

УДК 556.5(571.61)

## ПАРАМЕТРЫ СОЛЕВОГО СОСТАВА РЯДА МАЛЫХ ВОДОЕМОВ ЮГА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Кашина В.А., Осипова С.В.

*ФГБОУ ВПО «Благовещенский государственный педагогический университет», Благовещенск, Россия (675000, Амурская область, Благовещенск, ул. Ленина, д. 104), e-mail: [lanaos@rambler.ru](mailto:lanaos@rambler.ru)*

В работе проанализированы показатели солевого состава техногенных, глядово-котловинных и пойменных озер, а также водохранилищ юга Амурской области. Установлено, что солевой состав существенно изменяется в зависимости от сезона года. Зимой и летом водная толща стратифицирована по температуре и химическому составу. Осенью в результате циркуляции водных масс происходит их перемешивание, что приводит к разрушению химической неоднородности. Воды маломинерализованные, гидрокарбонатные, относятся к кальциевой или натриевой группе. Класс и группа вод может меняться в зависимости от сезона. На фоне общего солесодержания, определяемого главными ионами, наибольший вклад в качество воды озер и водохранилищ вносят биогенные элементы, количество которых определяет экологический статус водоемов. В осенний период их доля мала, летом концентрация возрастает, а в подледный период содержание силикатов, железа и аммония достигает максимума. Наибольшее их содержание отмечается в придонном слое воды в результате выхода из донных отложений в условиях дефицита кислорода. Для показателя кислотности наблюдаются сезонные колебания. Наиболее высокие значения pH характерны для вод водохранилищ в летний период. Как правило, величина водородного показателя выше в поверхностном слое, по направлению к дну она уменьшается. Из микроэлементов во всех водоемах в малых концентрациях присутствуют цинк и свинец. В следовых количествах обнаруживается кадмий, медь регистрируется в единичных пробах. Все исследованные водоемы являются типичными для юга Амурской области и отражают особенности гидрохимии поверхностных вод района исследований.

Ключевые слова: природные воды, солевой состав, главные ионы, биогенные элементы, тяжелые металлы.

## SALT COMPOSITION VALUES IN SMALL WATERBODIES IN THE SOUTH OF AMURSKAYA OBLAST

Kashina V.A., Osipova S.V.

*Blagoveshchensk state pedagogical university, Blagoveshchensk, Russia (675000, Blagoveshchensk, street Lenina, 104), e-mail: [lanaos@rambler.ru](mailto:lanaos@rambler.ru)*

The data on the salt composition of technogenic lakes, water reservoirs, oxbow and kettle lakes were analyzed. It was shown that the salt composition changes noticeably with the season. Water column is stratified by the water temperature and chemical composition; the chemical heterogeneity is decreased in autumn due to water mass overturning. The waters in all studied waterbodies are calcium- or sodium-hydrocarbonate waters with low mineral content. The content of minerals may change with the season. On the general salt background formed by major ions, the main input to the water quality comes from biogenic elements: ecological status of the waterbody depends on their content, which is low in autumn, increased in summer, and reaches maximal concentrations of silicates, iron and ammonia during the ice-on period. The highest content of biogenic elements is observed in near-bottom layer as a result of their escaping from sediments under conditions of oxygen deficiency. Seasonal fluctuations of pH were observed, with the highest meanings in summer period. As a rule, pH is the highest in surface layer, gradually decreasing to the bottom. Zinc and lead were found in small concentrations in all studied waterbodies. Cadmium was found in traces, and copper was registered in a few samples. All studied waterbodies are typical for the south of Amurskaya Oblast, reflecting the hydrochemical character of the regional surface waters.

Keywords: natural waters, salt composition, major ions, biogenic elements, heavy metals.

Амурская область обладает значительными запасами водных ресурсов, существенная часть которых представлена малыми озерами, а также малыми реками и водохранилищами, созданными на них [1].

Солевой состав природных поверхностных вод достаточно разнообразен и, главным образом, зависит от климатической зоны их распространения. Однако даже среди водоемов одной территории на солевой состав вод влияет степень проточности водоема, происхождение котловины, тип питания и степень антропогенной нагрузки. Солевой состав является базовым показателем для характеристики условий функционирования водных экосистем. Исследования гидрохимических параметров малых водоемов Амурской области представлены в ряде работ [2, 3, 5, 6, 7].

Объектами исследования являлись водоемы, имеющие различное происхождение котловины: техногенные озера Владимирское 3 и Владимирское 4, грядово-котловинные озера Гольянье и Песчаное, пойменные водоемы озеро Утесное и протока Владимирская, а также водохранилища Толстовское и Волковское, созданные на реках Большой Алим и Малый Алим, которые находятся на юге Амурской области.

Для установления параметров солевого состава отбирались пробы воды в октябре 2011 г., марте и июле 2012 г.

В пробах определялось содержание главных ионов, биогенных элементов и ряд тяжелых металлов. Концентрации гидрокарбонатов, хлоридов, кальция и магния устанавливались титриметрическим методом; сульфатов, силикатов, нитратов, аммония, железа и марганца – фотоколориметрическим методом. Определение содержания натрия и калия проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (октябрь 2011 г. и март 2012 г.) и расчетным методом в июле 2012 г. Тяжелые металлы исследовались методом инверсионной вольтамперометрии. Расчет доли миллимолей количества эквивалентов главных ионов, а также общего содержания ионов проведен в соответствии с РД 52.24.514-2002.

Результаты исследований показали, что в период осенней гомотермии наблюдается наибольшая химическая однородность вод. Оценка солевого состава проведена по параметрам поверхностного горизонта. По классификации О. А. Алекина [4] большинство исследованных вод относится к классу гидрокарбонатных, группе натрия. Так, доля гидрокарбонатов в анионном составе от 78,7 до 96 %. Хлориды занимают второе место, их количество, как правило, не превышает 8 %. Содержание сульфатов незначительно и зачастую ниже чувствительности метода (таблица 1).

*Таблица 1. Содержание главных ионов в водоемах в октябре 2011 г.*

Название водоема	Концентрация главных ионов													
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.
в. Толстовское	3,2	96,0	0,12	3,7	0,01	0,2	1,9	43,6	0,4	8,7	1,0	23,9	1,0	23,9
в. Волковское	1,9	95,6	0,08	4,0	0,01	0,4	0,7	27,8	0,3	12,8	0,9	34,1	0,6	25,3
о. Песчаное	1,6	92,8	0,12	7,1	0,33	0,3	0,4	39,1	0,2	14,3	0,3	24,5	0,2	22,1
о. Утесное	1,1	93,7	0,04	3,3	0,03	2,6	0,3	50,5	0,1	9,3	0,1	18,3	0,1	21,9
о. Гольянье	3,0	95,2	0,12	4,0	0,03	0,9	1,3	79,2	0,1	4,4	0,3	16,4	0,0	0,1
о. Владимирское 3	1,9	95,8	0,08	4,2	0,00	0,0	1,1	46,4	0,1	4,6	0,6	26,0	0,6	23,0
о. Владимирское 4	2,9	94,8	0,16	5,2	0,00	0,0	1,7	51,8	0,2	4,8	0,6	19,1	0,8	24,3
пр. Владимирская	1,8	78,7	0,42	18,7	0,06	2,6	0,9	33,4	0,3	11,4	0,7	24,3	0,8	30,9

Преобладающими катионами в большинстве водоемов являются катионы натрия. Для протоки Владимирской содержание магния немного уступает катионам натрия. Ее воды относятся к группе натриево-магниевых. В водохранилище Волковском кальций доминирует над другими катионами (таблица 1).

Общее содержание ионов складывается в основном из главных катионов и анионов, другие ионы включаются в расчет, если их концентрация составляет более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Наиболее высокие значения показателя в этот период характерны для о. Гольяньего (360,29 мг/дм<sup>3</sup>) и водохранилища Толстовского (337,82 мг/дм<sup>3</sup>). Самое низкое содержание ионов отмечено для о. Утесного (126,17 мг/дм<sup>3</sup>). В остальных водоемах эта характеристика изменяется от 188 до 291 мг/дм<sup>3</sup>. Осенью, помимо главных ионов, существенный вклад в минерализацию вносят силикаты и ионы железа. Содержание силикатов в водоемах существенно различается. Так, в водохранилище Толстовском их концентрация достигает 28,9 мг/дм<sup>3</sup>, в то время как для большинства других водоемов она не превышает 2,0 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация железа находится в пределах от 0,1 до 0,6 мг/дм<sup>3</sup>. В воде присутствуют ионы аммония и нитраты. Количество аммония не превышает 0,3, нитратов 0,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Величина рН в осенний период практически одинакова по всей водной толще. Наиболее высокие значения зарегистрированы в водохранилище Толстовском (9,5). Несколько ниже значение рН в о. Гольяньем (8,3) и водохранилище Волковском (7,9–8,1). В остальных водоемах показатели рН изменяются в пределах от 7,1 до 7,9.

Зимний период в условиях юга Амурской области продолжается около 5 месяцев и характеризуется низкими температурами, маломощным снежным покровом, что благоприятствует сильному промерзанию водоемов. Вследствие формирования ледовой толщи происходит общий рост минерализации подледной воды, практически прекращается газообмен с атмосферой, вследствие чего у дна создаются восстановительные условия, способствующие выходу из донных отложений ионов железа, марганца, аммония. В конце

зимы 2012 г. толщина льда на исследованных водоемах составила от 0,67 м (о. Утесное) до 1,26 м (о. Владимирское 4).

В этот период преобладающими анионами почти во всех водоемах оставались гидрокарбонаты. Их концентрация изменялась в пределах от 50 мг/дм<sup>3</sup> (о. Утесное) до 477 мг/дм<sup>3</sup> (водохранилище Толстовское). В водохранилищах, озерах Песчаном, Утесном и Гольяньем по направлению к дну концентрация гидрокарбонатов незначительно увеличивалась. В озерах Владимирских, напротив, увеличение концентрации наблюдалось в приледном слое воды.

Хлориды в подледной воде содержатся в количествах от 2,2 до 69,9 мг/дм<sup>3</sup> и занимают второе место среди анионов. Наименьшим содержанием хлоридов характеризуются озера Владимирские. В о. Песчаном и о. Утесном в придонном слое преобладающим становится хлорид-ион. Так в о. Песчаном в сравнении с октябрём его доля возрастает от 6,5 до 56,0 %.

Доля сульфатов незначительна, наибольшее содержание отмечено в о. Утесном (4,2–5,0 мг/дм<sup>3</sup>). В о. Песчаном и о. Владимирском 4 сульфаты не обнаруживаются.

Преобладающим катионом остается натрий. Исключением является водохранилище Волковское, где доли натрия, кальция и магния приблизительно одинаковы (27,7–30,2 %).

Так как соли слабо включаются в кристаллическую решетку льда, в подледной воде большинства водоемов возрастает общее содержание ионов. В водохранилище Толстовском этот показатель у дна составляет 788 мг/дм<sup>3</sup>, что более чем в 2 раза превышает осенние показатели. В других водоемах солесодержание возрастает менее выражено, а в о. Гольяньем даже уменьшается с 360,3 до 260,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Вклад силикатов в минерализацию значителен. Их содержание максимально в водохранилище Толстовском (до 65 мг/дм<sup>3</sup>). В о. Утесном концентрация силикатов также велика (54,5–56,5 мг/дм<sup>3</sup>), несколько меньшее содержание в Волковском водохранилище (18,6–20,3 мг/дм<sup>3</sup>), озере Гольяньем и Владимирском 4 (13,5–26,8 мг/дм<sup>3</sup>). Наименьшая концентрация характерна для о. Владимирского 3 (3,3 – 6,9 мг/дм<sup>3</sup>).

Железо поступает в водоемы из донных отложений. Наименьшее его содержание отмечено в о. Утесном (не более 0,2 мг/дм<sup>3</sup>). Максимальные значения установлены в водохранилищах Толстовском (4,4–8,0 мг/дм<sup>3</sup>) и Волковском (11,5–13,9 мг/дм<sup>3</sup>). Содержание марганца, как и железа, также максимально в водохранилищах, оно достигает 1,1 мг/дм<sup>3</sup>. В приледном слое озера Владимирского 4 концентрация марганца ниже предела обнаружения (0,1 мг/дм<sup>3</sup>), а у дна достигает 0,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Зимой в условиях недостатка кислорода образующийся в донных отложениях аммоний поступает в воду. Его содержание в водохранилищах достигает 14 мг/дм<sup>3</sup>. Наименьшим количеством аммония характеризуется о. Владимирское 4 (0,1–0,3 мг/дм<sup>3</sup>).

Величина рН подледной воды снижается относительно периода открытой воды. В озерах Владимирских она принимает значения 7,2–7,6. В водохранилище Толстовском 6,9–7,2. В озерах Утесном, Песчаном, Гольяньем и водохранилище Волковском данный показатель составляет от 5,9 до 6,9.

Лед на водоемах вскрывается в середине – конце апреля. В июле вода максимально прогревается. Температура поверхностного слоя может достигать 29,5 °С. В мелководных водоемах (водохранилища, озеро Утесное, протока Владимирская) разница температур между поверхностным и придонным слоями составляет 1 – 3 °С. В более глубоких водоемах (озера Гольянье, Песчаное, Владимирское 3 и Владимирское 4) устанавливается температурная стратификация, приводящая к формированию неоднородности химического состава вод. Ветровое перемешивание может приводить к частичному разрушению стратификации. При глубине более 5 метров (озера Песчаное и Владимирское 4) расслоение сохраняется. В этих водоемах у дна солесодержание выше, чем в поверхностных горизонтах. Так, в о. Песчаном общее содержание ионов в придонном слое воды в 2 раза выше, чем в поверхностном (таблица 2). Во всех водоемах доминирующим анионом является гидрокарбонат. Максимальным его количеством характеризуются водохранилище Толстовское и о. Владимирское 4 (таблица 2).

Таблица 2. Концентрация главных анионов в водоемах в июле 2012 г.

Название водоема	Глубина, м	Концентрация главных анионов									Сумма всех ионов мг/дм <sup>3</sup>
		НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>			Сl			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			
		мг/дм <sup>3</sup>	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	мг/дм <sup>3</sup>	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	мг/дм <sup>3</sup>	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	
в. Толстовское	0,2	159,82	2,62	89,13	10,03	0,28	9,62	1,76	0,04	1,25	247,80
	2,2	168,36	2,76	92,80	7,16	0,20	6,79	0,59	0,01	0,41	252,70
в. Волковское	0,2	109,80	1,80	88,59	7,16	0,20	9,94	1,43	0,03	1,47	185,56
	1,5	92,72	1,52	86,73	6,45	0,18	10,38	2,43	0,05	2,89	163,00
о. Песчаное	0,2	48,80	0,80	88,42	3,22	0,09	10,04	0,67	0,01	1,54	74,40
	4,5	81,74	1,34	86,30	5,37	0,15	9,76	2,94	0,06	3,94	146,22
о. Утесное	0,2	21,96	0,36	86,24	0,36	0,01	2,43	2,27	0,05	11,33	37,88
	1,5	31,72	0,52	89,53	0,36	0,01	1,75	2,43	0,05	8,72	50,66
о. Гольянье	0,2	85,40	1,40	91,87	3,22	0,09	5,96	1,59	0,03	2,17	134,90
	3,0	103,70	1,70	94,93	1,79	0,05	2,82	1,93	0,04	2,25	161,49
о. Владимирское 3	0,2	103,70	1,70	96,83	1,79	0,05	2,88	0,25	0,01	0,30	143,47
	5,5	131,76	2,16	98,30	1,07	0,03	1,37	0,34	0,01	0,32	180,70
о. Владимирское 4	0,2	151,28	2,48	94,65	4,66	0,13	5,02	0,42	0,01	0,33	228,91
	6,0	176,90	2,90	94,49	5,37	0,15	4,94	0,84	0,02	0,57	282,90
пр. Владимирская	0,2	68,32	1,12	77,77	9,67	0,27	18,94	2,27	0,05	3,28	112,02
	0,8	71,98	1,18	79,37	8,95	0,25	16,98	2,60	0,05	3,64	117,01

В катионном составе преобладающими остаются ионы натрия и калия. В водохранилище Толстовском, озерах Песчаном, Утёсном, Гольяньем их суммарное содержание, определенное расчетным методом, превышает 50 % от суммы главных катионов. В водохранилище Волковском и о. Владимирском 3 количество натрия и калия

приблизительно равно суммарному содержанию кальция и магния. В о. Владимирском 4 у поверхности преобладают катионы жесткости, а у дна – натрия и калия (таблица 3).

Таблица 3. Концентрация главных катионов в водоемах в июле 2012 г.

Название водоема	Глубина, м	Концентрация главных катионов									Сумма всех ионов, мг/дм <sup>3</sup>
		Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>			Ca <sup>2+</sup>			Mg <sup>2+</sup>			
		мг/дм <sup>3</sup>	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	мг/дм <sup>3</sup>	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	мг/дм <sup>3</sup>	ммоль/дм <sup>3</sup>	%, экв.	
в. Толстовское	0,2	41,96	1,68	57,10	8,58	0,42	14,31	10,22	0,84	28,59	247,80
	2,2	42,83	1,71	57,60	8,58	0,42	14,14	10,22	0,84	28,26	252,70
в. Волковское	0,2	29,78	1,19	58,63	9,80	0,48	23,64	4,38	0,36	17,73	185,56
	1,5	20,81	0,83	47,49	10,20	0,50	28,53	5,11	0,42	23,98	163,00
о. Песчаное	0,2	11,71	0,47	51,77	4,49	0,22	24,33	2,63	0,22	23,90	74,40
	4,5	22,32	0,89	57,49	9,39	0,46	29,64	2,43	0,20	12,87	146,22
о. Утесное	0,2	5,33	0,21	51,09	2,37	0,12	27,83	1,07	0,09	21,08	37,88
	1,5	10,11	0,40	69,65	2,12	0,10	17,89	0,88	0,07	12,46	50,66
о. Гольянье	0,2	23,59	0,94	61,91	8,00	0,39	25,73	2,29	0,19	12,36	134,90
	3,0	25,45	1,02	56,85	8,33	0,41	22,80	4,43	0,36	20,34	161,49
о. Владимирское 3	0,2	21,68	0,87	49,40	7,84	0,38	21,89	6,13	0,50	28,71	143,47
	5,5	26,16	1,05	47,62	12,74	0,62	28,42	6,40	0,53	23,95	180,70
о. Владимирское 4	0,2	28,87	1,15	44,08	18,13	0,89	33,92	7,01	0,58	22,00	228,91
	6,0	76,52	3,06	99,74	0,08	0,00	0,13	0,05	0,00	0,13	282,90
пр. Владимирская	0,2	14,37	0,57	39,92	8,17	0,40	27,81	5,65	0,46	32,26	112,02
	0,8	15,75	0,63	42,39	8,33	0,41	27,47	5,45	0,45	30,15	117,01

В летний период биогенные элементы вносят определенный вклад в сумму ионов. Количество силикатов в исследуемых водоемах находится на уровне хлоридов. Летом их концентрация в пробах составляла от 1,3 до 24 мг/дм<sup>3</sup>. Для ряда проб содержание иона аммония (придонные слои водохранилищ, о. Песчаного, о. Гольяньего) и фосфатов (водохранилища и протока Владимирская) более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, что позволило включить их в расчет общего содержания ионов.

Для гидрокарбонатов отмечаются наибольшие колебания концентраций, что обусловлено высокой чувствительностью карбонатной системы равновесия природных вод к изменению содержания углекислоты. Данный показатель тесно связан с рН воды. Почти во всех исследованных водоемах воды щелочные, что обусловлено жизнедеятельностью фитопланктона, вносящей существенный вклад в газовый режим. Как правило, величина водородного показателя выше у поверхности, по направлению к дну она уменьшается. В поверхностном горизонте отмечаются значения рН более 8,3, что свидетельствует об отсутствии свободной углекислоты.

В водохранилищах, где наблюдается «цветение», рН существенно сдвигается в щелочную область. В водохранилище Толстовском данная величина изменялась от 10,58 в поверхностном слое до 9,95 у дна. В Волковском водохранилище эти параметры составляли

10,36 и 7,26 соответственно. В озере Утесном, где питание водоема в значительной степени ключевое, данный показатель ближе к нейтральному и может принимать значения от 6,48 до 7,80 у поверхности и от 5,96 до 7,77 у дна. В других водоемах вода имеет более щелочной характер. Так, о. Владимирское 4 характеризуется величинами рН 6,84–8,56.

В природных водах всегда присутствуют микроэлементы (в том числе тяжелые металлы), оказывающие существенное влияние на жизнедеятельность гидробионтов. Из группы микроэлементов определяли содержание цинка, кадмия, свинца и меди. Концентрации тяжелых металлов определяли в июле и октябре 2010 г., а также в марте 2011 г.

Четких сезонных закономерностей в содержании цинка установлено не было. В некоторых водоемах наблюдалось увеличение его концентрации в июле и марте. В водохранилище Волковском, озерах Песчаном, Гольяньем и Владимирском 4 таких явлений не отмечено. Озера Утесное, Гольянье, Владимирское 4 и Волковское водохранилище характеризуются наименьшим содержанием данного компонента (не более 0,030 мг/дм<sup>3</sup>). Максимальные значения зарегистрированы в водохранилище Толстовском и протоке Владимирской в июле 2010 г. (0,130 и 0,140 мг/дм<sup>3</sup>).

Свинец присутствовал в пробах воды всех водоемов. В озерах Песчаном и Владимирских 3 и 4 в летний период отмечаются высокие концентрации свинца в придонном слое (0,023; 0,014 и 0,013 мг/дм<sup>3</sup>). Для протоки Владимирской и водохранилища Толстовского выявлено присутствие большого количества свинца в поверхностных слоях воды в отдельные сезоны (до 0,013 и 0,019 мг/дм<sup>3</sup> соответственно).

Кадмий был обнаружен во всех исследуемых водоемах, кроме о. Утесного. Минимальные концентрации характерны для о. Владимирского 4 (до 0,0017 мг/дм<sup>3</sup>), максимальные – для о. Владимирского 3 и протоки Владимирской (до 0,0040 и 0,0044 мг/дм<sup>3</sup> соответственно).

Медь была обнаружена в отдельных пробах из водохранилищ Толстовского и Волковского (0,0027 и 0,0015 мг/дм<sup>3</sup>), протоке Владимирской (до 0,0021 мг/дм<sup>3</sup>) и о. Гольяньем (0,0005 мг/дм<sup>3</sup>). Столь низкое содержание меди может быть обусловлено не только высокой биологической активностью гидробионтов по отношению к этому микроэлементу, но и геохимическими особенностями ее распространения в Амурской области.

Таким образом, изученные водоемы отражают особенности гидрохимии поверхностных вод юга Амурской области. Воды являются маломинерализованными, гидрокарбонатными и относятся к кальциевой или натриевой группе. Класс и группа вод могут изменяться в зависимости от сезона. В солевой состав изученных водоемов существенный вклад вносят силикаты и железо. В подледный период существенно возрастает содержание железа и аммония, в меньшей степени – марганца.

Из микроэлементов во всех водоемах присутствуют цинк и свинец. В следовых количествах обнаруживается кадмий. Медь регистрируется в единичных пробах.

На фоне общего солесодержания, определяемого главными ионами, наибольший вклад в качество воды озер и водохранилищ вносят биогенные элементы, количество которых определяет экологический статус водоемов.

### Список литературы

1. Амурская область: водные ресурсы и основы региональной водохозяйственной деятельности /под ред. В. Н. Заслоновского. – Екатеринбург; Чита: Изд-во РосНИИВХ, 2005. – 103 с.
2. Кашина В. А., Осипова С. В. Кислородный режим малых водоемов юга Амурской области // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сб. науч. тр. / под общ. ред. Л. Г. Колесниковой. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. – Вып. 13. – С. 20-33.
3. Колесникова Л. Г., Кашина В. А., Жуков Ф. А. Гидрохимическая характеристика природных озер Амурской области // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сб. науч. тр. / под общ. ред. Л. Г. Колесниковой. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 1999. – Вып. 4. – С. 24-31.
4. Никаноров А. М. Гидрохимия: учебник – 2-е изд. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.
5. Платонова Т.П., Пакурина А.П., Тарасенко О.В., Лобарев С.А. Эколого-химическая оценка состояния малой реки Зейско-Буреинской равнины (на примере реки Гильчин) // Перспективы науки. – Тамбов: Издательский дом «ТМБпринт», 2013. – № 10(49). – С. 196-200.
6. Харина С. Г., Колесникова Т. П. Динамика содержания биогенных элементов в воде водохранилищ агроландшафта в Амурской области // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 11. – С. 120-126.
7. Харина С. Г., Колесникова Т. П. Химико-микробиологическая оценка экологического состояния водоемов агроландшафтов Приамурья // Вестник АГАУ. – 2009. – № 10. – С. 72-76.

### Рецензенты:

Пакурина А.П., д.х.н., профессор, профессор кафедры химии ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет», г. Благовещенск.

Егорова И.В., д.х.н., доцент, профессор кафедры химии ФГБОУ ВПО «Благовещенский государственный педагогический университет», г. Благовещенск.