

УДК 556.551:551.579

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2021-1-14-24>

## ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ

И.Л. Григорьева<sup>1</sup>, В.В. Кузовлев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт водных проблем РАН, Ивановская НИС, г. Конаково,  
Тверская область

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Тверской государственный технический университет,  
г. Тверь

Проведен анализ современного состояния и изменения за многолетний период характеристик зимнего гидрохимического режима Ивановского водохранилища. Представлены осредненные за период с 2013 по 2019 гг. концентрации главных ионов и биогенных элементов, значений минерализации воды, физико-химических и показателей органического вещества, а также концентраций марганца в различные сезоны года. Показаны отличия характеристик гидрохимического режима водохранилища зимой в сравнении с другими сезонами. Установлена изменчивость значений зимой по плесам водоема и за многолетний период. **Ключевые слова:** Ивановское водохранилище, зимний режим, гидрохимический режим, современное состояние, многолетний период.

Зимний режим водохранилищ, по [11] – это совокупность процессов формирования режима уровня воды, которые происходят в период с отрицательными температурами воздуха. С этими процессами связаны изменения морфометрических характеристик ложа на фоне возникновения, развития и разрушения ледяных образований под воздействием природных и антропогенных факторов.

Для водохранилищ сезонного регулирования характерна сработка уровня именно в зимний сезон. За начало зимнего сезона по [12, 13] принимается переход с поверхностно-грунтового на подземное питание, а за окончание – обратный переход на поверхностно-грунтовое питание. Границы этого периода определяет устойчивый переход температуры воздуха через 0<sup>0</sup>С осенью к отрицательным, а весной к положительным значениям.

В период установления ледового покрова на водохранилищах формируется специфический гидрохимический режим, который обусловлен рядом факторов. Это низкая температура воды, отсутствие поверхностного стока, преобладание грунтового питания, сработка уровня, изменение характера миграции химических элементов в воде,

© Григорьева И.Л.,  
Кузовлев В.В., 2021

ограниченное поступление кислорода в воду, снижение активности водной биоты [7].<sup>1</sup>

Зимой наблюдается, прежде всего, увеличение минерализации воды и уменьшение концентрации растворенного в воде кислорода.

Объектом наших исследований явилось Ивановское водохранилище – первая ступень Волжско-Камского каскада водохранилищ, созданное в 1937 г. Полный объем водохранилища при НПУ (124 м) составляет 1.12 км<sup>3</sup>, площадь водного зеркала 327 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 3.4 м, площадь мелководий – около 48% от площади водного зеркала. Водоохранилище осуществляет сезонное регулирование стока. Сработка уровня осуществляется в период с декабря по март и составляет в последние годы 2.25–3.9 м ниже НПУ, тогда как в первые годы существования водохранилища она достигала 6–7 м. Ледоставный период длится, обычно, с конца ноября или первой декады декабря до второй – третьей декады апреля. В теплые зимы ледостав не устанавливается до середины января. В последние годы зимой часто наблюдаются оттепели.

По морфометрическим особенностям в Ивановском водохранилище выделяют три плеса: Волжский, Шошинский и Ивановский.

Основную роль в питании и формировании химического состава воды водохранилища играют реки Волга, Тверца, Шоша и Лама, соответственно 59, 24 и 11% от общего притока воды в водоем [4]. В Ивановское водохранилище на участке от Твери до Дубны впадает также ряд малых притоков. Это правобережные: Дойбица, Донховка, Сучок, Инюха, Горопка, Полозовка и левобережные: Орша и Созь.

Ретроспективный анализ зимнего гидрохимического режима малых притоков показал, что он определяется химическим составом подземных вод при наличии ледостава, а также поступлением поверхностных вод при оттепелях [8]. Очевидно, что ледовый и гидрохимический режим малых рек в большей степени, чем крупных рек и водохранилищ, зависит от климатических изменений. Наши исследования показали, что в водосборном бассейне Ивановского водохранилища наблюдается увеличение среднемесячной температуры воздуха именно в зимний период [6, 14], что повлекло за собой частые оттепели и уменьшение величины ледового покрова как на реках, так и на водохранилище и уменьшение продолжительности ледостава.

В зимний период, когда устанавливается ледостав, диффузный поверхностный сток с водосборной территории Ивановского

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках поддержанного РФФИ и Правительством Тверской области научного проекта № 18-45-690001

водохранилища и его береговой зоны отсутствует, и основными антропогенными источниками загрязнения становятся хозяйственно-бытовые сточные воды и подогретые воды, отводимые от Конаковской ГРЭС. В результате поступления теплых вод в Мошковичском заливе и ниже по течению от него водная поверхность не замерзает на протяжении нескольких километров [5].

Первые исследования зимнего гидрохимического режима Иваньковского водохранилища были проведены в 1937–1938 гг. авторами [15]. Наиболее подробно изучался газовый режим водохранилища. Исследования показали, что в конце января в поверхностном горизонте во всех трех плесах наблюдается дефицит кислорода. Концентрации растворенного кислорода колебались в интервале 2.2–3.1 мг/л и снижались практически до нуля ко дну. Впервые было установлено, что зимой значения щелочности и жесткости превышали летние значения практически в два раза.

Подробные исследования зимнего гидрохимического режима Иваньковского водохранилища проведены Н.А. Трифионовой в 1957–1958 гг. [16]. Указано, что застойные пойменные воды скатываются в русло, а мелководья обсыхают. Автором отмечено значительные различия в гидрохимическом режиме плесов. Так содержание солей в Шошинском плесе в 1.5 раза было выше, чем в двух других. Жесткость в Шошинском плесе достигала 4.3 мг-экв/л, а в двух других – 3.0 мг-экв/л.

Результаты исследования зимнего гидрохимического режима Иваньковского водохранилища в 60–70-ые годы представлены в [1, 2, 10], а в 80-ые и в середине 90-х гг. прошлого столетия в [3]. В статье [3] проведен также анализ изменения ряда гидрохимических характеристик в зимний период с конца 50-х годов до середины 90-х гг. прошлого столетия. Установлено, что минерализация воды водохранилища и концентрация гидрокарбонатного аниона тесно связаны с водностью года и достигают максимальных значений в маловодные годы. Концентрация иона кальция колебалась от 39 мг/л (в многоводную зиму 1980/81 г.) до 53 мг/л (в среднюю по водности зиму 1993/94 г.). Содержание иона магния варьировало в небольшом диапазоне (9.7–14.4 мг/л). Максимальная концентрация сульфат-аниона в 57.9 мг/л отмечена в маловодный период [10]. В многоводный и средний по водности годы она падала до 28–30 мг/л. С конца 50-х до середины 90-х значительно увеличились концентрации хлорид-аниона, от 2.5 до 10–15 мг/л. Отмечалось также значительное, в 10–15 раз, возрастание концентраций минерального фосфора.

Некоторые сведения о современном гидрохимическом режиме Иваньковского водохранилища приведены в [5, 7, 17].

В данной статье представлены показатели гидрохимического режима Иваньковского водохранилища в различные сезоны года, осредненные за период с 2013 по 2019 гг., и проводится сравнение гидрохимических характеристик зимнего режима с другими сезонами.

Отбор проб воды производился из поверхностного горизонта зимой и летом на русле, а весной и осенью с правого берега один раз в сезон согласно ГОСТ 31612012 «Вода. Общие требования к отбору проб».

Анализ проб осуществлялся в аккредитованной химической лаборатории Иваньковской НИС Института водных проблем РАН по аттестованным методикам. В пробах воды определяли физико-химические показатели (рН, электропроводимость, мутность, взвешенные вещества), макрокомпонентный состав ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ ), биогенные элементы ( $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , Si, соединения азота и фосфора), показатели содержания органического вещества (БПК<sub>5</sub>, ПО, цветность), содержание растворенного кислорода, марганца. Результаты химического анализа отобранных проб воды представлены в табл. 1–4.

Таблица 1

Среднесезонные значения концентрации главных ионов ( $\text{мг/дм}^3$ ) и минерализации воды ( $\text{мг/дм}^3$ ) в створах Иваньковского водохранилища за 2013–2019 гг.

№ п/п	Точка отбора	Сезоны	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	М
1	Выше Твери	Зима	42,9	9,5	6,3	170,8	10,8	4,7	252
		Весна	33,0	9,0	3,9	128,9	10,0	4,9	193
		Лето	41,2	11,0	5,8	167,8	11,0	6,1	244
		Осень	37,6	11,3	3,8	167,8	11,0	5,6	240
2	Городня	Зима	44,0	9,9	6,3	176,5	14,3	6,9	265
		Весна	31,1	7,8	3,9	118,3	10,6	5,4	183
		Лето	39,1	8,8	5,8	158,6	11,2	5,3	232
		Осень	41,0	11,4	3,8	166,8	12,0	7,5	245
3	Безбородово	Зима	58,2	17,9	6,9	246,6	15,2	9,3	361
		Весна	32,7	9,1	4,1	128,4	12,7	5,6	196
		Лето	42,1	13,1	5,9	176,3	13,1	6,1	258
		Осень	43,2	11,0	9,3	181,5	16,7	8,5	273
4	Конаково	Зима	47,3	11,2	6,0	184,5	12,7	7,4	277
		Весна	34,8	8,3	5,3	136,4	11,6	6,1	207
		Лето	38,9	9,7	7,0	160,7	12,2	5,6	236
		Осень	43,2	11,2	6,3	179,0	13,4	6,9	263
5	Верхний бьеф Иваньковской ГЭС (Дубна)	Зима	46,0	11,8	4,8	178,2	14,5	6,9	262
		Весна	30,9	7,6	4,8	120,3	11,5	4,5	184
		Лето	35,6	8,5	7,5	147,8	11,6	5,4	218
		Осень	39,7	10,8	5,4	163,5	10,7	7,6	239

Анализ солевого состава (табл. 1) показал, что вода Ивановского водохранилища по-прежнему гидрокарбонатная кальциевая, средней минерализации. Концентрации главных ионов и значения минерализации воды в Волжском (Городня, Конаково) и Ивановском (верхний бьеф Ивановской ГЭС) плесах в среднем близки между собой во все сезоны и ненамного отличаются от значений в воде Волги выше Твери. Зимой минерализация воды наибольшая, но несколько отличается от значений летом и осенью. Вода в Шошинском плесе (Безбородово) зимой более минерализована, чем в других плесах.

В сравнении с данными, приведенными в [10], значения минерализации воды уменьшились, что может быть связано со снижением сработки уровня в настоящее время, а значит менее значительной разгрузкой подземных вод, а также различными сроками наблюдений и осреднением за неодинаковое количество лет различной водности. По сравнению с серединой 90-х годов [3] зимой в воде водохранилища снизились концентрации сульфатов и хлоридов, что является, очевидно, свидетельством уменьшения поступления этих элементов со сточными водами.

Таблица 2

Среднесезонные значения физико-химических показателей в створах Ивановского водохранилища за 2013 – 2019 гг.

№ п/п	Место отбора	Сезоны	pH	$\chi$ , mS/m	Мутность	Взвешен. вещества	O <sub>2</sub> раств.	Насыщение O <sub>2</sub>
1	Выше Твери	Зима	7,72	31,6	1,3	-	9,5	65,5
		Весна	7,87	22,5	5,0	29,7	9,9	85,7
		Лето	8,27	30,7	3,2	16,0	9,2	109,3
		Осень	7,97	28,1	1,3	1,4	10,2	80,7
2	Городня	Зима	7,52	30,7	2,3	-	8,8	60,8
		Весна	7,82	21,2	6,0	2,6	9,6	84,8
		Лето	8,12	27,0	3,7	3,0	9,1	101,6
		Осень	7,99	29,0	3,7	16,0	10,3	83,5
3	Безбородово	Зима	7,38	41,8	2,2	0,4	6,5	39,3
		Весна	8,02	24,5	9,4	7,4	9,8	86,7
		Лето	8,38	30,5	10,3	10,9	10,1	112,9
		Осень	7,98	34,3	2,9	3,3	9,6	77,8
4	Конаково	Зима	7,50	32,9	1,9	1,9	8,5	56,9
		Весна	7,76	25,2	6,0	2,9	10,4	83,4
		Лето	8,27	26,9	4,8	13,1	8,3	94,6
		Осень	7,96	33,2	2,2	7,1	9,7	84,9
5	Верхний бьеф Ивановской ГЭС (Дубна)	Зима	7,45	32,4	1,0	2,2	8,7	60,6
		Весна	7,99	30,1	5,4	3,1	9,8	88,4
		Лето	8,06	25,4	5,4	3,9	8,0	88,9
		Осень	8,07	31,0	3,6	4,2	9,8	93,3

Исследования последних лет показали, что зимой в большинстве створов наблюдений насыщение воды кислородом составляет 50-60%. Величины рН изменяются в среднем от 7.38 до 7.52 ед рН. Значения мутности невысоки и варьируют в интервале 1.1 до 2.2 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2).

Наибольшие концентрации нитратного азота наблюдаются в период максимума сработки уровня (февраль-март), когда в водохранилище поступает значительное количество подземных вод, обогащённых соединениями азота, а потребление этой формы азота экосистемой минимально (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Среднесезонные значения биогенных элементов в воде створов  
Иваньковского водохранилища за 2013-2019 гг.

№ п/п	Место отбора	Сезоны	P <sub>мин.</sub> , мгР/дм <sup>3</sup>	P <sub>общ.</sub> , мгР/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup>	SiO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	F <sub>общ.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
1	Выше Твери	Зима	0,024	0,059	0,055	0,004	0,65	3,8	0,29
		Весна	0,014	0,056	0,075	0,004	0,56	2,4	0,20
		Лето	0,010	0,055	0,066	0,005	0,18	1,8	0,09
		Осень	0,022	0,050	0,057	0,004	0,34	1,7	0,14
2	Городня	Зима	0,052	0,092	-	0,005	0,64	3,5	0,32
		Весна	0,042	0,074	-	0,006	0,59	2,7	0,26
		Лето	0,032	0,077	-	0,003	0,27	1,3	0,12
		Осень	0,047	0,056	-	0,005	0,46	1,9	0,17
3	Безбородово	Зима	0,032	0,074	0,18	0,007	0,55	4,7	0,40
		Весна	0,017	0,060	0,13	0,005	0,41	1,8	0,29
		Лето	0,020	0,065	0,12	0,003	0,23	1,2	0,13
		Осень	0,032	0,087	0,09	0,003	0,46	1,2	0,12
4	Конаково	Зима	0,050	0,089	0,12	0,005	0,59	3,8	0,33
		Весна	0,025	0,077	0,13	0,005	0,55	3,0	0,23
		Лето	0,025	0,066	0,12	0,004	0,20	1,8	0,10
		Осень	0,042	0,093	0,12	0,007	0,38	1,4	0,12
5	Верхний бьеф Ивановской ГЭС (Дубна)	Зима	0,047	0,080	-	0,005	0,61	3,3	0,28
		Весна	0,024	0,056	-	0,007	0,51	2,0	0,19
		Лето	0,023	0,063	-	0,007	0,20	0,7	0,09
		Осень	0,033	0,088	-	0,003	0,30	1,1	0,11

Концентрации аммонийного азота зимой выше, чем в другие сезоны года, только в створе Безбородово.

Среди минеральных форм азота во все сезоны преобладает нитратная.

Содержание минерального и общего фосфора также меняется по сезонам: максимальные концентрации наблюдаются в зимний и осенний период и не превышают в среднем соответственно 0.052 и 0.092 мг/дм<sup>3</sup> (створ Городня, зима).

Концентрации общего железа в водах Ивановского водохранилища обычно превышают ПДК<sub>рыб.</sub> (0.1 мг/дм<sup>3</sup>) во все сезоны года, достигая максимальных значений в Шошинском плесе (до 7 ПДК). Наибольшие осредненные концентрации зафиксированы в зимний период.

Высокие концентрации в водах водохранилища во все сезоны характерны и для марганца. Наибольшие концентрации в последние годы наблюдались в Шошинском плесе, где они достигали 24–31 ПДК<sub>рыб.</sub> [5].

Таблица 4

Среднегодовые значения показателей органического вещества и концентраций марганца в створах Ивановского водохранилища за 2013 – 2019 гг.

№ п/п	Место отбора	Сезоны	БПК <sub>5</sub> , мгО/дм <sup>3</sup>	Цветность, град. Рт-Со шкалы	ПО, мгО/дм <sup>3</sup>	Mn, мг/дм <sup>3</sup>
1	Выше Твери	Зима	0,8	46	10,6	0,09
		Весна	2,0	60	12,3	0,04
		Лето	1,9	29	7,4	0,04
		Осень	0,8	37	8,4	0,05
2	Городня	Зима	1,3	46	10,0	0,09
		Весна	1,8	74	16,0	0,05
		Лето	2,5	43	10,8	0,04
		Осень	1,5	42	9,8	0,09
3	Безбородово	Зима	1,3	46	11,7	0,22
		Весна	2,8	60	14,6	0,07
		Лето	4,5	41	12,4	0,04
		Осень	1,5	32	8,5	0,05
4	Конаково	Зима	1,0	45	10,7	0,09
		Весна	2,2	68	12,4	0,08
		Лето	3,0	49	11,4	0,04
		Осень	1,4	36	9,2	0,04
5	Верхний бьеф Ивановской ГЭС (Дубна)	Зима	1,2	56	10,6	0,12
		Весна	2,3	63	13,0	0,07
		Лето	2,5	42	12,0	0,04
		Осень	1,5	36	9,7	0,07

Для водной массы Ивановского водохранилища характерно высокое содержание окрашенного органического вещества гумусовой природы, что определяется природными свойствами водосбора, в частности, высокой степенью заболоченности территории. Межгодовые и сезонные колебания цветности в значительной степени зависят от водности года. В последние годы значения цветности мало изменяются

по створам и годам и в среднем зимой варьируют в диапазоне 45-56 (табл. 3), но в отдельные периоды могут достигать 140 град. Pt-Co шкалы. В настоящее время цветность выше, чем в 60-70-ые годы [10], но близка к значениям, наблюдавшимся в 1980-90-ые гг. [3].

Легкоокисляемые органические соединения, измеряемые в единицах БПК<sub>5</sub>, в основном представлены низкомолекулярными ациклическими органическими кислотами, углеводами, аминокислотами, пептидами, спиртами и т.д. [9]. Содержание легко окисляемой органики в зимний период, как правило, низкое и не превышает 2.0 мгО/дм<sup>3</sup>. Но в отдельные годы в декабре, когда еще не установился ледовый покров, максимально наблюдаемые значения могут достигать 4.8 мгО/дм<sup>3</sup>.

Исследование изменения концентрации главных ионов в воде водохранилища в течение зимней межени 2011–2012 гг. [5] и в последние годы в поверхностном слое показало, что к концу зимней межени происходит увеличение всех концентраций, что является свидетельством увеличения доли подземного стока в питании водохранилища. Поступление подземных вод по мере уменьшения объемов плесов по причине сработки наиболее заметно в Шошинском, где по сравнению с волжской ветвью содержание ионов Ca<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Mg<sup>2+</sup> выше в 1.5 – 2.5 раза.

С декабря к марту наблюдается увеличение концентраций нитратов, аммонийного азота, минерального фосфора, нарастает дефицит кислорода, как в поверхностном, так и в придонных горизонтах.

С ростом сработки уровня водохранилища происходит увеличение субаквальной разгрузки в ложе и борта подземных вод, более минерализованных по сравнению с поверхностными водами. В результате по мере снижения НПУ происходит дифференциация химического состава вод водоема в вертикальном направлении [7].

Исследования зимнего гидрохимического режима Иваньковского водохранилища показали, что по-прежнему для него характерны более высокие значения минерализации воды и концентрации гидрокарбонатов, кальция и магния, нитратов, железа общего, марганца, чем в другие сезоны года.

За многолетний период зимой уменьшились концентрации сульфатов и хлоридов.

При прогнозных оценках качества воды Иваньковского водохранилища в зимний период необходимо учитывать водность и периода года, величину сработки уровня, длительность ледоставного периода.

Климатические изменения в регионе могут в дальнейшем повлиять на гидрохимический режим водохранилища, как это уже произошло для малых рек.

### Список литературы

1. Волга и ее жизнь. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1978. 350 с.
2. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Водоохранилища Верхней Волги. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 291 с.
3. Григорьева И.Л. Особенности формирования качества воды Иваньковского водохранилища в зимний период//Мелиорация и водное хозяйство. 1996. №1. С. 32–34.
4. Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Иваньковского водохранилища и его водосбора. Конаково: изд. Дом «Булат», 2000. 248 с.
5. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Лапина И.Л., Чекмарева Е.А. Особенности зимнего гидрохимического режима Иваньковского водохранилища// VII Дружининские чтения: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, 2–5 октября 2018 г.// Хабаровск: ООО «Омега-Пресс», 2018. С. 193–196.
6. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Кузовлев В.В., Лапина Е.Е., Лапина Л.Э., Чекмарева Е.А. Предварительные результаты исследования закономерностей и факторов формирования зимнего гидрохимического режима поверхностных и подземных вод Тверской области//Сборник Трудов региональных научных проектов Тверской области 2018 г. в сфере фундаментальных исследований/ под. ред. В.М. Самсонова и С.В. Жукова. Тверь, 2018. С. 10–16.
7. Григорьева И.Л., Кузовлев В.В., Комиссаров А.Б., Лапина Е.Е., Чекмарева Е.А. Особенности зимнего гидрохимического режима водохранилищ бассейна Верхней Волги// Труды VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов» (г. Пермь, 30 мая – 2 июня 2019 г.), Т. 2: // Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2019. С. 50–55.
8. Григорьева И.Л., Лапина Е.Е., Чекмарева Е.А. Ретроспективный анализ химического состава воды малых правобережных притоков Иваньковского водохранилища в зимний период//Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. №1 (29). 2020. С. 30–39.
9. Дебольский В.К., Кочарян А.Г., Григорьева И.Л., Лебедева И.П., Толкачев Г.Ю. Проблемы формирования качества воды в поверхностных источниках водоснабжения и пути их решения на примере Иваньковского водохранилища//Вода: Химия и экология. №7, 2009. С. 2–11.
10. Иваньковское водохранилище и его жизнь. Л.: Наука, 1978. 304 с.

11. Калинин В.Г. Зимний режим водохранилищ и его определяющие факторы / Географический вестник: Гидрология, Изд-во: ПГНИУ, Пермь, 2012. С. 52–55.
12. Калинин В.Г. Водный режим камских водохранилищ и рек их водосбора в зимний сезон. Пермь: Перм. гос. нац.- исслед. ун-т, 2014. 183 с.
13. Комлев А.М. Исследования и расчеты зимнего стока рек (на примере Западной Сибири) // Тр. Зап.-Сиб. регион. науч. исслед. Гидромет. ин-та. М.: Гидрометеиздат, 1973. Вып. 9. 200 с.
14. Лапина Л. Э., Григорьева И.Л. Анализ изменения температуры воздуха и суммы осадков по данным метеостанций Старица и Тверь за многолетний период// Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. №3 (31). 2020. С. 59–80.
15. Себенцов Б.М., Биск Д.И., Мейснер Е.В. Режим и рыба Ивановского водохранилища в первые два года его существования//Труды Воронежского отд. ВНИПРХ, 1940. Т. 3. Вып .2. С. 9–95.
16. Трифонова М.А. О зимнем гидрохимическом режиме Ивановского водохранилища// Труды ИБВВ АН СССР. 1960. Вып. 3 (6). С. 307–313.
17. I L Grigoryeva, A B Komissarov, V V Kuzovlev , E E Lapina and E A Chekmaryova Features of the winter hydrochemical regime of the upper Volga Reservoirs// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 321 (2019) – 012049. P. 1–6.

## **FEATURES OF THE WINTER HYDROCHEMICAL REGIME OF THE IVANKOVO RESERVOIR IN THE LONG-TERM ASPECT**

**I. L. Grigoryeva<sup>1</sup>, V. V. Kuzovlev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences,  
Ivankovskaya NIS, Konakovo, Tver Region

<sup>2</sup> Tver State Technical University, Tver

The analysis of the current state and changes in the characteristics of the winter hydrochemical regime of the Ivankovo reservoir over a long period of time is carried out. The average values for the period from 2013 to 2019 of the concentrations of major ions, biogenic elements, water mineralization values, physico-chemical and organic matter indicators, as well as manganese concentrations in different seasons of the year are presented. The differences in the characteristics of the hydrochemical regime of the reservoir in winter in comparison with other seasons are shown. The variability of the values in winter along the reservoir reaches and over a long-term period is established.

**Keywords:** *Ivankovskoe reservoir, winter regime, hydrochemical regime, current state, long-term period.*

*Об авторах:*

ГРИГОРЬЕВА Ирина Леонидовна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Ивановская НИС – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных проблем РАН (171251, г. Конаково, Тверская область, ул. Белавинская, д. 61-А), e-mail: Irina\_Grigorieva@list.ru.

КУЗОВЛЕВ Вячеслав Викторович – кандидат технических наук, доцент Тверского государственного технического университета (170026, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22), e-mail: V\_Kuzovlev@mail.ru