

УДК 631.6.02

DOI: 10.31774/2658-7890-2020-1-14-26

**И. А. Усманов, Г. А. Ходжаева, А. К. Мусаева, Д. И. Махмудова,
Б. О. Машрапов**

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, Ташкент,
Республика Узбекистан

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ТУПОЛАНГСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ЦЕЛЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Цель: изучение качества воды Туполангского водохранилища и возможности его использования для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Проведены исследования динамики качества воды водного объекта по установленным пунктам (створам) наблюдения по сезонам 2018 г. **Материалы и методы исследования:** анализы отобранных проб воды по химическим и микробиологическим показателям проводили стандартными методами в соответствии с ГОСТ 951:2011. В работе использованы количественные и непараметрические статистические методы оценки достоверности сравниваемых величин, корреляционный анализ динамики основных показателей качества воды. **Результаты исследования.** Динамика общего микробного числа в воде водохранилища характеризуется максимумом значений в летне-осенний период года и минимумом – весной. Коэффициент (БГКП) в зависимости от сезона года и участка водоема определяется на уровне 2,60–2,98 тыс. в 1 дм³ воды. Наиболее высокая мутность воды в водохранилище определялась на уровне $(10,00 \pm 0,41)$ мг/дм³ на участке перед плотиной в зимний период года, а наименьшая $(0,50 \pm 0,18)$ мг/дм³ – в весенний сезон года на начальном участке водоема. В весенний период в воде нижнего участка водохранилища алюминий обнаруживается в концентрациях $(0,440 \pm 0,015)$ мг/дм³, а перед плотиной на уровне $(0,860 \pm 0,029)$ мг/дм³, что в 2,2 и 4,3 раза соответственно превышает предельно допустимые концентрации. В летний период в нижней части водохранилища концентрации магния превышают нормативные значения в 3,2 раза, а зимой в 1,3–1,7 раза в зависимости от участка водоема. В воде Туполангского водохранилища фтор присутствует в количествах в 3,9–7,0 раза ниже нормы. Изученный водный объект рекомендован к использованию для питьевых нужд населения с условием доочистки воды от микробного и химического загрязнения и обязательного ее фторирования.

Ключевые слова: Туполангское водохранилище; створы наблюдения; качество воды; микробиологические показатели; органолептические показатели; химические показатели; питьевое водопользование; население.

**I. A. Usmanov, G. A. Khodzhayeva, A. K. Musayeva, D. I. Makhmudova,
B. O. Mashrapov**

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems, Tashkent,
Republic of Uzbekistan

ASSESSMENT OF THE TUPOLANG RESERVOIR WATER QUALITY FOR THE PURPOSE OF USE FOR WATER SUPPLY

Purpose: is to study the water quality of the Tupolang reservoir and the possibility of its use for centralized municipal water supply to the population. Studies of the water quality



dynamics of a water body were carried out at the established observation points (sections) for 2018 seasons. **Materials and Methods:** analyzes of the selected water samples by chemical and microbiological indicators were carried out by standard methods in accordance with GOST 951:2011. The quantitative and non-parametric statistical methods for assessing the reliability of the compared values, a correlation analysis of the dynamics of the main indicators of water quality were used. **Results:** The dynamics of the total microbial number in the reservoir water is characterized by a maximum in estivo-autumnal period of the year and by a minimum in spring. Depending on the season of the year and the site of the reservoir, ColiIndex (BGKP) is determined at the level of 2.60–2.98 thousand in 1 dm³ of water. The highest water turbidity in the reservoir was determined at the level of (10.00 ± 0.41) mg/dm³ in the area in front of the dam in the winter season, and the smallest (0.50 ± 0.18) mg/dm³ in the spring season initial section of the reservoir. In spring, aluminum is found in water of the lower part of the reservoir in concentrations (0.440 ± 0.015) mg/dm³, and in front of the dam at the level of (0.860 ± 0.029) mg/dm³, which is 2.2 and 4.3 times higher than the maximum permissible concentrations. In summer, in the lower part of the reservoir, magnesium concentrations exceed standard values by 3.2 times, and in winter by 1.3–1.7 times, depending on the area of the reservoir. In water of the Tupolang reservoir, fluorine is present in amounts 3.9–7.0 times lower than normal. The studied water body is recommended for use for drinking needs of the population with the condition of final treatment from microbial and chemical pollution and its mandatory fluorination.

Key words: the Tupolang reservoir; observation control sections; water quality; microbiological indicators; organoleptic indicators; chemical indicators; drinking water use; population.

Введение. Водохранилища, представляя собой искусственные водоемы, обычно создаются для целей водоснабжения населения, для нужд энергетики и сельского хозяйства [1, 2]. Водная среда любого водохранилища имеет ряд специфических особенностей. Например, учеными установлено [3], что между содержанием тяжелых металлов в воде и донных отложениях Волгоградского водохранилища имеется самая прямая связь. Также выявлены закономерности миграции тяжелых металлов на различных участках этого водного объекта [3]. На примере Камского водохранилища учеными Пермского университета изучен гидродинамический и гидрохимический режим и его влияние на состояние гидро-, бенто- и ихтиофауны водоема [4].

По результатам исследований водохранилищ Якутии учеными ФГНУ «НИИ прикладной экологии Севера» СВФУ им. М. К. Аммосова предложена система комплексного экологического мониторинга этих водохранилищ с применением метода ключевых участков по блочному принципу (состоящая из блоков «Водная среда», «Климат», «Геоэкологическая

гия. Ландшафты», «Почвенно-растительный покров», «Животный мир», «Ихтиология») [5].

Проведенный анализ состояния водохранилищ с длительным периодом эксплуатации позволил ученым разработать способы защиты береговой линии и наиболее интенсивно используемых участков акватории этих водных объектов [6].

Большинство водохранилищ Узбекистана расположены в наиболее экономически развитой части региона, включающей почти полностью обжитые и интенсивно используемые в сельском хозяйстве районы страны [7, 8]. Однако до настоящего времени в Узбекистане были проведены лишь единичные исследования, посвященные изучению состояния водохранилищ южных регионов республики и бассейна р. Сырдарьи, используемых для нужд питьевого водоснабжения населения [9, 10].

В настоящее время в республике эксплуатируется 55 водохранилищ, в основном ирригационного назначения. Их полный проектный объем составляет $19,8 \text{ км}^3$, полезный – $14,8 \text{ км}^3$. Туполангское водохранилище расположено в Сурхандарьинской области Узбекистана в южной части Гиссарского горного хребта и ограничено хребтами: с запада Сурхантау и с востока Мачетли. Водохранилище заполняется водой из р. Туполанг. Строительство Туполангского водохранилища было завершено в 1994 г.

Цель работы – изучение качества воды Туполангского водохранилища в соответствии требованиями ГОСТ 951:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» для обеспечения населения южных регионов Узбекистана питьевой водой.

Материалы и методы исследования. Для оценки качества воды Туполангского водохранилища по сезонам 2018 г. (зима, весна, лето, осень) проводили отбор проб воды по четырем участкам наблюдения: начальная часть (створ 1), средняя часть (створ 2), нижняя часть (створ 3) и перед плотиной (створ 4). Анализы отобранных проб воды по химическим и

микробиологическим показателям проводили стандартными методами в соответствии с ГОСТ 951:2011 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

В работе использованы количественные и непараметрические статистические методы оценки достоверности сравниваемых величин, корреляционный анализ динамики основных показателей качества воды водных объектов.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями установлено, что в зимний период года количество сапрофитных микроорганизмов (ОМЧ) в воде Туполангского водохранилища не превышает нормативных значений (таблица 1).

Таблица 1 – Качество воды Туполангского водохранилища по микробиологическим и органолептическим показателям (средние данные из трех проб)*

Показатель, мг/л	ПДК**	Сезон 2018 г.	Створ 1	Створ 2	Створ 3	Створ 4
1	2	3	4	5	6	7
1 ОМЧ (количество микробов в 1 см ³ воды)	Не более 100	Зима	20 ± 0,80	19 ± 0,66	16 ± 0,62	18 ± 0,66
		Весна	201 ± 9,04	161 ± 7,08	105 ± 4,62	107 ± 4,70
		Лето	339 ± 15,25	319 ± 14,35	1000 ± 45,0	1000 ± 45,0
		Осень	142 ± 6,10	114 ± 5,02	99 ± 4,06	301 ± 13,54
2 Число БГКП, тыс. в 1 дм ³ воды	1,0	Зима	2,60 ± 0,091	2,62 ± 0,092	2,64 ± 0,092	2,65 ± 0,093
		Весна	2,75 ± 0,096	2,76 ± 0,097	2,74 ± 0,096	2,7 ± 0,094
		Лето	2,85 ± 0,099	2,87 ± 0,100	2,88 ± 0,101	2,89 ± 0,101
		Осень	2,91 ± 0,102	2,94 ± 0,103	2,94 ± 0,103	2,98 ± 0,104
3 Запах, баллы, не более	2	Зима	1 ± 0,033	1 ± 0,033	1 ± 0,033	1 ± 0,033
		Весна	1 ± 0,033	1 ± 0,033	1 ± 0,033	1 ± 0,033
		Лето	2 ± 0,07	2 ± 0,07	2 ± 0,07	2 ± 0,07
		Осень	2 ± 0,07	2 ± 0,07	2 ± 0,07	2 ± 0,07
4 Мутность, мг/дм ³	1,5	Зима	2,0 ± 0,07	1,7 ± 0,05	2,4 ± 0,08	10,0 ± 0,41
		Весна	0,5 ± 0,18	2,0 ± 0,07	3,4 ± 0,12	1,8 ± 0,06
		Лето	0,6 ± 0,19	0,6 ± 0,19	0,7 ± 0,02	0,8 ± 0,02
		Осень	0,8 ± 0,02	0,2 ± 0,006	2,0 ± 0,07	4,0 ± 0,001
5 Цветность, градусы, не более	20	Зима	9,0 ± 0,29	7,0 ± 0,24	11,0 ± 0,38	19,0 ± 0,66
		Весна	7,0 ± 0,24	6,0 ± 0,19	8,0 ± 0,26	11,0 ± 0,36
		Лето	4,0 ± 0,13	5,0 ± 0,16	7,0 ± 0,23	6,0 ± 0,19
		Осень	17,0 ± 0,63	18,0 ± 0,66	19,0 ± 0,66	16,0 ± 0,62
6 Водородный показатель pH	6–9	Зима	6,4 ± 0,21	6,6 ± 0,22	7,0 ± 0,23	7,0 ± 0,23
		Весна	6,8 ± 0,22	6,8 ± 0,22	7,0 ± 0,23	6,85 ± 0,22
		Лето	6,5 ± 0,21	7,2 ± 0,23	6,8 ± 0,22	7,3 ± 0,24
		Осень	6,7 ± 0,22	6,7 ± 0,22	6,75 ± 0,22	6,80 ± 0,22

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
7 Общая минерализация (сухой остаток), мг/дм ³	1000,0	Зима	250 ± 11,25	240 ± 10,8	240 ± 10,8	244 ± 10,98
		Весна	132 ± 5,81	120 ± 5,28	120 ± 5,28	130 ± 5,72
		Лето	144 ± 6,33	132 ± 5,81	154 ± 6,78	184 ± 8,10
		Осень	140 ± 6,16	174 ± 7,66	180 ± 7,92	180 ± 7,92
8 Жесткость общая, мг-экв./дм ³	7,0	Зима	3,90 ± 0,13	3,65 ± 0,12	3,65 ± 0,12	3,65 ± 0,12
		Весна	1,90 ± 0,06	2,20 ± 0,08	1,70 ± 0,05	1,90 ± 0,06
		Лето	2,25 ± 0,08	2,00 ± 0,07	2,60 ± 0,10	2,75 ± 0,10
		Осень	2,20 ± 0,08	2,50 ± 0,09	2,70 ± 0,09	2,65 ± 0,10
9 Сульфаты (SO ₄), мг/дм ³	400,0	Зима	94,2 ± 3,86	87,1 ± 3,57	84,8 ± 3,48	82,7 ± 3,39
		Весна	24,2 ± 0,92	43,3 ± 1,69	23,7 ± 0,90	24,6 ± 0,93
		Лето	41,6 ± 1,58	30,4 ± 1,16	30,3 ± 1,15	52,8 ± 2,06
		Осень	34,0 ± 1,12	54,0 ± 1,78	48,0 ± 1,58	52,0 ± 1,72
10 Хлориды (Cl), мг/дм ³	250,0	Зима	7,9 ± 0,25	6,8 ± 0,22	6,2 ± 0,20	7,4 ± 0,24
		Весна	7,5 ± 0,25	5,9 ± 0,19	6,8 ± 0,22	5,3 ± 0,17
		Лето	5,9 ± 0,19	5,7 ± 0,18	11,1 ± 0,37	6,8 ± 0,22
		Осень	6,0 ± 0,198	4,0 ± 0,128	5,0 ± 0,16	7,0 ± 0,231
11 Окисляемость перманганатная, мг O ₂ /дм ³	5,0	Зима	0,42 ± 0,014	0,46 ± 0,016	0,45 ± 0,015	0,46 ± 0,016
		Весна	0,28 ± 0,009	0,25 ± 0,008	0,28 ± 0,009	0,27 ± 0,009
		Лето	0,80 ± 0,028	0,72 ± 0,025	0,75 ± 0,026	0,79 ± 0,027
		Осень	0,30 ± 0,010	0,36 ± 0,012	0,36 ± 0,012	0,35 ± 0,012
12 БПКполн., мг O ₂ /дм ³	3,0	Зима	0,18 ± 0,006	0,22 ± 0,007	0,22 ± 0,007	0,24 ± 0,008
		Весна	0,11 ± 0,004	0,10 ± 0,0035	0,15 ± 0,0052	0,13 ± 0,0045
		Лето	3,0 ± 0,096	2,75 ± 0,088	2,62 ± 0,083	2,37 ± 0,075
		Осень	0,13 ± 0,004	0,16 ± 0,0056	0,18 ± 0,006	0,16 ± 0,0056
13 Магний (Mg), мг/дм ³	10,0	Зима	13,5 ± 0,472	17,0 ± 0,595	16,6 ± 0,581	15,4 ± 0,525
		Весна	6,8 ± 0,224	7,0 ± 0,231	5,2 ± 0,171	5,1 ± 0,168
		Лето	10,2 ± 0,336	6,4 ± 0,211	32,1 ± 1,123	10,4 ± 0,33
		Осень	9,6 ± 0,316	9,0 ± 0,297	10,1 ± 0,333	8,3 ± 0,273
14 Нитраты (NO ₃), мг/дм ³	45,0	Зима	3,9 ± 0,124	3,8 ± 0,121	3,9 ± 0,124	3,7 ± 0,118
		Весна	1,9 ± 0,06	1,1 ± 0,033	1,8 ± 0,055	1,6 ± 0,049
		Лето	1,7 ± 0,054	1,8 ± 0,057	1,7 ± 0,054	2,3 ± 0,073
		Осень	1,5 ± 0,048	1,6 ± 0,051	1,5 ± 0,048	1,9 ± 0,06
15 Фтор (F), мг/дм ³	0,7	Зима	0,14 ± 0,0049	0,15 ± 0,0052	0,15 ± 0,0052	0,18 ± 0,006
		Весна	0,10 ± 0,0035	0,10 ± 0,0035	0,11 ± 0,0038	0,12 ± 0,0042
		Лето	0,12 ± 0,0042	0,12 ± 0,0042	0,16 ± 0,0056	0,14 ± 0,0049
		Осень	0,10 ± 0,0035	0,10 ± 0,0035	0,12 ± 0,0042	0,13 ± 0,0045
16 Алюминий (Al), мг/дм ³	0,2	Зима	0,17 ± 0,0054	0,15 ± 0,0051	0,18 ± 0,0062	0,16 ± 0,0057
		Весна	0,19 ± 0,0082	0,18 ± 0,0077	0,440 ± 0,015	0,860 ± 0,029
		Лето	0,14 ± 0,0045	0,15 ± 0,0055	0,12 ± 0,0039	0,16 ± 0,0072
		Осень	0,18 ± 0,0079	0,14 ± 0,0052	0,17 ± 0,0076	0,19 ± 0,0083

* Погрешности измерений (неопределенность) органических веществ в воде соответствуют параметрам, указанным в техническом паспорте спектрофотометра Srekol-2014, которые подтверждены в 2018 г. сертификатом соответствия Узбекского национального института метрологии.

** ПДК – предельно допустимая концентрация вредных веществ в воде водных объектов питьевого и культурно-бытового назначения (ГОСТ 951:2011).

ОМЧ – общее микробное число.

БГКП – бактерии группы кишечной палочки.

Однако весной и осенью значения ОМЧ превышают допустимые величины, а летом в воде водохранилища обнаруживаются максимальные концентрации ОМЧ (рисунок 1).

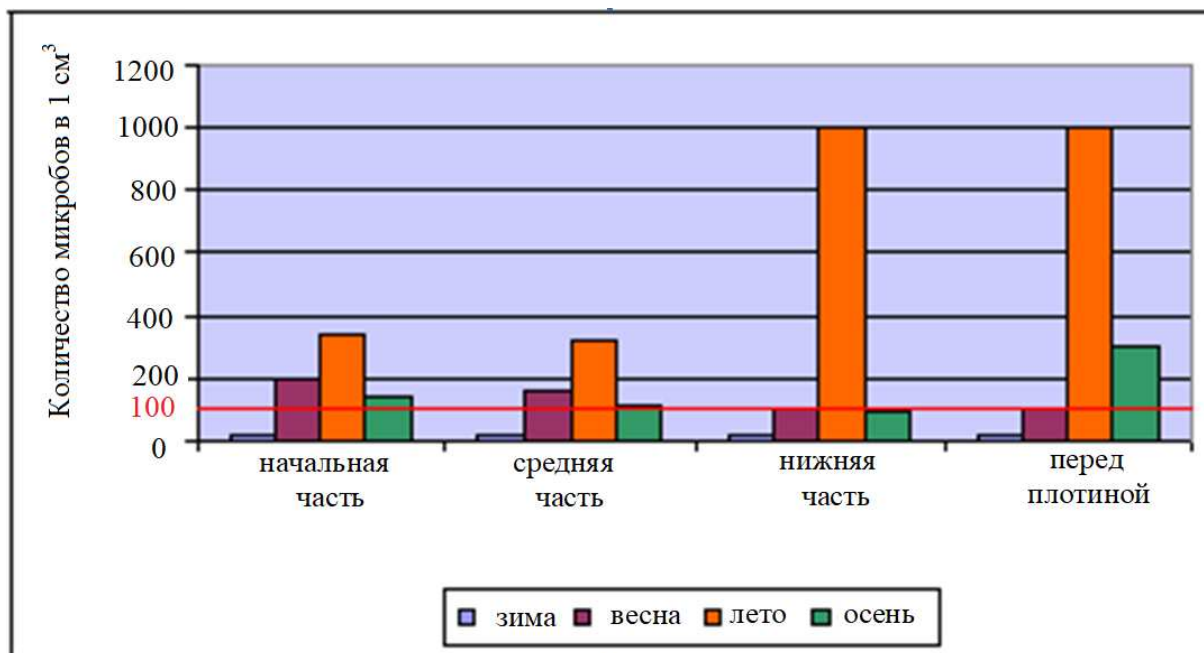


Рисунок 1 – Общее микробное число в воде

Колииндекс (БГКП) по всем сезонам года в 2,3–2,4 раза превышает установленные нормы для водных объектов питьевого назначения. При этом различий в динамике БГКП в воде водохранилища в зависимости от сезона года не установлено.

Динамика органолептических показателей воды (запах, цветность и водородный показатель) по всем сезонам года в установленных створах Туполангского водохранилища находится в пределах нормативных значений. Вместе с тем показатель мутности воды в весенний период в трех створах водохранилища (средняя, нижняя части и участок водоема перед плотиной) превышает установленный норматив. Максимальные величины показателя мутности воды установлены на участке Туполангского водохранилища перед плотиной (створ 4). На этом участке мутность воды составляет 10 мг/дм^3 воды, что в 6,6 раза превышает установленную ПДК (рисунок 2).

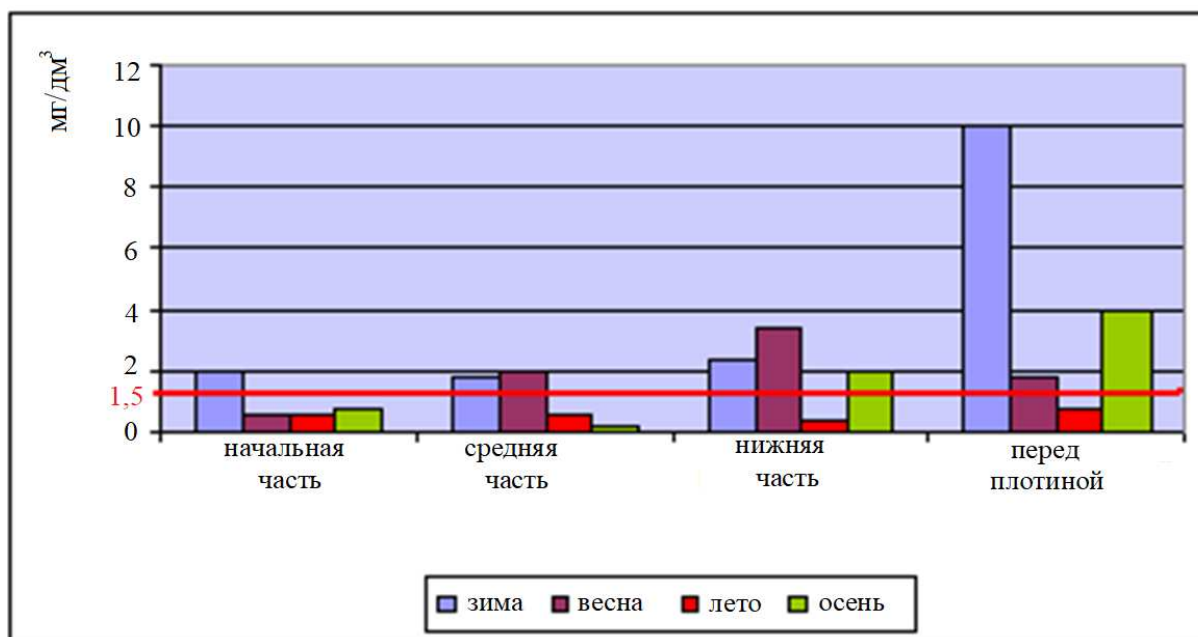


Рисунок 2 – Мутность воды

Общая минерализация воды на всех изученных участках водохранилища характеризуется наиболее высокими показателями в зимний период, когда сухой остаток находится в пределах 240–250 мг/дм³. В весенне-летний и осенний периоды минерализация воды составляет 120–184 мг/дм³ и не выходит за пределы установленных гигиенических норм (см. таблицу 1).

Аналогичная динамика качества воды в водохранилище установлена по общей жесткости. Зимой показатель общей жесткости воды в зависимости от участка водохранилища составляет 3,65–3,90 мг-экв./дм³. В остальные сезоны года отмечается тенденция к снижению уровней жесткости воды до 1,70–2,75 мг-экв./дм³. Однако в целом показатель общей жесткости воды во всех установленных створах водохранилища не превышает нормативных значений.

Качество воды водного объекта по концентрациям сульфатов соответствует требованиям ГОСТ 951:2011, предъявляемым к водоемам, являющимся источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. В воде водохранилища сульфаты содержатся в пределах нормативных значений, хотя в зимний период их концентрации в воде возрастают в 2–4 раза по сравнению с летним и весенним сезоном года.

Вода на всех изученных участках Туполангского водохранилища (створы 1–4) характеризуется незначительным содержанием органических веществ как по показателям перманганатной окисляемости, так и по показателю биохимического потребления кислорода (БПК). Однако окисляемость воды в створах водного объекта в летний период по сравнению с другими сезонами возрастает и составляет 0,72–0,80 мг O_2 /дм³.

Такая же динамика наблюдается в отношении БПК в воде Туполангского водохранилища. Летом величины БПК в воде водного объекта составляют 2,3–3,0 мг O_2 /дм³, тогда как в зимний период этот показатель был на уровне 0,18–0,24 мг O_2 /дм³, весной 0,10–0,15 мг O_2 /дм³ и осенью 0,13–0,18 мг O_2 /дм³.

Увеличение степени загрязнения воды органическими веществами, определяемое показателями окисляемости и БПК летом, очевидно, связано с повышением температуры, антропогенной нагрузки на водоем и ускорением процессов самоочищения в водоеме в этот сезон года.

В летний период в нижней части водохранилища концентрации магния превышают нормативные значения в 3,2 раза, а зимой в 1,3–1,7 раза в зависимости от участка водоема (рисунок 3). Весной и осенью концентрации магния в воде водохранилища не выходят за пределы допустимых значений.

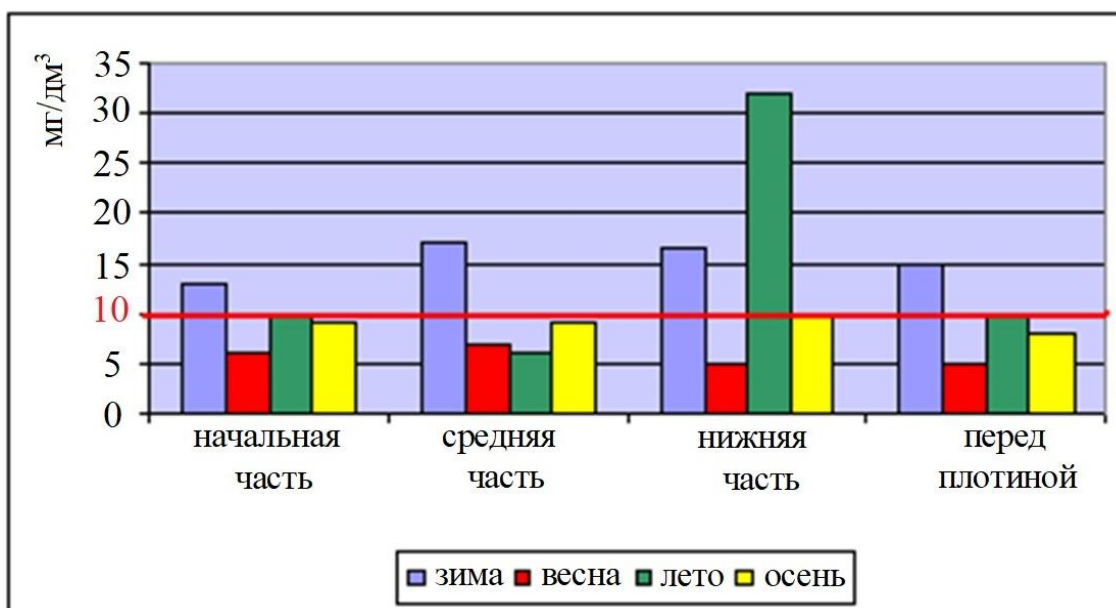


Рисунок 3 – Содержание магния в воде

Динамика содержания соединений азота в воде водотока отражает не только интенсивность и направленность процессов самоочищения, но и потребление этих веществ водным биоценозом. Концентрация нитратов имеет выраженный минимум в весенний, летний и осенний период года. Тенденция увеличения концентрации нитратов в воде отмечается в летний сезон года по всем установленным створам наблюдения в Туполангском водохранилище. Такое положение, по-видимому, связано с вымыванием из почвы загрязнений в водоем в зимний период года, когда выпадают обильные осадки.

Из данных таблицы 1 видно, что в зимний период года фтор в воде водохранилища содержится в концентрациях $0,14\text{--}0,15\text{ мг/дм}^3$, величины которых в 3,8–5,0 раза ниже нормативных значений. Весной концентрации фтора в воде определяются на уровне $0,10\text{--}0,12\text{ мг/дм}^3$, что ниже установленных норм в 5,8–7,0 раза. Летом фтор в воде обнаруживается в концентрациях $0,12\text{--}0,16\text{ мг/дм}^3$, а осенью $0,10\text{--}0,13\text{ мг/дм}^3$, что ниже значений ПДК в 4,4–5,8 и 5,4–7,0 раза соответственно.

Тяжелые металлы в воде Туполангского водохранилища обнаруживаются на уровне фоновых значений и не превышают ПДК. Вместе с этим в весенний период в воде нижнего участка водохранилища обнаруживается алюминий в концентрациях $(0,440 \pm 0,015)\text{ мг/дм}^3$, а перед плотиной на уровне $(0,860 \pm 0,029)\text{ мг/дм}^3$, что в 2,2 и 4,3 раза соответственно превышает установленные на них ПДК. По другим сезонам года концентрации алюминия в воде водохранилища не выходят за пределы гигиенических норм.

Таким образом, Туполангское водохранилище может быть использовано в качестве источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Для практической реализации такого проекта необходимо применение соответствующих технологий очистки воды, способствующих устранению в воде мутности, наличия алюминия, микробного загрязнения, а также обязательного фторирования воды.

Выводы

1 Динамика микробиологических показателей Туполангского водохранилища характеризуется максимумом значений общего микробного числа в воде водоема в летний сезон года и несоответствием величин индекса кишечной палочки независимо от сезона года и участка водоема нормативным требованиям.

2 Наиболее высокие величины мутности воды в водохранилище на уровне 10 мг/дм^3 установлены на участке перед плотиной в зимний период года, а наименьшие ($0,8 \text{ мг/л}$) на этом же участке водоема в летний сезон года.

3 На нижнем участке водохранилища весной алюминий обнаруживается в концентрациях $(0,440 \pm 0,015) \text{ мг/дм}^3$, а перед плотиной на уровне $(0,860 \pm 0,029) \text{ мг/дм}^3$, что в 2,2 и 4,3 раза соответственно превышает установленную величину ПДК.

4 В зимний период концентрации магния в воде водоема превышают ПДК в 1,3–1,7 раза. Весной, летом и осенью магний в воде водохранилища не превышает нормативные значения.

5 В воде Туполангского водохранилища фтор в зависимости от сезона года и створа водоема присутствует в количествах $0,10\text{--}0,18 \text{ мг/дм}^3$ (ПДК $0,7 \text{ мг/дм}^3$).

6 Туполангское водохранилище может быть использовано в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения населения при условии очистки воды от алюминия, микробного загрязнения, а также обязательного фторирования воды.

Список использованных источников

1 Авакян, А. Б. Водохранилища / А. Б. Авакян, В. П. Салтанкин, В. В. Шаранов. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.

2 Пудовкин, А. Л. Гидрология суши: водохранилища / А. Л. Пудовкин. – 224 с. – (Открытая платформа электронных публикаций SPUBLER. Дата публикации: 2015-07-26).

3 Болотов, В. П. Оценка содержания и миграция тяжелых металлов в экосистемах Волгоградского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Болотов Владимир Петрович. – М., 2015. – 20 с.

4 Зиновьев, Е. А. Характеристика современного состояния водной экосистемы верхней части Камского водохранилища / Е. А. Зиновьев, С. А. Двинских, А. Б. Китаев // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. – 2018. – Т. 28, вып. № 1. – С. 50–56.

5 Ильинский, И. И. Проблемы проектирования, эксплуатации и охраны водохранилищ в Узбекистане / И. И. Ильинский, О. П. Миршина, С. Б. Шоумаров. – Ташкент: Медицина, 2013. – 135 с.

6 Искандарова, Ш. Т. Прогноз изменения качества воды в реке Зеравшан в условиях Узбекистана / Ш. Т. Искандарова // Экология и строительство. – 2018. – № 3. – С. 4–10.

7 Саввинов, Г. Н. Экологический мониторинг водохранилищ в Якутии / Г. Н. Саввинов, В. В. Иванов, А. А. Ахметшин // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6. – С. 22–25.

8 Семененко, С. Я. Водохранилища равнинных рек: проблемы и решения / С. Я. Семененко // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 2. – С. 145–151.

9 Усманов, И. А. Оценка качества воды водоемов южных регионов Узбекистана / И. А. Усманов, А. К. Мусаева // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2018. – С. 284–288.

10 Хасанова, М. И. К вопросу экологической безопасности водоемов в среднем течении бассейна реки Сырдарьи / М. И. Хасанова // Экологический вестник Узбекистана. – 2018. – № 2. – С. 10.

References

1 Avakyan A.B., Saltankin V.P., Sharanov V.V., 1987. *Vodokhranilishcha* [Reservoirs]. Moscow, Thought Publ., 325 p. (In Russian).

2 Pudovkin A.L., 2015. *Gidrologiya sushi: vodokhranilishcha* [Land Hydrology: Reservoirs]. 224 p. (Open platform for electronic publications SPUBLER. Date of publication: 2015-07-26). (In Russian).

3 Bolotov V.P., 2015. *Otsenka sodержaniya i migratsiya tyazhelykh metallov v ekosistemakh Volgogradskogo vodokhranilishcha. Avtoreferat diss. kand. biol. nauk* [Estimation of the content and migration of heavy metals in the ecosystems of the Volgograd reservoir. Abstract of cand. bio. sci.]. Moscow, 20 p. (In Russian).

4 Zinov'ev E.A., Dvinsky S.A., Kitaev A.B., 2018. *Kharakteristika sovremennogo sostoyaniya vodnoy ekosistemy verkhney chasti Kamskogo vodokhranilishcha* [Characterization of the current state of the aquatic ecosystem of the upper part of the Kama reservoir]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle* [Bull. of Udmurt University. Series: Biology. Earth Sciences], vol. 28, no. 1, pp. 50-56. (In Russian).

5 Ilyinskiy I.I., Mirshina O.P., Shoumarov S.B., 2013. *Problemy proektirovaniya, ekspluatatsii i okhrany vodokhranilishch v Uzbekistane* [Problems of Design, Operation and Protection of Reservoirs in Uzbekistan]. Tashkent, Medicine Publ., 135 p. (In Russian).

6 Iskandarova Sh.T., 2018. *Prognoz izmeneniya kachestva vody v reke Zeraвшan v usloviyakh Uzbekistana* [Forecast of changes in water quality in the Zeravshan river under the conditions of Uzbekistan]. *Ekologiya i stroitel'stvo* [Ecology and Construction], no. 3, pp. 4-10. (In Russian).

7 Savvinov G.N., Ivanov V.V., Akhmetshin A.A., 2011. *Ekologicheskiy monitoring vodokhranilishch v Yakutii* [Ecological monitoring of reservoirs in Yakutia]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Current Issues of Science and Education], no. 6, pp 22-25. (In Russian).

8 Semenenko S.Ya., 2017. *Vodokhranilishcha ravninnykh rek: problemy i resheniya* [Reservoirs lowland rivers: problems and solutions]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes in Modern Natural Science], no. 2, pp. 145-151. (In Russian).

9 Usmanov I.A., Musaeva A.K., 2018. *Otsenka kachestva vody vodoemov yuzhnykh*

regionov Uzbekistana [Assessment of water quality of reservoirs in the southern regions of Uzbekistan]. *Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: sbornik mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Results and Prospects for the Development of Agro-Industrial Complex: Proc. International Scientific-Practical Conference]. Astrakhan, pp. 284–288. (In Russian).

10 Khasanova M.I., 2018. *K voprosu ekologicheskoy bezopasnosti vodoemov v srednem techenii basseyna reki Syrdar'i* [On the ecological safety of water bodies in the middle reaches of the Syr Darya river basin]. *Ekologicheskiy vestnik Uzbekistana* [Ecological Bulletin of Uzbekistan], no. 2, p. 10. (In Russian).

Усманов Ислам Аббасович

Ученая степень: доктор медицинских наук

Должность: заведующий лабораторией гидроэкологии и охраны водных ресурсов

Место работы: государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем»

Адрес организации: массив Карасу-4, д. 11, г. Ташкент, Республика Узбекистан, 100187

E-mail: islamabbasovich@gmail.com, islam-ru2011@yandex.ru

Usmanov Islam Abbasovich

Degree: Doctor of Medical Sciences

Position: Head of the Laboratory of Hydro-ecology and Water Resources Protection

Affiliation: Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems

Affiliation address: massiv Karasu-4, 11, Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100187

E-mail: islamabbasovich@gmail.com, islam-ru2011@yandex.ru

Ходжаева Гульнора Аскарровна

Должность: инженер лаборатории гидроэкологии и охраны водных ресурсов

Место работы: государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем»

Адрес организации: массив Карасу-4, д. 11, г. Ташкент, Республика Узбекистан, 100187

E-mail: ahgulnora@mail.ru

Khodzhayeva Gulnora Askarovna

Position: Engineer of Laboratory of Hydro-ecology and Water Resources Protection

Affiliation: Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems

Affiliation address: massiv Karasu-4, 11, Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100187

E-mail: ahgulnora@mail.ru

Мусаева Алкагуль Касимбековна

Должность: младший научный сотрудник лаборатории гидроэкологии и охраны водных ресурсов

Место работы: государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем»

Адрес организации: массив Карасу-4, д. 11, г. Ташкент, Республика Узбекистан, 100187

Контактный телефон:

E-mail: malkagul@mail.ru

Musayeva Alkagul Kasimbekovna

Position: Junior Researcher of Laboratory of Hydro-ecology and Water Resources Protection

Affiliation: Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems

Affiliation address: massiv Karasu-4, 11, Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100187

E-mail: malkagul@mail.ru

Махмудова Дилбар Илхомовна

Должность: инженер лаборатории гидроэкологии и охраны водных ресурсов

Место работы: государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем»

Адрес организации: массив Карасу-4, д. 11, г. Ташкент, Республика Узбекистан, 100187

E-mail: islam-ru2011@yandex.ru

Makhmudova Dilbar Ilkhomovna

Position: Engineer of Laboratory of Hydro-ecology and Water Resources Protection

Affiliation: Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems

Affiliation address: massiv Karasu-4, 11, Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100187

E-mail: islam-ru2011@yandex.ru

Машрапов Баходир Олимжонович

Должность: ведущий инженер лаборатории гидроэкологии и охраны водных ресурсов

Место работы: государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем»

Адрес организации: массив Карасу-4, д. 11, г. Ташкент, Республика Узбекистан, 100187

E-mail: b.mashrapov1991@gmail.com

Mashrapov Bahodir Olimzhonovich

Position: Leading Engineer of Laboratory of Hydro-ecology and Water Resources Protection

Affiliation: Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems

Affiliation address: massiv Karasu-4, 11, Tashkent, Republic of Uzbekistan, 100187

E-mail: b.mashrapov1991@gmail.com