

# ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ мониторинг в ПРЕДЕЛАХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Рассмотрена структура, особенности и задачи гидрологического мониторинга в пределах особо охраняемых природных территорий. Предложено решение данной задачи на примере северной части национального парка «Валдайский», где расположена уникальная озерно-речная система Боровно-Разлив и старейшие гидротехнические сооружения в России. Данные о гидроэкологическом состоянии водных объектов были получены на основе анализа литературных источников, фондовых материалов и собственных экспедиционных исследований, проведенных в разные гидрологические сезоны в 2010-2012 гг. Основное внимание в статье уделено вопросам мониторинга химического состава и гидрохимического режима поверхностных и подземных вод данной территории.

## Введение

Цель данного исследования — разработка системы гидрологического мониторинга (ГМ) в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на примере северной части национального парка (НП) «Валдайский». Актуальность данной работы связана с почти полным отсутствием методической базы подобного рода мониторинга и слабой изученностью гидрологических объектов рассматриваемой территории.

Водные объекты, входящие в изучаемую озерно-речную систему, не подвержены заметному антропогенному воздействию, что позволяет оценивать их современное гидроэкологическое состояние как «условно-фоновое». Однако, в настоящее время одним из главных факторов, ухудшающих состояние водных объектов НП «Валдайский», можно считать развитие индустрии туризма, увеличение рекреационной нагрузки. Необходимость разработки системы ГМ возрастает в связи с рассматриваемым проектом строительства высокоскоростной железной и автомобильной дороги Москва — Санкт-Петербург в непосредственной близости от НП и исследуемых объектов, а также планированием расширения зоны индивидуальной жилой застройки постоянного проживания на оз. Боровно, частично в его водоохранной зоне.

## Результаты и их обсуждение

Особенности гидрологического мониторинга ООПТ

Осуществление мониторинга состояния природных комплексов и объектов в пределах ООПТ является одной из важнейших целей научно-технической деятельности, осуществляемой на этой территории.

Цель таких исследований — изучение закономерностей изменчивости природных и антропогенных процессов, оценка и прогноз экологической обстановки, разработка научных основ охраны природы, сохранения ландшафтного и биологического разнообразия, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов и предотвращения ущерба природным комплексам и объектам ООПТ. Важным является выявление неблагоприятных тенденций в динамике природных комплексов, определение их причин и прогноз их последствий.

ГМ является частью общего геоэкологического мониторинга, осуществляемого в пределах ООПТ. Он проводится в тесной связи с мониторингом остальных компонентов природной среды, имеет общие цели и задачи. ГМ рассматривается с двух позиций: мониторинг состояния водных объектов и мониторинг состояния водосбора.

Специфическими задачами ГМ являются:

- инвентаризация водных объектов в пределах ООПТ;

**Л.Е. Ефимова\***,

кандидат географических наук, старший научный сотрудник кафедры гидрологии суши географического факультета, ФГОУ ВПО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

**Н.Л. Фролова,**

доктор географических наук, доцент кафедры гидрологии суши географического факультета, ФГОУ ВПО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

\*Адрес для корреспонденции: ef\_river@mail.ru

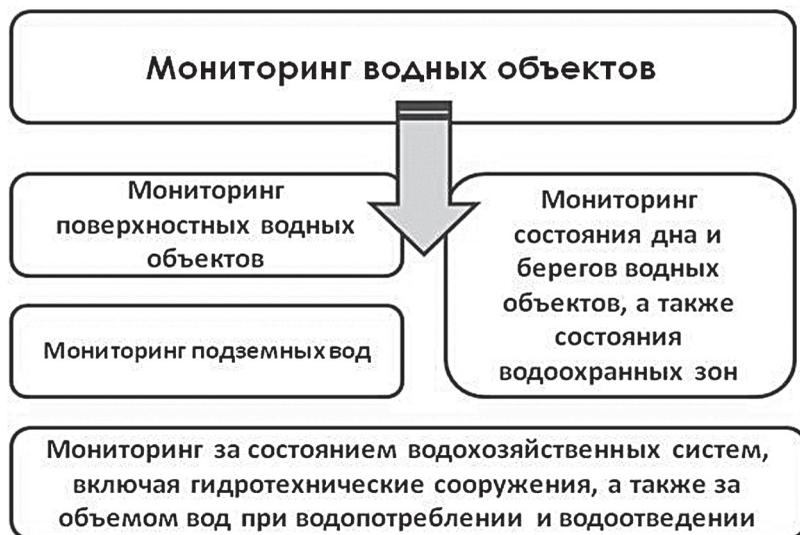


Рис. 1. Состав ГМ.

- получение полной и достоверной информации о гидрологических, гидрохимических и других характеристиках водных объектов;

- выявление факторов и закономерностей антропогенного и естественного изменения водных объектов во времени и пространстве; оценка гидроэкологического состояния водных объектов;

- прогноз изменения состояния водных объектов;

- обеспечение безопасности при эксплуатации гидротехнических сооружений;

- мониторинг объемов водопотребления и водоотведения, водохозяйственных сооружений и водоохранных зон.

- природоохранные рекомендации; проведение зонирования ООПТ.

Объектами ГМ являются: снежный покров, водные объекты (родники, колодцы, ручьи, реки, болота, озера, пруды, каналы), гидротехнические сооружения (плотины, дамбы, водозаборы), источники антропогенного воздействия (системы водоотведения, системы сбора и отвода поверхностных вод в пределах населенных пунктов).

ГМ в пределах ООПТ проводится, исходя из общих задач государственного мониторинга водных объектов, изложенных в Водном кодексе РФ (рис. 1), однако, имеет свою специфику, связанную с режимом функционирования охраняемых территорий, во многом связанную с отсутствием стационарных пунктов мониторинга, гидрологических станций и постов. Несмотря на то, что система ГМ в пределах ООПТ имеет свои особенности, она, по возможности, должна быть интегрирована в общую систему мониторинга.

При организации ГМ в пределах ООПТ предполагается обосновать:

- 1) выбор репрезентативных водных объектов, мест отбора проб, пунктов стационарного и оперативного мониторинга. При выборе объектов необходимо учитывать типичность (а в ряде случаев, наоборот, уникальность) физико-географических условий, направления и степени антропогенного воздействия как на региональном, так и на локальном уровнях;

- 2) перечень наблюдаемых характеристик;

- 3) состав и периодичность наблюдений за гидрологическими характеристиками водных объектов;

- 4) учет источников возможного антропогенного воздействия;

- 5) форму представления полученной информации для принятия управленческих решений.

Важным моментом является разработка правовой и нормативной базы ГМ в пределах ООПТ.

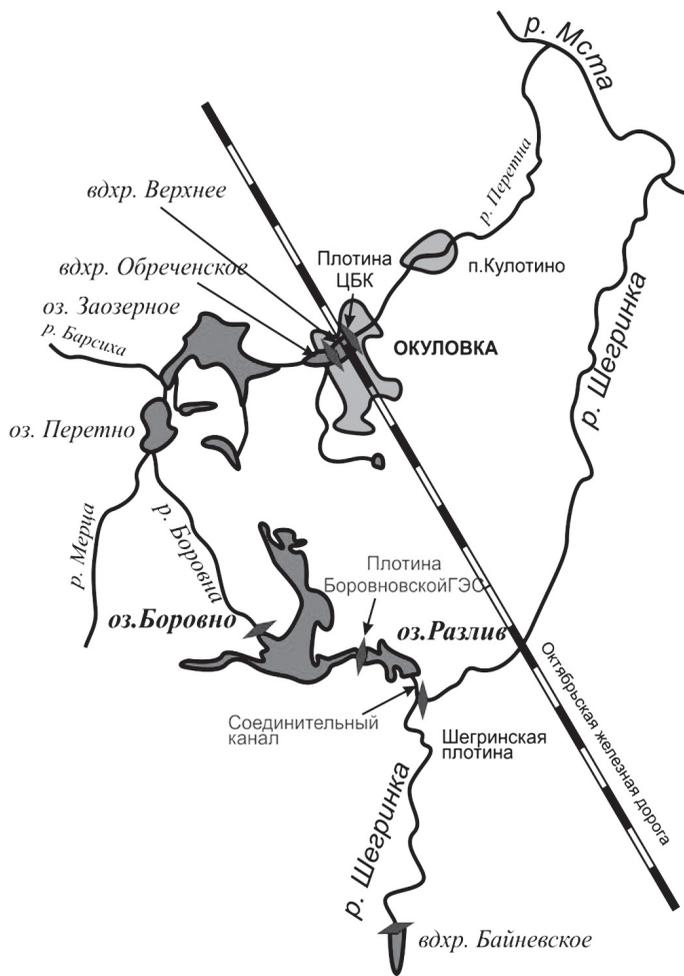
#### Объекты исследования

Озерно-речная система Боровно–Разлив представляет собой «объединенные гидрографической сетью группы озер, расположенных на разных уровнях в пределах водосборного бассейна озера, завершающего группировку» [1]. Основные «каскадные группировки» озер НП «Валдайский» замыкаются гидротехническими сооружениями, которые позволяют регулировать сток воды озер и использовать их водные ресурсы для хозяйственно-бытовых и промышленных целей.

Исследованные водные объекты — вдхр. Боровновской ГЭС (оз. Разлив), сформировавшееся из озер Разлив, Белое, Боручье, замыкаемое плотиной со сбросом воды по дериационной схеме и оз. Боровно (рис. 2).

В 1925 г. при строительстве Боровновской ГЭС в оз. Разлив искусственно был направлен сток верховьев р. Шегринки. Основные притоки водохранилища — реки Шегринка и Веревка. В вдхр. Боровновской ГЭС условно можно выделить два плеса (мелководный — оз. Разлив и оз. Боручье) и глубокий приплотинный (оз. Белое). В группировку вдхр. Боровновской ГЭС входят 13 озер.

В оз. Боровно впадают 6 рек. Сюда же поступают воды вдхр. Боровновской ГЭС через озера Островенок — Плотиченко — протока Вешка, а также сток цепочки озер Беляевское — Волосно — Легоща. Сток из оз. Боровно осуществляется через р. Боровна, зарегулированную в 1,8 км ниже истока Горнешенской плотиной. Горнешенское вдхр.



**Рис. 2.** Водохозяйственная система Окуловского р-на Новгородской обл.

было создано для регулирования уровня Обреченского вдхр., обеспечивающего водоснабжение г. Окуловка (рис. 2). Оз. Боровно можно условно разделить на три плеса: северный, центральный и южный, связанные между собой узкими протоками, южный плес наиболее обособлен. Северный плес озера соединен с озерами Перестово и Конино. В группировку оз. Боровно входят 29 озер.

Северная и центральная части бассейна оз. Боровно — центральная территория с естественными, ненарушенными хозяйственной деятельностью, условиями формирования стока и химического состава водных объектов; преобладают водотоки с очень малыми уклонами. В южной части исследуемого бассейна бывшие сельскохозяйственные угодья влияют на коэффициент стока — доля осадков, составляющая речной сток, здесь несколько выше по сравнению с залеженными участками.

В районе оз. Разлив зональные ландшафтные условия были нарушены вследствие повышения уровня воды в оз. Разлив

и строительства ГЭС. Часть водотоков в этой зоне подверглась заболачиванию, а сток из оз. Разлив в оз. Путиловское был перекрыт дамбами.

*Состав и методика экспедиционных работ 2010-2012 гг.*

На территории парка, занимающего центральную часть Валдайской возвышенности, насчитывается более 250 озер. Их общая площадь составляет 10,4 % от всей площади парка. Озера — основные объекты, эксплуатируемые как в хозяйственных, так и в рекреационно-туристических и в природоохранных (местообитания редких видов) целях. Северная часть парка, где расположена озерно-речная система Боровно-Разлив, наименее подвержена антропогенному воздействию. Отсутствие на данной территории постоянной сети наблюдений не только за гидрохимическими, но и гидрологическими характеристиками водных объектов повышает значимость комплексных детальных экспедиционных исследований

Уже в течение трех лет силами студентов и преподавателей кафедры гидрологии суши МГУ им. М.В. Ломоносова и сотрудников Института истории естествознания и техники РАН проводятся комплексные гидролого-гидрохимические исследования водных объектов в северной части национального парка «Валдайский» [2-4]. Исследования выполнялись в различные гидрологические сезоны: зимнюю межень, осенний период, летнюю межень и на спаде весеннего половодья. В задачи мониторинга во время полевых работ входили гидрологические исследования для оценки притока воды к озерно-речной системе Боровно-Разлив, пространственной дифференциации модуля стока на исследуемых водосборах и оценки запасов воды в снежном покрове в различных ландшафтных условиях; гидрохимические исследования водных объектов, которые включали детальную гидролого-гидрохимическую съемку озер, водотоков и родников. В ходе проведения съемок были измерены температура, электропроводность и определена концентрация растворенного кислорода. В отобранных при проведении съемок пробах определялись главные ионы, микроэлементы, содержание органического вещества и биогенных элементов. Для определения микроэлементов пробы были отфильтрованы через мембранный фильтр (0,45 мкм) и законсервированы. Лабораторный анализ содержания главных ионов и биогенных элементов выполнен согласно методикам [5, 6].

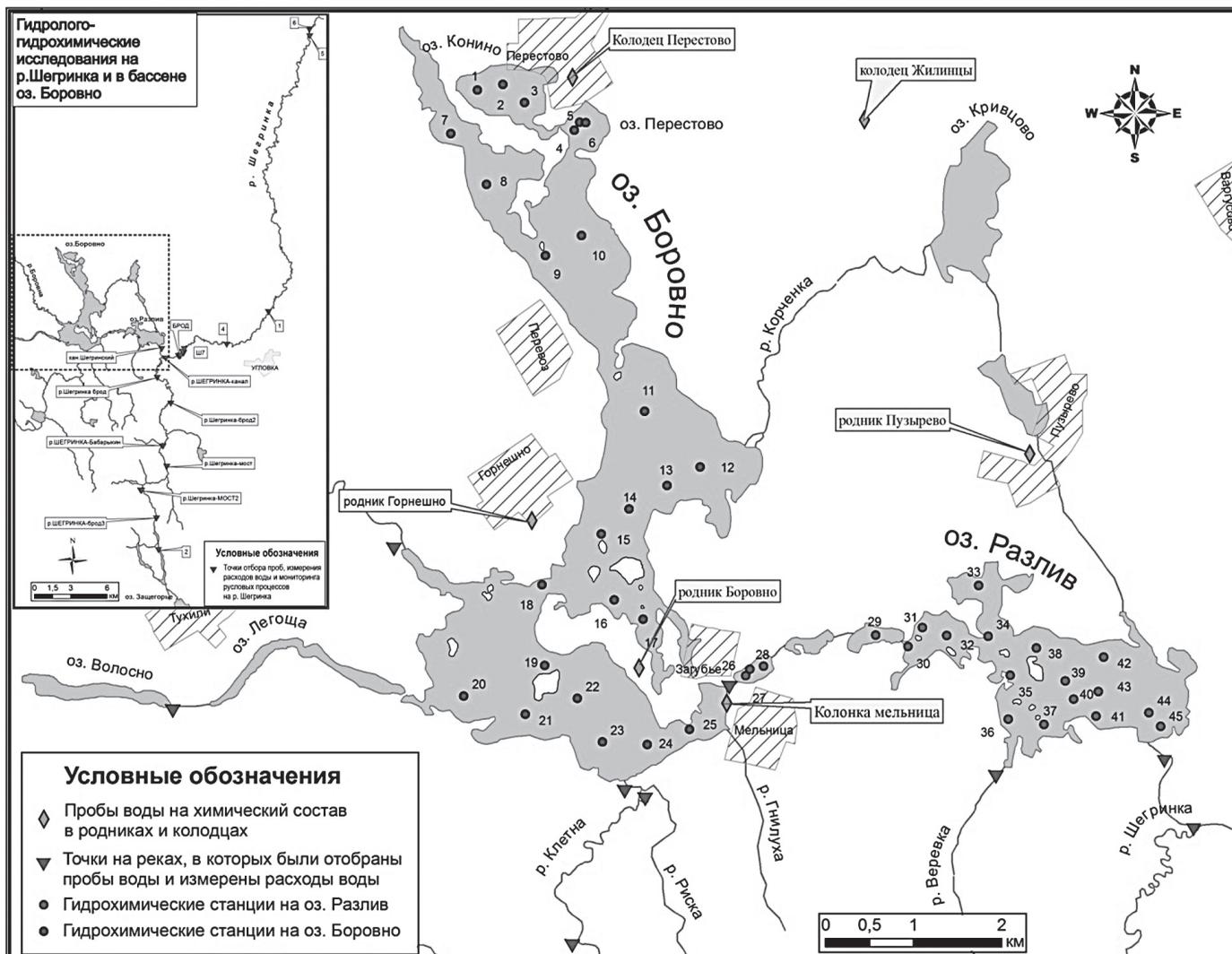


Рис. 3. Точки отбора проб воды во время экспедиционных работ.

Для оценки содержания органического вещества определены ПО, ХПК, цветность воды [7]. Растворенные формы микроэлементов определены методом атомной абсорбции [8]. В разные годы менялся набор определяемых гидрохимических показателей, однако выполненные съемки позволили проследить их сезонную изменчивость.

*Мониторинг химического состава и гидрохимического режима поверхностных и подземных вод*

Среди видов ГМ на территории ООПТ одним из важнейших является мониторинг химического состава и гидрохимического режима поверхностных и подземных вод. Поверхностные воды северной части НП «Валдайский» в настоящее время не испытывают значительного антропогенного воздействия на химический состав и гидрохимический режим. Однако, как было отмечено

выше, увеличение рекреационной нагрузки и планируемое расширение зоны индивидуальной жилой застройки расширение постоянного проживания на оз. Боровно, частично в его водоохранной зоне, в будущем может привести к ухудшению гидроэкологического состояния водных объектов вследствие увеличения поступления в них биогенных и органических веществ [9].

Озера парка различны по морфометрии котловин, степени трофии и испытываемому антропогенному воздействию. Вода озер северной части парка используется, главным образом, в рекреационных целях (туризм, любительское рыболовство), для обеспечения коммунально-бытовых нужд населения, проживающего в населенных пунктах по берегам озер, а также для обеспечения водными ресурсами производственных нужд предприятий, расположенных за пределами ООПТ (в г. Окуловка, п.г.т. Кулотино).

Озера имеют ряд морфометрических особенностей — изрезанность берегов, обособленность отдельных плесов, разные доли

литоральных и глубоководных частей, разные величины удельных водосборов, которые во многом определяют термический режим, режим растворенного кислорода в озерах и обуславливают накопление в них органических веществ [10].

Воды озерно-речной системы Боровно-Разлив пресные, по классификации О.А. Алекина [11] к гидрокарбонатному классу, группе кальция. В меженный период (как зимой, так и летом) минерализация воды обследованных рек и озер не превышает 200 мг/л, незначительно изменяются соотношения между основными ионами. Воды озер мягкие ( $H_{\text{общ.}} < 3$  мг-экв/л), что обусловлено низким содержанием ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ . В зависимости от синоптических особенностей минерализация речных и озерных вод в меженный период может изменяться в пределах 10–15 %. Минерализация воды обследованных озер возрастает ко дну, осо-

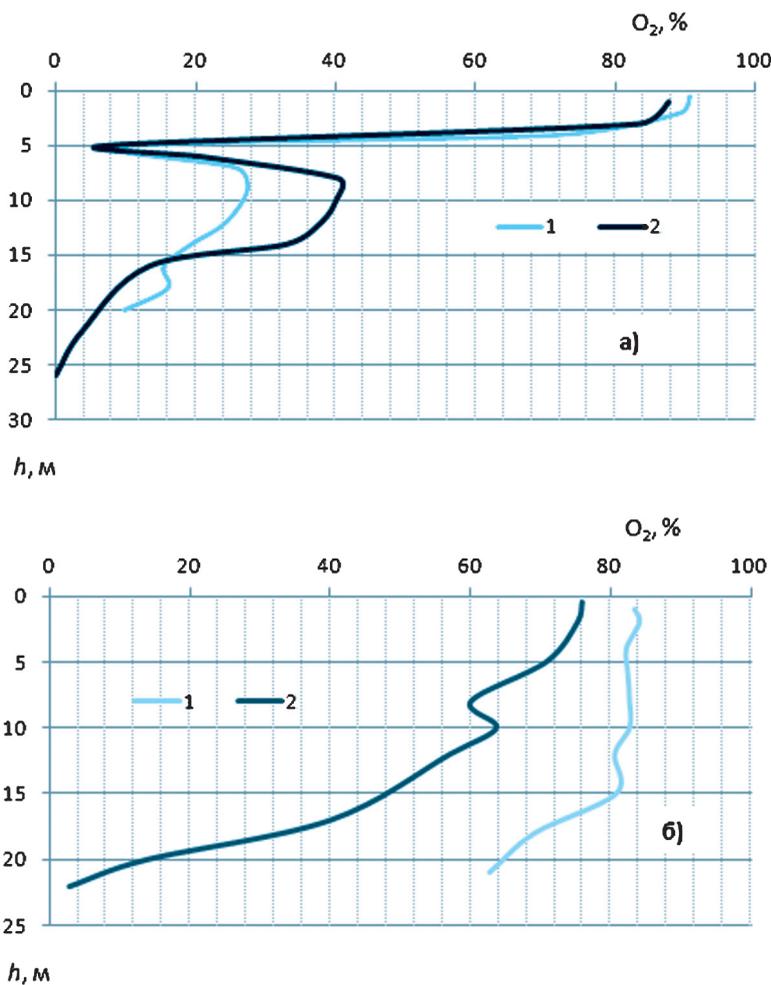
**Ключевые слова:** мониторинг, гидроэкологическое состояние водных объектов, химический состав поверхностных и подземных вод, безопасность гидротехнических сооружений

бенно в глубоких частях котловин озер Боручье и Белое, входящих в группировку Боровновской ГЭС, где она почти в 2 раза превышает минерализацию воды поверхностных горизонтов. В периоды половодья минерализация вод в среднем уменьшается на 40–50 мг/л.

Заболоченность части водосбора озерно-речной системы Боровно-Разлив обуславливает повышенное содержание органических веществ (**ОВ**) в воде исследованных рек и озер. Ландшафтные условия во многом определяют интенсивность вымывания растворимых гумусовых веществ, чем оказывают влияние на цветность, концентрацию и химический состав водного гумуса в воде рек и озер [12]. Концентрация ОВ зависит также от преобладающего питания водных объектов. Анализ содержания, сезонной изменчивости ОВ и их соотношений указывает на то, что в обследованных речных и озерных водах присутствуют, главным образом, трудноокисляемые биохимически ОВ.

Цветность воды (**ЦВ**) поверхностных вод в меженный период в среднем изменяется от 60 до 90°, на спаде весеннего половодья она несколько выше (70–100°). Величина ЦВ воды ряда озер увеличивается в их придонных слоях, что обусловлено большим содержанием железа, поступающего в воду в результате диффузии из поровых вод в условиях анаэробии. ЦВ возрастает более чем в полтора раза в водных объектах, расположенных на заболоченной территории, а также принимающих воды мелиоративных канав, дренирующих бывшие торфяные разработки. В период половодья ЦВ в этих канавах достигает 500°. Для этих же водных объектов в меженный период были характерны повышенные величины ПО и ХПК (соответственно, 12–14 и 36–46 мгО/л), в то время как в среднем эти показатели составили, соответственно, 7,5–10 и 25–33 мгО/л, уменьшаясь в озерах от поверхности ко дну. На спаде весеннего половодья вследствие поступления с водосбора трудноокисляемых биохимически ОВ значения ПО увеличиваются в 1,5–2 раза. В период летней стагнации вертикальное распределение показателей ОВ свидетельствует об их накоплении выше слоя температурного скачка.

Содержание и режим растворенного кислорода (**РК**) — одна из главных характеристик гидроэкологического состояния поверхностных вод озерно-речной системы. Концентрация РК и степень насыщения им водной массы озер определяется протекающими в водоеме процессами по-



**Рис. 4.** Распределение кислорода в озерно-речной системе Боровно-Разлив в периоды летней (а) и зимней (б) стагнации (1 — оз. Боровно, северный плес; 2 — оз. Белое (вдхр. Боровновской ГЭС)).

ступления ОВ с водосбора, его образования создания в водоеме и деструкции ОВ, созданного в водоеме и поступившего извне. В период зимней стагнации наличие ледяного покрова, отсутствие перемешивания и фотосинтеза, процессы деструкции ОВ приводят к резкому уменьшению концентрации кислорода в придонных горизонтах до 20 % и менее.

В период летней стагнации замедленный водообмен, большие глубины и поступление большего количества ОВ с заболоченного водосбора этого озера приводят к тому, что в вдхр. Боровновской ГЭС образуются зоны гипоксии и даже аноксии. Проведенные исследования также показали, что во всех озерах системы наблюдается формирование металимниального минимума  $O_2$  на глубинах 4,5-6 м. Относительное содержание кислорода в слое один метр (с 4 до 5 м) падает на 50–60 %.

Таким образом, химический состав поверхностных вод озерно-речной системы Боровно-Разлив можно назвать «условно-фоновым», обусловленным ландшафтными особенностями водосбора, несмотря на то, что по ряду гидрохимических показателей (ПО, содержание Fe и Mn) отмечается превышение рыбохозяйственного и санитарно-гигиенического нормативов. Кроме того, озера характеризуются неблагоприятным кислородным режимом придонных горизонтов в конце периодов зимней и летней стагнаций.

В экологическом отношении подземные воды обладают более стабильным по сравнению с поверхностными водами химическим составом и менее подвержены антропогенному загрязнению. Основным типом водозабора на территории НП «Валдайский» являются колодцы, родники и скважины. Поскольку население использует воды этих источников для питьевых целей, химический состав вод должен соответствовать нормативам [13]. Кроме того, по результатам мониторинга родников — естественного выхода подземных вод — можно судить о состоянии подземных вод, его изменении в различные сезоны года.

Зоны формирования большинства родников на территории НП сложены камовыми и флювиогляциальными песками с включением конечно-моренных отложений и имеют атмосферное, грунтовое и грунтово-напорное питание. На территории парка расположено около 30 родников, находящихся в разных ландшафтных условиях и различающихся по гидрохимическим показателям [14]. По классификации [11] химический со-

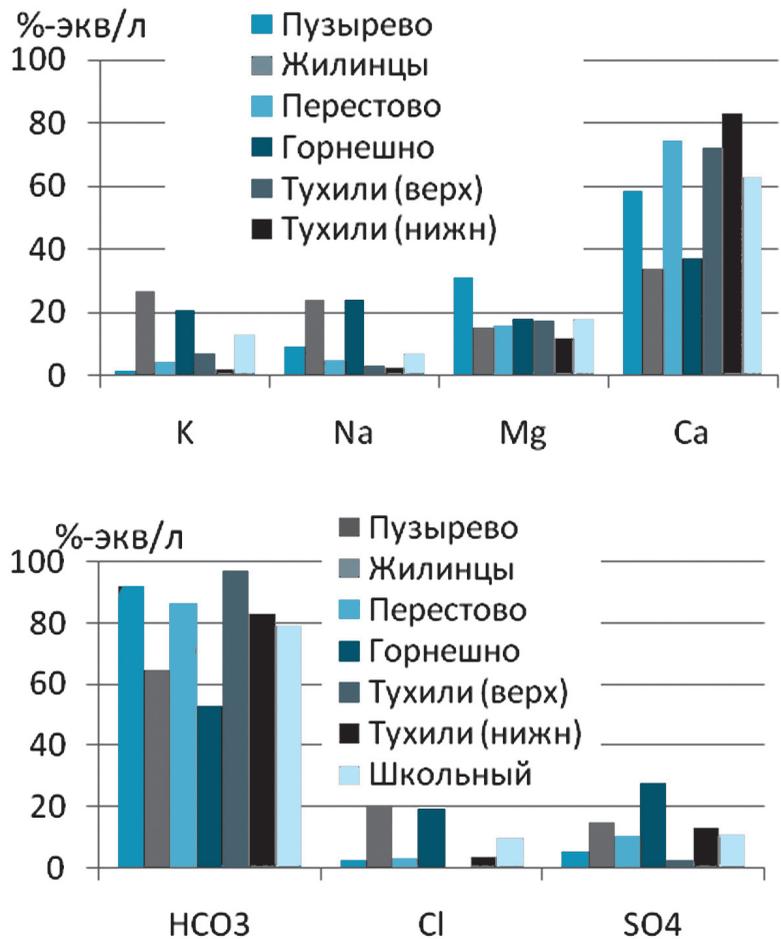


Рис. 5. Относительная концентрация катионов (слева) и анионов (справа) в пробах воды из колодцев.

став большей части обследованных родников — гидрокарбонатные воды I и II типов.

В северной части парка выполнен мониторинг 8 родников (колодцев), воды которых используются населением. Все родники образованы верховодкой или залегающими ниже ненапорными грунтовыми водами. Из 8 опробованных источников 2 имеют минерализацию 300–500 мг/л (табл. 1). В ионном составе воды этих источников в течение всего года хорошо выражено преобладание гидрокарбонатов и кальция, незначительно содержание ОВ. В остальных опробованных источниках минерализация воды меньше и составляет от 150 до 300 мг/л, что, скорее всего, обусловлено небольшой глубиной расположения зоны их формирования. В условиях холмистого рельефа родники, как правило, формируются неподалеку от мест, где они выходят на дневную поверхность. Температура воды родников определяется температурой воздуха.

Таблица 1

## Результаты химического анализа проб воды родников (колодцев)

| Местоположение колодца      | период         | Температура, °С | Сумма ионов, мг/л | ПО, мгО/л | ХПК, мгО/л | P <sub>мин</sub> , мкг/л | N-NO <sub>3</sub> , мг/л | Fe <sub>общ</sub> , мг/л |
|-----------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| д. Перестово                | зимняя межень  | 0,2             | 228,9             | 2,70      | 18,06      | 37,3                     | 0,53                     | 0,213                    |
|                             | летняя межень  | 14,2            | 305,8             | 9,62      | 26,35      | 34,3                     | —                        | —                        |
|                             | спад половодья | 11,6            | 254,3             | 10,88     | 30,68      | 158                      | —                        | 1,153                    |
| д. Горнешно                 | зимняя межень  | 3,6             | 107,7             | 0,96      | 12,9       | 19,4                     | 14,0                     | 0,102                    |
|                             | летняя межень  | 14,3            | 175,7             | 3,02      | 5,08       | 23,5                     | —                        | —                        |
|                             | спад половодья | 8,8             | 123               | 4,61      | 15,3       | 75                       | —                        | 0,419                    |
| д. Погост-Боровно           | зимняя межень  | 2,6             | 148,4             | 1,68      | 13,3       | 117,7                    | —                        | 0,068                    |
|                             | летняя межень  | 13,5            | 218,8             | —         | 7,52       | 160,8                    | —                        | —                        |
|                             | спад половодья | 8,6             | 180,0             | 6,79      | 25,0       | 195                      | —                        | 1,547                    |
| д. Пузырево                 | зимняя межень  | 3,8             | 466,1             | 0,24      | 4,75       | 9,6                      | 1,07                     | —                        |
|                             | летняя межень  | —               | 554,9             | 1,37      | 5,33       | 23,2                     | —                        | —                        |
|                             | спад половодья | 9,7             | 508,1             | 0,96      | 9,47       | 190                      | —                        | 0,413                    |
| д. Тухили – верхний колодец | зимняя межень  | 4,4             | 328,8             | 0,14      | 0,95       | 56,7                     | 2,16                     | 0,147                    |
|                             | летняя межень  | 8,7             | 385               | 2,57      | —          | 50,0                     | —                        | —                        |
|                             | спад половодья | 7,9             | 327,5             | 0,17      | 9,47       | 189                      | —                        | 0,721                    |
| д. Тухили – нижний колодец  | зимняя межень  | 2,25            | 226,4             | 0,09      | 6,65       | 90                       | 0,76                     | 0,056                    |
|                             | летняя межень  | 9,5             | 266,1             | 2,18      | 3,76       | 76                       | —                        | —                        |
|                             | спад половодья | 5,7             | 210,9             | 0,35      | 9,14       | 178                      | —                        | 1,110                    |
| д. Жилинцы                  | зимняя межень  | 1,8             | 294,3             | 6,11      | 27,88      | 890                      | 15,8                     | 0,039                    |
|                             | летняя межень  | —               | —                 | 10,42     | 26,7       | 905                      | —                        | —                        |
|                             | спад половодья | 10,3            | 277,4             | 9,74      | 35,58      | 508                      | —                        | 0,582                    |

Для химического состава вод родников (колодцев) характерны сезонные изменения, проявляющиеся в изменении минерализации и концентрации гидрохимических показателей. Питание источников осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Вероятно, вследствие этого наибольшая минерализация воды в колодцах отмечена в период летней межени и, скорее всего, обусловлена продолжительным отсутствием в этот период атмосферных осадков.

Камовые и флювиогляциальные отложения легко проницаемы не только для атмосферных осадков, но и для загрязняющих веществ антропогенного происхождения (хозяйственно-бытовых стоков, минеральных удобрений, песчано-солевых противогололедных смесей). В результате в воде некоторых колодцев отмечается заметное, хотя и не превышающее ПДК, увеличение содержания

сульфатов (в 1,5-2 раза), хлоридов (в 5 раз), натрия и калия (в 6 раз).

В этих же источниках отмечено превышение санитарно-гигиенических нормативов содержания органических и биогенных веществ. Концентрация трудноокисляемых биохимически ОВ (ПО) увеличивается в половодье; в этот же период возрастает содержание минерального фосфора (табл. 1). В ряде родников отмечено превышение ПДК по нитратному и аммонийному азоту, что свидетельствует об антропогенном вкладе в химический состав этих вод. Характерной особенностью подземных вод на обследованной территории является повышенное содержание в них растворенного железа, возрастающего в периоды повышенной водности до значений, превышающих ПДК сан-гиг. (табл. 1). Сравнение результатов мониторинга, полученных в 2011-2012 гг., с данными 1993 г. позволило

подтвердить устойчивое загрязнение вод колодцев, используемых населением для питьевых нужд, по ряду гидрохимических показателей.

## Заключение

Основной целью программы ГМ является создание оптимальной с экономической и информационной точки зрения системы наблюдений за состоянием водных объектов бассейна озерно-речной системы Боровно-Разлив, результаты которых позволят:

- своевременно выявлять и прогнозировать развитие негативных процессов на водных объектах и на водохозяйственных системах;
- обеспечить информационную поддержку принятия управленческих решений по разработке и реализации мер по предотвращению ухудшения экологического состояния рек и озер;
- своевременно выявлять и прогнозировать развитие негативных процессов на водных объектах;
- оценивать эффективность осуществляемых мероприятий по охране водных объектов.

Проведенные кафедрой гидрологии суши географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в течение 2010-2012 гг. исследования позволили наметить план и начать выполнение работ по организации системы ГМ в северной части НП «Валдайский».

На данном этапе созданы тематические карты водосбора озерно-речной системы Боровно-Разлив, основы геоинформационной системы, сформирована база данных, включающая результаты стационарных наблюдений гидрометслужбы (р. Шегринка) и периодических обследований, проведенных на территории парка силами разных организаций. Выбраны репрезентативные рейдовые вертикали в исследуемых озерах. Они располагаются в глубоких частях озерных котловин. При выборе вертикалей использованы морфометрические характеристики озер, полученные в ходе летних исследований 2011 г. Обоснован состав гидрологических и гидрохимических наблюдений в выбранных репрезентативных пунктах. Для характеристики гидроэкологического состояния водных объектов предложено использовать такие показатели как температура и электропроводность воды, содержание растворенного кислорода, органических (Цв, ПО, БО) и биогенных веществ (валовый фосфор, аммонийный и нитратный

азот). Осуществляется мониторинг химического состава грунтовых и подземных вод. Гидробиологические исследования водных объектов в зимний период показали, что с точки зрения чистоты воды большинство обследованных рек можно отнести (по методу Вудивиса [15]) к категории чистых и очень чистых.

Дальнейшие работы по созданию системы мониторинга включают:

- сбор данных о гидротехнических сооружениях, создание регистрационных карт памятников истории техники и карт памятников природы, связанных с водными объектами;
- создание реестра водных объектов данной территории на основе созданных ГИС и баз данных;
- классификацию озер по морфологическим и гидрологическим показателям;
- исследование структуры водного баланса озер;
- исследование химического состава атмосферных осадков, характеризующего первый этап формирования химического состава озерных и речных вод; отбор проб жидких осадков и проб снега при проведении снегомерных съемок;
- исследование донных отложений, имеющих важное индикационное значение при изучении особенностей миграции химических элементов;
- оценку антропогенной нагрузки на водные объекты (численность постоянного и временного населения, рекреационная нагрузка, сбор сведений о водопотреблении и водоотведении);
- комплексную оценку гидроэкологического состояния водных объектов;
- зонирование территории для регулирования рекреационной и хозяйственной деятельности на акватории озер и берегах водоемов. Обоснование водоохраных зон.

На последующем этапе возможны создание экспертной системы для оценки водных и биологических ресурсов региона, разработка рекомендаций по оптимальному использованию природных ресурсов водоемов.

Часть работ с высокой степенью детальности может быть проведена раз в 5-10 лет, другие исследования должны проводиться ежегодно с периодичностью 2-3 раза в год.

*Авторы статьи благодарят сотрудников национального парка «Валдайский» и ВФ ГГИ за помощь и содействие в работе.*

*Исследования проводились при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант №12-05-00527)*

## Литература

1. Историко-гидрологические и гидроэкологические исследования в бассейне оз. Боровно (национальный парк «Валдайский»): Отчет зимней экспедиции НСО кафедры гидрологии суши Географического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова / Географический ф-т МГУ. Валдай-Москва, 2010. 58 с.
2. Комаров Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель» / Н.В. Комаров, Я.С. Каменцев. СПб.: Изд. «Веда». 2006. 212 с.
3. Муравьев А.Г. Руководство по определению качества воды полевыми методами. СПб.: Изд-во Красмас+, 1999.
4. Недогарко И.В. Формирование внешней биогенной нагрузки на озерные системы в условиях Северо-Западной озерно-моренной области / Автореф. дисс. канд. геогр. наук. Валдай. 2000. 26 с.
5. Недогарко И.В. Валдайское озеро. Тверь: Изд-во Тверского гос. ун-та, 2007. 52 с.
6. Организация гидрологического мониторинга в пределах национального парка «Валдайский»: Отчет зимней экспедиции НСО кафедры Гидрологии суши Географического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова / Географический ф-т МГУ. Руководитель Фролова Н.Л. Валдай-Москва. 2012. 30 с.
7. ПНДФ 14.1:2.4.139–98. Методика выполнения измерений массовых концентраций кобальта, никеля, меди, хрома, цинка, марганца, железа, серебра в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектрометрии. М.: Гос. Комитет РФ по охране окружающей среды. 1998. 18 с.
8. Разработка системы гидрологического мониторинга в пределах особо охраняемых природных территорий (на примере национального парка «Валдайский»). Отчет зимней экспедиции НСО кафедры Гидрологии суши Географического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова / Географический ф-т МГУ. Руководитель Фролова Н.Л. Валдай-Москва. 2011. 55 с.
9. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового Океана. М.: Изд-во ВНИРО. 2003. 202 с.
10. СанПиН 2.1.4.544-96. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. М. 1996.
11. Скопинцев Б.А. Использование значений отношений различных показателей органического вещества природных вод для его качественной оценки / Б.А. Скопинцев, И.А. Гончарова // Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат. 1987. С. 95–117.
12. Фролова Н.Л. Особенности природопользования и гидроэкологическое состояние озерно-речной системы Боровно-Разлив (национальный парк «Валдайский») / Н.Л. Фролова, Л.Е. Ефимова, Е.С. Поваляшников, Е.В. Терская, В.А. Широкова // Известия РАН. Серия географическая. 2012. №1. С. 81-90.
13. Химический и бактериологический анализ вод в местах проектируемых колодцев и каптажа родниковых вод — в Рабочем проекте организации туристско-экскурсионных маршрутов в Валдайском национальном парке. Отчет по договору / ВФ ГГИ. Валдай. 1993. 45 с.
14. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 442 с.
15. Вудивис Ф. Биотический индекс р.Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Труды советско-английского семинара. Л.: Гидрометеиздат, 1977.



L.E. Efimova, N.L. Frolova

## HYDROLOGICAL MONITORING FOR SPECIALLY PROTECTED AREAS

Structure, features and goals of hydrological monitoring within specially protected areas were examined. Solution of this problem was studied for northern part of the national park «Valdaisky», where there is the unique system of lakes and rivers named Bоровно-Razliv. Hydroecological condition data for the water objects were obtained based on literature, fund materials and own field researches during the two seasons in 2010-2012.

**Key words:** monitoring, hydroecological conditions of water objects, chemical composition of surface and underground water, safety of hydraulic facilities.