

УДК 556.555.6

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2024-1-13-22>

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ОЗЕР ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ*

И.Л. Григорьева¹, А.Б. Комиссаров², В.В. Кузовлев^{2,3},
Е.А. Чекмарева¹

¹ ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук, г. Конаково

² ФГБУ «Центральное управление по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды», г. Тверь

³ ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь

Проведен сравнительный анализ гидрохимических характеристик озер Тверской области различного типа: Бологое, Великое, Волго, Селигер, Серемо, Сиг, Стерж, Удомля и Шлино в летний период. Установлено, что качество воды в озерах зависит от преимущественного типа питания и величины антропогенной нагрузки. В воде озера Бологое, испытывающего значительный антропогенный пресс, отмечены более высокие, чем в воде других озер, концентрации сульфатов, хлоридов и нитратов. Воды озер Великое и Волго наиболее цветные и отличаются более высокими концентрациями железа общего и аммонийного иона из-за высокой доли болотных вод в питании озер. Воды большинства исследованных озер маломинерализованные, нейтрально-щелочные, относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе.

Ключевые слова: Тверская область, озера, главные ионы, минерализация воды, биогенные элементы, показатели органического вещества.

Введение и постановка проблемы

На территории Тверской области расположено более 3500 озер и искусственных водоемов общей площадью около 1850 км², в том числе около 1750 озёр площадью более 0,01 км² и ряд озёр меньшего размера.

Наиболее крупные акватории имеют озера (в км²): Селигер (221,1), Волго (61,0), Шлино (32,43), Кафтино (32,35), Великое (32,0), Пирос (30,9), Сиг (30,63), Вселуг (30,6), Верестово (23,1), Серемо (19,62), Удомля (18,0), Стерж (17,9), Пено (16,7), Мстино (13,7), Охват (13,6), Сабро (12,1), Наволок (12,0), Щучье (11,09), Лучанское (10,0) [14].

© Григорьева Л.С., Комиссаров А.Б.,
Кузовлев В.В., Чекмарева Е.А., 2024

* Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0002 Государственного задания ИВП РАН.

Озера имеют различное происхождение, так в западной и северо-западной части региона широко распространены ледниковые озёра, ряд озёр имеет сложное, смешанное происхождение. Встречаются также карстовые и пойменные озёра, последних много в долинах Медведицы, Мологи, Шоши и других рек. Некоторые крупные озера зарегулированы и превращены в водохранилища. Это такие озера, как Стерж, Вселуг, Пено, Волго, Песьво и Удомля, Шлино.

Регулярные мониторинговые гидрохимические наблюдения проводятся Тверским ЦГМС только на двух озерах: Селигер (г. Осташков) и Стерж (д. Коковкино). Многолетние исследования ведутся Ивановской НИС Института водных проблем РАН на озерах Волго и Шлино. Отбор проб воды на химический анализ в отдельные периоды и годы производился авторами также на озерах Селигер, Стерж, Вселуг, Пено, Бологое, Удомля, Сиг, Серемо.

Наиболее изученными и хорошо освещенными в литературе в настоящее время являются гидрохимический режим и качество воды озера Волго [1, 11], Селигер [4, 10, 11, 13, 15] и Удомля [3, 8].

В статье [5] приведены результаты химического анализа проб воды, отобранных в 11 озерах Тверской области таких, как Бросно, Бологое, Великое, Долгое, Кафтино, Пирос, Волго, Глубокое, Селигер, Песьво, Удомля на содержание ряда макро- и микроэлементов.

Целью наших исследований был сравнительный анализ основных гидрохимических характеристик различных типов озера Тверской области для оценки их современного состояния.

Объекты и методика исследований

Расположение обследованных озера представлено на рис. 1, а их морфометрические характеристики – в табл. 1.

Озеро Бологое ложбинного типа, имеет сложную форму, расположено в черте г. Бологое на севере Тверской области, в бассейне р. Коломенка (бассейн оз. Кафтино). Озеро загрязнено городскими и промышленными стоками.

Озеро Великое находится в системе Оршинско-Петровских озера, в 32 км к северо-востоку от Твери. Система «Оршинско-Петровских» озера расположена внутри болотного массива «Оршинский мох» площадью 43,2 тыс. га в пределах Калининского (48 %), Рамешковского (47 %) и Кимрского (5 %) районов Тверской области, в бассейне верхней Волги. Всего система включает 9 озера площадью от 2 до 32 км² [12]. Питание озера осуществляется за счет болотных и подземных вод и атмосферных осадков. Происхождение реликтовое, как остатки крупного приледникового озера. Берега большей частью низменные, побережье занимает верховое болото, лишь на западе расположена моренная гряда, на которой расположены населенные пункты и сельскохозяйственные угодья.

Из юго-восточной части озера вытекает река Созь, левый приток Иваньковского водохранилища, через которую идет сток основных крупных озёр Оршинско-Петровской системы (оз. Великое, Глубокое, Белое и др).

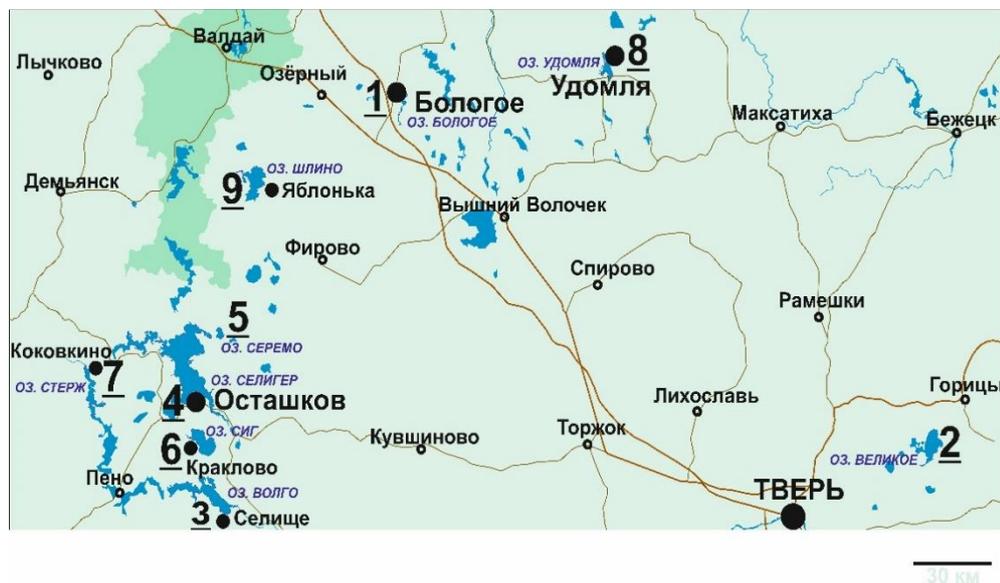


Рис. 1. Расположение исследованных озёр с точками отбора проб воды:
1 – оз. Бологое – г. Бологое, 2 – оз. Великое – д. Петровское,
3 – оз. Волго – д. Селище, 4 – оз. Селигер – г. Осташков, 5 – оз. Серемо,
6 – оз. Сиг – д. Краклово, 7 – оз. Стерж – д. Коковкино,
8 – оз. Удомля – о-в Двиново, 9 – оз. Шлино – д. Яблонька

Озеро Волго расположено в Селижаровском и Пеновском муниципальных округах, Осташковском городском округе Тверской области, на Валдайской возвышенности. Является крупнейшим в системе Верхневолжских озёр, включающей также озера Стерж, Вселуг и Пено. В 1845 г. зарегулировано Верхневолжским бейшлотом и входит в состав Верхневолжского водохранилища. Озеро Волго имеет постледниковое происхождение и относится к категории так называемых ложбинных озёр, котловины которых образовались при выпахивании земной поверхности языками ледника и впоследствии, при таянии ледника, заполнялись водой. Находится в окружении типичных моренных ландшафтов Валдайской возвышенности [7].

Стерж (ложбинное) – озеро в Осташковском районе Тверской области России, входит в систему Верхневолжских озёр на Валдайской возвышенности, первое, через которое проходит верхнее течение реки Волги. Является частью Верхневолжского водохранилища. Берега озера, относительно высокие, дно и берега сложены песком и галькой.

Селигер (Осташковское) – система озер на Валдайской возвышенности, на границе Тверской и Новгородской областей. Площадь водосбора, согласно данным Государственного водного реестра – 2310 км², согласно другим данным – 2275 км² [7]. Озеро питают 110 притоков, а сток из озера происходит по р. Селижаровке (левый приток р. Волги). Озеро расположено в понижении между оставшимися от последнего Валдайского оледенения мореными грядами. Ледниковое происхождение озера объясняет его своеобразную форму – это не единый водоем, а цепочка озер, протянувшихся с севера на юг на 100 км и связанных между собой короткими узкими протоками [7].

Таблица 1
Морфометрические характеристики исследованных озер
Тверской области, по [2]

| Название озера | Площадь водного зеркала, км ² | Длина, км | Ширина, (максимальная/средняя, км) | Глубина, м (максимальная/средняя) | Отметка уреза воды, м | Длина береговой линии, км |
|----------------|--|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Бологое | 7,9 | 7,5 | 3,0/1,05 | 4,35/3,0 | 172,2 | 28,2 |
| Великое | 32 | 11,70 | 5,4/2,74 | 3,5/2,7 | 139,3 | 30,1 |
| Волго | 61 | 40 | 3,8/6,0 | 8,0/3,0 | 206,5 | – |
| Селигер | 212 | 37–66 | – | 24/5,2 | 205,0 | 500 |
| Серемо | 19,6 | 5,1 | 4,2/3,8 | 3,0/1,8 | 222,3 | 16,4 |
| Сиг | 27,3 | – | – | –/6,2 | 219 | – |
| Стерж | 18 | 12 | до 1,5 | 8/5 | 206,5 | – |
| Удомля | 10 | 7,4 | 3,2 | 30/10 | 156,25 | 26,5 |
| Шлино | 35,0 | 8,8 | 7,0 | 3,0/1,9 | 199,65 | 48,0 |

В озёрную систему Селигер входят 24 плёса и озера, соединенные между собой короткими проливами-межтоками и длинными проливами-реками. Береговая линия озера имеет протяжённость более 500 км и значительно изрезана. Берега невысокие, местами песчаные, много естественных пляжей, но немало и крутых берегов, поросших сосной и елью.

Антропогенная деятельность в бассейне оз. Селигер обусловила переход озера из олиготрофного состояния в мезотрофное с отдельными эвтрофными зонами [7].

Озеро Серемо (моренно-аккумулятивное) расположено на севере Тверской области, на Валдайской возвышенности. Из южной части озера вытекает небольшая речка Серемуха, впадающая в озеро Селигер и принадлежащая бассейну Волги. Озеро имеет округлую форму, берега его низкие, заболоченные, заросшие лесом.

Озеро Сиг расположено в Осташковском районе, в 9 км к югу от г. Осташков. Озеро ложбинное, имеет овальную форму, слегка вытянуто с северо-запада на юго-восток. Берега озера невысокие, слабо изрезанные, восточный берег заболочен, западный более сухой. В озеро впадает несколько ручьев, из северо-восточной части озера вытекает маленькая речка Сиговка, впадающая через 8,2 км в Селижаровский плес озера Селигер.

Озеро Удомля (ложбинное) расположено на севере Тверской области, к северу от города Удомля. Озеро принадлежит бассейну Балтийского моря, из него вытекает река Съежа, приток Увери, впадающей, в свою очередь, во Мсту. Озеро вытянуто с севера на юг. В юго-западной части озера большой залив, в котором начинается короткая протока в соседнее озеро Песьво, а также расположен исток Съежи. В истоке Съежи построена плотина, регулирующая сток из озера и его уровень. В результате постройки плотины на р. Съежа озера Удомля и Песьво стали частью водохранилища – охладителя Калининской АЭС.

Шлино – озеро-водохранилище на границе Тверской и Новгородской области России, в бассейне Мсты. Происхождение озера моренно-подпрудное. Его северная треть относится к Валдайскому району Новгородской области, южная часть расположена в Фировском районе Тверской области. Озеро имеет овальную форму, слегка вытянуто с севера на юг. Линия берега очень изрезанная, многочисленны узкие заливы и мысы. Озеро зарегулировано в 1812 г. при сооружении бейшлота на реке Шлине, вытекающей из него.

Все выше перечисленные озера используются в той или иной степени для рекреации и рыбной ловли.

Озера значительно отличаются по площади водного зеркала и величине антропогенной нагрузки.

Опробование химического состава воды большинства озер проводилось авторами в летнюю межень 2008–2012 гг. Для оз. Удомля использовались данные полученные в июле 2019 г.

Химический анализ проб воды проводился в аккредитованной химической лаборатории Ивановской НИС – филиала ФГБУН ИВП РАН по аттестованным методикам.

Качество воды оценивалось по отдельным показателям в сравнении с ПДК для рыбохозяйственных водоемов [9]. Результаты химического анализа проб воды представлены в табл. 2–4.

Результаты исследования

В период исследований температура воды в озерах колебалась в интервале от 17,9⁰С (оз. Шлино) до 25,2⁰С (оз. Удомля).

По величине рН воды всех озер, кроме Сиг, относятся к нейтрально-слабощелочным (7,1–8,4 ед. рН), а воды озера Сиг – к слабокислым (6,0 ед. рН).

Кислородный режим во всех озерах был благоприятным. В ряде озер в поверхностном горизонте отмечалось перенасыщение воды кислородом с максимум в оз. Бологое (131,3% насыщения).

По химическому составу воды большинства исследованных озер относятся к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, по степени минерализации (М) – к очень мало минерализованным (оз. Великое и Серемо), мало минерализованным (Волго, Селигер, Сиг и Шлино) и средней минерализации (Бологое и Удомля) (табл. 2).

Таблица 2

Концентрации (мг/дм³) главных ионов и величина минерализации воды (М) (мг/дм³) исследованных озер в летнюю межень

| Показатель | Озеро | | | | | | | | | ПДК _{рх} |
|------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| НСО ₃ ⁻ | 140 | 18,3 | 61,0 | 61,0 | 24,4 | 48,8 | 85,4 | 214 | 42,7 | – |
| Са ²⁺ | 38,0 | 8,0 | 16,0 | 16,0 | 8,0 | 12 | 22 | 40,9 | 12,4 | 100 |
| Мg ²⁺ | 6,1 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 1,6 | 3,6 | 2,4 | 12,1 | 2,7 | 300 |
| SO ₄ ²⁻ | 8,8 | 6,9 | 6,0 | 6,0 | 4,4 | 5,0 | 5,6 | 13,1 | 3,9 | 180 |
| Cl ⁻ | 7,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 4,0 | 0,8 | 10,5 | 0,8 | 40 |
| Na ⁺ +K ⁺ | 0,5 | – | 3,0 | 3,0 | – | 1,3 | – | 16,9 | – | – |
| М | 201 | 43 | 91 | 91 | 40 | 75 | 122 | 308 | 63 | 1000 |

Примечание: Озера: 1 – Бологое (г. Бологое); 2 – Великое (д. Петровское); 3 – Волго (д. Селище); 4 – Селигер (г. Осташков); 5 – Серемо, 6 – Сиг (д. Краклово); 7 – Стерж (д. Коковкино); 8 – Удомля (о-в Двиново); 9 – Шлино (д. Яблонька)

Наибольшие концентрации сульфатов и хлоридов зафиксированы в относительно небольших озерах Бологое и Удомля, испытывающих значительный антропогенный пресс. В жизнедеятельности водных организмов активно участвуют биогенные вещества, к которым относятся соединения азота (NH₄⁺, NO₃²⁻, NO₂⁻), фосфора (H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻ и PO₄³⁻), кремния (HSiO₃⁻, SiO₃²⁻) и железа (Fe²⁺, Fe³⁺) [6]. Концентрации биогенных элементов и марганца, определенные в пробах воды, отобранные в исследуемых озерах, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Концентрации (мг/дм³) биогенных элементов и марганца в воде исследованных озер в летнюю межень

| Показатель | Озера | | | | | | | | | ПДК _{рх} |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| P-PO ₄ ³⁻ | 0,003 | 0,009 | 0,011 | 0,005 | 0,009 | 0,004 | 0,010 | 0,018 | 0,010 | 0,05* |
| NO ₃ ⁻ | 1,06 | 0,87 | 0,95 | 0,50 | 0,64 | 0,62 | 0,35 | 0,51 | 0,20 | 45 |
| NO ₂ ⁻ | 0,02 | 0,02 | 0,005 | 0,1 | 0,01 | 0,04 | 0,006 | 0,004 | 0,001 | 0,08 |
| NH ₄ ⁺ | 0,15 | 0,52 | 0,64 | 0,17 | 0,33 | 0,13 | 0,32 | 0,16 | 0,34 | 0,5 |
| Fe _{общ.} | 0,08 | 0,46 | 0,31 | 0,06 | 0,12 | 0,03 | 0,10 | 0,03 | 0,16 | 0,1 |
| Mn ²⁺ | 0,12 | 0,04 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | 0,003 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |

Примечание: Озера: 1 – Бологое (г. Бологое); 2 – Великое (д. Петровское); 3 – Волго (д. Селище); 4 – Селигер (г. Осташков); 5 – Серемо, 6 – Сиг (д. Краклово); 7 – Стерж (д. Коковкино); 8 – Удомля (о-в Двиново); 9 – Шлино (д. Яблонька)

* - для олиготрофных водоемов

Химический анализ отобранных проб воды показал, что для всех водохранилищ характерны низкие концентрации минерального фосфора ($P-PO_4^{3-}$), не превышающие ПДК_{рх} для олиготрофных водоемов. Наибольшая концентрация нитрат-иона (NO_3^-) была зафиксирована в воде оз. Бологое в черте г. Бологое и составила 1,06 мг/дм³. Наиболее высокие концентрации иона аммония (NH_4^+) и железа общего ($Fe_{общ}$), превышающие ПДК_{рх}, отмечены в воде озер Великое и Волго, для которых большую роль в питании играют болотные воды.

В воде практически всех озер наблюдались концентрации марганца (Mn^{2+}) на уровне или выше ПДК_{рх}.

Содержание органического вещества в водохранилище оценивалось нами по косвенным показателям: цветности, перманганатной окисляемости (ПО) и БПК₅, значения которых представлены в табл. 4.

Таблица 4

Значения (мг/дм³) показателей органического вещества в воде исследованных озер в летнюю межень

| Показатель | Озера | | | | | | | | | ПДК _{рх} |
|--|-------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Цветность, град. Pt-Co шкалы | 36 | 150 | 100 | 30 | 60 | 15 | 45 | 35 | 45 | - |
| ПО, мгО/дм ³ | 12,2 | 24 | 20,4 | 9,8 | 36 | 9,9 | 13,1 | 10,2 | 12,1 | - |
| БПК ₅ , мгО/дм ³ | 6,7 | 3,6 | 4,5 | 2,3 | 4,8 | 3,2 | 3,4 | 1,7 | 1,1 | 2,3 |

Примечание. Озера: 1 – Бологое (г. Бологое); 2 – Великое (д. Петровское); 3 – Волго (д. Селище); 4 – Селигер (г. Осташков); 5 – Серемо, 6 – Сиг (д. Краклово); 7 – Стерж (д. Коковкино); 8 – Удомля (о-в Двиново); 9 – Шлино (д. Яблонька)

Наиболее высокие значения цветности и перманганатной окисляемости зафиксированы в воде озер Великое (150 град.) и Волго (100 град.), а наименьшие – в озере Сиг (15 град.). Высокая антропогенная нагрузка на оз. Бологое определила самое высокое значение БПК₅ (6,8 мгО/дм³). В воде озер Удомля и Шлино значения БПК₅ не превышали нормативных значений.

Выводы

Сравнительный анализ разнотипных озер Тверской области показал, что они существенно различаются между собой по величине минерализации воды, цветности, перманганатной окисляемости, БПК₅, концентрациям нитрат-иона, иона аммония, железа общего, марганца, величине БПК₅. Эти различия обусловлены как природными, так и антропогенными факторами.

Наибольшие концентрации сульфатов и хлоридов отмечены в озерах Бологое и Удомля, испытывающих значительный антропогенный пресс и имеющих наименьшие площади водного зеркала.

Самые высокие концентрации железа общего и иона аммония характерны для озер Великое и Волго, в воде которых отмечены также наибольшие значения цветности и перманганатной окисляемости, что обусловлено высокой долей болотных вод в водном питании этих озер.

Наибольшая концентрация марганца зафиксирована в воде озера Бологое.

Значения БПК₅, превышающие ПДК для рыбохозяйственных водоемов (2,0 мгО/дм³), отмечены практически во всех водоемах, кроме озер Удомля и Шлино, что свидетельствует о наличии значительного количества легко окисляемой органики.

В воде всех исследованных озер зафиксированы низкие концентрации минерального фосфора.

В дальнейшем исследование гидрохимических режимов озер и качества их воды необходимо продолжить и в другие сезоны года, а не только в летнюю межень.

Для того, чтобы выявить тенденции изменения гидрохимических характеристик под влиянием увеличивающейся антропогенной нагрузки, климатических вариаций и изменений необходимы регулярные наблюдения за продолжительный период времени.

Список литературы

1. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б. Сравнительная гидрохимическая оценка современного состояния некоторых водных объектов Верхней Волги//Водные ресурсы, 2014. Т. 41. №3. С. 269–283.
2. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Кузовлев В.В., Чекмарева Е.А. Современное состояние качества воды различных типов озер Тверской области//Материалы II Международной конференции «Озера Евразии: проблемы и пути их решения» (19–24 мая 2019 г.). – Казань: Издательство Академии наук РТ, 2019. Ч. 2. С. 60–65.
3. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Ланцова И.В., Липатникова О.А., Серяков С.А. Оценка современного состояния качества воды водоемов-охладителей Калининской АЭС//Промышленное и гражданское строительство, 2014. №2. С.66–69.
4. Григорьева И.Л., Кузовлев В.В. Зимний гидрохимический режим озер Стерж и Селигер (Тверская область)//Материалы Международной научно-практической конференции «Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Челябинск, 18–20 сентября 2019 г. Изд-во ООО «КрайРа», Челябинск, 2019. С. 137–143.
5. Данилов И.П. Содержание некоторых химических элементов в природных водах озер Тверской области // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология», 2014. №3. С. 90–97.

6. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 239 с.
7. Измайлова А.В. Волго озеро. Селигер озеро // Электронная научно-популярная энциклопедия, 2015. URL: <http://water-rf.ru>.
8. Кузовлев В.В., Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Чекмарева Е.А. Оценка загрязненности водных масс и донных отложений водоемов-охладителей Калининской АЭС тяжелыми металлами//Успехи современного естествознания, 2018. №7. С. 171–176.
9. Нормативы качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения//Приложение к приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552. 151 с.
10. Структура и функционирование геосистемы озера Селигер в современных условиях / Отв. ред. В.П.Беляков, С.И. Шапоренко. СПб.: Наука, 2004. 254 с.
11. Сулова С.Б., Шилькрот Г.С., Кудерина Т.М. Гидрогеохимическая характеристика вод Селигера и верхневолжских озкр (по многолетним данным)//Сборник материалов VI Международной научной конференции «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах». Белгород.12–16 октября 2015 г. Белгород: Политера, 2015. С. 324–328.
12. Чекмарева Е.А. Гидролого-гидрохимическая характеристика системы Оршинско-Петровских озер Тверской области//Материалы 1-й Международной конференции «Озера Евразии: проблемы и пути их решения». Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Петрозаводский государственный университет / Ответственный редактор Н.Н. Филатов, 2017. С. 301–307.
13. Цыганов А.А. Гидрохимическое состояние озера Селигер//Вестник ТвГУ. Серия «География и геоэкология», 2016. №2. С 161–175.
14. Цыганов А.А., Кузнецова С.Н. Изученность озерных ресурсов Тверской области // Сборник трудов конференции «Источники по истории изучения природных ресурсов бассейна реки Волги». Москва, 10–11 января 2001. М.: Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, 2001. С. 81–91.
15. Шапоренко С.И., Кузовлев В.В. Многолетние тенденции изменения качества воды озера Селигер в районе г. Осташкова//Всероссийская конференция по крупным внутренним водоемам (V Ладужский симпозиум). Сборник научных трудов конференции. СПб: Изд-во Лема 2016. С. 449–454.

Об авторах:

ГРИГОРЬЕВА Ирина Леонидовна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук», филиал «Иваньковская научно-исследовательская станция» (171251, Тверская обл., г. Конаково, ул. Белавинская, д. 61А); e-mail: Irina_Grigorieva@list.ru. ORCID: 0000-0003-2538-5931, SPIN-код: 1773-4053.

КОМИССАРОВ Алексей Борисович – гидрохимик лаборатории мониторинга загрязнения окружающей среды Тверского ЦГМС (170006, г. Тверь, ул. Ефимова, д. 6); e-mail: Sursimova.OY@tversu.ru, ORCID: 0000-0002-8364-1756, SPIN-код: 7131-0284.

КУЗОВЛЕВ Вячеслав Викторович – кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет» (170026, г. Тверь, наб. Афанасия Никитина, д. 22), заведующий лаборатории мониторинга загрязнения окружающей среды Тверского ЦГМС (170006, г. Тверь, ул. Ефимова, д. 6); e-mail: V_Kuzovlev@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5155-8472, SPIN-код: 7413-9884.

ЧЕКМАРЕВА Екатерина Александровна – младший научный сотрудник. ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук, филиал «Иваньковская научно-исследовательская станция» (171251, Тверская обл., г. Конаково, ул. Белавинская, д. 61-А.); e-mail: Irina_Grigorieva@list.ru, ORCID: 0000-0001-8097-3889, SPIN-код: 8317-2354

COMPARATIVE HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES OF LAKES IN THE TVER REGION

I.L. Grigoryeva¹, A.B. Komissarov², V.V.Kuzovlev^{2,3}, E.A.Chekmareva¹

¹Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Konakovo.

²Russian Federal Service for Hydrometeorology
and Environmental Monitoring, Tver

³Tver State Technical University, Tver.

The comparative analysis of the current state of hydrochemical characteristics of various type lakes of the Tver Region is carried out: Bologoye, Velikoye, Volgo, Seliger, Seremo, Sig, Sterzh, Udomlya, Shlino. It is established that water quality in the lakes depends on predominant type of water food and value of anthropogenic pressure. The lake Bologoye, experiencing considerable anthropogenic pressure, is characterized with the higher concentration of sulfates, chlorides and nitrites. Water of the Lake Volgo has the higher chromaticity and the higher concentrations of iron and ammonium because of the high share of mire waters in the lake food. The waters of the majority of the explored lakes are low-mineralized, neutral and low alkaline, belong to the hydrocarbonate class, calcic group

Keywords: lakes, Tver region, main ions, water mineralization, biogenic elements, organic matter

Рукопись поступила в редакцию 24.02.2024

Рукопись принята к печати 26.02.2024