиболее многочисленных и разнообразных компонентов бентоса, играют важную роль в этой экосистеме, где занимают одну из доминирующих позиций. Имеющиеся в литературе данные о полихетах украинской части взморья реки Дунай, относятся к 1960 – 1990 гг. и содержат информацию исключительно о полихетах макрозообентоса. Изучение видового состава молоди многощетинковых червей, оседающей и колонизирующей дно, а также представителей эвмейобентоса в данном районе вообще не проводилось.

Цель настоящей работы – изучить видовой состав полихет макро- и мейобентоса приустьевого взморья р. Дунай в современный период и выявить

особенности формирования их обилия в зависимости от некоторых абиотических факторов.

Материал и методы. Материалом для настоящей работы послужили пробы макрозообентоса (200 проб), собранные с борта катера «Спрут» в 2004, 2005, 2007, 2008 и 2010 гг. и мейобентоса (96 проб), собранные в 2004, 2005 и 2010 гг. Станции выполнены по стандартной схеме (рис. 1) на глубине 3 – 25 м. Грунты представлены илами, заиленной ракушкой, заиленным песком, песком и ракушкой с песком и примесью ила. Исследования охватили весенний, летний и осенний периоды года. Пробы отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0.1 м². Полученные образцы грунта промывали через систему бентосных сит, из которых нижним для макрозообентоса служило сито с диаметром ячеек 1 мм. Прошедшие через него организмы и задержавшиеся на сите с ячейками 70 мк отнесены к мейобентосу. Пробы фиксировали 4 % формалином. Лабораторная обработка собранного материала проведена по общепринятым для макро- и мейобентоса методикам. Для оценки влияния абиотических факторов (солёность, тип грунта, глубина) на формирование численности и биомассы полихет применили дисперсионный анализ (ANOVA). Роль каждого фактора оценена при исключении влияния других анализируемых показателей. Учитывая

агрегированный характер распределения полихет, рассчитаны средние геометрические показатели численности и биомассы, на основании которых дана сравнительная характеристика их распределения в зависимости от анализируемых факторов.

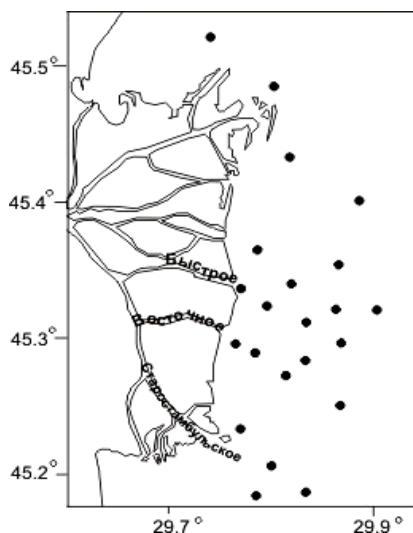


Рис. 1 Схема станций отбора проб в приустьевом взморье реки Дунай
Fig. 1 Scheme of sampling stations in the Danube River estuary

Результаты и обсуждение. В приустьевом районе реки Дунай за период исследования зарегистрировано 20 видов полихет из 9 семейств: Phyllodoctidae (4 вида), Nephtyidae (1), Polynoidae (3), Nereidae (2), Spionidae (5), Capitellidae (2), Pectinariidae (1), Ampharetidae (1) и Protodrilidae (1). Впервые в украинской части приустьевого взморья обнаружена *Pseudopolydora antennata* Claparède, 1868 (сем. Spiopidae), массово развивающаяся на румынском и болгарском шельфах. Эта спионида в небольшом количестве отмечена на илистом грунте на глубине 22 м при солёности 17.5 ‰. Все зарегистрированные на взморье виды, за исключением протодрилиды *Protodrilus flavocapitatus* (Uljanin, 1877) (представитель эмейобентоса), относились к макробентическим формам и были представлены как взрослыми особями, так и молодью.

Ядро доминирующих видов макрозообентоса составляли эврибионты *Neanthes succinea* (Frey et Leuckart, 1847), *Polydora cornuta* Bosc, 1802, *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864), и *Melinna palmata* Grube, 1870, преобладающие как по встречаемости, так и по показателям обилия.

Известно, что на всей акватории СЗЧМ *N. succinea* был наиболее многочисленным именно в придунайском районе, где в 1983 г. его максимальная биомасса составила 46.9 г·м⁻² [6, 8]. В период нашего исследования вид характеризовался высокой встречаемостью (от 64.3 до 100.0 %), максимальная биомасса достигала 122.0 г·м⁻², максимальная численность – 2 890 экз·м⁻².

P. cornuta, впервые указанная в 1962 г. для СЗЧМ как *P. limicola* Annenkova, 1934 [7], уже в начале 1970-х гг. отмечалась в придунайском районе, где в дальнейшем стала одним из массовых видов [9]. В 2004 – 2010 гг. встречаемость данной полихеты на взморье Дуная колебалась от 20.8 до 81.2 %. Максимальная численности достигала 4 730 экз·м⁻².

H. filiformis в 1950 – 1960-х гг. не играл значительной роли в сообществах СЗЧМ, в том числе и в её приустьевых районах [6]. В период интенсивного эвтрофирования наблюдались вспышки развития этого вида в СЗЧМ, но сведения о его развитии в приустьевом взморье Дуная отсутствуют. В период наших исследований вид отмечали в 64.7 – 90.9 % выполненных станций, а максимальный показатель численности достигал 14 350 экз·м⁻².

M. palmata – типичный обитатель приустьевых участков рек. С 1970-х гг. в Придунайском районе отмечали увеличение количественных показателей меллины по сравнению с таковыми 1950 – 1960 гг. Вспышки её развития фиксировали в 1974-м (36 300 экз·м⁻² и 188.0 г·м⁻²) и 1983 г. (до 10 830 экз·м⁻² и 408.0 г·м⁻²) [6]. В 2004 – 2010 гг. встречаемость меллины в разные периоды колебалась от 6.3 до 60.0 %. Вид, как правило, развивался в мористой части на глубине 19 м и более, а показатели его обилия с 2004 по 2010 гг. возрастали. Так, в ноябре 2004 г. на взморье отмечали единичные особи меллинны, в 2005 и 2007 гг. её численность колебалась от трех до нескольких сотен экземпляров на 1 м², но не превышала 555 экз·м⁻². С 2008 г. на отдельных участках дна

регулярно обнаруживались скопления *M. palmata*, плотность которых превышала 3 000 экз. \cdot м⁻². Максимальный показатель численности составил 5 880 экз. \cdot м⁻², биомассы – 120.0 г \cdot м⁻² (2010 г.).

Значения количественных характеристик полихет и их колебания являются результатом воздействия целого комплекса факторов. Мы проанализировали влияние лишь некоторых из них – типа грунта, глубины и солёности, которая в данном районе изменялась в очень широких пределах. Результаты дисперсионного анализа показали, что из рассматриваемых факторов на показатели общей численности многощетинковых червей на взморье достоверно влияют глубина ($F = 6.85$; $p < 0.0001$) и тип грунта ($F = 3.79$; $p = 0.0055$), которые в сумме объясняют 39.3 % выявленной изменчивости данной характеристики. В формировании общей биомассы оказалась статистически значимой роль всех анализируемых факторов (глубина: $F = 3.74$; $p = 0.0059$; грунт: $F = 14.21$; $p < 0.0001$; солёность: $F = 106.91$; $p < 0.0001$), которые объясняли 47.7 % изменчивости данного показателя.

Тип грунта. В приустьевой части р. Дунай грунты в большей части представлены илами, которые присутствуют на всех исследуемых глубинах, где собрано более 50 % проб; пески и заиленные пески встречаются в большинстве случаев в баровой области на небольших глубинах, заиленная ракушка и ракушка с песком – в основном в мористой части. Самые высокие показатели численности и биомассы зарегистрированы на илистых грунтах, на песке и заиленном песке показатели обилия полихет были очень низкими (рис. 2).

На илах и заиленной ракушке показатели обилия формировали четыре вышеуказанных доминанта – *N. succinea*, *H. filiformis*, *M. palmata* и *P. cornuta*, на ракушке с песком и примесью ила – *N. succinea*, *H. filiformis* и *Prionospio cirrifera* Wien, 1883. Последний вид в значительных количествах встречался и на заиленной ракушке.

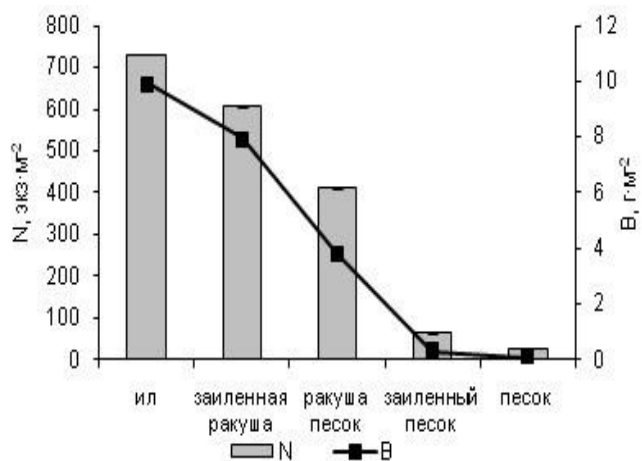


Рис. 2. Численность (N, экз. \cdot м⁻²) и биомасса (B, г \cdot м⁻²) полихет макрозообентоса на различных грунтах в приустьевом взморье реки Дунай
Fig. 2 Abundance (N, ind. \cdot м⁻²) and biomass (B, g \cdot м⁻²) of macrobenthic polychaetes at different substrates in the Danube River estuary

Глубина – интегральный фактор, отражающий изменения температуры, солёности, освещённости, характер грунтов и ряд других физико-химических и биотических факторов [2]. Фактор глубины на взморье Дуная оказался статистически значимым для обеих количественных характеристик полихет. Средняя численность и биомасса были крайне низкими на глубине до 10 м, возрастали и сохранялись на высоком уровне на 10.1 – 20 м и заметно снижались на глубине более 20 м (рис. 3).

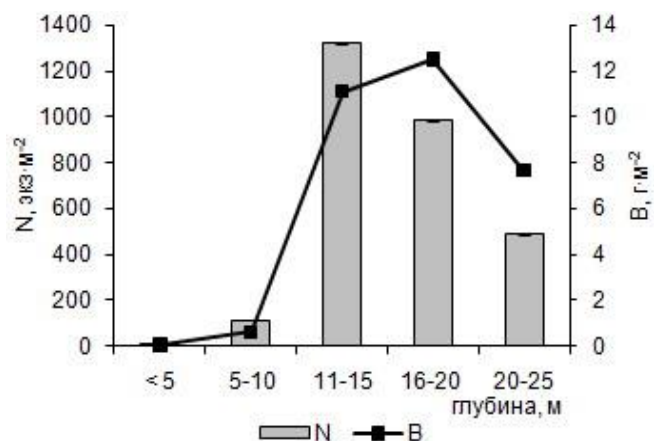


Рис. 3. Численность (N, экз. \cdot м⁻²) и биомасса (B, г \cdot м⁻²) полихет макрозообентоса на различных глубинах в приустьевом взморье р. Дунай
Fig. 3 Abundance (N, ind. \cdot м⁻²) and biomass (B, g \cdot м⁻²) of macrobenthic polychaetes at different depths in the Danube River estuary

Распределение обилия полихет по глубинам совпадает с зонами, выделенными с учётом формирования донных отложений и качества поровых растворов, химический состав которых отражает процессы взаимодействия речных и морских вод в водной толще взморья Дуная [3]. *N. succinea*, *H. filiformis* и *P. cornuta* максимально развивались в диапазоне глубин 10.1 – 20 м, сокращая свои показатели обилия на больших глубинах. На глубине 20 м и более доминировала *M. palmata*. Наиболее редко полихет регистрировали на станциях, расположенных у устьев рукавов Быстрое и Восточное, где они, как правило, обнаруживались в небольших количествах только в конце лета и осенний период. В основном здесь встречался лишь один вид – *N. succinea*. В то же время в октябре 2008 г. в этой зоне отмечалось массовое развитие *P. cornuta* (1 380 экз.·м⁻², 3.57 г·м⁻²) и *N. succinea* (720 экз.·м⁻², 16.0 г·м⁻²).

Солёность – один из основных лимитирующих абиотических факторов для водных организмов [10]. Солёность придонного слоя воды на взморье в период исследования изменялась от 0 до 18.0 ‰. Наибольшие колебания солёности зарегистрированы в баровой области реки Дунай на глубине до 10 м, где в разные периоды отмечали как пресные, так и морские воды, солёность которых достигала 16.8 ‰, на глубинах более 10 м – от 11.7 до 18.0 ‰. Данный фактор оказался статистически незначимым в формировании численности полихет, в то время как установлено его достоверное влияние на показатели их биомассы, максимальные значения которых отмечены при солёности 17 – 18 ‰ (рис. 4).

Доминирующие на взморье виды многощетинковых червей способны переносить значительное опреснение. В период исследования полихеты отмечались при низких значениях солёности, а *N. succinea* и *Hediste diversicolor* (Müller, 1776) зарегистрированы даже в пресной воде, однако показатели их обилия были очень низкими.

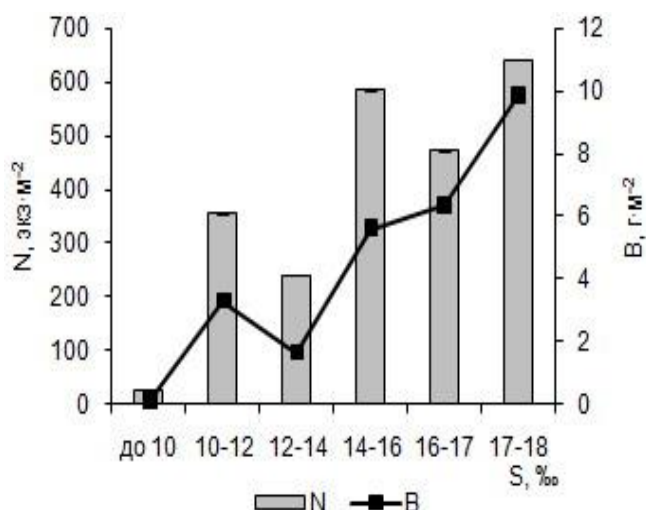


Рис. 4. Численность (N, экз.·м⁻²) и биомасса (B, г·м⁻²) полихет макрозообентоса при различной солёности в приустьевом взморье р. Дунай
 Fig. 4 Abundance (N, ind.·m⁻²) and biomass (B, g·m⁻²) of macrobenthic polychaetes at different salinity in the Danube River estuary

Численность и биомасса полихет существенных значений достигали только при солёности 10 ‰ и более, что свидетельствует об увеличении их выживаемости при данной солёности, которая, вероятно, является критической для их развития. Полученные нами в естественных условиях данные совпадают с результатами экспериментов, выполненных на некоторых видах черноморских многощетинковых червей [5].

Как видно из выше изложенного, наименьшие показатели плотности полихет макрозообентоса отмечены в непосредственной близости к устью на небольших глубинах, где происходит интенсивное осаждение крупных частиц, а показатели солёности у дна варьируют в большом диапазоне. Специфические условия в данной области в целом делают невозможным поселение и развитие здесь постоянного сообщества полихет. На удалении от устья непосредственное воздействие реки уменьшается, и складываются благоприятные условия для развития *N. succinea*, *P. cornuta* и *H. filiformis*, которые образуют здесь скопления с очень высокой плотностью. В мористой части преобладает *M. palmata*.

На взморье нами зарегистрирована молодь 15 видов полихет из 8 семейств; наибольшим числом видов (5) представлено сем. Spiopidae. Все отмеченные виды, за исключением *M. palmata*, в своём развитии имеют планктонную личинку. Наиболее часто встречающимися и доминирующими по численности видами в мейобентосе были *N. succinea* и *P. cornuta*; они же доминировали в меропланктоне [1].

Наибольшие показатели обилия ювенильных особей полихет отмечены в осенний период. В это время года происходил массовый переход пелагических личинок многощетинковых червей в бенталь, где их численность на отдельных станциях колебалась от нескольких сотен до 63 750 экз. \cdot м⁻², а показатели плотности молоди на порядок превышали аналогичные показатели взрослых особей и составляли 80 – 90 % от общей численности полихет в бентосе.

Частота встречаемости доминирующих видов колебалась в зависимости от сезона исследования и составляла для *N. succinea* от 25.0 до 81.3 % в период активного перехода личинок в бенталь, встречаемость *P. cornuta* изменялась от 9.9 до 83.3 %. Кроме указанных видов, высокими показателями встречаемости характеризовались *P. cirrifera* и *H. filiformis*. Вид *P. cirrifera* относительно немногочислен в макрозообентосе, в то же время его личинки активно оседают в данном районе, образуя скопления с высокой плотностью. В период исследований максимальный показатель численности этой спиониды достигал 23 000 экз. \cdot м⁻². Несмотря на то, что молодь доминирующего в макрозообентосе *H. filiformis* достаточно часто присутствовала в пробах мейобентоса, её многочисленных скоплений, а соответственно, и массового перехода в бенталь не зарегистрировано. Её численность в псевдомейобентосе изменялась всего от нескольких экземпляров до 2 000 экз. \cdot м⁻². Рассматривая особенности распределения молоди полихет на различных глубинах необходимо отметить, что личинки *N. succinea* и *P. cornuta* наиболее интенсивно оседали на глубине от 7 до 20 м, *P.*

cirrifera – на глубине 20 м и более, что соответствует распределению взрослых особей данных видов в макрозообентосе.

Особенностью таксоцены полихет приустьевого взморья стало почти полное отсутствие представителей комплекса эвмейобентоса, которые по своей экологии и биологии, как и ряд других групп беспозвоночных, относящихся к постоянному компоненту мейобентоса, являются очень избирательными организмами по отношению к среде и чувствительными к изменениям её качества. Единственный представитель эвмейобентоса – *P. flavocapitatus*, встречался крайне редко на глубине более 20 м. Уровень эвтрофности взморья р. Дунай может быть основным фактором, препятствующим развитию полихет постоянного компонента мейобентоса в данном районе.

Выводы. В приустьевом взморье реки Дунай зарегистрировано 20 видов полихет; ядро доминирующих видов макрозообентоса формировали эврибионты *N. succinea*, *P. cornuta*, *H. filiformis* и *M. palmata*. Впервые в украинской части приустьевого взморья зарегистрирован вид *P. antennata*. Установлено, что на показатели общей численности многощетинковых червей макрозообентоса достоверно оказывают влияние глубина и тип грунта, общей биомассы – глубина, тип грунта и солёность. Наибольшие показатели численности и биомассы полихет характерны для илистых грунтов и глубины 10.1 – 20 м. Значительные показатели обилия полихет зарегистрированы при солёности 10 ‰ и более, максимальные значения биомассы – при 17 – 18 ‰. Наибольшее воздействие реки Дунай на многощетинковых червей сказывается в баровой области, где происходит интенсивное осаждение крупных частиц, а показатели солёности у дна варьируют в большом диапазоне. На удалении от устья складываются благоприятные условия для развития полихет, которые образуют здесь скопления с очень высокой плотностью. Наибольшие численности полихет псевдомейобентоса отмечены в осенний период, когда доминируют

вала молодь *N. succinea* и *P. cornuta*. Особенностью таксоцена полихет приустьевого взморья является почти полное отсутствие представителей эвмейобентоса.

рья является почти полное отсутствие представителей эвмейобентоса.

1. Александров Б. Г. Влияние Дуная на формирование мезозoopланктона Чёрного моря // Экосистема взморья украинской дельты Дуная. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 245 – 261.
2. Гальцова В. В. Мейобентос в морских экосистемах (на примере свободноживущих нематод) // Труды ЗИН. – 1991. – 224. – 240 с.
3. Гаркавая Г. П., Богатова Ю. И. Минеральные и органические вещества в поровых растворах донных отложений украинской части взморья Дуная // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. тр. – Севастополь, 2007. – Вып. 15. – С. 528 – 540.
4. Замбриборц Ф. С., Винникова М. А., Воробьева Л. В. и др. К гидробиологии приустьевого взморья и предустьевого пространства Дуная // Лимнологические исследования Дуная: Докл. XI Международн. конф. – Киев: Наук. думка, 1969. – С. 456 – 471.
5. Лосовская Г. В. Влияние солёности на выживание некоторых черноморских полихет // Тр. Карадаг. биол. ст.. – 1961. – Вып. 17. – С. 46 – 51.
6. Лосовская Г. В. Многолетние изменения состава и распределения многощетинковых червей северо-западной части Чёрного моря // Гидробиол. журн. – 1988. – 24, № 4. – С. 21 – 25.
7. Лосовская Г. В. Пространственная структура популяций полихет северо-западной части Чёрного моря // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2009. – № 1 (31). – С. 112 – 120.
8. Лосовская Г. В., Рытиова Л. Ю. Состояние донных сообществ северо-западной части Чёрного моря в условиях изменения речного стока // Экология моря. – Киев: Наук. думка, 1987. – Вып. 26. – С. 37 – 43.
9. Синегуб И. А. Макрозообентос (состав, состояние, сезонная динамика и тенденции развития) Жебриянской бухты – импактной зоны северо-западной части Чёрного моря в период 1988 – 1996 гг. // Экосистема взморья украинской дельты Дуная. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 245 – 261.
10. Хлебович В. В. Критическая солёность биологических процессов. – Л: Наука, 1974. – 236 с.

Поступила 20 августа 2011 г.

Таксоцен поліхет в пригирловому узмор'ї річки Дунай. О. С. Бондаренко. Наведено відомості про домінуючі види поліхет макро- та мейобентосу пригирлового узмор'я річки Дунай. За результатами дисперсійного аналізу (ANOVA) встановлено, що на показники загальної чисельності багатощетинкових червів макрозообентосу достовірно впливають глибина та тип ґрунту, на формування загальної біомаси – глибина, тип ґрунту та солоність. Найбільші показники чисельності та біомаси відмічені на мулистих ґрунтах на глибині 10.1 – 20 м, де домінували *Neanthes succinea* та *Heteromastus filiformis*, на глибині 20 м і більше – *Melinna palmata*. Значні кількісні показники поліхет зареєстровані при солоності не нижче 10 ‰. Найбільшу чисельність молоді поліхет (псевдомейобентос) відмічено в осінній період, домінуючими видами були *N. succinea* і *Polydora cornuta*. Особливістю таксоцену поліхет пригирлового узмор'я є майже повна відсутність представників евмейобентосу.

Ключові слова: поліхети, макрозообентос, псевдомейобентос, евмейобентос, пригирлове узмор'я, Дунай

Polychaete taxocene in the seaside estuary of Danube River. O. S. Bondarenko. The information about the dominant species of macro- and meiobenthic polychaetes of the seaside estuary of Danube River has presented. According to the results of analysis of variance (ANOVA) it has established that the depth and type of substrate significantly influence on the total number of macrozoobenthic polychaete worms; the depth, sediment type and salinity form the total biomass. The highest abundance and biomass reported on muddy bottoms at the depths of 10.1 – 20 m, dominated by *Neanthes succinea* and *Heteromastus filiformis*; at the depths 20 m or more – *Melinna palmata*. Significant values of abundance were formed at the salinity of at least 10 ‰. The largest number of juvenile polychaetes (pseudomeiobenthos) were recorded in autumn, dominant species were *N. succinea* and *Polydora cornuta*. A feature of polychaete taxocene of seaside estuary was almost complete absence of the eumeiobenthos.

Key words: polychaetes, macrozoobenthos, pseudomeiobenthos, eumeiobenthos, seaside estuary, Danube