



2014, №3, с 126-132
2014, №3, pp. 126-132

УДК 574 (282.247.411)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОТОКОВ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ ПО СТРУКТУРЕ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ

В.Ф. Зайцев¹, О.Г. Тарасова²

¹Астраханский государственный технический университет
ул. Татищева, 16, Астрахань, 414056 Россия

²Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
ул. Савушкина, 1, Астрахань, 414056 Россия

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL STATE OF WATERCOURSES OF DELTA OF THE VOLGA RIVER BY THE STRUCTURE OF BOTTOM COMMUNITIES

V.F. Zaitcev¹, O.G. Tarasova²

¹Astrakhan State Technical University Tatishchev Str., 21, Astrakhan 414056 Russia

²Caspian Fisheries Research Institute, Savushkin str., 1, Astrakhan 414056 Russia

Abstract. Aim. The assessment of the ecological status of watercourses of Delta of the Volga River on the structure of benthic communities. The main objective of our researches was the assess the ecological status of watercourses of Delta of the Volga River on the basis of the analyzes of the structural-functional characteristics of benthic communities. **Location.** Delta of the Volga River was the area of researches. **Methods.** Processing samples of zoobenthos of the studied watercourses of Delta of the Volga River was produced according to standard techniques. (Zhadan V.I., 1960, Vinberg G.G., 1984, Abakumov V.A., 1992). Altogether were selected and processed 516 samples of zoobenthos. Species identification was done using the "Atlas of invertebrates of the Caspian Sea" (Birshtein A.Ya., 1968) and "The determinant to freshwater invertebrates..." (Kutikova L.A., 1977). Next, based on the obtained data, we determined the abundance and biomass of species per m² surface area of the bottom. To the assessment of the ecological status of watercourses of Delta of the Volga River by the structure of microzoobenthos we used the following indicators: number of species, abundance (N, specimens/m²), biomass (B, g/m²), percentage of principal taxonomic groups, oligogenic index of Parele (D1) (Parele E. A., 1974), biotic index of Wudiwiss in the modification of Nasibulina (B) (Nasibulina B. M., 1995), the index of species diversity of Shannon-Uiver (H, bit/copy) (Shitikov V. K., 2003). **Results.** The obtained results of the assessment of the ecological status of watercourses in the Delta of the Volga River by the structure of benthic communities show that the same species having in different water bodies their different representation and structural-functional characteristics were the kernel of bottom fauna. According to the values of the modified biotic index of Wudiwiss and oligochaetae index of Parele calculated for the whole period of studies, the water quality in the Volga River (from Barbasi to water-post, Astrakhan), and the sleeves Buzan and Akhtuba was characterized as "slightly contaminated" with the dominance of β -mesosaprobic organisms. In the sleeveless Bushma, Kizan', Bakhtemir characterised as "polluted" with a predominance of β - α -mesosaprobic. The picture of the distribution of quantitative indicators of zoobenthos in the Delta of the Volga River in average perennial aspect had uneven character, with the manifestation of a clear trend to decreasing their values from the Eastern part of the Delta (the Volga River) to the West (the sleeve Bakhtemir). **Main conclusions.** Thereby, on the basis of qualitative and quantitative characteristics of zoobenthos and calculated biological indices it was noted that the water quality of watercourses in the Delta of the Volga River can be characterized as "Slightly contaminated and "Polluted". In the average perennial aspect in the watercourses of Delta of the Volga River was observed uneven distribution of quantitative indicators of zoobenthos with the manifestation of a clear trend to decreasing their values from the Eastern part of the Delta to the West.

Key words: the Volga Delta, branches, benthic communities, zoobenthos, quantitative characteristics, species, acquired results, researches, observations, the basis of the number, biomass, species composition

REFERENCES

- Abakumov V.A. 1992. Guidebook for hydro-biological monitoring of freshwater ecosystems. St. Petersburg, Hydrometeo Press, [Rukovodstvo po gidrobiologicheskimu monitoring presnovodnykh ekosistem, Spb.: Gidrometeoizdat]. 319 p. (in Russian).
- Bakanov A.I. 2000 The use of zoobentos for monitoring of limnetic reservoirs Collected papers. Biology of inland



- waters. Moscow: The Science Press (№1), [Ispol'zovanie zoobentosa dlya monitoring presnovodnykh vodoemov Sb. trudov. Biologiya vnutrennikh vod. M.: Nauka]: 68-83 (in Russian).
- Birshtein A.Ya. 1968. The Atlas of invertebrates of the Caspian Sea. Moscow, Food industry, [Atlas bespozvonochnykh Kaspiiskogo morya. M.: Pishchevaya prom-st'] . 415 p. (in Russian).
- Vinberg G.G. 1984. Methodical guidelines for materials processing by the hydro-biological researches on limnetic reservoirs Zoobenthos and its products. Leningrad, USSR academy of sciences proceedings of the zoological institute [Methodicheskie rekomendatsii po obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh zoobentos I ego produktciya. L.: Zool. In-t AN SSSR]. 52 p. (in Russian).
- Zhadin V.I. 1960. Methods of hydro-biological research. M, The higher school, [Metody gidrobiologicheskogo issledovaniya. M. Vysshaya shkola]. 190 p. (in Russian).
- Kutikova L.A. 1977. The qualifier of freshwater invertebrates of the European part of the USSR (plankton and benthos). Leningrad, Hydrometeo Press, [Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh evropeiskoi chaste SSSR (plankton I bentos). L.: Gidrometeoizdat]. 510 p. (in Russian).
- Nasibulina B.M. 2004. Bioindication of water quality in the Lower Volga River (Bioindikatsiya rfchestva vod Nizhney Volgi) B.M. Nasibulina, U. M. Dedkov. The materials of the Congress. Part 1. ECWATECH. Moscow.: 261-263 (in Russian).
- Parele E.A. 1974. Oligochaetofauna of mouth of the Daugava River in pollution conditions. The factors of natural purification of the mouth of the Daugava River. Riga, 106-121. [Oligochaetofauna ust'evogo raiona reki Daugavy v usloviyakh zagryazneniya. Faktory samoochishcheniya ust'evogo raiona reki Daugava. Riga]: 106-121 (in Riga).
- Finogenova N.P. 1976. Estimate of contamination level of waters on a composition of bottom animals//Methods of the biological analyze of fresh waters. Leningrad, USSR academy of sciences proceedings of the zoological institute, [Otsenka stepeni zagryazneniya vod po sostavu donnykh zhivotnykh]. Metody biologicheskogo analiza presnykh vod. L. Izd-vo ZIN AN SSSR): 95-106. (in Russian).
- Chuikov Yu.S. 1996. Hydrochemical regime of the Lower Volga, Astrakhan, (4), [Gidro-gidrokhemicheskii rezhim Nizhnei Volgi. Astrakhan]. 225 p. (in Russian).
- Shitikov B.K. 2003. Quantitative Hydroecology: methods of the system identification. Tolyatti, Institute of ecology of Volga basin RAS, [Kolichestvennaya gidroecologiya: metody sistemnoi identifikatsii]. 463 p. (in Russian).

Резюме. Представлены результаты исследований оценки экологического состояния дельты Волги по структуре донных сообществ, выполненных в рамках научных исследований ФГУП «КаспНИРХ» за период с 2010 по 2013 г.г. В ходе работ определяли количественные и качественные характеристики зообентоса, индекс видового разнообразия (H), модифицированный БИ Вудивисса, олигохетный индекс Пареле D₁. Результаты исследований показали, что в бентосном сообществе водотоков дельты р. Волги ведущее положение занимают организмы наиболее интенсивно участвующие в процессах самоочищения водоема (β и β - α -мезосапробы), что характеризует качество исследуемых вод как «Слабо-загрязненная» и «Загрязненная». Картина распределения количественных показателей зообентоса дельты Волги в среднемноголетнем аспекте носила неравномерный характер, с проявлением четкой тенденцию к снижению их значений от восточной части дельты (р. Волга) к западной (рук. Бахтемир).

Ключевые слова: дельта Волги, бентосные сообщества, зообентос, количественные показатели, полученные результаты, исследования, наблюдения, основа численности, биомасса, видовой состав.

ВЕДЕНИЕ При проведении биологических исследований любого характера, всегда важно знать какие виды, и в каком количестве входят в состав данного природного сообщества. Это позволяет более полно отразить состояние экосистемы и получить объективные материалы, по которым можно наблюдать долговременные изменения, протекающие в ней (Винберг, 1984).

В настоящее время, актуальной проблемой становится и проблема прогнозирования состояния водных экосистем. Макрозообентос как один из компонентов гидробиоценозов используется нами для оценки экологического состояния водотоков дельты р. Волги, в свою очередь являясь наиболее репрезентативным показателем водоема, поскольку видовой состав и структура бентосного сообщества отражает состояние гидроэкосистемы за длительный период .

Цель нашей работы заключалась в оценке экологического состояния водотоков дельты Волги на основе анализа структурно-функциональных характеристик донных сообществ.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Изучить качественные и количественные характеристики зообентоса водотоков дельты Волги.

1. На основе биологических индексов бентоценоза дать оценку качества вод и экологического состояния водотоков дельты Волги.

Научная новизна. Впервые проведено изучение видового состава и распределения основных групп зообентоса в восточной и западной частях дельты Волги. В результате проведенных исследований установлено, что в бентосном сообществе водотоков дельты ведущее положение занимали организмы наиболее интенсивно участвующие в процессах самоочищения водоема (β и β - α -мезосапробы), а количественные показатели бентоса проявляли четкую тенденцию к снижению их значений от восточной части дельты к западной.



Рис. 1. Район отбора проб
Fig. 1- Area of sampling

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ Материалом для настоящей работы служили пробы зообентоса, отобранные по коренному руслу и в дельте Волге (по коренному руслу: хутор Барбаши, с. Каменный Яр, с. Старица, с. Соленое Займище, с. Никольское, с. Цаган-Аман, с. Енотаевка, с. Сероглазовка, п. Волжский, с. Замьяны, несколько ниже у с. Приволжье и у г. Астрахани), на рукавах Кизань (в районах с. Яксатово, с. Табола, пос. Верхнекалиновский, пос. Кировский), Бушма (в районах с. Сизый Бугор, 7-й и 12-й Огневки), Бузан (районы с. Шмагино и с. Старорусовка), Ахтуба (район с. Новорусовка), Бахтемир (в районах с. Икряное, 4-й и 11-й Огневки) в вегетационный пе-



риод 2010, 2011, 2012 и 2013 гг. (рисунок 1). Отбор и обработку проб производили согласно общепринятым методикам (Жадан, 1960; Абакумо, 1992). Всего было отобрано и обработано 516 проб зообентоса. Видовая идентификация осуществлялась с использованием «Атласа беспозвоночных Каспийского моря» (Бирштейн, 1968) и «Определителя пресноводных беспозвоночных...» (Кутикова, 1977). Далее исходя из полученных данных определяли численность и биомассу видов в расчете на м² поверхности дна.

Для оценки экологического состояния водотоков дельты р. Волги по структуре макрозообентоса использовали следующие показатели: число видов, численность (N, экз./м²), биомассу (B, г/м²), процентное соотношение основных таксономических групп, олигохетный индекс Пареле (D₁) (Пареле, 1974), биотический индекс Вудивисса в модификации Насибулиной (БИ) (Насибулина, 2004), индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (H, бит/экз.) (Шитиков, 2003).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЯ История изучения зообентоса Нижней Волги и ее дельты насчитывает более 200 лет. Существенные изменения бентофауны дельты Волги произошли после зарегулирования речного стока. В связи со значительным зарастанием акватории водной растительностью, интенсивным заилением грунта из состава доминантов биоценозов выпали реофильные виды ручейников, подеенок, двукрылых, некоторые виды брюхоногих и двустворчатых моллюсков. В значительной степени уменьшилась численность и видовое разнообразие мизид и кумовых раков, исчезли некоторые псаммофильные гаммариды. Вместе с тем новые условия оказались благоприятными для развития гидробионтов лимно- и пелофильного комплекса (Чуйков, 1996).

Экологический анализ состава и структуры сообществ беспозвоночных является перспективным методом изучения биологических процессов, протекающих в экосистеме (Баканов А.И., 2000). Повсеместная встречаемость, достаточно высокая численность, удобство сбора и обработки, сочетание приуроченности к конкретному биотопу с определенной подвижностью, достаточно продолжительный срок жизни, чтобы аккумулировать загрязненные вещества за длительный период, позволяет использовать зообентос для оценки экологического состояния рек и в частности Волги (Финогенова 1976; Баканов, 2000).

Развитие донных сообществ теснейшим образом связано с комплексом экологических факторов, приоритетным из них является антропогенный. При его воздействии в бентосном сообществе нарушается равновесие, что отражается на видовом составе, численности и биомассе бентоценоза. Поэтому, закономерности изменения структуры зообентоса, количественных характеристиках его развития являются объективной оценкой качества воды водотоков дельты Волги.

Условия развития донных беспозвоночных тесно связаны с характером грунта, который определяет состав донного биоценоза и распределение количественных показателей. Состав грунтов в исследуемых водотоках дельты Волги был представлен в основном илом с примесями песка и битой ракушки в различных соотношениях. Результаты исследований бентосного сообщества дельты Волги в 2010-2013 гг. показали, что ядро донной фауны составляют одни и те же виды, имеющие в разных водоемах различную их представленность и структурно-функциональные характеристики. Наиболее существенную роль в формировании зообентоса играют четыре группы донного населения: ракообразные кл. Crustacea - *Corophium curvispinum* (G.O. Sars, 1895), *Niphargoides deminutus* (Stebbing, 1906), *N. abreviatus* (G.O. Sars, 1895), *N. robustoides* (G.O. Sars, 1894), *N. compactus* (G.O. Sars, 1895), *N. carausui* (G.O. Sars, 1894), *N. corpulentus* (G.O. Sars, 1895), *Dikergammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *D. caspius* (Eichwald, 1841), отр. Cumacea: *Pterocuma pectinata* (Sowinsky, 1893), отр. Mysidacea: *Paramysis intermedia* (Czerniavsky, 1882), *Katamysis warpachowskyi*, моллюски кл. Bivalvia - *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Dr. bugensis* (Pallas, 1771), *Unio pictorum* (Linne, 1758), *U. longirostris*, *Hypanis vitrea glabra* (Ostroumoff, 1905), *Pseudonadonta complanata* (Rossmassler, 1835), *P. elongata* (Hollandre,

1836) и Gastropoda - *Theodoxus pallasii* (Lindholm, 1924), *Lymnaea ovata* (Draparnaud, 1805), *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer, 1828), *Physa fontinalis* (Draparnaud 1758), *Bithynia tentaculata* (Linne, 1758), *Valvata ambigua* (Westerlung, 1873), *V. piscinalis* (Muller, 1774), насекомые кл. Insecta - сем. Ceratopogonidae (мокрецы), сем. Ephemeroptera (поленки), сем. Simuliidae (львинки), отр. Trichoptera (ручейники) - *Hydropsyche angustipennis* (Curtis, 1834), личинки двукрылых сем. Chironomidae, кровососущих комаров сем. Culicidae; стрекоз - *Orthetrum cancellatum* (Linne, 1758), малощетинковые черви кл. Oligochaeta - сем. Lumbricidae *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826), сем. Tubificidae. Многочетинковые черви (кл. Polychaeta) - *Hypania invalida* (Annenkova, 1927), *Hypaniola kowalewskyi* (Annenkova, 1929) и представители кл. Hirudinae (пиявки) встречались эпизодически.

В процентном соотношении основу численности бентоценоза водотоков дельты Волги составляли кл. Crustacea (29%), кл. Oligochaeta (28%), кл. Insecta (26%), кл. Bivalvia и Gastropoda (17%). Лидирующее положение в формировании биомассы занимали моллюски (34%) и насекомые (25%). На долю малощетинковых червей приходилось 23%, ракообразных — 18%. Доминирование основных групп зообентоса остается неизменным на протяжении периода наблюдений, меняется лишь их процентное соотношения.

За период исследований высокое видовое богатство зообентоса зарегистрировано в р. Волге (от хут. Барбаши до водопоста г. Астрахань) (32 вида), а также в рукавах Ахтубы (30 видов) и Бузана (29 видов); относительно низкое (15 - 17 видов) - в рукавах Бушмы, Бахтемира. Это же подтверждает и рассчитанный индекс Шеннона. Так, в р. Волге (от хут. Барбаши до водопоста г. Астрахань), в рукавах Ахтубы и Бузана среднее его значение было довольно высокое, 3,27, 3,24 и 3,12. соответственно. На остальных исследованных водотоках дельты Волги среднее значение индекса Шеннона-Уивера колебалось от 2,34 до 2,67 бит./экз. Наибольшие средние значения численности отмечались в рук. Ахтуба, в р. Волге (от хут. Барбаши до водопоста г. Астрахань) и в рук. Бузан, где наблюдалось интенсивное развитие представителей энтомофауны, амфиоподафауны и малакофауны с доминированием β -мезосапробов; наименьшие — в рукавах Бушмы и Бахтемира, где преобладали малощетинковые черви (α мезосапробы) и ракообразные (β - α и β -мезосапробы) (рисунок 2). Наибольшая средняя величина биомассы определялась в рук. Ахтуба, преимущественно за счет моллюсков и насекомых, являющихся β - α и β -мезосапробными организмами. В рук. Бахтемир отмечена наименьшая величина биомассы, вследствие доминирования мелкоразмерных олигохет и ракообразных.

В целом, по результатам проведенных наблюдений отмечено, что среднесезонные значения количественных показателей свидетельствуют о неравномерном распределении макрозообентоса в водотоках дельты Волги с проявлением четкой тенденции к снижению их значений от восточной части дельты (р. Волга) к западной (рук. Бахтемир) (рис.2).

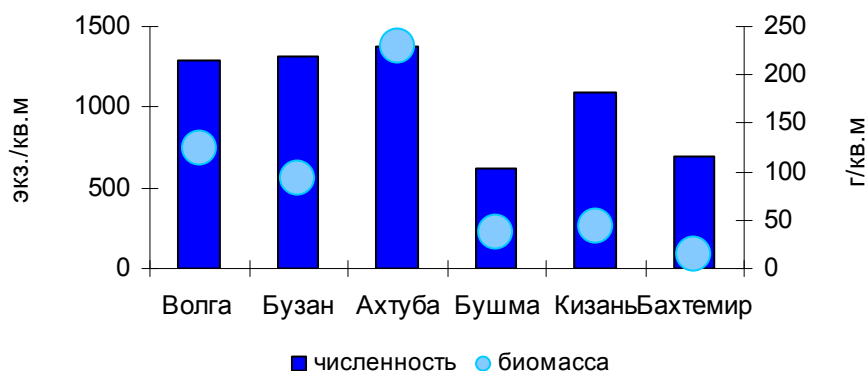


Рис. 2 Распределение численности и биомассы зообентоса в водотоках дельты Волги в период исследований с 2010 по 2013 г.г.



Fig. 2- Distribution of abundance and biomass of zoobenthos in the watercourses of the Delta of the Volga River during the period of researches from 2010 to 2013

Согласно значениям модифицированного биотического индекса Вудивисса и олигохетного индекса Пареле, рассчитанных за весь период исследований, качество вод в р. Волге (от хут. Барбаши до водопоста г. Астрахань), а также в рукавах Бузан и Ахтуба характеризовалось как «слабозагрязненная», с доминированием β -мезосапробных организмов. В рукавах Бушма, Кизань, Бахтемир - как «загрязненная», с преобладанием β - α -мезосапробов (таб. 1).

Таблица 1

Биологические индексы исследуемых водотоков дельты Волги

Table 1

Biological indices of the studied watercourses of the Delta of the Volga River

Район исследований	Зона сапробности	Класс качества вод *	Модифицированный БИ Вудивисса
Р. Волга	β	я Слабозагрязненная	7
Рук. Бузан	β	я Слабозагрязненная	6
Рук. Ахтуба	β	я Слабозагрязненная	6
Рук. Бушма	β - α	Загрязненная	5
Рук. Кизань	β - α	Загрязненная	5
Рук. Бахтемир	β - α	Загрязненная	5

* по С.М. Драчеву [8]

Выводы

Таким образом, на основании качественных и количественных характеристик зообентоса, а также рассчитанных биологических индексов отмечено, что качество вод водотоков дельты Волги можно характеризовать как «Слабозагрязненная» и «Загрязненная», так как в бентосном сообществе ведущее положение занимают организмы наиболее интенсивно участвующие в процессах самоочищения водоема (β и β - α -мезосапробы).

В среднесноголетнем аспекте в водотоках дельты Волги наблюдалось неравномерное распределение количественных показателей зообентоса с проявлением четкой тенденции к снижению их значений от восточной части дельты (р. Волга) к западной (рук. Бахтемир).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Абакумов В.А. 1992. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат. 319 с.
- Баканов А.И. 2000. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов. Сб. трудов. Биология внутренних вод. М.: Наука: (1) 68-83.
- Бирштейн А.Я. 1968. Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Пищевая пром-сть. 415 с.
- Винберг Г.Г. 1984. Методические рекомендации по обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах Зообентос и его продукция. Л.: Зоол. ин-т АН СССР. 52 с.
- Жадин В.И. 1960. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа. 190 с.



- Кутикова Л.А. 1977. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос). Л.: Гидрометеиздат. 510 с.
- Насибулина, Б. М. 2004. Биоиндикация качества вод Нижней Волги Б. М. Насибулина, Ю. М. Дедков Материалы конгресса. Ч. 1 □ Экватэк □. М: 261-263.
- Пареле Э.А. 1974. Олигохетофауна устьевого района реки Даугавы в условиях загрязнения. Факторы самоочищения устьевого района реки Даугавы. Рига: 106-121.
- Финогенова Н. П. 1976. Оценка степени загрязнения вод по составу донных животных Методы биологического анализа пресных вод. Л.: Изд-во ЗИН АН СССР: 95-106.
- Чуйков, Ю.С. 1996. Гидролого-гидрохимический режим Нижней Волги. Астрахань, (4): 255 с.
- Шитиков В.К. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЗВБ РАН: 463 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зайцев Вячеслав Федорович - д-р с.-х. наук, профессор, «Астраханский Государственный Технический Университет», зав. кафедрой «Гидробиологии и общей экологии», 414056 Астраханская область, г. Астрахань, ул.Татищева, 16, viacheslav-zaitsev@yandex.ru

Тарасова Ольга Георгиевна - аспирант, ФГУП «Каспийский Научный Институт Рыбного Хозяйства», Астрахань, младший научный сотрудник, 414056 Астраханская область, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1 8 927 552 71 25, olyatarasova14@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zaitsev Vyacheslav Fedorovich - doctor of agricultural Sciences, Professor, Astrakhan State Technical University", head. the Department of Hydrobiology and General ecology", 414056 Astrakhan region, , Astrakhan, street Tatishchev, 16, e-mail: viacheslav-zaitsev@yandex.ru

Tarasova Olga Georgievna - graduate student, Federal state unitary enterprise "Caspian Research Institute of Fisheries", Astrakhan, Junior research fellow, 414056 Astrakhan region, was Astrakhan, Savushkina street, 1 8 927 552 71 25, e-mail: olyatarasova14@yandex.ru