

Научная статья
УДК 574.55:574.583
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-4-39-46>
EDN IYGEGW

Продукционно-экологическая характеристика зоопланктона водоемов нижней и дельтовой частей реки Волги

*Анастасия Валерьевна Крайнова,
Ирина Викторовна Мельник, Екатерина Геннадьевна Васильева**

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, katerina.84@mail.ru**

Аннотация. Показатели обилия и продуктивности сообществ зоопланктона являются наиболее важными сведениями для оценки общего продукционного потенциала водоемов. Целью работы являлось изучение качественного и количественного состава зоопланктона, а также определение кормности водоемов (реки Волги, рукава Ахтуба, Бахтемир, Бузан, Кизань и урочища Забурунка). Для ее реализации были использованы стандартные методы гидробиологических и гидрохимических исследований. На всех водных объектах на протяжении всего вегетационного периода качество воды соответствовало рыбохозяйственным требованиям. Установлено, что в рукаве Ахтуба доминировали ветвистоусые ракообразные (Cladocera), а в рукаве Бузан – веслоногие ракообразные (Copepoda). В реке Волге, рукавах Бахтемир, Кизань, урочище Забурунка доминирующие весной коловратки (Rotifera) сменялись веслоногими ракообразными (Copepoda), которые оставались доминантными зоопланктонами до конца вегетационного периода. В целом во всех рассматриваемых водоемах на протяжении всего периода исследования доминантами и субдоминантами по численности и биомассе являются веслоногие ракообразные, которые в большинстве своем представлены хищными особями, т. е. пищевыми конкурентами рыб. Численность и биомасса зоопланктона имела сезонную динамику – возрастала преимущественно от весны к лету и набирала свое максимальное значение в летний период, а затем в осенний период снижалась до минимального значения. Исключение составил рукав Бузан: максимальные показатели зафиксированы в весенний период, летом они достаточно резко снижались (численность на 76 %, биомасса на 75 %), а осенью была отмечена незначительная их стабилизация. Максимальные показатели кормности (выше средней) были зарегистрированы летом на всех исследуемых водоемах, за исключением рукава Кизань, где в течение всего сезона кормность была минимальной.

Ключевые слова: зоопланктон, численность, биомасса, кормность водоема, доминанты, субдоминанты

Для цитирования: Крайнова А. В., Мельник И. В., Васильева Е. Г. Продукционно-экологическая характеристика зоопланктона водоемов нижней и дельтовой частей реки Волги // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 4. С. 39–46. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-4-39-46>. EDN IYGEGW.

Original article

Production and ecological characteristics of zooplankton in water bodies of lower reaches and delta parts of river Volga

*Anastasiya V. Kraynova, Irina V. Melnik, Ekaterina G. Vasil'eva**

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, katerina.84@mail.ru**

Abstract. The article considers the figures of zooplankton communities' abundance and productivity the most important data in assessment of the overall production potential of water bodies. The aim of the research was to examine the qualitative and quantitative compositions of zooplankton and to determine the food capacity of water bodies (the Volga river, its tributaries the Akhtuba, the Bakhtemir, the Buzan, the Kizan and the ecosite of Zaburunka). To achieve this aim, there were applied standard methods of hydrobiological and hydrochemical research. During the whole vegetation period the quality of water in all reservoirs met the fishery requirements. It has been found out that cladocerans (*Cladocera*) dominated in the Akhtuba river, and copepods (*Copepoda*) dominated in the Buzan river. In the Volga river, as well as in the Bakhtemir, the Kizan and the Zaburunka ecosite rotifers (*Rotifera*) dominating in

spring were replaced by copepods (*Copepoda*) that remained dominant zooplankters until the end of the vegetation period. Taken all together, copepods are the dominant and subdominant species in all the examined water bodies throughout the whole vegetation period. For the most part, copepods are represented by predators, i. e. food competitors of fish. The dynamics of zooplankton population and biomass was seasonal: the figures increased mainly from spring to summer, gained their maximum in summer, and then decreased to the minimum in autumn. The Buzan river was an exception: the maximum indices were recorded there in spring, whilst in summer they decreased quite dramatically (population by 76%, biomass by 75%) and in autumn stabilized slightly. The maximum indices of food capacity (above average) were registered in summer in all the examined water bodies, except the Kizanriver where the food capacity remained minimal throughout the whole season.

Keywords: zooplankton, abundance, biomass, food capacity of the reservoir, dominants, subdominants

For citation: Крайнова А. В., Мельник И. В., Васильева Е. Г. Production and ecological characteristics of zooplankton in water bodies of lower reaches and delta parts of river Volga. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2022;4:39-46. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-4-39-46>. EDN IYGEWG.

Введение

Значительная часть территории Астраханской области расположена в районе Прикаспийской низменности, важнейшими частями которой являются Волго-Ахтубинская пойма и дельта р. Волги. Она представляет собой самую крупную речную дельту в Европе (восьмая в мире). Большую часть ландшафта Астраханской области представляет р. Волга с многочисленными рукавами, протоками, ериками, старицами и озерами [1, 2]. Дельтовые участки играют важную экосистемную роль в регионе [3].

Нижняя граница дельтовой части Волги проходит по устьям дельтовых водотоков, которые интенсивно дробятся на многочисленные малые водоемы, разнообразные по гидрологическому режиму, размеру и строению русел [4]. Эти водные объекты чрезвычайно важны для сохранения биоразнообразия, как кормовые и нерестовые угодья ценных видов рыб, в том числе и промысловых [5].

В условиях повышенного антропогенного пресса изучение динамики основных характеристик потоков энергии на различных трофических уровнях становится одной из приоритетных задач исследования структуры водных экосистем. Все большее внимание уделяется изучению пищевых взаимоотношений в трофических сетях водоемов [6, 7]. При оценке продукционного потенциала и кормности водоема немаловажным является определение продуктивности именно сообществ зоопланктона, т. к. они занимают промежуточное звено между продуцентами и рыбами [8]. Вопрос оценки продуктивности сообществ нижней и дельтовой частей Волги в свете ее экологического и рыбохозяйственного значения заслуживает особого внимания и нуждается в детальном изучении.

Материалы и методы

В рамках данной работы рассмотрены результаты гидробиологических исследований, проведенных в вегетационный период 2021 г. (с мая по октябрь) на шести водотоках низовья и дельтовой части Волги: р. Волге, рукавах Ахтуба, Бахтемир, Бузан и Кизань (Астраханская область), а также урочище Забурунка (Республика Калмыкия). Данные водные объекты являются ценными в рыбохозяйственном отношении водотоками высшей категории как места нерестовых миграций осетра, се-

врюги, белуги, стерляди, проходной сельди, белорыбицы. Кроме того, они являются местами нереста, зимовки и массового нагула других важных объектов промысла, а также любительского рыболовства [9].

За период исследований отобрано 54 пробы в следующих пунктах:

- на реке Волге в Наримановском районе Астраханской области, ближайший населенный пункт – г. Нариманов;
- на рукаве Ахтуба в Ахтубинском районе Астраханской области, ближайший населенный пункт – г. Ахтубинск;
- на рукаве Бахтемир в Икрянинском районе Астраханской области, ближайший населенный пункт – с. Бахтемир;
- на рукаве Бузан в Володарском районе Астраханской области, ближайший населенный пункт – с. Марфино;
- на рукаве Кизань в Камызякском районе Астраханской области, ближайший населенный пункт – п. Кировский;
- на урочище Забурунка в Лаганском районе Республики Калмыкия, ближайший населенный пункт – г. Лагань.

Отбор проб проведен согласно ГОСТ 31861-2012 [10]. Пробы зоопланктона отбирались с помощью сети Апштейна путем процеживания 100 л воды с дальнейшей их консервацией. Обработка проб осуществлялась согласно общепринятым методикам [11, 12] в лаборатории гидробиологии и общей экологии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Проводилась оценка численности и биомассы зоопланктона, т. е. его качественного и количественного состава, определялась кормность водных объектов согласно классификации М. Л. Пидгайко [11]. Гидрохимические исследования проводились при помощи ранцевой полевой лаборатории «НКВ-РМГ». Определялись следующие показатели воды: температура, прозрачность, рН, жесткость, формы азота (аммоний, нитраты, нитриты) и железо общее.

Результаты исследований

На всех рассматриваемых водотоках на протяжении всего вегетационного периода не наблюдалось специфического цвета и запаха воды (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Общие характеристики водотоков
General characteristics of watercourses

Водный объект	Температура воды, °С			Прозрачность, м			Скорость течения, м/с		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
Река Волга	16	28	12	0,8	0,8	0,9	1,2	0,3	0,1
Рукав Ахтуба	15	25	11	1,0	1,0	0,9	1,7	0,5	0,1
Рукав Бахтемир	16	29	13	0,9	0,6	0,5	0,7	0,3	0,2
Рукав Бузан	15	26	12	0,8	0,6	0,6	1,0	0,5	0,1
Рукав Кизань	11	28	11	0,6	0,9	0,5	1,5	0,2	0,8
Урочище Забурунка	20	29	11	1,0	0,6	0,4	0,3	0,2	1,0

Средняя температура воды составила весной 16 °С, летом 28 °С, осенью 12 °С. Средняя прозрачность воды составила весной и летом 0,9 м, осенью 0,6 м. Наибольшая средняя скорость течения на рассматриваемых водотоках наблюдалась в весенний период и в среднем составила 1,1 м/с, наименьшая

летом – 0,3 м/с, а осенью зафиксированы средние показатели, составившие в среднем 0,4 м/с.

В среднем по всем водным объектам реакция среды (рН) воды была близкой к слабокислой, общая жесткость характеризовалась как «мягкая» (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Гидрохимические показатели
Hydrochemical parameters

Показатель	ПДК рыбохозяйственных водоемов	Значение
Водородный показатель, рН	Фоновая	6,0 (слабокислая)
Жесткость, мг/л	7	0,5 (мягкая)
Аммоний, мг/л	0,5	0
Нитраты, мг/л	40	0
Нитриты, мг/л	0,08	0
Железо общее, мг/л	0,1	0

Остальные показатели, с учетом возможностей применяемого метода, имели нулевые значения. Таким образом, качество воды в исследуемых створах соответствовало рыбохозяйственным требованиям.

По результатам камеральной обработки гидробиологических проб установлено, что доминирующими представителями зоопланктонного сообще-

ства за исследуемый период 2021 г. в большинстве исследуемых точек являлись коловратки, преимущественно семейства *Brachionidae*, и веслоногие ракообразные отряда *Cyclopoida*. Отмечается специфичность качественного состава в водоемах в различные сезоны года с точки зрения варьирования численности и биомассы зоопланктонов (табл. 3).

Таблица 3

Table 3

Показатели численности и биомассы зоопланктона в вегетационный период 2021 г.
Figures of zooplankton abundance and biomass in the vegetation season of 2021

Водный объект	Весна		Лето		Осень		Средняя биомасса, г/м ³
	Численность, тыс. экз/м ³	Биомасса, г/м ³	Численность, тыс. экз/м ³	Биомасса, г/м ³	Численность, тыс. экз/м ³	Биомасса, г/м ³	
Река Волга	2,112	0,414	2,178	0,947	1,679	0,796	0,719
Рукав Ахтуба	1,433	0,788	4,066	1,900	0,918	0,458	1,049
Рукав Бахтемир	3,674	0,310	3,368	0,330	1,367	0,243	0,294
Рукав Бузан	2,472	1,220	0,776	0,400	0,644	0,346	0,650
Рукав Кизань	1,433	0,119	2,167	0,233	0,867	0,091	0,148
Урочище Забурунка	2,595	1,068	3,651	1,502	2,239	0,566	1,042

На р. Волге весной преобладали коловратки, а летом и осенью веслоногие ракообразные. Коловратки были представлены в основном семейством *Brachionidae*, а основными представителями веслоногих ракообразных стал отряд *Cyclopoida*. В пробах зафиксированы и ветвистоусые ракообразные, качественное и количественное преимущество которых составили представители семейства *Bosminidae*. Кроме того, встречались единичные экземпляры личинок насекомых и моллюсков. Численность зоопланктона варьировала от 1,679 до 2,178 тыс. экз./м³ при средней биомассе 0,719 г/м³.

На рукаве Ахтуба преобладали ветвистоусые ракообразные, которые были представлены в основном семейством *Bosminidae*. Субдоминантами стали веслоногие ракообразные на науплиальной стадии развития. В пробах отмечены и коловратки, численное преимущество которых составили представители семейства *Brachionidae* и *Asplanchnidae*. Кроме того, встречались единичные экземпляры личинок насекомых и моллюсков. Численность зоопланктона варьировала от 0,918 до 4,066 тыс. экз./м³, при средней биомассе 1,049 г/м³.

На рукаве Бахтемир весной по численности преобладали коловратки, представленные в основном семейством *Asplanchnidae*, при этом по биомассе на протяжении всего вегетационного периода преобладали представители веслоногих ракообразных на науплиальной стадии развития. В пробах зафиксированы и ветвистоусые ракообразные, качественное и количественное преимущество которых составили представители семейства *Bosminidae*. Кроме того, встречались единичные экземпляры личинок насекомых и моллюсков. Численность зоопланктона варьировала от 1,367 до 3,674 тыс. экз./м³ при средней биомассе 0,294 г/м³.

На рукаве Бузан доминировали веслоногие ракообразные, основными представителями которых стал отряд *Cyclopoida*. Субдоминантами стали коло-

вратки, численное преимущество которых составили представители семейства *Brachionidae* и *Asplanchnidae*. В пробе отмечены и ветвистоусые ракообразные, представленные в основном семейством *Bosminidae*. Кроме того, встречались единичные экземпляры личинок насекомых и моллюсков. Численность зоопланктона варьировала от 0,644 до 2,472 тыс. экз./м³ при средней биомассе 0,650 г/м³.

На рукаве Кизань весной количественное и качественное преимущество было зафиксировано за коловратками, которые были представлены в основном семействами *Asplanchnidae* и *Brachionidae*. Летом численное преимущество сохранилось за *Rotifera*, а по биомассе преобладали веслоногие ракообразные. Осенью и по численности, и по биомассе доминировали *Copepoda* отряда *Cyclopoida*. В пробах отмечены и ветвистоусые ракообразные, качественное и количественное преимущество которых составили представители семейства *Bosminidae*. Кроме того, встречались единичные экземпляры личинок моллюсков и насекомых. Численность зоопланктона варьировала от 0,867 до 2,167 тыс. экз./м³ при средней биомассе 0,148 г/м³.

На урочище Забурунка весной качественное и количественное преимущество составили коловратки, а летом и осенью веслоногие ракообразные на науплиальной стадии развития. В пробах зафиксированы и ветвистоусые ракообразные, качественное и количественное преимущество которых составили представители семейства *Bosminidae*. Кроме того, встречались единичные экземпляры личинок насекомых и моллюсков. Численность зоопланктона варьировала от 2,239 до 3,651 тыс. экз./м³ при средней биомассе 1,042 г/м³.

Численность зоопланктона возрастала преимущественно от весны к лету и набирала свое максимальное значение в летний период, а затем в осенний период снижалась до минимального значения (рис. 1).

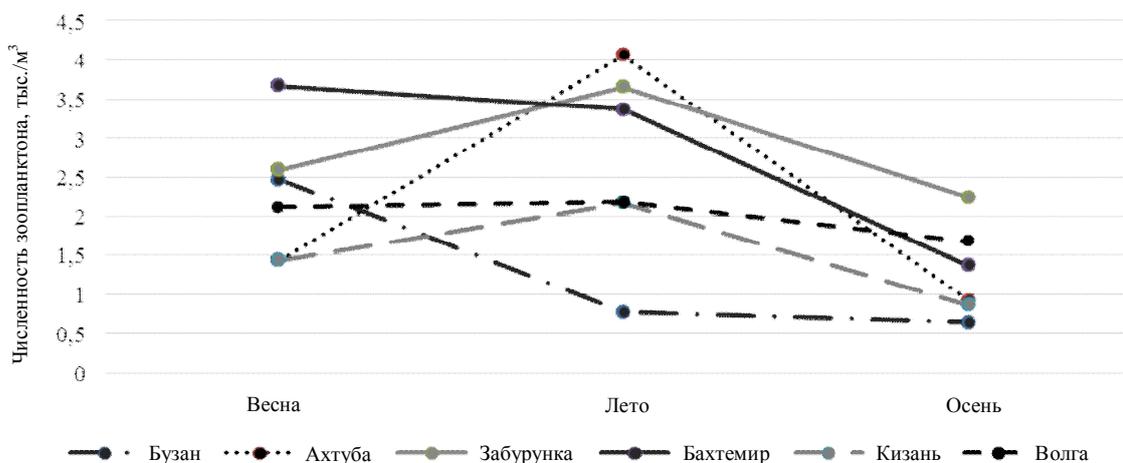


Рис. 1. Динамика численности зоопланктона на рассматриваемых водных объектах по сезонам 2021 г.

Fig. 1. Dynamics of zooplankton abundance in the studied water bodies by seasons in 2021

Исключение составили два водных объекта: рукава Бузан и Бахтемир. Так, например, на Бахтемире наблюдалась тенденция к снижению численности зоопланктона от весны к осени. На Бузана отмечалась подобная ситуация, при которой максимальная численность была зафиксирована в весен-

ний период, затем данный показатель снизился летом на 76 %, а к осени произошла некоторая его стабилизация.

Биомасса зоопланктона на исследуемых водоемах в основном также возрастала от весны к лету, а осенью снижалась до минимального значения (рис. 2).

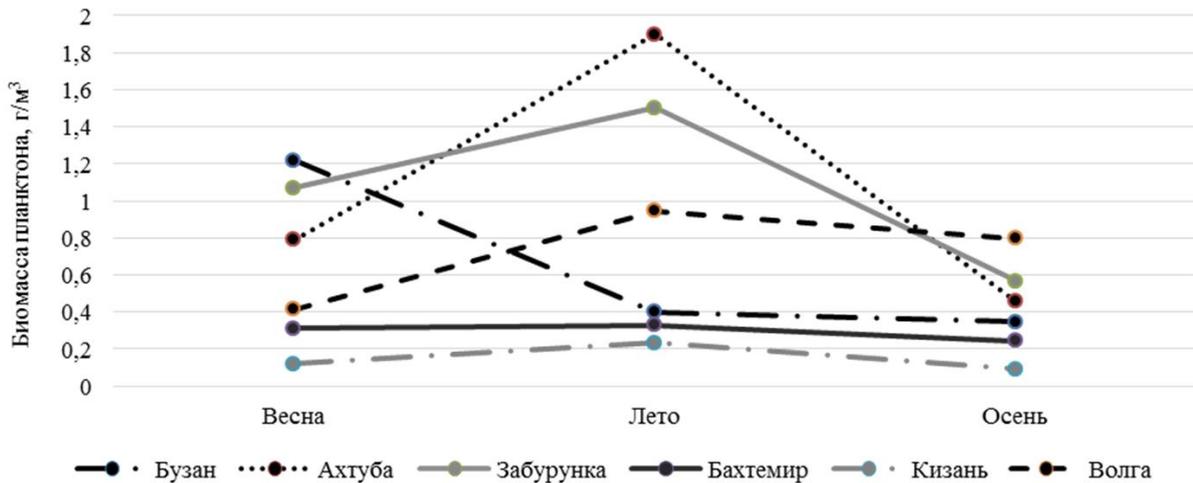


Рис. 2. Динамика биомассы зоопланктона на рассматриваемых водных объектах по сезонам 2021 г.

Fig. 2. Dynamics of zooplankton biomass in the studied water bodies by seasons in 2021

Исключение составил рукав Бузан: максимальная биомасса зафиксирована в весенний период, затем летом она снизилась на 75 %, а осенью было зафиксировано незначительное снижение данного показателя.

Все рассматриваемые нами водные объекты на исследованных участках в вегетационный период 2021 г. оценены по кормности согласно классификации М. Л. Пидгайко [11]. Наихудшие среднегодовые показатели отмечены на рукавах Бузан и Кизань (табл. 4).

Таблица 4

Table 4

Кормность водных объектов в вегетационный период 2021 г.
Food capacity of the water bodies during the vegetation season of 2021

Водный объект	Весенняя кормность	Летняя кормность	Осенняя кормность	Среднегодовая кормность
Река Волга	Малокормный	Выше средней кормности	Малокормный	Среднекормный
Рукав Ахтуба				
Рукав Бахтемир				
Рукав Бузан	Среднекормный	Малокормный		Малокормный
Рукав Кизань	Малокормный			
Урочище Забурунка	Среднекормный	Выше средней кормности		Среднекормный

Необходимо отметить сезонную динамику показателя кормности водных объектов. Так, например, максимальная кормность весной отмечалась на Бузана и урочище Забурунка, которая соответствовала среднему значению согласно классификации. Летом на всех водоемах зарегистрирована кормность выше средней, за исключением рукава Кизань. И, наконец, осенью ситуация была одина-

ковой на всех водоемах и определялась как малокормная. Сезонная динамика отсутствовала на рукаве Кизань – в течение всего вегетационного периода водоем был малокормным.

Согласно полученным результатам за исследуемый период 2021 г. на всех водоемах доминантами и субдоминантами по численности и биомассе являлись веслоногие ракообразные (табл. 5).

Качественные и количественные доминанты рассматриваемых водных объектов
в вегетационный период 2021 г.

Qualitative and quantitative dominants of the studied water bodies during
the vegetation season 2021

Водный объект	Весна		Лето		Осень	
	Доминант	Процентная доля в общей численности/биомассе, %	Доминант	Процентная доля в общей численности/биомассе, %	Доминант	Процентная доля в общей численности/биомассе, %
Река Волга	Rotifera	48/36	Copepoda	57/64	Copepoda	71/85
Рукав Ахтуба	Cladocera	59/62	Cladocera	58/52	Cladocera	55/51
Рукав Бахтемир	Rotifera/Copepoda	54/68	Copepoda	52/61	Copepoda	68/70
Рукав Бузан	Copepoda	67/91	Copepoda	90/81	Copepoda	88/90
Рукав Кизань	Rotifera	63/44	Rotifera/Copepoda	65/55	Copepoda	53/81
Урочище Забурунка	Rotifera	69/46	Copepoda	70/78	Copepoda	81/72

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в среднем по всем водным объектам по численности доминировали коловратки, составляющие весной 45 %, летом 56 %, осенью 66 % от видов зоопланктона водоема. В целом в течение всего сезона преобладали веслоногие ракообразные, составляющие 53 % от общего количества представителей зоопланктона. Субдоминантами в весенний период стали веслоногие ракообразные (38 %), а летом и осенью их процентное соотношение несколько снизилось и составило 28 и 19 % соответственно.

По биомассе, в среднем, по всем водным объектам доминировали веслоногие ракообразные: весной – 50 %, летом – 64 %, осенью – 73 % и, в среднем, за год – 62 %. Субдоминантами весной стали коловратки (27 %), а летом и осенью их количество несколько снизилось и составило 20 и 15 % соответственно. В среднем за год субдоминантами стали ветвистоусые ракообразные (19 %).

Заключение

Исследуемые водоемы являются одними из основных гидросистем нижней и дельтовой частей р. Волги. В связи с размещением на них многочисленных населенных пунктов, производственных и сельскохозяйственных предприятий, с одной стороны, а также важной ролью этих водотоков

в рыбном хозяйстве – с другой, проведение мониторинговых исследований здесь представляется чрезвычайно актуальным.

Результаты проведенных нами исследований показали, что доминантами и субдоминантами по численности и биомассе являются веслоногие ракообразные во всех рассматриваемых водоемах на протяжении всего вегетационного периода 2021 г., в большинстве своем они представлены хищными особями, а следовательно, пищевыми конкурентами рыб.

Численность и биомасса зоопланктона имела сезонную динамику – возрастала преимущественно от весны к лету и набирала свое максимальное значение в летний период, а затем осенью снижалась до минимального значения. Исключение составил рукав Бузан: максимальные показатели зафиксированы в весенний период, летом они достаточно резко снижались (численность на 76 %; биомасса на 75 %), а осенью была отмечена незначительная их стабилизация. Минимальные показатели здесь, как и в других водоемах, были зарегистрированы осенью.

Максимальные показатели кормности (выше средней), согласно классификации М. Л. Пидгайко (1968), были зарегистрированы летом на всех исследуемых водоемах, за исключением рукава Кизань, где в течение всего вегетационного сезона была отмечена минимальная кормность.

Список источников

1. Кортаев В. Н. Геоморфология дельты Волги и динамика русловых разветвлений // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2011. № 2. С. 103–109.
2. Локтионова Е. Г., Андрианов В. А., Яковлева Л. В. Экологическое состояние водных объектов Астраханской области // Фундамент. исслед. 2012. № 9 (ч. 3). С. 598–601.

3. Gómez-Baggethun E., Tudor M., Doroftei M., Covaliov S., Năstase A., Onăra D.-F., Mierlă M., Marinov M., Dorosencu A.-C., Lupu G., Teodorof L., Tudor I.-M., Köhler B., Museth J., Aronsen E., Johnsen S. I., Ibram O., Marin E., Crăciun A., Cioacă E. Changes in ecosystem services from wetland loss and restoration: An ecosystem assessment of the Danube Delta (1960–2010) // *Ecosystem Services*. 2019. V. 39. P. 100965.

4. Алексеевский Н. И., Айбулатов Д. Н. Динамика гидрографической сети и морского края дельты Волги с 1800 по 2010 г. // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География*. 2011. № 2. С. 96–102.

5. Быстрова И. В., Смирнова Т. С., Бычкова Д. А., Мелихов М. С. Экологические проблемы при освоении шельфа северо-западного Прикаспия // *Геология, география и глобальная энергетика*. 2018. № 4. С. 81–86.

6. Лазарева В. И., Копылов А. И. Продуктивность зоопланктона на пике эвтрофирования экосистемы равнинного водохранилища: значение беспозвоночных хищников // *Успехи современной биологии*. 2011. Т. 131. № 3. С. 300–310.

7. Сластина Ю. Л., Здорвеннова Г. Э., Смирнова В. С. Структурно-функциональные характеристики фито-

планктона озера Вендюрского, испытывающего влияние форелевого хозяйства // *Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство*. 2022. № 1. С. 22–31.

8. Макарява Н. В., Шевелева Н. Г. Видовой состав и продуктивность зоопланктона Тажеранских солоноватых озер (Прибайкалье) // *Вестн. Том. гос. ун-та*. 2008. № 316. С. 190–195.

9. Тютюма Н. В., Конев С. В. Влияние паводков р. Волга на развитие процессов естественных водноболотных угодий Волго-Ахтубинской поймы (2015–2016 гг.) // *Теоретич. и приклад. проблемы агропромышл. комплекса*. 2016. № 3. С. 47–50.

10. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2019. 31 с.

11. Пидгайко М. Л., Александров Б. М., Иоффе Ц. И., Максимова Л. П., Петров В. В., Саватеева Е. Б., Салазкин А. А. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // *Изв. ГосНИОРХ*. 1968. Т. 67. С. 205–228.

12. Зайцев В. Ф., Обухова О. В., Юрченко В. В., Васильева Е. Г. Гидробиологические методы оценки состояния пресноводных водоемов. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2018. 132 с.

References

1. Korotaev V. N. Geomorfologija del'ty Volgi i dinamika ruslovyh razvvetlenij [Geomorphology of Volga delta and dynamics of channel branching]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija*, 2011, no. 2, pp. 103-109.

2. Loktionova E. G., Andrianov V. A., Jakovleva L. V. Jekologičeskoe sostojanie vodnyh obektov Astrahanskij oblasti [Ecological state of water bodies of Astrakhan region]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2012, no. 9 (part 3), pp. 598-601.

3. Gómez-Baggethun E., Tudor M., Doroftei M., Covaliov S., Năstase A., Onăra D.-F., Mierlă M., Marinov M., Dorosencu A.-C., Lupu G., Teodorof L., Tudor I.-M., Köhler B., Museth J., Aronsen E., Johnsen S. I., Ibram O., Marin E., Crăciun A., Cioacă E. Changes in ecosystem services from wetland loss and restoration: An ecosystem assessment of the Danube Delta (1960–2010). *Ecosystem Services*, 2019, vol. 39, p. 100965.

4. Alekseevskij N. I., Ajbulatov D. N. Dinamika gidrografičeskoj seti i morskogo kraja del'ty Volgi s 1800 po 2010 g. [Dynamics of hydrographic network and sea edge of Volga delta within 1800-2010]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija*, 2011, no. 2, pp. 96-102.

5. Bystrova I. V., Smirnova T. S., Bychkova D. A., Melihov M. S. Jekologičeskie problemy pri osvoenii shel'fa severo-zapadnogo Prikaspija [Ecological problems in development of northwestern Caspian shelf]. *Geologija, geografija i global'naja jenergetika*, 2018, no. 4, pp. 81-86.

6. Lazareva V. I., Kopylov A. I. Produktivnost' zooplanktona na pike jevtrofirvanija jekosistemy ravninnogo vodohranilishha: znachenie bespozvonochnyh hishchnikov [Zooplankton productivity at peak of eutrophication of lowland reservoir ecosystem: importance of invertebrate predators]. *Uspehi sovremennoj biologii*, 2011, vol. 131, no. 3, pp. 300-310.

7. Slastina Ju. L., Zdorvennova G. Je., Smirnova V. S. Strukturno-funkcional'nye harakteristiki fitoplanktona ozera Vendjurskogo, ispytyvajushhego vlijanie forelevogo hozjajstva [Structural and functional characteristics of phytoplankton of Lake Vendyurskoe affected by trout farming]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Rybnoe hozjajstvo*, 2022, no. 1, pp. 22-31.

8. Makarkjava N. V., Sheveleva N. G. Vidovoj sostav i produktivnost' zooplanktona Tazheranskih solonovatyh ozer (Pribajkal'e) [Species composition and productivity of zooplankton in Tazheransky brackish lakes (Baikal region)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2008, no. 316, pp. 190-195.

9. Tjutjuma N. V., Konev S. V. Vlijanie pavodkov r. Volga na razvitie processov estestvennyh vodnopolotnyh ugodij Volgo-Ahtubinskoj pojmy (2015-2016 gg.) [Influence of floods of river Volga on development of processes of natural wetlands of Volga-Akhtuba floodplain (2015-2016)]. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa*, 2016, no. 3, pp. 47-50.

10. ГОСТ 31861-2012. Вода. Обshhie trebovaniya k otboru prob [GOST 31861-2012. Water. Obshhie trebovaniya k otboru prob]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 31 p.

11. Pidgajko M. L., Aleksandrov B. M., Ioffe C. I., Maksimova L. P., Petrov V. V., Savateeva E. B., Salazkin A. A. Kratkaya biologo-produkcionnaya harakteristika vodoemov Severo-Zapada SSSR [Brief biological and production characteristics of water bodies in the North-West of the USSR]. *Izvestiya GosNIORH*, 1968, vol. 67, pp. 205-228.

12. Zajcev V. F., Obuhova O. V., Jurchenko V. V., Vasileva E. G. *Gidrobiologičeskie metody ocenki sostojanija presnovodnyh vodoemov* [Hydrobiological methods for assessing state of freshwater reservoirs]. Astrahan', Izd-vo AGTU, 2018. 132 p.

Информация об авторах / Information about the authors

Анастасия Валерьевна Крайнова – аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; nasty_dubovski@bk.ru

Anastasiya V. Kraynova – Postgraduate Student of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; nasty_dubovski@bk.ru

Ирина Викторовна Мельник – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; irina_1melnik@mail.ru

Irina V. Melnik – Candidate of Sciences in Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; irina_1melnik@mail.ru

Екатерина Геннадьевна Васильева – кандидат биологических наук; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; katerina.84@mail.ru

Ekaterina G. Vasil'eva – Candidate of Sciences in Biology; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; katerina.84@mail.ru

