



Оценка современного состояния Северного Аграхана по гидрохимическим и гидробиологическим показателям

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-67-71

Рамазанова Джавгарат Магомедовна – аспирант кафедры зоотехнии и технологии переработки сельскохозяйственной продукции Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева (ФГБОУ ВО АГУ им. Татищева), @ bios94@mail.ru Астрахань, Россия
Адрес: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 20, А;

Анохина Адэля Закировна – канд. биол. наук, старший научный сотрудник научно-образовательного центра «Осетроводство» Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева (ФГБОУ ВО АГУ им. Татищева), @ bios94@mail.ru Астрахань, Россия
Адрес: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 20, А;

Судакова Наталия Викторовна – канд. биол. наук, доцент кафедры аквакультуры и болезней рыб Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины (ФГБОУ ВО СПбГУВМ), @sudahorm@mail.ru Санкт-Петербург, Россия
Адрес: 196084, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5

Аннотация.

Северная часть Аграханского залива относится к одному из главных рыбохозяйственных водоемов Терско-Каспийского района, который играет основную роль в формировании запасов ценных проходных, полупроходных и озерно-речных видов рыб. В 2019-2022 гг., в связи с критическим снижением стока р. Терек и падением уровня моря, значительно ухудшился гидрологический режим, что привело к резкому обмелению и зарастанию Северного Аграхана. Выполненные исследования показали, что хотя в целом гидрохимический режим в водоёме остаётся относительно благоприятным для роста и развития гидробионтов, но за последние 8 лет наблюдается ухудшение ряда определяющих показателей, так фиксируется снижение содержания растворённого кислорода в воде, особенно в летний период, который иногда опускался до критических отметок. Гидробиологическими исследованиями установлено, что планктонные и бентосные сообщества не претерпели существенных изменений и, как и прежде, подвержены сезонным колебаниям, но преобладание высшей жёсткой растительности тростника и рогозы, покрывающей свыше половины поверхности водоёма, приводит к снижению биопродуктивности северной части Аграханского залива.

Ключевые слова:

Северный Аграхан, гидрохимические, гидробиологические показатели, содержание кислорода, фитопланктон, зоопланктон, бентос, сезонные изменения, водоём

Для цитирования:

Рамазанова Д.М., Анохина А.З., Судакова Н.В. Оценка современного состояния Северного Аграхана по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Рыбное хозяйство. 2023. № 3. С. 67-71.
DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-67-71

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE NORTHERN AGRAKHAN BY HYDROCHEMICAL AND HYDROBIOLOGICAL INDICATORS

Javgarat M. Ramazanova – Graduate student of Department of Animal Science and Technology of processing of agricultural products of the Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev (FGBOU VO ASU named after Tatishcheva), @ bios94@mail.ru Astrakhan, Russia
Address: 414056, Astrakhan, Tatishcheva str., 20, A;

Adele Z. Anokhina – Candidate of Biological Sciences, a senior researcher at the Scientific and Educational Center "Sturgeon Breeding" of the Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev (FGBOU VO ASU. Tatishcheva) @ bios94@mail.ru Astrakhan, Russia
Address: 414056, Astrakhan, Tatishcheva str., 20, A;

Natalia V. Sudakova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Aquaculture and Fish Diseases of the St. Petersburg State University of Veterinary Medicine (SPbGUVU), @ sudakorm@mail.ru Saint Petersburg, Russia
Address: 196084, St. Petersburg, Chernihiv str., 5

Annotation. The northern part of the Agrakhan Bay belongs to one of the main fishery reservoirs of the Tersko-Caspian region, which plays a major role in the formation of stocks of valuable passing, semi-passing and lake-river fish species. In the last 2019-2022, due to a critical decrease in the flow of the Terek River and a drop in sea level, the hydrological regime deteriorated significantly, which led to a sharp shallowing and overgrowth of the Northern Agrakhan. The performed studies have shown that although, in general, the hydrochemical regime in the reservoir remains relatively favorable for the growth and development of hydrobionts, but over the past 8 years there has been a deterioration in a number of defining indicators, so a decrease in the content of dissolved oxygen in the water is recorded, especially in the summer, which sometimes dropped to critical levels. Hydrobiological studies have established that planktonic and benthic communities have not undergone significant changes and, as before, are subject to seasonal fluctuations, but the predominance of the highest tough vegetation of reeds and cattails covering more than half of the surface of the reservoir leads to a decrease in the bioproductivity of the northern part of the Agrakhan Bay.

Keywords:

Northern Agrakhan, hydrochemical, hydrobiological indicators, oxygen content, phytoplankton, zooplankton, benthos, seasonal changes, reservoir

Cite as:

Ramazanova, D.M. Anokhina A.Z., Sudakova N.V. Assessment of the current state of the Northern Agrakhan by hydrochemical and hydrobiological indicators // Fisheries. 2023. No. 3. Pp. 67-71. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-67-71

ВВЕДЕНИЕ

У западного побережья Каспийского моря располагается Аграханский залив, который, в результате реконструкции в 1977 г. прошлого века, был разделен на два обособленных участка: северный и южный [1]. Северная часть Аграханского залива относится к одному из главных рыбохозяйственных водоемов Терско-Каспийского района, является своеобразной буферной зоной, где происходит смешение пресных и соленых вод, между рекой и морем, и играет своеобразную роль приемного водоема для формирования запасов ценных проходных, полупроходных и озерно-речных видов рыб [2; 3]. В 2019-2022 гг., в связи с критическим снижением стока р. Терек и падением уровня моря, значительно ухудшился гидрологический режим в Северном Аграхане, что привело к резкому обмелению и зарастанию водоёма [2]. К тому же нерегулярное и недостаточное выполнение необходимых мелиоративных и гидротехнических мероприятий подрывают рыбохозяйственное значение этого водоёма, нередко наблюдается отшнурование миграционного канала, что препятствует проходу производителей к местам нереста [4; 5]. Негативные последствия неблагоприятного гидрологического режима отразились и на состоянии кормовой базы в водоёме, которая оценивалась по результатам гидробиологических исследований. Всё это привело к снижению эффективности естественного воспроизводства и нагула молоди в северной части Аграханского залива, который еще недавно играл важнейшую роль в формировании промысловых запасов ценных видов рыб [3; 4]. Для оценки современного состояния водо-

ёма проводились исследования сезонных изменений гидрохимического и гидробиологического режимов и сравнительный анализ полученных показателей с данными предыдущих лет.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнялась в течение трёх лет – с 2019 по 2022 годы – в северной части залива. Для оперативно-го анализа воды ежедневно проводился контроль температуры, содержания кислорода, pH; для получения общей характеристики качества воды ежедекадно исследовались перманганатная окисляемость и биологическое потребление кислорода (БПК), содержание фосфатов, аммонийного азота, нитритов, нитратов, кремния и железа. Значения основных показателей воды (температура, кислород) регистрировали с помощью универсального измерительного прибора (термооксиметра). Показатели активной реакции водной среды (pH) снимали с помощью прибора pH-метра. Аммонийный азот в воде определяли колориметрическим методом с реактивом Несслера. Для определения нитритов использовали метод Грисса с применением сульфаниловой кислоты, нитраты определяли экспресс-методом с дисульфифеноловой кислотой. Химический анализ воды проводили согласно руководству по химическому анализу поверхностных вод суши [6]. Текущие и полные гидрохимические анализы проводили в специализированной гидрохимической лаборатории. Сбор и обработка гидробиологических проб проводилась по методикам, принятым в системе Госкомгидромета (Руководство по методам гидробиологического анализа. 1983, 1992).

Таблица 1. Гидрологический режим в Северном Аграхане в 2019-2021 годах /
Table 1. Hydrological regime in Northern Agrakhan in 2019-2021

Дата наблюдений	Прозрачность м	Взвешенные вещества, мг/л	pH среда	O ₂ , мг/л	Перманганатная окисляемость, O ₂ , мг/л	БПК, мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	Si ⁴⁺ , мг/л	Fe общ., мг/л
Зима												
2019	0,17	0,088	7,85	12,71	12,0	0,64	0,050	0,210	3,00	0,020	0,245	0,120
2020	0,18	0,090	7,80	12,77	12,1	0,71	0,050	0,210	2,69	0,022	0,240	0,120
2021	0,17	0,095	7,90	12,15	12,2	0,82	0,045	0,215	3,18	0,022	0,242	0,130
Весна												
2019	0,18	0,110	7,90	11,65	12,3	1,22	0,040	0,280	4,30	0,020	0,225	0,085
2020	0,17	0,114	7,90	12,01	12,3	1,15	0,035	0,290	4,25	0,022	0,228	0,090
2021	0,16	0,118	7,95	11,19	12,4	1,26	0,045	0,265	4,35	0,030	0,230	0,075
Лето												
2019	0,21	0,095	7,95	6,81	12,9	1,65	0,070	0,205	2,88	0,069	0,230	0,045
2020	0,22	0,089	7,95	6,33	12,8	1,61	0,065	0,210	2,84	0,070	0,232	0,030
2021	0,20	0,108	7,95	6,19	12,9	1,66	0,070	0,200	2,88	0,072	0,233	0,025
Осень												
2019	0,19	0,058	7,90	12,55	12,3	0,49	0,050	0,170	3,10	0,040	0,222	0,055
2020	0,18	0,064	7,90	12,44	12,3	0,47	0,055	0,155	3,07	0,038	0,220	0,060
2021	0,18	0,067	7,95	12,01	12,5	0,55	0,060	0,180	3,22	0,042	0,225	0,045

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выполненные исследования показали, что гидрохимический режим в северной части Аграханского залива подвержен сезонным изменениям (табл. 1).

Прозрачность воды, по методике Снемена, оценивается в пределах от 16 до 22 см, наибольшее значение фиксировалось летом 2020 г., составляя 22 см, в весенний период этот показатель был наименьшим (16 см – в 2021 г.). Содержание взвешенных веществ определяет прозрачность воды, поэтому весной их было больше, особенно в 2021 г. – 0,228 мг/л, затем в летний период наблюдалось снижение до 0,089, а наименьшее количество фиксировалось осенью в 2019 г. – до 0,058 мг/л. Концентрация водородных ионов, показатель pH воды, сезонным изменениям не подвержен и все эти годы оставался стабильным – в пределах 7,80-7,95, характеризуя слабо щелочную среду [5]. Одним из определяющих показателей биологической продуктивности водоемов является содержание кислорода, так как его количество на прямую воздействует на рост и развитие рыб, обитающих в водоемах. Уровень содержания растворенного кислорода (показатель перманганатная окисляемость)

находился в диапазоне 6,19... 12,77 мг/л, высокие его значения фиксировались зимой и осенью (более 12 мг/л) при низких температурах, с их ростом в летний период закономерно снижался до 6,19 мг/л в 2021 году. Важную роль в формировании биологической продуктивности водоема играют биогенные вещества, которые образуются в процессе минерализации органических веществ воды. Содержание фосфатов в исследуемые годы возросло до 0,28 мг/л весной 2019 и 0,29 мг/л летом 2020 г., при средних многолетних значениях 0,007 мг/л.; на порядок возросло содержание нитратного азота – до 4,3 мг/л при многолетних значениях – 0,46...0,72 мг/л в весенний сезон, к лету снизилось до 2,88 мг/л., особенно неблагоприятная обстановка сложилась в 2021 году. При этом содержание аммонийного азота отмечается в течение всего года и было меньше (в среднем 0,05 мг/л) среднемноголетних значений (в пределах 0,33...0,82 мг/л). Содержание кремния в воде мало изменялось в сезоны и по годам, и характеризовалось значениями в пределах от 0,220 до 0,228 мг/л, а железа оказалось меньше средних многолетних значений (0,3 мг/л), составивших в эти годы от 0,025 до 0,13 мг/л.



Рисунок 1. Современное состояние водной растительности Северной части Аграханского залива

Figure 1. The current state aquatic vegetation of the Northern part of the Agrakhan Bay

Таким образом, анализ сезонных изменений гидрохимических показателей за трёхлетний период времени (2019-2021 гг.) показал, что, несмотря на падение уровня воды в заливе, гидрохимический режим оставался относительно благоприятным для биоценоза. Основные показатели гидрохимического режима (прозрачность, содержание взвешенных веществ, кислорода и перманганатная окисляемость) весной и осенью характеризовались лучшими значениями, чем в летний период. Содержание биогенных веществ возросло весной по фосфатам и нитратам, но к лету их значения уменьшились, в то же время аммонийный азот был зафиксирован все сезоны, но в меньших размерах, чем в среднем за предыдущие годы. Кремний в воде фиксировался круглый год в количествах больше средних многолетних значений, содержание железа снижалось в летний период.

Проводился сравнительный анализ гидрохимических показателей в Северном Аграхане в летний период 2021 г. с данными 2013 г., представленными в таблице 2.

Выполненные исследования показали ухудшение ряда гидрохимических материалов в последние годы. Прежде всего обращает внимание, что температура воды в Северном Аграхане летом 2021 г. поднималась до 28-30°C вместо 24-26°C 8 лет назад. Очевидно, что продолжается обмеление этого участка залива. В связи с этим увеличилось и содержание взвешенных веществ, почти в 10 раз: в 2021 г. – 1,108 мг/л против 0,108 мг/л в 2013 году. Изменение показателя водородного иона pH происходило незначительно и указывало на слабо щелочную среду. Содержание кислорода в воде в летний период 2021 г. фиксировалось на низком уровне в среднем – 6,18 мг/л, а иногда опускалось до критического – 4 мг/л, в то время как этот показатель 8 лет назад составлял 10,04 мг/л, что объясняется, наряду с обмелением водоёма, высокими температурами воды (28-30°C). Значения биогенных веществ также выросли в исследуемый 2021 г. в сравнении с 2013 годом. Из азотистых соединений увеличилось содержание нитратов в 3 раза, аммонийного азота и нитритов – в 2 раза, кроме того выросли фосфаты с 0,11 до 0,20 мг/л. Следует отметить, что уменьшился показатель железа в 4 раза – с 0,103 мг/л в 2013 г. с до 0,025 мг/л в 2021 г. и увеличилось содержание соединений кремния.

Таким образом, можно констатировать, что гидролого-гидрохимический режим в водоёмах северной части Аграханского залива, в изучаемый летний период 2021 г., оказался хуже, чем 8 лет назад, по целому ряду показателей, что несомненно негативно скажется на состоянии всего биогеоценоза. Но, несмотря на падение уровня воды, наблюдается относительно благоприятная ситуация с обеспечением биогенными веществами для роста и развития ихтиофауны.

Гидробиологическими исследованиями определено состояние фито-зоопланктонных и бентосных сообществ в исследуемые 2020-2022 годы. В настоящее время в водоёме наибольшая доля **фитопланктона** приходится на высшую водную растительность, которая играет важную роль в биологическом режиме залива. Водные растения – это среда обитания важнейшей, в кормовом отношении, фитофильной фауны, субстрат для икротетания промысловых рыб, убежище и место нагула молоди. Современный состав водной растительности более разнообразен, чем прежде и представлен, в основном, жесткими культурами *Phragmites communis* (тростник обыкновенный) и *Tipha andustifolia* (рогоз узколистный). Следует отметить, что в середине шестидесятых годов прошлого века залив был покрыт лишь на треть зарослями тростника, а на начало настоящего столетия уже больше половины покрыты тростником – наиболее береговая линия Северного Аграхана. Характер произошедших изменений, приведший к значительному сокращению площади глубоководной части залива, наличие биогенных веществ позволяет утверждать о начале процесса чрезвычайной эвтрофикации водоёма (рис. 1).

Полученные результаты мягкой водной растительности свидетельствуют, что фитопланктон был представлен 42 видами, преобладающими были водоросли пресноводно-солонатоводного и пресноводного комплексов [5]. Основу видового разнообразия составляли диатомовые (*Diatomeae*), одиннадцать из которых – зелёные и около шести видов сине-зелёных низших растений. Общая средняя биомасса диатомовых водорослей составляет около 31 мг/м³, зелёных – не более 24 мг/м³ и сине-зелёных – 0,1 мг/м³. Летом в акватории Аграханского залива доминируют диатомовые водоросли, наиболее распространённые: *p. Cyclotella*, *p. Caspia*, *p. Amphora ovalis*, *p. Nitschiadistas*. Их общая биомасса не превышает 45 мг/м³, причем масса зелёных снижается до 2 мг/м³. Аналогичная тенденция прослеживается и в осеннее время года. Так, масса диатомовых водорослей достигает 67 мг/м³, из которых 1,7 мг/м³ составляют зелёные водоросли. Полученные результаты согласуются с опубликованными данными [5].

Зоопланктонное сообщество представлено 21 видами, из которых 7 – коловратки (Rotifera), ветвистоусые (Cladocera) – 9 и веслоногих ракообразных (Copepoda) – 5 видов. Большинство видов зоопланктона – пресноводные формы, при этом они способны переносить значительные колебания солёности воды. Среди веслоногих раков основу составляет рачок *Acartia tonsa*, на долю которого приходится 78% всей биомассы или 84% от общей численности зоопланктона. Представители ветвистоусых рачков встречаются крайне редко и представлены, в основном, типичными для

Таблица 2. Гидрохимический режим в северной части Аграханского залива в летний период в различные годы / **Table 2.** Hydrochemical regime in the northern part of the Agrakhan Bay in the summer period in various years

Годы	Т., С°	Вз. в-ва, мг/л	pH среда	O ₂ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	PO ₄ ^{'''} , мг/л	NO ₃ ['] , мг/л	NO ₂ ['] , мг/л	Si ⁴ , мг/л	Fe общ., мг/л
2013	24-26	0,085	8,05	10,04	0,031	0,11	0,94	0,039	0,066	0,103
2021	28-30	0,108	7,95	6,19	0,070	0,20	2,88	0,072	0,233	0,025

литеральной зоны подонидами (*Podon polyphemoides*). Сезонная динамика зоопланктона характеризуется наибольшей биомассой весной, составляя 800 мг/л, с постепенным снижением к осени. Зоопланктонный комплекс сформирован типичными солоновато-водными и морскими представителями, характерными для западных прибрежных районов Среднего Каспия.

Зообентос в северной части залива, биомасса которого не превышала 3–4 г/м², был представлен олигохетами, доля их численности составляла 51,6% от общего количества организмов и 18,5% от общей биомассы, более 50% от общей биомассы приходится на моллюсков, хотя их численность составляет всего 5%. Из других групп бентосных организмов по численности можно отметить хирономиды, которые занимают особое место в питании бентосоядных рыб, весной численность *Chironomidae* достигает 1,5 тыс. экз. на 1 м², средней биомассой 1,8 г/м², летом и осенью не превышает 0,25 г/м². На песчано-илистых и песчано-ракушечном грунтах встречались моллюск *Dreissena polymorpha*, брюхоногий моллюск *Theodoxus pallasi* и различные виды прудовиков. На прибрежных участках залива изредка встречаются личинки поденок, ручейников и стрекоз.

Таким образом, планктонные и бентосные сообщества в северной части Аграханского залива подвержены сезонным изменениям, их наибольшая биомасса отмечается весной и постепенно снижается к осени. В фитопланктоне преобладают высшая растительность и диатомовые мягкие водоросли, зоопланктонное сообщество представлено коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, в составе бентоса обнаружены олигохеты, хирономиды, различные виды моллюсков, прудовиков и другие малочисленные организмы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненных исследований в 2019–2022 годах показали, что, несмотря на падение уровня воды в водоёме и ухудшения гидрохимического режима по ряду показателей, условия для биоценоза оставались относительно достаточными для их роста и развития. Естественная кормовая база, представленная фито-зоопланктоном и бентосом, в основном, удовлетворяла потребностям гидробионтов, хотя установлена тенденция её снижения. Произошедшие в последние годы негативные гидрологические изменения в Северном Аграхане приводят к значительному сокращению площади глубоководной части и увеличению биогенных веществ, что свидетельствует о начале процесса чрезмерной эвтрофикации водоема, который проявляется в постоянном ухудшении гидролого-гидрохимических и гидробиологических режимов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Д.М. Рамазанова** – идея статьи, сбор и обобщение экспериментальных данных; **А.З. Анохина** – подготовка введения, списка литературных источников и окончательная проверка текста; **Н.В. Судакова** – анализ обобщенных результатов, подготовка таблиц, корректировка текста.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **D.M. Ramazanova** – the idea of the article, collection and generalization of experimental

data; **A.Z. Anokhina** – preparation of the introduction, list of literary sources and final verification of the text; **N.V. Sudakova** – analysis of generalized results, preparation of tables, correction of the text.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Абдусаматов А.С., Гончаров А.В., Самохин М.А., Магрицкий Д.В. О рыбохозяйственной реконструкции Аграханского залива // Материалы XXIII межд. научной конференции с элементами школы для молодых ученых, посвященной 90-летию Дагестанского государственного университета. Махачкала, 2021. С. 373–375.
2. Гаджиев М.К., Курбанчиев Г.С. Экологическое состояние Аграханского залива Каспийского моря // Водные ресурсы России: современное состояние и управление: сборник материалов Всероссийской научно-практич. конф. В 2-х томах. 2018. С. 206–212.
3. Семенова А.А., Магрицкий Д.В., Самохин М.А. и другие. Гидролого-морфологическая деградация Аграханского залива: особенности, причины, пути решения // Четвертые Виноградские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению: сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Ю.Б. Виноградова. - СПб.: Издательство ВВМ, 2020. С. 524–529.
4. Бархалов Р.М., Рабазанов Н.И., Лобачев Е.Н. и другие. Современное состояние и пути восстановления рыбохозяйственного значения Кизлярского и Аграханского заливов // Вестник Дагестанского научного центра. 2021. № 82. С. 6–10.
5. Рамазанова Д.М., Бархалов Р.М., Айгубова С.А. Гидролого-гидрохимический и гидробиологический режимы в северной части Аграханского залива // Актуальные проблемы и перспективы рыболовства, аквакультуры и экологического мониторинга водных экосистем РФ: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Махачкала, 2022. С. 183–191.
6. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоёмов и перспективных для промысла районов Мирового океана / В. В. Сапожников, А. И. Агатова, Н. В. Аржанова [и др.]. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.

REFERENCES AND SOURCES

1. Abdusamadov, A.S., Goncharov, A.V., Samokhin, M.A., Magritskiy, D.V. On the fishery reconstruction of the Agrakhan Bay // Materials of the XXIII international scientific conference with elements of a school for young scientists dedicated to the 90th anniversary of Dagestan State University. Makhachkala, 2021. Pp. 373–375. (In Russ.)
2. Gadzhiev, M.K., Kurbanchiev, G.S. Ecological state of the Agrakhan Bay of the Caspian Sea // Water resources of Russia: current state and management: collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conf. In 2 volumes. 2018. Pp. 206–212. (In Russ.)
3. Semenova, A.A., Magritsky, D.V., Samokhin, M.A. et al. Hydrological and morphological degradation of the Agrakhan Bay: features, causes, solutions / A.A. Semenova, // Fourth Viticultural readings. Hydrology from cognition to worldview: a collection of reports of the international scientific conference in memory of the outstanding Russian scientist Yu.B. Vinogradov. St. Petersburg: VVM Publishing House, 2020. Pp. 524–529. (In Russ.)
4. Barkhalov, R.M., Rabazanov, N.I., Lobachev, E.N. et al. The current state and ways of restoring the fishery significance of the Kizlyar and Agrakhan bays // Bulletin of the Dagestan Scientific Center. 2021. N. 82. Pp. 6–10. (In Russ.)
5. Ramazanova, D.M., Barkhalov R.M., Aigubova S.A. Hydrological-hydrochemical and hydrobiological regimes in the northern part of the Agrakhan Bay // Actual problems and prospects of fishing, aquaculture and ecological monitoring of aquatic ecosystems of the Russian Federation: a collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical conference (with international participation). Makhachkala, 2022. Pp. 183–191. (In Russ.)
6. Guidelines for chemical analysis of marine and fresh waters in environmental monitoring of fishery reservoirs and areas of the World ocean promising for fishing / V.V. Sapozhnikov, A.I. Agatova, N.V. Arzhanova [et al.]. M.: VNIRO Publishing House, 2003. 202 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 01.05.2023

После рецензирования / Revised 07.05.2023

Принят к публикации / Accepted 21.05.2023