

УДК 556.55(4/5)(063)
ББК 26.222.6
О-46

Редакционная коллегия:

Н. Н. Филатов (отв. ред.), В. А. Румянцев, Т. И. Регеранд

Рецензент

докт. физ.-мат. наук, проф. В. Н. Зырянов

О-46 Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Материалы 1-й Международной конференции (11–15 сентября 2017 г.). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. 648 с.

В книге представлены результаты теоретических исследований, практического использования, охраны и управления ресурсами разнообразных озер Евразии. Рассмотрены Великие озера Евразии: Байкал, Каспий, Ладожское, Онежское, Телецкое, Чаны – и разнообразные озера Арктики и субарктики, бореальной и аридной зон. Основной акцент при организации конференции и подготовке сборника был сделан на то, чтобы рассмотреть наиболее актуальные вопросы лимнологии и возможные пути решения теоретических и практических проблем озер на обширной территории Евразии с учетом необходимости развития тесного международного сотрудничества. Важной задачей конференции является консолидация ученых разных стран Евразии, БРИКСа для получения новых научных знаний, объединение усилий для решения практических проблем трансграничных озерно-речных систем, обоснования возможного перераспределения водных ресурсов, обоснование рационального использования и охраны озер Евразии.

This volume of collected papers was compiled of the proceedings of the 1st International Conference “Lakes of Eurasia: Problems and Solutions”, Petrozavodsk, 11–15.09.2017. The volume presents the results of theoretical studies, practical use, conservation and resource management of various lakes of Eurasia. Great Eurasian lakes (Baikal, Caspian, Ladoga, Onego, Teletskoye, Chany) and diverse lakes of the arctic and subarctic regions, the boreal and arid zones are considered. The key idea in organizing the conference and preparing these proceedings was to address the most pressing issues of limnology and offer potential solutions for theoretical and practical problems of lakes in the vast territory of Eurasia, keeping in mind the need for close international cooperation. An important mission for the 1st conference is to consolidate the efforts of scientists from different Eurasian and BRICS countries in obtaining new knowledge and handling the real problems of transboundary lake-river systems, substantiating possible redistributions of water resources, sustainable management and conservation of Eurasian lakes.

Организация конференции и издание материалов конференции осуществлены Институтом водных проблем Севера Российской академии наук и Петрозаводским университетом при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций (ФАНО), Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 17-05-20427), Российского научного фонда (грант № 14-17-00740-П «Озера России – диагноз и прогноз состояния экосистем при климатических и антропогенных воздействиях») и фонда «ЕЛЕМО» (Швейцария; проект «Ладожское озеро: жизнь подо льдом – взаимодействие процессов подо льдом в результате глобальных изменений»).

ISBN 978-5-9274-0784-2

© Авторы докладов, 2017

© Карельский научный центр РАН, 2017

© Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, 2017

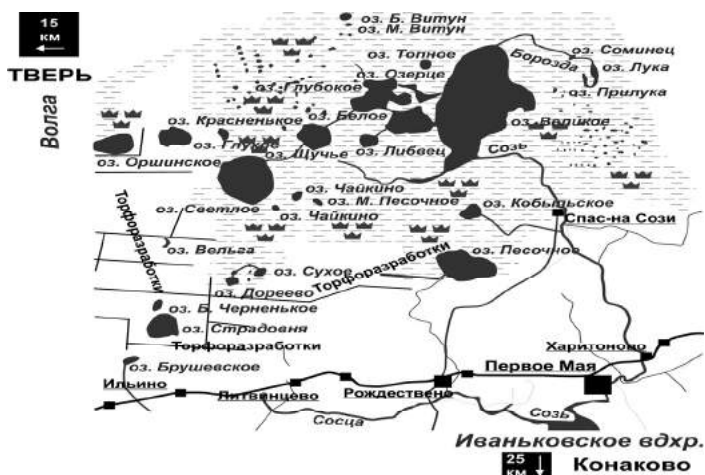
ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ОРШИНСКО-ПЕТРОВСКИХ ОЗЕР ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Чекмарева

Институт водных проблем РАН

В работе представлена гидрологическая и гидрохимическая характеристика малоизученной системы Оршинско-Петровских озер (Тверская область). Натурные исследования включали гидрометрические измерения, описание растительности и отбор проб донных отложений, грунтовых и поверхностных вод. Химический анализ проб воды и донных отложений был проведен в химической лаборатории Ивановской НИС – филиала ФГБУН ИВП РАН (аттестат аккредитации RA.RU.21АН96).

Система Оршинско-Петровских озер находится внутри болотного массива «Оршинский мох» площадью 43,2 тыс. га (рис.) в пределах Калининского (48 %), Рамешковского (47 %) и Кимрского (5 %) районов Тверской области, в бассейне Верхней Волги. Всего система включает 9 озер площадью от 32 до 2 км², 25 озер площадью 1–0,01 км² (Барушевское, Березовское, Большой Витун, Большое Черненькое, Вельга, Дореево, Кобыльское, Красненькое, Либивец, Лука, Лютенькое, Малый Витун, Малое Песочное, Малое Черненькое, Озерце, Прилука, Речка, Соминоц, Сомово, Соколье, Сухое, Тотное, Чайкино, Черное, Чистенькое), которые занимают 7,3 тыс. га земли. Также в систему Оршинско-Петровских озер входит множество водоемов площадью до 0,01 км² и обводненные территории.



Система Оршинско-Петровских озер

Морфометрические характеристики исследуемых нами озер представлены в табл. 1.

Таблица 1. Морфометрические характеристики исследуемых озер Оршинско-Петровской озерной системы, по состоянию на 2017 г. [Государственный..., 2017]

№ п/п	Озеро	Площадь, км ²	Длина, км	Ширина max/ср., км	Длина береговой линии, км	Глубина max/ср., м
1	Страдовня	2,52	1,93	1,71/1,31	6,39	–
2	Оршинское	2,08	1,92	1,37/1,08	5,32	–
3	Глухое	2,17	1,93	1,51/1,12	5,68	–
4	Светлое	8,30	3,72	3,15/2,23	11,00	4,00/1,35
5	Щучье	2,84	2,03	1,80/1,40	6,29	–
6	Глубокое (Конечное)	4,93	3,14	2,97/1,57	10,60	3,60/1,70
7	Белое	4,10	2,57	2,15/1,60	8,00	2,60/1,60
8	Озерце	0,90	1,25	0,90/0,72	2,57	1,50/0,50
9	Великое	32,00	11,20	5,25/2,86	29,60	3,51/2,74
10	Лука	0,63	2,05	0,54/0,31	4,83	–
11	Песочное	5,70	3,44	2,59/1,66	9,40	1,80/1,10
12	Вельга	0,23	0,84	0,48/0,27	2,98	–

Озера соединены протоками, ручьями, каналами (табл. 2) и являются реликтами (остатками) приледникового водоема. Берега озер практически на всем протяжении заболочены, высотные отметки урезом системы озер – 135–145 м над уровнем моря. Глубина озер не превышает 4 м.

Таблица 2. Морфометрические характеристики малых водотоков Оршинско-Петровской озерной системы, 2017 г.

№ п/п	Водоток	Вытекает из/ протекает через	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Впадает в
1	р. Орша	оз. Оршинское/–	72	752	р. Волга
2	р. Созь (Созька)	оз. Великое/–	34	575	Иваньков. вдхр.
3	р. Сосца	–/–	22	306	р. Созь
4	р. Песочня	оз. Песочное/–	12	60,7	р. Сосца
5	руч. Песочный	–	11	–	р. Созь
6	руч. Борозда	оз. Великое/ оз. Соминоц	6	–	оз. Лука
7	канал Шестинский	–/оз. Бол. Черненькое, Дореево, Страдовня	24	59	р. Орша
8	канал Каблуковский	–/оз. Барушевское, оз. Страдовня	13	49	р. Орша
9	канал Денисовский	–/ оз. Вельга	12	79	р. Орша

Геологическое строение исследуемой территории представлено отложениями доломитов (север, северо-запад и северо-восток), мергелей, алевролитов, глин и песков различной мощности, перекрытых болотными торфяными отложениями мощностью до 12 м. На оз. Великом прибрежное пространство занято водно-ледниковыми отложениями озов (гряд) и каммов (гребней) московского оледенения (гравий, пески, суглинки) мощностью 13,5 м.

Питание озер осуществляется за счет болотных, грунтовых, подземных вод и атмосферных осадков.

Поверхностный водосбор системы озер представляет собой сложный комплекс участков болотного массива «Оршинский мох»: выпуклых грядово-мочажинных болот; верховых облесенных, низинных травяных и лесных болот, типичных для Восточно-Европейской равнины. Около 50 % площади «Оршинского мха» было охвачено торфоразработками во второй половине XX в. Западная часть болотного массива (Калининский район) находится в нарушенном состоянии, здесь развита сеть осушительных каналов и узкоколейных железных дорог. Под воздействием торфоразработок контуры озер Оршино, Вельга и Лютенское изменились, свободная поверхность водного зеркала уменьшилась, активировались процессы зарастания озер и образования верхового болота.

Подземный водосбор центральной части Оршинско-Петровской системы озер сложен верхнечетвертичным аллювиальным водоносным горизонтом (пески, супеси с прослоями суглинков и глин, мощность до 15 м). Озеро Великое окружают воды спорадического распространения в песках, супесях и галечниках, среди валунных суглинков и глин московской морены. Водоносные горизонты подстилают кемерийдж-келловейский водоупор (глины с прослоями алевролитов, мощность до 31 м), днепровский водоупор (суглинки и глины валунные с гнездами песков, мощность 3–56 м), татарский водоупор (глины с прослоями алевролитов и песков, мощность до 25 м).

Грунтовые воды вблизи системы Оршинско-Петровских озер высокоминерализованные (198–661 мг/дм³), гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные. Высокие содержания натрия и калия (2,8–52,3 мг/дм³) отмечены в бассейнах рек Орша и Созь (юго-запад и юго-восток Оршинско-Петровской системы), нитратов (0,31–158,20 мг/дм³) – в бассейнах рек Орша, Песочня, Сосца, Созь (юг, юго-запад, юго-восток системы озер) и фосфатов (0,003–9,969 мг/дм³) – в бассейнах рек Песочня и Сосца (юго-восток системы).

Донные отложения представлены аллювием (пески, галька) и отложениями органического происхождения: древесные, растительные остатки, торф, сапрпель. Анализ химического состава донных отложений оз. Великого выявил невысокие содержания элементов. Донные отложения

подвержены промывке при интенсивном водообмене (в протоках, местах разгрузки грунтовых вод), накопление ила происходит в застойных заросших участках, ближе к берегу (табл. 3).

Таблица 3. Концентрация химических веществ в составе донных отложений оз. Великого и рек Созь и Сосца, 2012 г.

Показатель	Единицы измерения	Озеро Великое	Река Созь/Харитоново	Река Сосца/Литвинцево
HCO ³⁻	%	0,009	0,015	0,022
Ca ²⁺ /Mg ²⁺	мг-экв/100 г	0,15/0,10	0,30/0,26	0,51/0,40
SO ₄ ²⁻	мг/100 г	1,8	19,4	26,9
Cl ⁻	%	0,41·10 ⁻³	0,41*10 ⁻³	7,83·10 ⁻³
Fe общее	мг Fe ₂ O ₃ /100 г	19,0	95,8	162,6
P кирсан.	мг P ₂ O ₅ /100 г	7,98	27,7	33,7
N-NH ₄ поглощ.	мг N/100 г	0,55	1,9	1,9
NO ₃ ⁻	мг N/100 г	0,18	0,27	0,21
Перм. окисляемость	мг O/100 г	6,6	8,2	8,2

В озерах Великое, Белое, Озерце и Глубокое (Конечное) произрастают следующие виды высшей водной растительности: кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida* Presl.), кубышка желтая (*Nuphar luteum* (L.) Smith.), рогоз (*Typha*), горец земноводный (*Polygonum amphibium* L.), сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.). Биоразнообразие флоры в исследуемых озерах ниже в два раза по сравнению с малыми реками, вытекающими из них.

Наши исследования подтвердили вывод, сделанный ранее [Петроозерье, 2009], о том, что рассмотренные озера отличаются малой продуктивностью и дистрофностью.

Воды озер Великое, Белое, Озерце и Глубокое (Конечное) гидрокарбонатно-кальцево-сульфатные, отличаются низкой минерализацией, высокой цветностью, насыщение воды кислородом составляет более 70 %, содержание железа выше 0,3 мг/дм³, БПК₅ выше 3 мг O/дм³ (табл. 4).

Мониторинг качества воды малых водотоков, вытекающих из Оршинско-Петровской озерной системы, был проведен в различные сезоны 2009–2016 гг. Анализ качества воды показал, что некоторые гидрохимические характеристики подвержены межгодовой и сезонной динамике.

Значения физико-химических показателей (рН, электропроводимость и мутность) в маловодные годы увеличиваются. Наиболее мутные воды в р. Созь (до 17,9 мг/дм³), высокая электропроводимость отмечена в реках Сосца и Орша (44,8 и 36,6 мS/m).

Концентрации главных ионов также подвержены межгодовой динамике. В воде р. Орши в маловодные годы, по сравнению с многоводными, происходит рост концентрации гидрокарбонатов (от 79,3 до 221 мг/дм³) и

кальция (от 20 до 58 мг/дм³). В питании р. Сосцы преобладающую роль играют грунтовые и болотные воды. Для ее вод характерны высокие содержания сульфатов (до 25,6 мг/дм³). В маловодные годы концентрации кальция достигают 86,2 мг/дм³, а хлоридов – 47,3 мг/дм³. Наиболее низкие концентрации гидрокарбонатов (33,6 мг/дм³), сульфатов (8,5 мг/дм³) и хлоридов (0,9 мг/дм³) характерны для р. Созь.

Таблица 4. Динамика химического состава воды р. Созь на участке от оз. Великого до подпора Ивановского водохранилища (п. Первое Мая), 2012 г.

Показатель	Единицы измерения	Озеро Великое	Река Созь		
			Спас-на-Сози	Харитово	Первое Мая
рН	единицы рН	7,34	6,23	7,38	7,28
Гидрокарбонаты, HCO ₃ ⁻	мг/дм ³	18,3	24,4	30,5	42,7
Кальций, Ca ²⁺	мг/дм ³	8,0	10,0	10,0	12,0
Магний, Mg ²⁺	мг/дм ³	2,4	2,4	3,6	4,9
Сульфаты, SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	6,9	13,4	11,0	7,7
Хлориды, Cl ⁻	мг/дм ³	0,8	0,8	0,8	0,8
Кремний, Si	мг/дм ³	4,8	5,3	4,0	4,5
Железо общее	мг/дм ³	0,46	0,63	1,10	0,95
Марганец, Mn ²⁺	мг/дм ³	0,040	0,001	<0,001	<0,001
Фосфаты, PO ₄ ³⁻	мг/дм ³	0,027	0,030	0,030	0,006
Ионы аммония, NH ₄ ⁺	мг/дм ³	0,52	0,16	0,40	0,69
Нитрат-ионы, NO ₃ ⁻	мг/дм ³	0,87	3,1	0,36	0,56
Цветность	град. Pt-Co шк.	150	150	150	180
Перманганатная окисл.	мг O/дм ³	24	30	37	32
БПК ₅	мг O/дм ³	3,6	3,1	2,9	2,5
Кислород, раств. O ₂	мг O ₂ /дм ³	8,4	5,5	7,4	7,8
Мутность	мг/дм ³	13,7	19,9	15,6	9,7
Минерализация	мг/дм ³	38	61	62	75

Показатель содержания легкоразлагаемого органического вещества (БПК₅) в многоводные годы увеличивается, изменяясь в пределах 1,3–15,7 мг O/дм³. Значения перманганатной окисляемости высокие, особенно в многоводные годы, и достигают 95,4 мг O/дм³ в р. Сосце. Цветность воды высокая и изменяется в диапазоне от 79 до 750 градусов Pt-Co шкалы. Наиболее цветные воды в р. Сосце.

Концентрации общего фосфора изменяются от 0,029 мг P/дм³ (р. Созь) до 0,203 и 0,234 мг P/дм³ (р. Сосца и р. Орша). В маловодные и жаркие года содержание растворенного минерального фосфора минимально (до 6 %), а в многоводные годы доля растворенного фосфора достигает 72 % от общей доли фосфора в реках Орша и Созь.

Наиболее высокие концентрации кремния отмечены в воде р. Орши (до 6,0 мг/дм³). Концентрации железа общего изменяются в пределах 0,5–

2,43 мг/дм³, марганца – 0,02–0,34 мг/дм³. Максимальные концентрации данных ингредиентов зафиксированы в воде р. Сосцы.

Исследуемые озера и болота составляют единую водную экосистему с высоким потенциалом к самоочищению, нераздельно функционирующую в пределах бассейна Верхней Волги. Система Оршинско-Петровских озер, как часть болотного массива «Оршинский Мох», относится к водно-болотным угодьям, соответствующим критериям Рамсарской конвенции: 1a, 1c, 2b, 2c, 3b [Рамсарская конвенция..., 1993]. Согласно этим критериям данная территория представляет собой эталонную региональную экосистему водно-болотных угодий, ценную в качестве местообитания разнообразной флоры и фауны, выполняющую существенную гидрологическую, биологическую и экологическую роль в функционировании Ивановского водохранилища и его водосборной территории.

Требуется детальное изучение статуса озер Оршинско-Петровской озерной системы и особенностей их функционирования. Необходим регулярный мониторинг данной территории, в особенности западной части, нарушенной вследствие торфоразработок, и центральной части, для отслеживания факторов загрязнения (бытовыми стоками и мусором, нефтепродуктами), беспокойства, нарушения растительного покрова, возникновения пожаров вследствие массового стихийного туризма.

Литература

Государственный водный реестр. URL: <http://www.textual.ru> (дата обращения: 10.04.2017).

Леонова Н. Б. Оршинский мох, болото [Электронный ресурс] // Научно-популярная энциклопедия «Вода России». URL: <http://water-rf.ru> (дата обращения: 10.04.2017).

Петроозерье // Энциклопедический справочник «Тверская область». URL: <http://region.tverlib.ru>.

Рамсарская конвенция 1971 г. // Международные нормативные акты ЮНЕСКО. М., 1993 (дата обращения: 10.04.2017).

HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ORSHINSKO-PETROVSKIYE LAKES SYSTEM, TVER REGION

E. A. Chekmareva

Institute of Water Problems of RAS

The paper presents the hydrological and hydrochemical characteristics of the so far poorly studied Orshinsko-Petrovskiy lakes system (Tver Region). Field surveys included hydrometric measurements, vegetation description and sampling of sediments, groundwater and surface water. Chemical analysis of water and bottom sediment samples was performed at the chemical laboratory of the Ivan'kovo Research Station (accreditation RA.EN.21AH96), branch of the Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences.