

УДК 574.9

**Абдулла Рухуллаевич Курбанов**

Научно-исследовательский институт рыбоводства, PhD (сельскохозяйственные науки), Узбекистан, Ташкентская область, e-mail: kurbanov19859@mail.ru

**Светлана Ильинична Ким**

Научно-исследовательский институт рыбоводства, младший научный сотрудник, Узбекистан, Ташкентская область, e-mail: skim4218@gmail.com

**Зури Асановна Мустафаева**

Институт зоологии Академии наук Республики Узбекистан, младший научный сотрудник, Узбекистан, Ташкент, e-mail: zuri05@mail.ru

**Наталья Олеговна Титова**

Научно-исследовательский институт рыбоводства, младший научный сотрудник, Узбекистан, Ташкентская область, e-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

**Комплексное изучение современного экологического состояния  
естественных водоемов Республики Каракалпакстан**

*Аннотация.* Предоставлена информация по результатам разового комплексного гидрохимического и гидробиологического обследования, качественного и количественного развития естественной кормовой базы и экологического состояния отдельных естественных озер Республики Каракалпакстан. Даны предложения по улучшению экологического состояния обследованных озер, а также повышению их продуктивности.

*Ключевые слова:* водоемы, гидрохимия, гидробионты, индекс сапробности, естественная кормовая база, фитопланктон, перифитон, зообентос, экологическое состояние.

**Abdulla R. Kurbanov**

Scientific Research Institute of Fishery, Tashkent region, Uzbekistan, Tashkent, e-mail: kurbanov19859@mail.ru

**Svetlana I. Kim**

Scientific Research Institute of Fishery, Tashkent region, Uzbekistan, Tashkent, e-mail: skim4218@gmail.com

**Zuri A. Mustafaeva**

Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent, e-mail: zuri05@mail.ru

**Natalia O. Titova**

Scientific Research Institute of Fishery, Tashkent region, Uzbekistan, Tashkent, e-mail: narcissus14.07.1990@mail.ru

## Complex study of the modern ecological situation of natural water bodies of the Republic of Karakalpakstan

*Abstract.* This article provides information on the results of a one-time comprehensive hydrochemical and hydrobiological survey, the qualitative and quantitative development of the natural food base and the ecological state of individual natural lakes in the Republic of Karakalpakstan. Suggestions are made for improving the ecological state of the surveyed lakes, as well as increasing their productivity.

*Keywords:* reservoirs, hydrochemistry, hydrobionts, saprobity index, natural food base, phytoplankton, periphyton, zoobenthos, ecological situation.

В последние годы отмечен рост антропогенного воздействия на водные экосистемы Южного Приаралья, в результате чего увеличились темпы эвтрофирования большинства водоемов Республики Каракалпакстан. Процессы эвтрофирования природных вод и внутриводоемные процессы, связанные с обогащением водоемов соединениями биогенных элементов, стали предметом обширных химико-биологических исследований [1, 8].

В период с 26 июня по 2 июля 2020 г. в целях изучения современного экологического состояния озер проведено рекогносцировочное обследование естественных водоемов Республики Каракалпакстан: озера Дауткуль, Акчакуль, Каратерень и Найман.

В рамках исследования было отобрано 9 проб для проведения анализа качества воды по гидрохимическим показателям и 26 проб для проведения анализа качества воды по гидробиологическим показателям. Также для выявления основных проблем каждого из вышеперечисленных озер был проведен опрос среди рыбаков.

Комплексные исследования по гидрохимическим и гидробиологическим показателям позволяют составить более полную картину экологического состояния водоемов, а также определить уровень развития естественной кормовой базы.

Экологическое состояние водных экосистем определяется разнообразием поступающих минеральных и органических соединений, характером их воздействия на гидробионты, возможностью расщепляться или способностью аккумулироваться. С точки зрения химического состава в водоемы поступают все известные элементы периодической таблицы Менделеева [7].

Малые водоемы имеют важное общеэкологическое значение, являются критериями устойчивости экосистем и неотъемлемой частью окружающей природной среды. Из-за своих гидрологических и морфологических особенностей малые водоемы наиболее чувствительны к возрастанию антропогенной нагрузки и процессам антропогенного эвтрофирования. Роль гидробионтов в жизни водоемов огромна. Они принимают участие в круговороте вещества и энергии, в накоплении донных отложений.

### Озеро Дауткуль

Озеро Дауткуль расположено на правом берегу Амударьи, в 47 км севернее г. Нукуса, в зоне 2 массива Кунград-Кегейли, ближайший населенный пункт – Башир аул и является объектом долгосрочной аренды на 10 лет рис. 1.

Берега озера пологие, слабоизрезанные. Вода озера используется на орошение сельхозугодий и для поддержания водообеспеченности массивов лиманных сенокосов. Это озеро в течение длительного периода получало воду из Амударьи через оросительные каналы Рисовый и Карабекжармыш.

Общая площадь Озера Дауткуль около 4390 га, наибольшая длина 9,8 км, наибольшая ширина 5,78 км, максимальная глубина 7 м, преобладающие глубины 1,5–2 м.

В 2008 г. огромная часть озера высохла в результате недостатка поступающей воды. Со всех сторон берега покрыты зарослями тростника и рогоза, а также густыми тугаями (рис. 2).

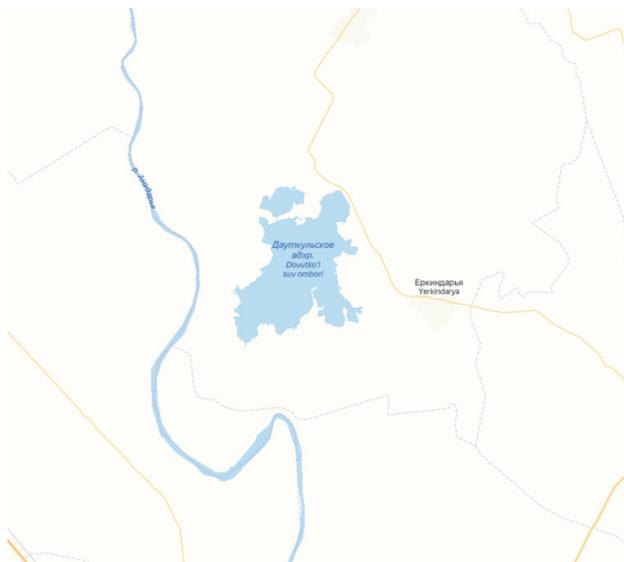


Рис. 1. Схематическое расположение озера Дгуткуль  
Fig. 1. Schematic location of the lake Dautkul



Рис. 2. Степень зарастаемости озера Дгуткуль  
Fig. 2. Degree of overgrowth of the lake Dautkul

В связи с резким сокращением речного стока практически прекратилось поступление воды по малочисленным протокам, что привело к резкому снижению уровня воды в озере. Подпитка озера коллекторно-дренажными водами резко ухудшила его гидрологический и гидрохимический режимы.

Погодные условия в период отбора проб: погода стояла ясная, было ветрено, температура воздуха +31...+33 °С. Температура воды в период отбора проб прогрелась до +23 °С.

Цвет воды и прозрачность – вода была достаточно прозрачной 0,9 м, бесцветная, не имеющая какого-либо запаха.

Грунт озера в местах отбора гидробиологических и гидрохимических проб был представлен черным илом.

Высшая водная растительность данного озера представлена гелофитами и гидрофитами: в связи с сильным обмелением озера (вода отступила более чем на 1 км) по периметру озера 90 % береговой части сильно заросло тростником (20 %) и рогозом (80 %), а также тамариксом. Также наблюдается сильное разрастание подводной растительности: рдест гребенчатый, хара, уруть колосистая, рдест курчавый, а также наяда морская.

По словам рыбаков, разросшиеся макрофиты затрудняют передвижение на лодках, а также сводят к минимуму возможность поставить сети для вылова рыбы.

### Озеро Акчакуль

Погодные условия в период отбора проб: погода стояла ясная, температура воздуха +30...+32 °С. Температура воды в период отбора проб прогрелась до +23,5 °С.

Цвет воды и прозрачность – у берега вода была прозрачной более 1 м, бесцветная, на глубине вода мутная, не прозрачная, желто-зеленого цвета. У берегов имелись пятна нефтепродуктов от прогулочного катера, также в прибрежной зоне имелись хлопья пены. Прибрежная зона и водная гладь местами загрязнена хозяйственно-бытовым мусором, оставляемым рыбаками и отдыхающими.

Грунт озера в местах отбора гидробиологических и гидрохимических проб был представлен песком, смешанным с черным илом.

Наполнение чаши озера в период отбора проб было умеренным.

Высшая водная растительность данного озера представлена гелофитами и гидрофитами: наблюдалось хорошее развитие гелофитов – тростника (до 80–90 % от прибрежной зоны); подводная растительность также хорошо развита и представлена следующими видами в процентном соотношении: зеленые обрывки урути колосистой и наяды морской (до 5–10 %); рдест гребенчатый и руппия морская (в прибрежной зоне примерно по 20 % от общей массы водной растительности), хара (до 50 % от всей массы макрофитов), рис. 3.



Рис. 3. Озеро Акчакуль (точки отбора проб): а – точка № 1; б – точка № 2  
Fig. 3. Akchakul lake (sampling points): а – point № 1; б – point № 2

### Озеро Каратерень

Озеро Каратерень расположено у подножия останцевой возвышенности Бельтау в Тахтакупырском районе. Водоем в течение длительного периода существовал за счет сбросных вод с рисовых полей и из концевых сбросов ирригационных каналов (рис. 4). На севере озера построена перекачивающая станция с двумя насосами (мощность 5 м<sup>3</sup>/с), поднимающая воду на 27 м и способствующая водообмену в озере (рис. 5). Основные источники водного питания – грунтовые и сбросные воды.

В настоящее время водоем питается коллекторно-дренажной водой Джилванского коллектора сброса. Берега озера пологие, углубляющиеся к середине впадины, большая часть поверхности которой занята мощными отложениями илов.

Наиболее широко распространены черные илы с примесью песков, глины, полуразложившиеся органические остатки и ракушечник. Черные илы преобладают в центральной части озера, где их мощность достигает 2 м и более. У западного берега грунт песчаный с примесью ракушечника, у юго-восточного он состоит из глин с полуразложившимися органическими остатками.

Высшая водная растительность данного озера представлена гелофитами и гидрофитами: тростник, камыш и руппия (рис. 6).

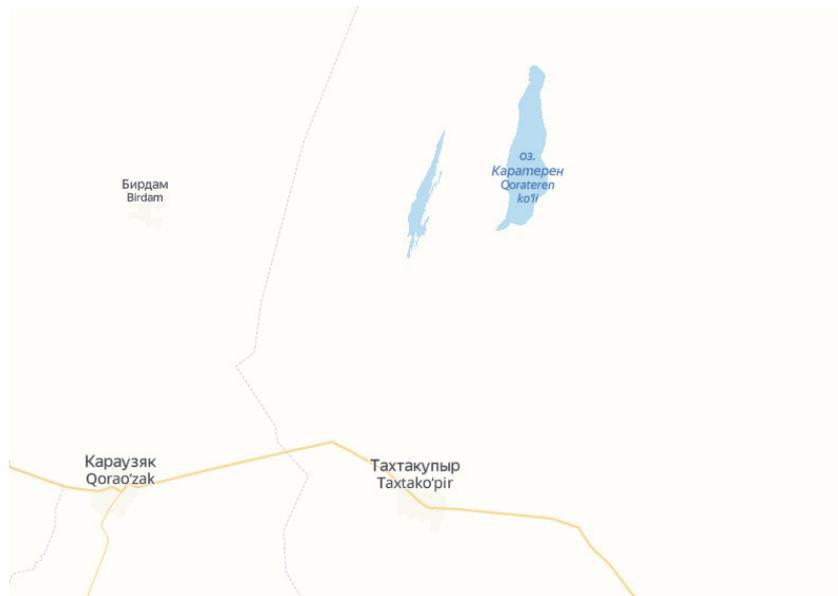


Рис. 4. Схематическое расположение озера Каратерень  
Fig. 4. Schematic arrangement of the lake Karateren



Рис. 5. Озеро Каратерень (перекачивающая станция с двумя насосами мощностью 5 м<sup>3</sup>/с)  
Fig. 5. Karateren lake (pumping station with two pumps capacity 5 m<sup>3</sup>/s)



Рис. 6. Основной тип грунта и высшая водная растительность озера Каратерень  
Fig. 6. Is the main type of soil and the highest water vegetation of the lake Karateren



**Данные по точкам отбора гидрохимических и гидробиологических проб  
в водоемах Республики Каракалпакстан**

**Data on points of selection of hydrochemical and hydrobiological samples  
in reservoirs of the Republic of Karakalpakstan**

Номер точки	Местоположение станции	Погодные условия во время отбора проб	Расстояние от берега, глубина, м	Прозрачность, м, цвет воды	Температура воды, °С	Грунт	Растительность
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Озеро Дауткуль	Погода: ясная, ветрено, температура воздуха 32 °С	Расстояние от берега 200 м, глубина 0,8–0,9 м, воды очень мало (более 1 км обнажено)	Прозрачность воды: до дна 0,9 м. Цвет: бесцветная, без неприятного запаха	23	Песок, глина, темно-серый или без запаха H <sub>2</sub> S и мелкий растительный детрит (обильно)	Очень сильное развитие макрофитов: в прибрежной зоне: <i>Typha latifolia</i> L. (80 %), <i>Phragmites communis</i> Trin. (20 %); на глубине: <i>Potamogeton pectinatus</i> L. (20 %), <i>Ruppia maritima</i> (10 %), <i>Myriophyllum spicatum</i> L. (35 %), <i>Chara braunii</i> (25 %), <i>Potamogeton perfoliatus</i> L. (2 %), <i>Potamogeton crispus</i> L. (3 %)
2	Озеро Акчакуль (точка № 1) берег (база рыбаков)	Погода: ясная, ветра нет, температура воздуха 31 °С	Расстояние от берега 2 м, глубина 1 м, имеются пятна нефтепродуктов от катера, у берега пена 2–3 %, вода прозрачная, умеренное наполнение чаши	Прозрачность воды: более 1 м; цвет: желто-зеленый, без неприятного запаха	23,5	Песок, серый и темно-серый или без запаха H <sub>2</sub> S, детрита очень мало	Хорошее развитие макрофитов: в прибрежной зоне: <i>Phragmites communis</i> Trin. (до 90 % прибрежной зоны); на глубине: <i>Myriophyllum spicatum</i> L. (5 % – обрывки), <i>Najas marine</i> (5 % – обрывки), <i>Potamogeton pectinatus</i> L. (20 %), <i>Ruppia maritima</i> (20 %), <i>Chara braunii</i> (50 %)

## Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Озеро Акчакуль (точка № 2) 1,5 км от точки № 1	Погода: ясная, ветра нет, температура воздуха 31 °С	Расстояние от берега 1,5 км, умеренное наполнение чаши, на поверхности водоема имеется хоз. бытовой мусор, выбрасываемый рыбаками	Прозрачность воды: дна не видно (вода очень мутная); цвет: желто-зеленый, без неприятного запаха	22,8	Нет данных	Хорошее развитие макрофитов: островками растет <i>Phragmites communis</i> Trin. (до 40 % от площади водоема); <i>Typha latifolia</i> L. (20 % от площади водоема)
4	Озеро Акчакуль (точка № 3) впадение питающих дренажных каналов	Погода: ясная, ветра нет, температура воздуха 32 °С	Расстояние от берега 1 км, глубина 2,5 м, умеренное наполнение чаши	Прозрачность до 2,5 м; цвет: желто-зеленый, без неприятного запаха	24	Песок	Хорошее развитие макрофитов: в прибрежной зоне и островками растет <i>Phragmites communis</i> Trin. (до 80 % от прибрежной зоны); <i>Typha latifolia</i> L. (20 % от прибрежной зоны); на глубине (пятнами): <i>Chara braunii</i> (40 %), <i>Potamogeton pectinatus</i> L. (20 %)
5	Озеро Каратерень (точка № 1) насосная станция	Погода: переменная облачность, ветра нет, температура воздуха 30 °С	Расстояние от берега 4–5 м, глубина 0,2–0,3 м, воды сравнительно мало (по словам рыбаков, вода ушла на 4 м)	Прозрачность воды: видно до дна, цвет: бесцветная	22,5	Песок, глина, ил темно-серого и черного цвета с запахом H <sub>2</sub> S, грубый растительный детрит	Очень слабое развитие макрофитов: <i>Phragmites communis</i> Trin. (до 10 % от прибрежной зоны); <i>Ruppia maritima</i> (5 %)
6	Озеро Каратерень (точка № 2) впадение дренажных каналов	Погода: переменная облачность, ветра нет, температура воздуха 31 °С	Расстояние от берега 2 м, глубина 0,4–0,5 м, воды сравнительно мало (по словам рыбаков, вода ушла на 4 м)	Прозрачность воды: видно до дна, цвет: бесцветная	23,5	Песок, глина, ил темно-серого и черного цвета с запахом H <sub>2</sub> S, грубый растительный детрит	Очень слабое развитие макрофитов: <i>Phragmites communis</i> Trin. (до 10 % от прибрежной зоны); <i>Ruppia maritima</i> (5 %)

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Озеро Найманкуль (12 га)	Погода: переменная облачность, ветра нет, температура воздуха 33°C	Расстояние от берега 2 м, глубина 0,4–0,5 м, умеренное наполнение чаши	Вода очень мутная; цвет: бурый с характерным запахом удобрений	28	Песок, глина, ил темно-серого и черного цвета с запахом H <sub>2</sub> S, грубый растительный детрит	Хорошее развитие макрофитов: в прибрежной зоне: <i>Phragmites communis</i> Trin. (до 20 % от прибрежной зоны); <i>Typha latifolia</i> L. (40 % от прибрежной зоны), <i>Scirpus</i> sp. (5 % от прибрежной зоны)

### Методы и методики

При гидрохимических исследованиях были использованы образцы воды на определение величины рН, которая определялась при помощи портативного прибора pHscan30 (КНР); общая минерализация определялась при помощи ESscan40 (КНР); содержание растворенного кислорода определялось методом Винклера; на содержание сульфат-ионов проводился качественный анализ, количество хлоридов определялось титрометрическим методом [6].

Сбор проб фитопланктона проводился по общепринятым альгологическим методикам, для индентификации видового состава микроводорослей использовали определители [10, 13, 14, 17].

Сбор перифитона (обрастания) производили с помощью скребка, скальпеля и пинцета. Небольшое количество отобранного материала вместе с водой помещали в широкогорлую банку с крышкой емкостью 0,5 л и с большим запасом воздуха и консервировали 40%-м формалином [10, 13, 14].

Индентификация видового состава микроводорослей производили по определителям (Забелина и др., 1953; Курсанов и др., 1977; Музафаров, 1965; Макрушин, 1974; Фауна аэротенков, 1984; Мошкова, Голлербах, 1986; Халилов и др., 2012; Streble, Krauter, 1988). Для оценки индекса сапробности (ИС) воды применяли метод индикаторных организмов Пантле и Букка в модификации Сладечека и по биотическому перифитонному индексу (БПИ) Тальских (1997) [2, 3, 9, 16, 19].

Индикаторную значимость S и зону сапробности определяли по спискам сапробности организмов СЭВ (Индикаторы сапробности, 1977) [2, 9, 13, 14].

Зообентос – отбор проб, таксономический и количественный анализ проводили согласно методическим рекомендациям по проведению гидробиологического мониторинга водных объектов Центральной Азии [4, 5, 10, 12–15]

Идентификацию видового состава организмов зообентоса производили по общепринятым определителям (Жадин В.И., 1961; Попова А.И., 1953; Чекановская О.В., 1962; Панкратова В.Я., 1970–1983; Лепнева С.Г., 1964–1966; Глухова В.М., 1979; Зайцева Ф.А., 1953) [11].

### Результаты

По гидрохимическим показателям все исследованные образцы воды относятся к солоноватой воде хлоридного типа (преобладание хлоридных ионов по сравнению с сульфатными в десятки раз, содержание сульфатов во всех взятых пробах воды не превышает 100 мг/л), рис. 9.

Однако инкубация карповых видов при данных значениях минерализации невозможна.

Остальные показатели не превышают предельно допустимые концентрации для параметров, используемых в рыбоводстве, т.е. позволяют выращивать товарную рыбу.

Минерализация повышенная, но позволяющая выращивать товарную рыбу (рис. 10).

По результатам разового рекогносцировочного обследования в пробах фитопланктона обнаружено 214 видов, разновидностей и форм водорослей: синезеленых (*Cyanophyta*) – 47 видов, диатомовых (*Bacillariophyta*) – 119 видов, зеленых (*Chlorophyta*) – 30 видов, динофитовых (*Dinophyta*) – 11 видов, евгленовых (*Euglenophyta*) – 5 видов и криптофитовых (*Chryptophyta*) – 2 вида (рис. 11).

В пробах разового отбора перифитона исследованных участков озер Приаралья всего было обнаружено 259 видов водных организмов, из которых продуцентов – 241 вид и 18 видов из группы консументов (11 – простейших, 3 вида из бентоса и 4 – ракушковые обрастатели).

Доминантный комплекс летнего перифитона был представлен прежде всего продуцентами – 241 вид, разновидностей и форм микроводорослей, из которых сине-зеленых (*Cyanophyta*) – 56 видов, диатомовых (*Bacillariophyta*) – 127 видов, зеленых (*Chlorophyta*) – 45 видов, 7 видов динофитовых (*Dinophyta*), 4 вида евгленовых (*Euglenophyta*) и по 1 виду криптофитовых (*Cryptophyta*) и красных (*Rhodophyta*) водорослей.

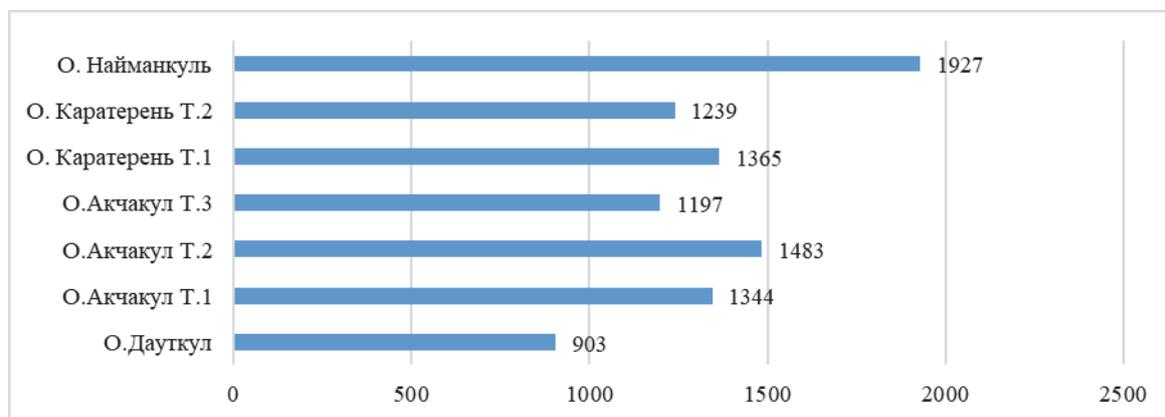


Рис. 9. Содержание хлоридов в воде (мг/л) обследованных озер Республики Каракалпакстан

Fig. 9. Chloride content in water (mg/l) of the surveyed lakes of the Republic of Karakalpakstan

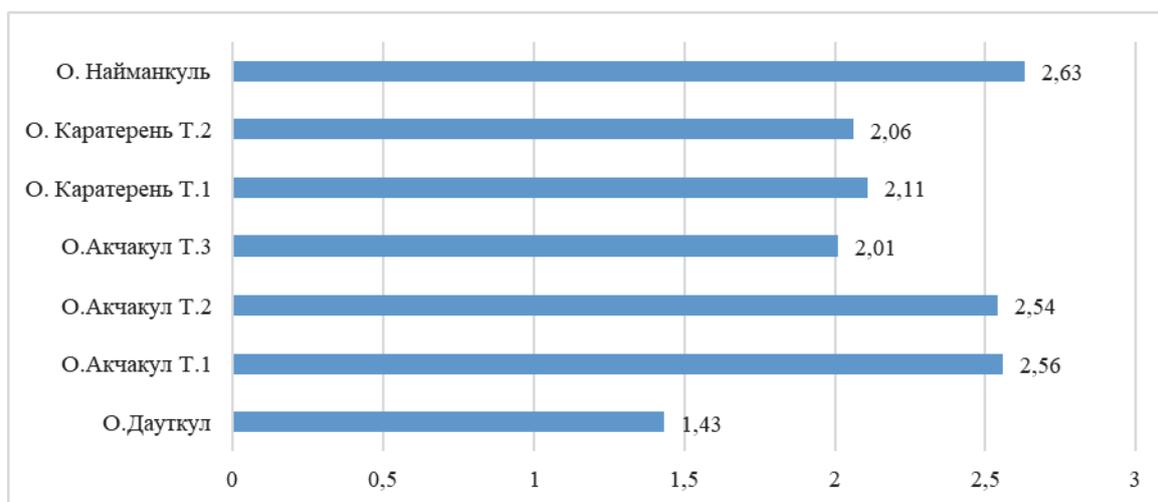


Рис. 10. Уровень общей минерализации воды (г/л) в обследованных озерах Республики Каракалпакстан

Fig. 10. Level of total water salinity (g/l) in the surveyed lakes of the Republic of Karakalpakstan

Для зообентоса исследованных озер Каракалпакской Республики характерен комплекс солоноватоводных видов организмов. Основу составляют истинно донная фауна, представленная в основном личинками хирономид, и фитофильная фауна, в зарослях высшей водной растительности, представлена стрекозами, олигохетами, моллюсками, хирономидами, жуками, характерными для умеренно загрязненных вод.

В составе зообентоса озера Дауткуль (27.06.2020 г.) в пробе № 1, отобранной с зарослей макрофитов в 200 м от берега при глубине 0,8–0,9 м было обнаружено 16 видов организмов зообентоса, из них: 2 вида стрекоз (*Odonata*), 4 вида жуков (*Coleoptera*), 7 видов двукрылых, преимущественно сем. Chironomidae, 1 вид моллюсков (*Mollusca*) и 2 вида малощетинковых червей (*Oligochaeta*).

В составе зообентоса озера Акчакуль в пробах в точке № 1, отобранных с зарослей макрофитов на глубине 0,6–0,7 м, было обнаружено 18 видов организмов зообентоса, из них: 1 вид поденок (*Ephemeroptera*), 2 вида ручейников (*Trichoptera*), 6 видов стрекоз (*Odonata*), 1 вид жуков (*Coleoptera*), 6 видов двукрылых, преимущественно сем. Chironomidae, 1 вид моллюсков (*Mollusca*) и 1 вид нематод (*Nematoda*).

В составе зообентоса озера Акчакуль в пробах в точке № 3, отобранных также с зарослей макрофитов на глубине 2 м, было обнаружено всего 8 видов организмов зообентоса, из них: 1 вид ручейников (*Trichoptera*), 1 вид стрекоз (*Odonata*), 6 видов сем. Chironomidae.

В составе зообентоса озера Каратерень в пробах, отобранных с грунта на глубине 0,3–0,4 м, было обнаружено всего 3 вида моллюсков, живых организмов в пробах зообентоса не оказалось, но хотелось бы отметить, что на точке № 1 на берегу роились береговушки (*Ephydra*), а на поверхности ила были видны трубочки малощетинковых червей сем. Tubificidae.

В составе зообентоса озера Найман в пробах, отобранных также с зарослей макрофитов и грунта на глубине 0,5 м, было обнаружено всего 13 видов организмов зообентоса, из них: 1 вид стрекоз (*Odonata*), 9 видов сем. Chironomidae, 1 вид моллюсков и 2 вида малощетинковых червей.

Наибольшее видовое разнообразие организмов зообентоса озер Каракалпакской Республики во время рекогносцировочного отбора было отмечено в пробах, отобранных из озера Акчакуль, а наименьшее количество видов было отмечено в пробах озера Каратерень – 5 видов (рис. 12, 13).

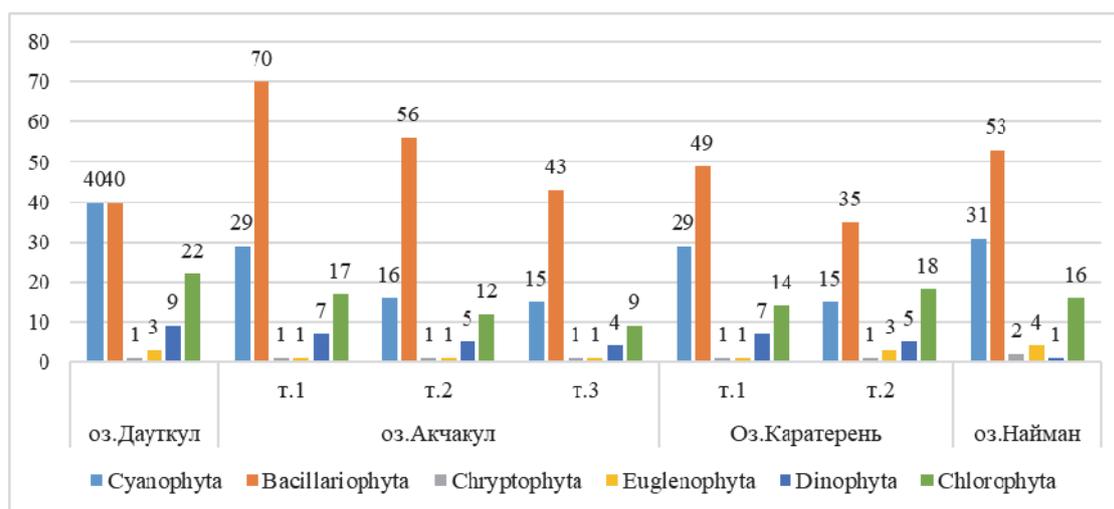


Рис. 11. Таксономическая структура фитопланктона в обследованных озерах Республики Каракалпакстан  
Fig. 11. Taxonomic structure of phytoplankton in the surveyed lakes of the Republic of Karakalpakstan

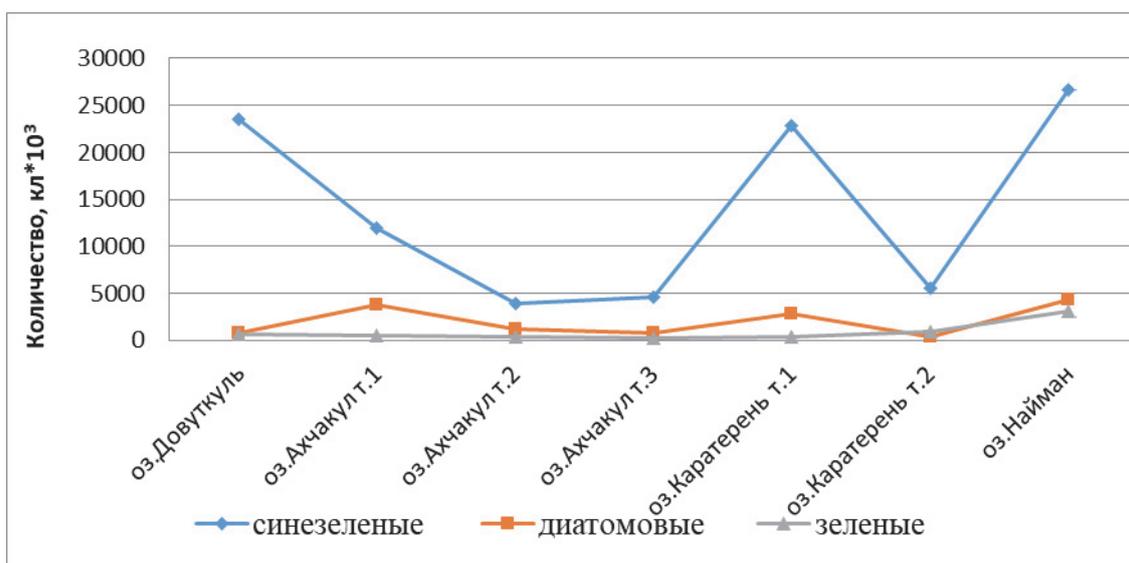


Рис. 12. Количественное развитие основных групп летнего фитопланктона в обследованных озерах Республики Каракалпакстан  
 Fig. 12. Quantitative development of the main groups of summer phytoplankton in the surveyed lakes of the Republic of Karakalpakstan

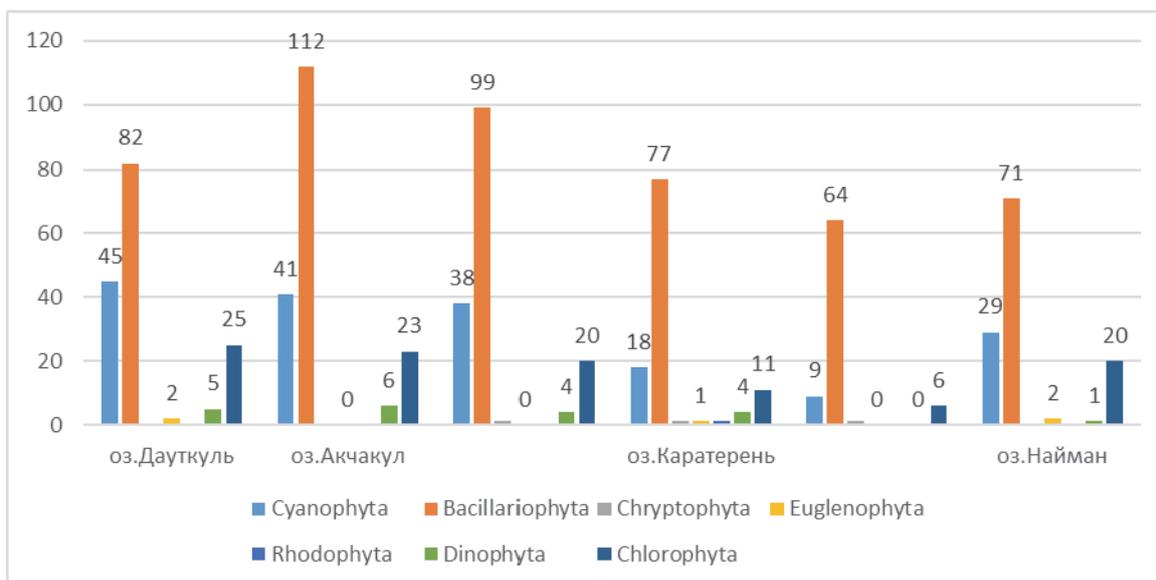


Рис. 13. Таксономическая структура перифитона в обследованных озерах Республики Каракалпакстан  
 Fig. 13. Taxonomic structure of the periphyton in the surveyed lakes of the Republic of Karakalpakstan

Зообентос озер Каракалпакской Республики в видовом отношении достаточно разнообразен, основу бентофауны на вышеуказанных точках отбора гидробиологических проб, донные отложения которых представлены в основном темно-серым, почти черным илом, мелкозернистым песком и глиной, составляют моллюски, в основном, *Lymnaea ovata Draparnaud* и хирономиды: несколько представителей рода *Chironomus*, а также *Cricotopus gr. bicinctus*, *Polypedilum scalaenum*, *Chaetocladius sp. (setosipennis)*, олигохеты: *Nais elinguis*, *Paranais litoralis* (рис. 14).

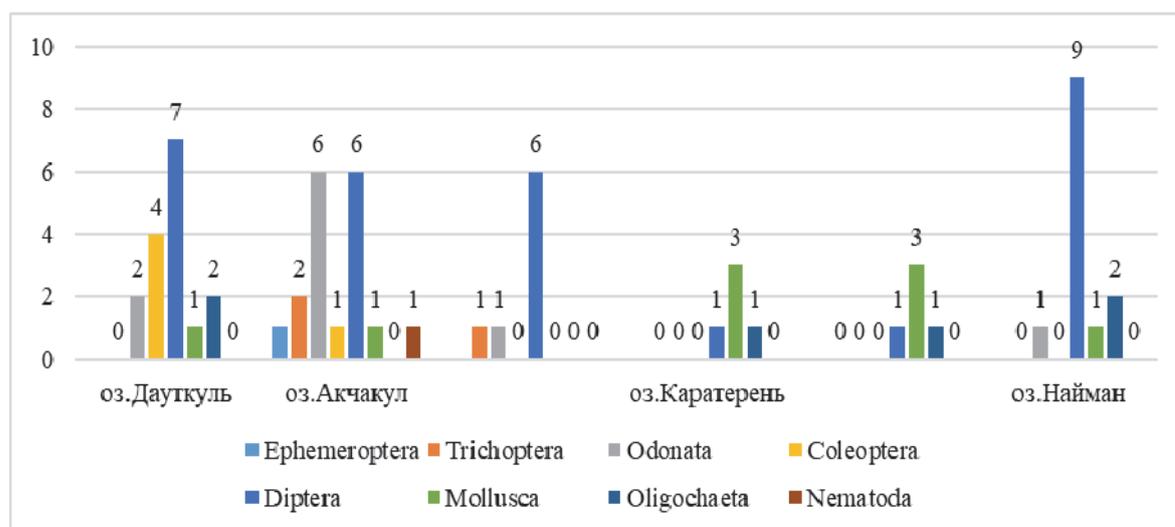


Рис. 14. Таксономическая структура зообентоса в обследованных озерах Республики Каракалпакстан  
 Fig. 14. Taxonomic structure of zoobenthos in the surveyed lakes of the Republic of Karakalpakstan

Озеро Дауткуль по показателям зообентоса можно отнести к водоемам со средней продуктивностью, а учитывая степень зарастания водоема можно порекомендовать зарыбить его как растительноядными видами рыб, так и бентоядными видами рыб, также хотелось бы отметить наличие детрита, что также способствует рыбопродуктивности данного водоема. Общая численность организмов зообентоса составляет 483 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 9,771 г/м<sup>2</sup>.

В озере Акчакул по гидрохимическим показателям состав воды не равномерен, что может вызвать разницу в количественном и качественном составе зообентоса. В целом, по показателям зообентоса данный водоем можно отнести к высокопродуктивным озерам. Здесь также хорошо развиты макрофиты, т.е. можно зарыблять как травоядными, так и бентоядными видами рыб. Общая численность организмов зообентоса на точке № 1 составляет 4207 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 52,706 г/м<sup>2</sup>, а на точке № 3 – 702 экз./м<sup>2</sup> и 4,445 г/м<sup>2</sup> соответственно.

В пробах, отобранных на озере Каратерень, живых организмов зообентоса обнаружено не было. Требуется фитомелиорация данного озера, чтобы улучшить качество воды и повысить его рыбопродуктивность.

Озеро Найманкуль относится к среднепродуктивным водоемам, общая численность организмов зообентоса составляет 1426 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 7,668 г/м<sup>2</sup>.

В ходе проведенного комплексного исследования охарактеризовано экологическое состояние водоемов Южного Приаралья.

Анализ экологических характеристик, обнаруженных в сообществах фитопланктона и перифитона водорослей, свидетельствует о том, что в условиях современной минерализации воды исследованных озер видовой состав составляют в основном пресноводно-солонатоводные о-б-, б- и б-а-мезосапробные солонатоводные и а-сапробные солонатоводно-морские формы водорослей.

Повышенную численность фитопланктона создавали в основном представители нитчатых синезеленых водорослей сем. Oscillatoriaceae и широко распространенные диатомовые *Amphora*, *Fragilaria*, *Mastogloia* и зеленые десмидиевые, протококковые и нитчатые водоросли родов *Spirogyra*, *Enteromorpha*, *Vaucheria*.

Качество воды в исследованных водоемах по показателям перифитона соответствует в основном III классу, что соответствует умеренно-загрязненным водам и переходному III–IV,

это связано с повышением минерализации. Значения биотического перифитонного индекса (БПИ) – 4–6 баллов, ИС – 1,86–2,05, экологическое состояние – от АБ до переходного АБ-Аб.

Качество воды в исследованных водоемах по показателям зообентоса на июнь 2020 г. озер Дауткуль, Акчакуль (точка № 1) и Найман соответствуют  $\beta$ - $\alpha$ -мезасапробной зоне, т.е. показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 2,5 до 3,00, т.е. качество воды соответствует III–IV классу: переходное состояние от умеренно-загрязненных вод к загрязненным водам.

Вода в озере Акчакуль (точка № 3) соответствуют  $\alpha$ -мезасапробной зоне, т.е. показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 3,00 до 3,50, качество воды соответствует IV классу – загрязненные воды.

Вода в озере Каратерень соответствуют  $\alpha$ - $\rho$ -сапробной зоне, т.е. показатели сапробности (S) находятся в диапазоне между 3,50 до 4,00, т.е. качество воды соответствует IV–V классу – переходное состояние от загрязненных вод к сильно эвтрофированным (рис. 15).

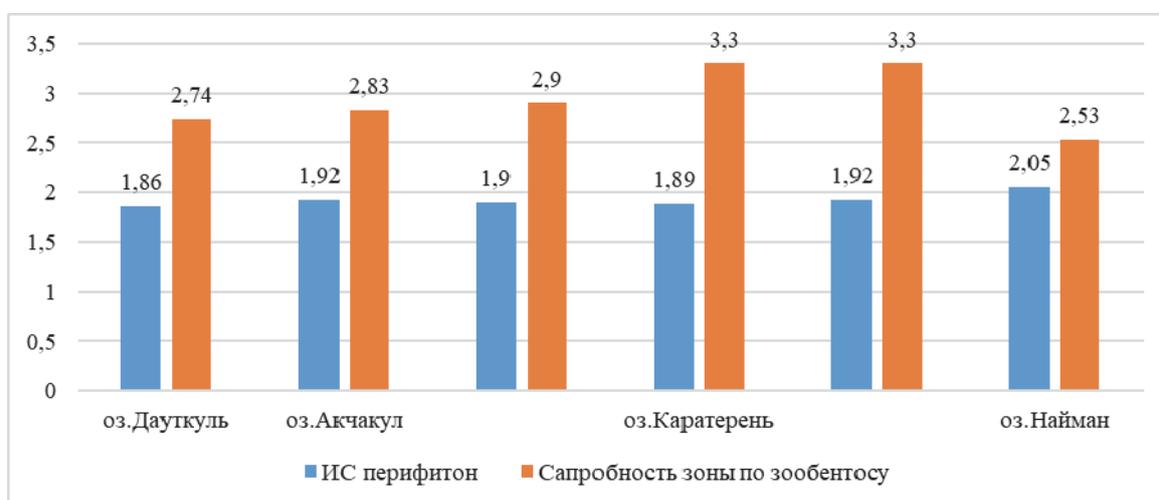


Рис. 15. Уровень сапробности в обследованных озёрах Республики Каракалпакстан  
Fig. 15. Saprobity level in the surveyed lakes of the Republic of Karakalpakstan

По данным гидрохимических анализов, проведенных летом 2020 г., видно, что основные показатели химического состава воды не превышают предельно допустимые концентрации для параметров, используемых в рыбоводстве, уровень общей минерализации в вышеперечисленных водоемах повышенный, но позволяющий выращивать товарную рыбу карповых видов, однако проведение инкубации при данных значениях не представляется возможным.

Полученная гидрохимическая и гидробиологическая информация исследуемых водоемов Приаралья свидетельствует о том, что антропогенные факторы, в особенности загрязнение, вызывают различные по глубине изменения в составе, структуре и экологическом состоянии водных биоценозов.

Таким образом, с научной и практической точек зрения исследования современного состояния флоры и фауны естественных и искусственных водоёмов: распространение и распределение, определение видового состава и экологических характеристик гидробионтов и структуры ихтиоценозов водоемов; выявление закономерностей формирования биоразнообразия водных биоценозов (планктон, перифитон, зообентос), определение численности и биомассы планктона и бентофауны в водоемах Каракалпакской Республики позволили, в известной мере, восполнить существующий информационный пробел и дать оценку современному экологическому состоянию гидробионтов в системе гидрографической сети водоемов Каракалпакстана.

### Библиографический список

1. Karimov B., Kamilov B., Upare M., Van Anrooy R., Bueno P., Shokhimardanov D. Inland capture fisheries and aquaculture in the Republic of Uzbekistan: current status and planning // FAO Fisheries and Aquaculture circular. Rome, FAO. 2009. № 1030/1. 124 p.
2. Абакумов В.А. Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 18–41.
3. Атлас беспозвоночных Аральского моря. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 272 с.
4. Булгаков Г.П. Принципы оценки качества текучих вод Узбекистана с помощью МБИ // Тр. САНИГМИ. М.: Гидрометеиздат, 1989. Вып. 135(216). С. 13–21.
5. Вудивис Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 132–161.
6. Инструкция по химическому анализу воды прудов. М.: ВНИИПРХ, 1984. С. 31–33.
7. Кондратьева, Л.М. Вторичное загрязнение водных экосистем // Водные ресурсы. 2000. Т. 27, № 2. С. 221–231.
8. Курбанов А.Р., Ким С.И. Проблемы рыбоводства в минерализованных водах // Охрана и рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья: материалы Междунар. науч.-практ. конф. 22–24.06.2010 г. (Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, г. Нукус). Ч. 2. С. 77–80.
9. Макрушин А.В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л.: Наука, 1974. 60 с.
10. Мустафаева З.А., Мирзаев У.Т., Камилов Б.Г. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов Узбекистана. Ташкент: Навруз, 2017. 112 с.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510 с.
12. Попченко В.И., Булгаков Г.П., Тальских В.Н. Мониторинг макрозообентоса // Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. С. 64–103.
13. Методы гидробиологического мониторинга водных объектов региона Центральной Азии: рекомендации / под ред. В.Н. Тальских, РУз 52.25.32-97. Ташкент, 1997. С. 67.
14. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
15. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.
16. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ, 1976. 4.3. 185 с.; Приложение 1: Индикаторы сапробности, 1977. 91 с.; Приложение 2: Атлас сапробных организмов, 1977. 227 с.
17. Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. 1961. Вып. 11. С. 411–415.
18. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ, 1979. С. 62–129.
19. Халилов С.А., Шоякубов Р.Ш., Темиров А., Тожибаев Т.Ж., Казирахимова Н.К. Улотриксковые водоросли Узбекистана. Наманган, 2012. 216 с.

© Курбанов А.Р., Ким С.И., Мустафаева З.А., Титова Н.О., 2020

Для цитирования: Курбанов А.Р., Ким С.И., Мустафаева З.А., Титова Н.О. Комплексное изучение современного экологического состояния естественных водоемов Республики Каракалпакстан // Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 54, № 4. С. 28–42.

Статья поступила в редакцию 7.09.2020, принята к публикации 8.10.2020.