

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. Ломоносова
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра гидрологии суши**



Отчет

**Организация гидрологического мониторинга в пределах
национального парка «Валдайский»**



Начальник экспедиции – инженер А.А. Попрядухин

Научный руководитель – доцент, к.г.н. Н.Л. Фролова

Валдай – Москва, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. СИСТЕМА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ПРЕДЕЛАХ ООПТ	5
1.1 Общая концепция гидрологического мониторинга в пределах ООПТ	5
1.1. Организация ГМ в пределах северной части национального парка «Валдайский»	7
Глава 2. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВО ВРЕМЯ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2010–2012 ГГ.	9
2.1. Метеорологические условия в период полевых работ в 2010–2012 гг.	9
2.2. Общая характеристика водного режима рек.....	12
Глава 3. ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР И РЕК ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗИМНЕГО ОБСЛЕДОВАНИЯ 2012 Г.)	15
Глава 4. МОНИТОРИНГ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК И ОЗЕР БАССЕЙНА.....	20
ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ БОРОВНО–РАЗЛИВ	20
4.1. Гидрологическая характеристика озер в зимний период	20
4.2. Особенности содержания растворенного кислорода в зимний период	22
4.3. Гидрохимические особенности речных, озерных и подземных вод	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	25
ЛИТЕРАТУРА	26
НАУЧНЫЕ РАБОТЫ И ВЫСТУПЛЕНИЯ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ ПО ИТОГАМ ЭКСПЕДИЦИИ 2011–2012 Г.	27
ПРИЛОЖЕНИЯ	28
1. Индекс Вудивиса	28
2. Перевод индекса Вудивиса в баллы качества воды	28
3. Распределение растворенного кислорода в воде озер Боровно и Разлив	28
4. Результаты химического анализа поверхностных и подземных вод озерно-речной системы Боровно–Разлив	29

ВВЕДЕНИЕ

Экспедиция НСО студентов кафедры гидрологии суши и 1 курса географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова проходила на территории национального парка «Валдайский» с **26 января по 4 февраля 2012 г.** в Окуловском районе Новгородской области (рис. В1) в северной части национального парка. Работа экспедиции проходила по заказу и в рамках договора о научном сотрудничестве с национальным парком «Валдайский».

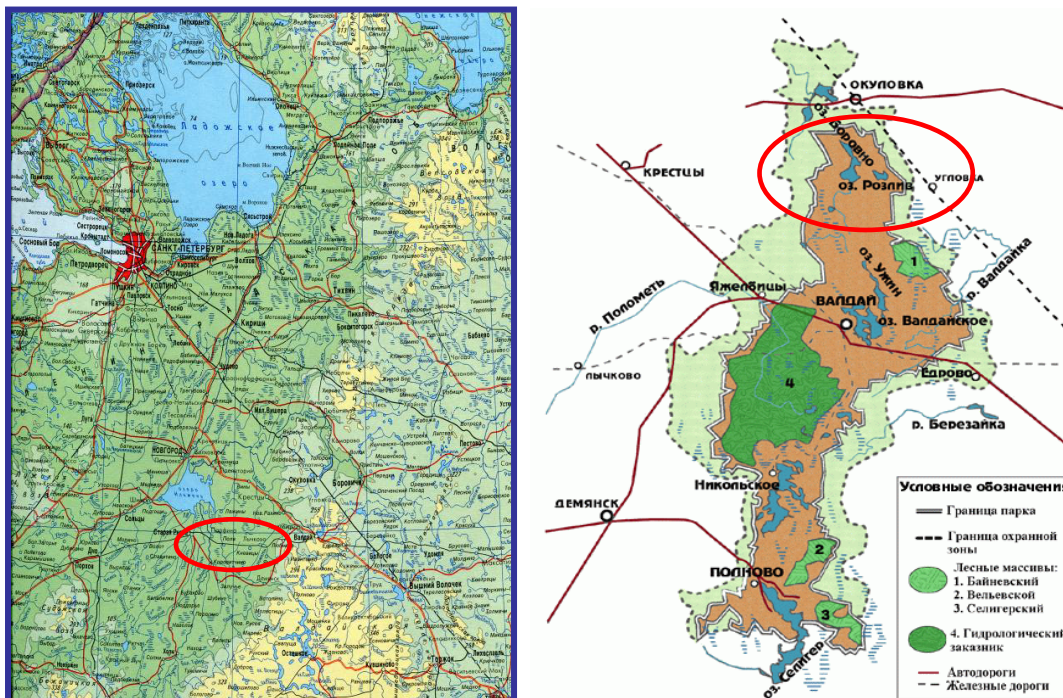


Рис. В1. Район проведения Валдайской экспедиции НСО

Цель экспедиции – разработка системы гидрологического мониторинга в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на примере северной части Валдайского национального парка, где находится уникальная озерная система Боровно–Разлив, представляющая большую природную и историко-культурную ценность для всего Валдайского региона.

Актуальность и новизна исследований связана с почти полным отсутствием методической базы подобного рода мониторинга и слабой изученностью гидрологических объектов рассматриваемой территории. Необходимость решения данной задачи возрастает в связи с рассматриваемым проектом строительства высокоскоростной железной и автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург в непосредственной близости от национального парка и исследуемых объектов.

Гидрологический мониторинг ООПТ регионального значения является частью общего экологического мониторинга и представляет собой комплексную систему наблюдений за состоянием водных объектов ООПТ (рек, озер, родников), оценку их современного состояния и прогноз изменений под воздействием природных и антропогенных факторов. Отсутствие на данной территории постоянной сети наблюдений не только за гидрохимическими, но и гидрологическими характеристиками водных объектов повышает значимость комплексных детальных экспедиционных исследований. Исследования 2012 г. продолжают работы, начатые в 2010–2011 гг. по изучению водных объектов региона. В их число входит водохранилище Боровновской ГЭС (озеро Разлив), замыкаемое плотиной со сбросом воды по деривационной схеме, включая озеро Островенко и Плотиченко. В задачи мониторинга в этой части национального парка «Валдайский» во время полевых зимних исследований входили гидрологические исследования для оценки притока воды к озерной системе Боровно–Разлив, запасов воды в снежном покрове в различных ландшафтных условиях; гидрохимические исследования водных объектов, которые включали детальную гидролого-гидрохимическую съемку озер, водотоков и родников.

Задачи экспедиции:

1. Приобретение студентами навыков полевых гидрологических и гидрохимических работ на реках и озерах в зимний период.
2. Детальное исследование гидрологического режима водных объектов бассейна оз. Боровно.

3. Проведение гидролого-гидрохимических исследований на территории национального парка «Валдайский» для оценки гидроэкологического состояния водных объектов района исследований.
4. Разработка подходов к организации системы гидрологического мониторинга исследуемой территории.

Экспедиция базировалась в районе д. Мельница. Работы проводились на оз. Боровно, Разлив, Островенко, Плотищенко, на реках и ручьях бассейна.

Состав работ во время проведения экспедиции НСО:

1. Организация полевой гидрохимической лаборатории.
2. Подробная гидролого-гидрохимическая съемка озер Боровно, Разлив (батиметрические съемки, изучение распределения температуры воды, электропроводности, содержания кислорода, отбор проб на химический анализ воды).
3. Гидрометрические наблюдения на реках и ручьях, оценка боковой приточности озер, снегомерная съемка для оценки снегозапасов в бассейне озера, изучение температурного режима рек, особенностей русловых процессов.
4. Гидробиологические исследования на водных объектах.
5. Камеральная обработка данных наблюдений (построение карт, предварительные расчеты, гидрохимический анализ проб воды) (рис. В2).

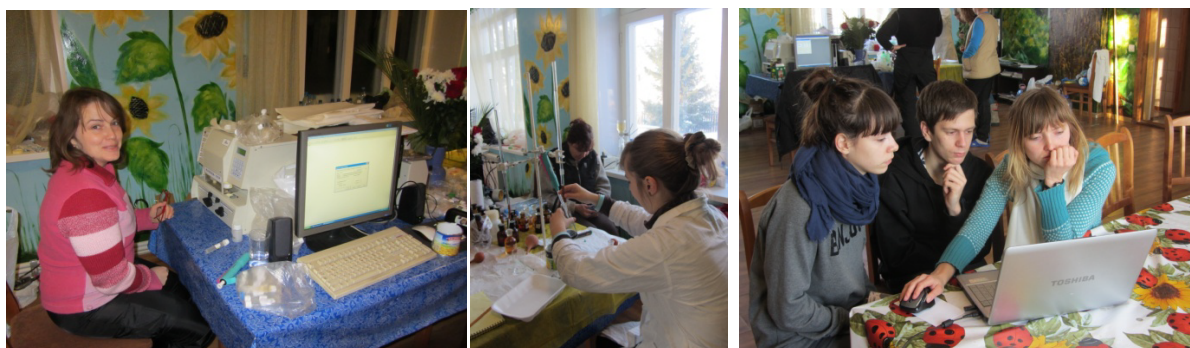


Рис. В2. Камеральная обработка во время экспедиции 2012 г.



В состав экспедиции (рис. В3) входили студентка 1 курса географического факультета Сучилина Зоя; студенты 2 курса кафедры гидрологии суши:

Гайдамуха Мария	Фатхи Михаил
Кобякова Саша	Харламов Максим
Миллионщикова Татьяна	Хорошилова Лена
Сазонов Алексей	Цыпленков Анатолий
Терский Петр	

Рис. В3. Состав Валдайской экспедиции НСО кафедры гидрологии суши в 2012 г.

Руководители экспедиции: инженер кафедры гидрологии суши Попрядухин Артем Александрович, доцент кафедры гидрологии суши, к.г.н. Фролова Наталья Леонидовна, с.н.с., к.г.н. Ефимова Людмила Евгеньевна.

1 февраля 2012 г. в национальном парке «Валдайский» был проведен научный семинар с участием специалистов национального парка, Валдайского Филиала Государственного гидрологического института и членов экспедиции, в рамках которого обсуждались гидроэкологические проблемы бассейна оз. Боровно и перспективы дальнейших исследований (рис. В4), [\[http://www.valdaypark.ru/node/1003\]](http://www.valdaypark.ru/node/1003). Очень интересной была экскурсия в музей гидрометрических приборов, которую организовали для студентов сотрудники Валдайского филиала ГГИ. Важной стала и встреча в местной школе Окуловского района. Студенты рассказали школьникам и учителям о проводимых работах на водных объектах (рис. В5).

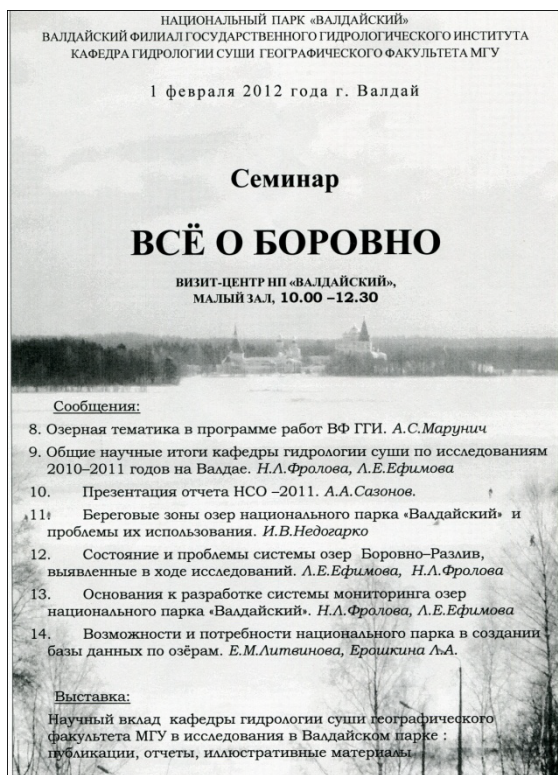


Рис. В4. Семинар в национальном парке 1 февраля 2012 г. (г.Валдай)



Рис. В5. Встреча в местной школе Окуловского района Новгородской области

Настоящий отчет составлен по результатам полевых работ в январе–феврале 2012 г. на территории национального парка «Валдайский» (бассейн оз. Боровно) и обработки данных измерений в гидрохимической лаборатории силами студентов 1 и 2 курса кафедры гидрологии суши.

ГЛАВА 1. СИСТЕМА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ПРЕДЕЛАХ ООПТ

1.1 Общая концепция гидрологического мониторинга в пределах ООПТ

Осуществление мониторинга состояния природных комплексов и объектов в пределах особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) является одной из важнейших целей научно-технической деятельности, осуществляемой на этой территории. Данная работа проводится на основании Федерального закона «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 года № 33-ФЗ, а также иных нормативных актов, определяющих деятельность заповедников и национальных парков [Методические..., 2007; Постановление..., 1993, 2009].

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, имеющие особое

природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и имеют режим особой охраны.

Цель таких исследований – изучение закономерностей динамики природных и антропогенных процессов, оценки и прогноза экологической обстановки, разработки 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.

Основными **задачами** комплексного экологического мониторинга в пределах ООПТ являются:

- организация и проведение регулярных наблюдений за состоянием объектов экологического мониторинга;
- сбор данных о состоянии экосистем, находящихся под антропогенным воздействием; оценка и прогнозирование опасных и неблагоприятных явлений и факторов окружающей среды, выработка рекомендаций по предотвращению вредных воздействий на окружающую среду;
- тематическое картирование;
- создание и актуализация геоинформационных систем и ведение баз данных, полученных в ходе мониторинга природных ресурсов, для использования при принятии решений в сфере управления ООПТ.
- оценка эффективности проводимых природоохранных мероприятий, информирование органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц о состоянии окружающей среды, ее загрязнении.

Гидрологический мониторинг (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.

Специфическими **задачами ГМ** являются:

- 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;
- контроль над снижением объема сброса загрязненных сточных вод (без очистки и недостаточно очищенных) в открытые водоемы;
- природоохранные рекомендации; проведение зонирования ООПТ.

Объектами ГМ являются: снежный покров, водные объекты – родники, колодцы, ручьи, реки, болота, озера, пруды, каналы; гидротехнические сооружения (ГТС) – 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 (ГМВО), изложенных в [Постановление..., 1997; Водный кодекс РФ, 2007], однако, имеет свою специфику, связанную с режимом функционирования охраняемых территорий, во многом связанную с отсутствием стационарных пунктов мониторинга, гидрологических станций и постов.

Состав ГМ в пределах ООПТ, так же как и государственного мониторинга водных объектов включает следующие виды мониторинга (рис. 1.1):

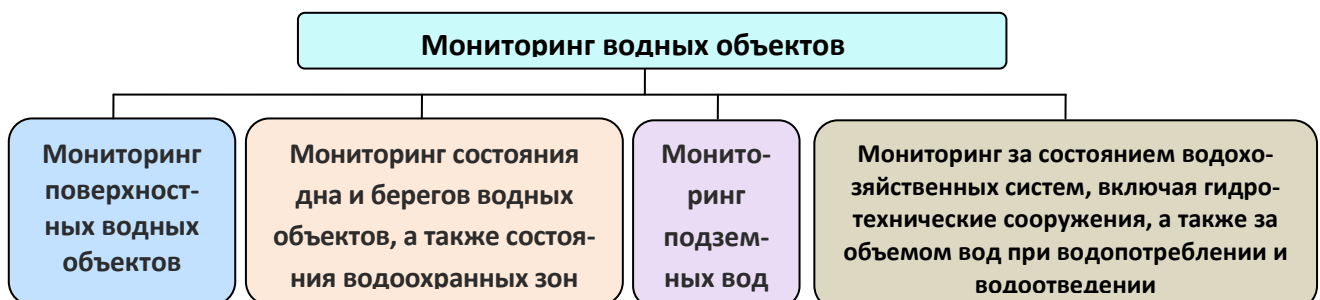


Рис. 1.1. Состав гидрологического мониторинга

При организации ГМ в пределах ООПТ следует 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.

Уже в течение трех лет кафедрой гидрологии суши МГУ имени М.В.Ломоносова проводятся комплексные гидролого-гидрохимические исследования водных объектов в северной части национального парка «Валдайский» (НПВ). Национальные парки активно участвуют в регулировании отношений в области охраны и использования водных объектов в целях сохранения биологического разнообразия водных экосистем; защиты водных объектов от загрязнения, засорения и истощения; поддержания качества поверхностных и подземных вод в состоянии, отвечающем экологическим и санитарным требованиям. На территории парка, занимающего центральную часть Валдайской возвышенности, насчитывается 257 озер. Их общая площадь – 164,6 км², что составляет 10,4% от всей площади парка. Здесь находятся верховья рек бассейна озера Ильмень. Гидрологическая сеть здесь довольно густа, но крупных рек нет. Самые значительные реки – Шегринка, Валдайка, Гремячая, Полометь и Явонь. Озера – основные объекты, эксплуатируемые как в хозяйственных, так и в рекреационно-туристических и природоохранных (местообитания редких видов) целях. Северная часть парка – район озера Боровно – наименее подвержена антропогенному воздействию и при этом наименее изучена.

1.1. Организация ГМ в пределах северной части национального парка «Валдайский»

Озеро Боровно представляет собой уникальный природный объект. Оно расположено в бассейне реки Мсты (бассейн Балтийского моря) и находится в северной части национального парка «Валдайский» (Окуловский район) (рис. 1.2). В озеро впадает 6 рек: Клетна, Риска, Корчинка, Гнилуха, Горнешенский и Горский ручей. Ещё в озеро Боровно осуществляется сток верховьев реки Шегринки и ручья Верёвка через цепочку озёр Разливы – Белое (через Боровновскую ГЭС) – Островёнок – Плотиченка – протока Вешка, а также сток цепочки озёр Беляевское – Волосно – Легоща. Вытекает из озера одна река – Боровна (рис. 1.2). До 1925 г. природный сток реки Шегринки осуществлялся в р. Мсту, минуя систему Боровновских озёр (рис. 1.2). Но в связи со строительством в 1925–27 гг. Боровновской ГЭС верховья реки были перекрыты плотиной и направлены по каналу в водохранилище гидроэлектростанции (Разливы) и далее через турбины ГЭС, цепочку озёр и каналов – в оз. Боровно. Таким образом, в систему гидрологического мониторинга должны входить как природные объекты, так и всевозможные гидротехнические сооружения.

В условиях земельной чересполосицы, обусловленной включением в контур ВНП сельхозугодий и земель населенных пунктов, гидрографическая сеть и озера являются целостной структурой, охраняемой водным законодательством. Общий доступ посетителей парка и местного населения к воде является основой рекреационного использования территории. Озера расположены в широком диапазоне морфометрических характеристик, испытали различную степень антропогенного воздействия. Необходимо предусмотреть перечень целого ряда репрезентативных водных объектов, на которых должны проводиться соответствующие наблюдения. Создание системы ГМ северной части НПВ необходимо и в связи со строительством скоростной автомобильной и высокоскоростной железной дороги Москва – Санкт-Петербург в непосредственной близости от национального парка и исследуемых водных объектов (рис. 1.2).

Благодаря накоплению в озерах поступающих с водосбора загрязняющих веществ, биогенных элементов, аллохтонного и автохтонного органического вещества, они должны выступать в качестве индикационного звена всего водосбора в целом. Под индикационным звеном понимается часть водосборного бассейна, состояние которой зависит от антропогенного воздействия на весь бассейн и которое может быть изменено в случае ослабления (или усиления) такого воздействия. Характеристики индикационного звена должны обладать достаточной стабильностью, медленно изменяясь во времени. В то же время они должны быть достаточно чувствительны к внешним воздействиям, чтобы уже на первых этапах сигнализировать об изменениях тенденций развития системы.

Среди областей аккумуляции озерные котловины, благодаря большому числу геохимических барьеров, занимают особое место. Использование их в качестве индикационного звена системы, при организации наблюдений, оправдано осредненностью характеристик водной массы, накоплению суммы всех воздействий в донных отложениях, возможностью измерять отклик биоты с помощью интегральных ха-

рактических – концентрации хлорофилла “а”, прозрачности воды, содержания растворенного кислорода, донных отложений, индексов видового разнообразия. При оценке состояния часто используются и такие очевидные показатели, как концентрация органического вещества, уловы рыбы и пригодность воды для питьевых нужд [Недогарко, 2005].

Для бассейна озерной системы Боровно–Разлив, исходя из изложенных выше общих положений ГМВО, представленных в Водном кодексе РФ, и с учетом особенностей гидрологического режима, современного состояния и перспектив развития хозяйственной деятельности в регионе, состав комплексного водохозяйственного и гидрометеорологического мониторинга в бассейне рек может быть определен в виде, представленном на рис. 1.3 [Шикломанов и др., 2007]. Как видно, мониторинг поверхностных вод рассматривается с двух позиций: мониторинга состояния водных объектов и мониторинга состояния водосбора. Мониторинг состояния водных объектов включает в себя мониторинг разных гидрологических характеристик по количественным и качественным показателям (уровни и расходы воды, мутность и сток наносов, термический и ледовый режимы, качество воды), гидроморфологический мониторинг, мониторинг объемов водопотребления и водоотведения, водохозяйственных сооружений и водоохранных зон.



Рис. 1.2. Схема исследуемого района и бассейн озера Боровно (слева) и Схема высокоскоростной автомобильной дороги Москва-Санкт-Петербург [<http://www.rian.ru/infografika/20100426/226951885.html>] (справа)

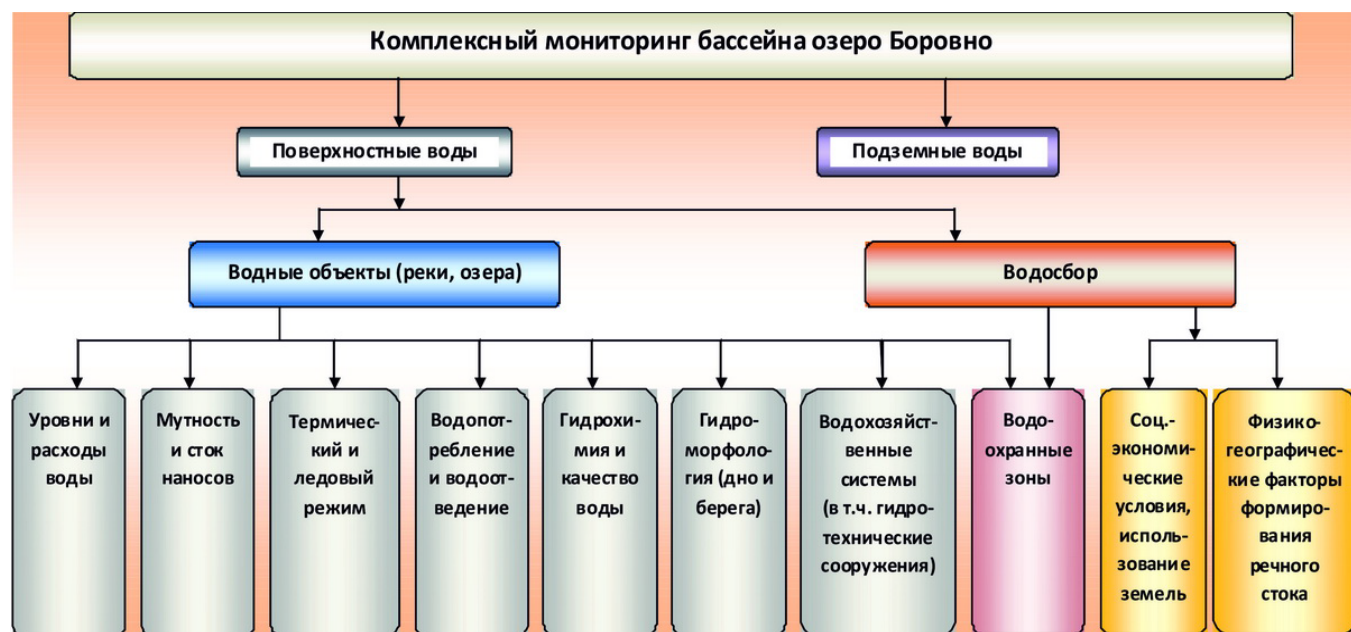


Рис. 1.3. Состав комплексного водохозяйственного и гидрометеорологического мониторинга бассейна оз. Боровно

Необходимость решения данной задачи возрастает в связи с рассматриваемым проектом строительства высокоскоростной автомобильной и железной дороги Москва – Санкт-Петербург и в непосредственной близости от национального парка и исследуемых объектов.

Мониторинг состояния водосбора состоит из мониторинга физико-географических и климатических факторов стока (почвы, растительность, осадки, снегозапасы, температура, влажность почвы и промер-

вание и т.п.) и мониторинга развития хозяйственной деятельности на водосборе (мелиорация, гидротехнические, агротехнические и лесотехнические мероприятия и т.п.). Очевидно, что без данных о состоянии водосбора невозможно решение важнейшей задачи мониторинга – краткосрочного оперативного и долгосрочного стратегического прогноза состояния водных объектов в бассейне.

Основной целью программы гидрологического мониторинга является создание оптимальной с экономической и информационной точки зрения системы наблюдений за состоянием водных объектов бассейна оз. Боровно, 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 в течение трех лет исследования позволили наметить план по организации системы гидрологического мониторинга в северной части национального парка «Валдайский».

Предлагаемые мероприятия на начальном этапе включают:

1. Подготовку геоинформационной системы озера Боровно–Разлив, создание тематических карт.
2. Создание баз данных, включающих данные стационарных наблюдений гидрометслужбы (р. Шегринка), периодических обследований, проведенных сотрудниками НПВ, ВФ ГТИ, Новгородводхоза, НовГУ, СпбГУ, МГУ, ИГРАН и др. организаций.
3. Сбор данных о гидротехнических сооружениях, создание регистрационных карт памятников истории техники. Создание карт памятников природы, связанных с водными объектами.
4. Создание реестра водных объектов данной территории на основе созданных ГИС и баз данных.
5. Проведение батиметрических съемок озер – в первую очередь Боровно, Разлив и др. Создание реперных точек гидроморфологического мониторинга.
6. Обоснование состава гидрологических и гидрохимических наблюдений в выбранных репрезентативных пунктах.
7. Проведение детальных гидролого-гидрохимических исследований водных объектов исследуемой территории в летний и весенний период. Обоснование выбора репрезентативных пунктов мониторинга.
8. Классификация озер по морфологическим и гидрологическим показателям.
9. Исследование структуры водного баланса озер.
10. Исследование химического состава атмосферных осадков, характеризующего первый этап формирования химического состава озерных и речных вод; включает в себя отбор проб дождя и проб снега при проведении снегомерных съемок.
11. Исследование донных отложений, имеющих важное индикационное значение при изучении особенностей миграции химических элементов.
12. Проведение гидробиологических исследований водных объектов.
13. Оценка антропогенной нагрузки на водные объекты (численность постоянного и временного населения, рекреационная нагрузка, сбор сведений о водопотреблении и водоотведении).
14. Комплексная оценка гидроэкологического состояния водных объектов.
15. Зонирование территории для регулирования рекреационной и хозяйственной деятельности на акватории озер и берегах водоемов. Обоснование водоохраных зон.

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

ГЛАВА 2. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВО ВРЕМЯ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2010–2012 гг.

2.1. Метеорологические условия в период полевых работ в 2010–2012 гг.

Оценка запаса воды в снежном покрове в 2010–2012 гг.

Высота снега измеряется с помощью снегомерной рейки с точностью до сантиметра. При проведении снегомерной съемки измерение высоты снега производится через каждые 10 м, а плотности – через каждые 100 м [Руководство..., 1963]. Всего было сделано около 97 точек с измерением плотности снега. Полученные результаты были осреднены в пределах однородных ландшафтов (в данном случае, поля и леса), а затем общий запас воды в бассейне реки рассчитывался в соответствии с соотношением площа-

дей, занимаемых разными типами ландшафтов, в пределах бассейна реки или озера. Для определения плотности снега использовался снегомер весовой ВС–43.

Результаты снегомерной съемки за последние 3 года исследования в Валдайском национальном парке представлены в табл. 2.1. Здесь приведены осредненные значения высоты и плотности снега для каждого снегомерного маршрута в пределах поля и леса.

Табл. 2.1. Запас воды в снежном покрове для различных типов ландшафтов (по данным измерений в январе-феврале 2010–2012 г.)

Дата	Место	Ландшафт	Ср. высота, $H_{\text{сн}}$, см	Ср. плотность снега, $\rho_{\text{сн}}$, кг/м ³	$W.E.$, мм
4.02.2010	Окрестности д. Перестово	Поле	52	160,0	83
		Лес	40	155,3	62
27.02.2011	Окрестности д. Мельница	Поле	64	210	135
29.02.2011		лес	74	150	115
29.02.2012	Окрестности д. Мельница	Поле	26	190	49
		Лес	22	160	35
30.02.2012	Оз. Боровно	озеро	4,73	170	8

Перед нами поставлена задача сравнить эти данные, чтобы оценить запас воды в снежном покрове за 2012 г. Исследования за прошлый год показали, что 2011 г. был аномальным по запасу воды в снежном покрове. На рис. 2.1 видно, что за 2011 год твердых осадков выпало больше. Плотность снега во время экспедиции 2011 г. превышает съемки 2010 г., составляющей в среднем $0,16 \text{ г/м}^3$, что чуть больше, чем плотность свежеснежавшего снега – $80\text{--}140 \text{ кг/м}^3$, и оставляет в среднем для всех типов ландшафтов $0,18 \text{ г/м}^3$. По сравнению с 2010 г., в 2011 г. наблюдались превышения значений снеготопливности на поле в 1,6 раза относительно 2010 г. (в 2010 г. – 83 мм, в 2011 г. – 135 мм), а в среднем для всех типов ландшафта примерно – в 1,8 раза (соответственно 72,5 мм и 127,5 мм).

Плотность снега, полученная в результате снегомерной съемки в 2012 г. в лесу – $0,19 \text{ г/м}^3$, что чуть больше, чем плотность снега в поле – $0,16 \text{ г/м}^3$. Сухой снег легко перевевается ветром, поэтому толщина залегания снега, особенно на поле, была крайне неоднородна: в 2010 г. минимальная высота снега была 25 см, а максимальная достигала 70 см. В 2012 г. преобладала безветренная погода, поэтому разница между минимальными (20 см) и максимальными (43 см) значениями не так велика. В лесу снежный покров был более однородным – от 15 до 30 см. Запас воды в снежном покрове за январь–февраль 2012 г. в среднем составил 30,6 мм.

Снегомерная съемка так же была проведена на озере Боровно. Там было сделано 26 точек. Максимальное значение высоты снега на озере было 10 см, а минимальное – только 0,5. Запас воды в снежном покрове составил только 8 мм. На рис. 2.1 видно, что в 2012 г. твердых осадков выпало в 3,1 раза меньше, чем за 2011 г., и в 1,6 раза меньше, чем в 2010 г.

По сравнению с запасами воды в снежном покрове за 1960–1970 гг. по данным метеостанции Валдай (табл. 2.2) в 2012 г. значения этой характеристики меньше вышеописанных в среднем в 2 раза. Значит, 2012 г. является так же аномальным. По рис. 2.2 видно, что декабрь в 2011 г. был самым теплым по сравнению с 2009–2010 гг. Но февраль, наоборот, самым холодным.

Результаты экспедиций за 3 года показали, что в 2010 г. все исследуемые характеристики в целом соответствуют средним многолетним значениям, но зима 2011–2012 гг., наоборот, является аномальной.

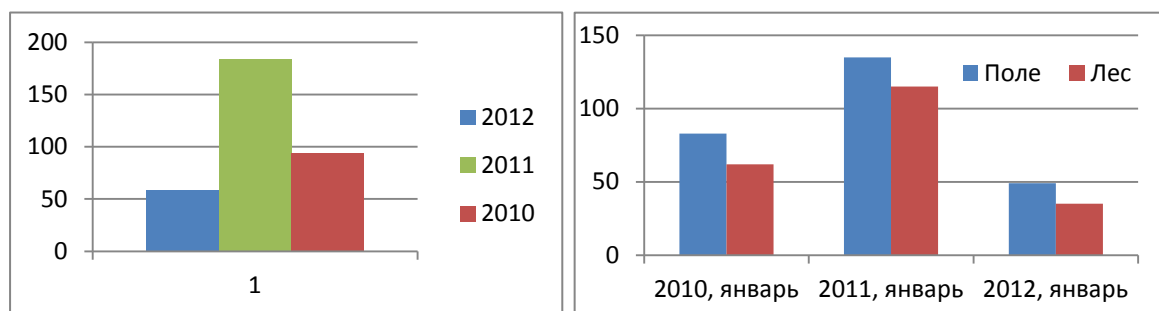


Рис. 2.1. Сумма твердых осадков за зимний период 2010–2012 гг. (слева) и запас воды в снежном покрове в различных ландшафтах (справа)

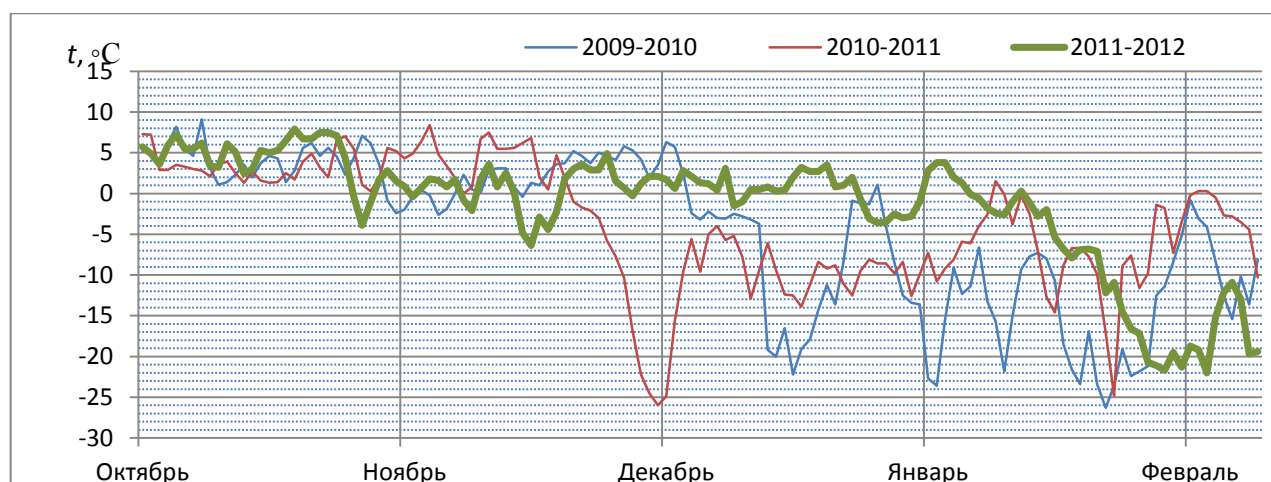


Рис. 2.2. Изменение температуры воздуха в период осени–зимы 2009–2012 гг. (по данным м/с Валдай)

В настоящее время климатологи отмечают увеличение приземной температуры воздуха на нашей планете. По данным последних исследований ГГИ повышение температуры воздуха на Северо-Западе ЕТС за последние 20 лет составило 2°C (рис. 2.3). Также за последнее десятилетие прошлого века на 10–20% возросло количество осадков (рис. 2.4). Однако каждой местности свойственны индивидуальные особенности климата, которые не обязательно совпадают с глобальной тенденцией. Среднегодовая температура воздуха за период 1926–2004 гг. в исследуемом регионе увеличилась на 1,5°C (табл. 2.3, 2.4). Увеличение связано главным образом с повышением температуры января и марта, а также февраля и апреля, в то время как с мая по июль температура воздуха имеет лишь слабую положительную тенденцию изменения. Многолетний ход годовой температуры воздуха, осредненной по десятилетиям, также отражает начавшийся в 1980-х гг. период потепления, превосходящий по величине наблюдавшиеся ранее.

Табл. 2.2. Запас воды в снежном покрове для различных типов ландшафтов в январе–феврале 2011 г.

	n	$h_{\text{ср}}$	$S(h)$	C_v	$\rho_{\text{ср}}, \text{г/м}^3$	W.Е., мм
Поле	29	64	2,74	0,04	0,21	135
Лог	17	81	6,45	0,08	0,18	146
Еловый лес	11	72	2,41	0,03	0,12	86
Сосново-еловый лес	22	75	2,83	0,04	0,19	143
Березняк	5	66				
Опушка	3	77				
Сосняк заболоченный	2	86				
Смешанный лес	4	78				
Лес	47	74	1,70	0,02	0,15	115

Табл. 2.3. Характеристики снежного покрова для различных метеостанций за периоды 1960–1970 гг. и 1968–1969 гг.

Период	Метеостанция	Первая декада февраля	Весь зимний период	
		Запас воды в снежном покрове, S , мм	Запас воды в снежном покрове S , мм	Количество осадков, мм
1960–1970	В.Новгород	55	65	258
	с. Боровичи	44	42	220
	с. Окуловка	78	75	293
	с. Валдай	76	89	292
1968–1969	Псков		46	114,5

Табл. 2.4. Величины линейного тренда (град. С) средней и абсолютной температуры по месяцам за период 1939–2004 гг.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Т сред.	+5	+3	+5	+3	+2	+0	+1	–0	+0	+0	0	0
Т макс.	+4	+3	+4	+3	+2	+1	+1	–1	–1	+1	0	0
Т мин.	+6	+3	+5	+2	+1	+2	+2	+0	+0	+1	0	0

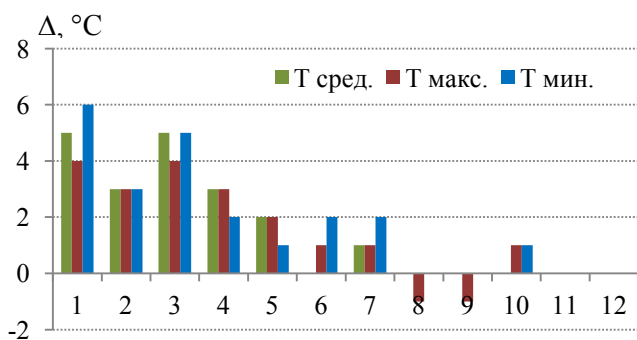


Рис. 2.3. Величины линейного тренда (°C) средней и абсолютной температуры по месяцам за период 1939–2004 гг.

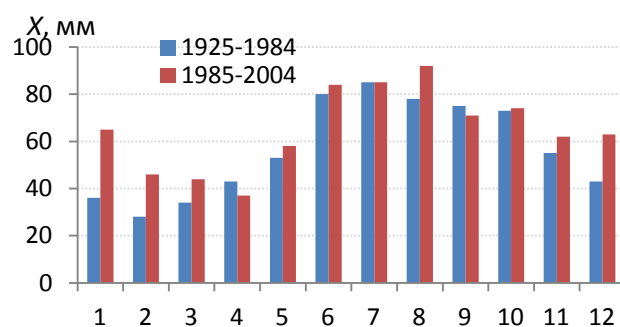


Рис. 2.4. Среднемесячные значения осадков за 1925–1984 гг. и 1985–2004 гг.

Табл. 2.5. Месячные и годовые суммы осадков по м/с Валдай за разные периоды

Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
1925–2004	44	32	37	42	54	81	85	82	74	73	57	48	709
1925–1984	36	28	34	43	53	80	85	78	75	73	55	43	683
1985–2004	65	46	44	37	58	84	85	92	71	74	62	63	781

В табл. 2.5 представлены данные о месячных и годовых суммах осадков за разные периоды. В данные введены поправки на смачивание и приборную неоднородность. Наблюдается увеличение количества осадков, особенно существенное в зимние месяцы.

Таким образом, при анализе режима водных объектов следует учитывать климатические изменения, происходящие в пределах исследуемой территории.

2.2. Общая характеристика водного режима рек

Единичные наблюдения за стоком воды рек были начаты в конце XIX – начале XX столетия, а систематические – с 1935 г. В дальнейшем активно развивалась сеть станций и постов. Но все равно режим стока воды средних и особенно малых рек изучен слабо, в частности рек, расположенных на территории Новгородской области. В основном преобладают пункты с продолжительностью наблюдений 16–30 лет и только 11 пунктов на средних и больших реках имеют продолжительность наблюдений более 40 лет. Благодаря этим наблюдениям можно дать гидрологическую характеристику рек Новгородской области и Валдайского национального парка в частности. По характеру питания реки данной области относятся к восточноевропейскому типу. Они имеют смешанное питание с преобладанием снегового (снеговое – 50–60%, дождевое – 20–30%, грунтовое – 10–20%). На реках наблюдаются сезонные колебания уровня. Отмечаются два максимума – весной и осенью и два минимума – зимой и летом. Летне-осенняя межень нарушается отдельными подъемами уровней воды, вызванными дождями. Зимняя межень прерывается в отдельные годы подъемами уровня за счет таяния снега во время оттепелей. Выделяется наиболее маловодный период летне-осенней и зимней межени, когда речной сток формируется только за счет грунтовых вод. В этот период включаются все дни с расходами, не превышающими наименьший суточный примерно на 10%. Летне-осенняя межень обычно наступает в середине июня и заканчивается в октябре. При дружном прохождении весеннего половодья период низкого стока на реках может наступать значительно раньше, в середине мая. Средняя продолжительность летне-осенней межени изменяется от 64 до 130 дней. Обычно ее продолжительность на малых реках больше, чем на больших. Наиболее маловодный период летне-осенней межени отмечается в июле, августе, реже в сентябре. Средняя продолжительность 25–35 дней, наибольшая до 130. Повсеместно наиболее низкая межень с наименьшими суточными и 30 дневными расходами отмечалась в 1938, 1939, 1951, 1959, 1963 и 1964 гг., высокая в 1950, 1953, 1957, 1962 гг. Зимняя межень рек на территории Новгородской области обычно устанавливается в конце ноября – середине декабря. Межень обычно заканчивается в конце марта, на северо-востоке территории – в начале апреля, крайние сроки – конец февраля, середина апреля. Зимняя межень может в отдельные годы во время оттепелей прерываться повсеместно паводками и состоять из 2–3 частей. Средняя продолжительность от 84–115 дней, увеличиваясь с юга и запада на северо-восток. Величина среднего слоя стока за межень изменяется по территории от 2 до 70 мм, в среднем она равна 15–25 мм, что составляет по отношению к годовому 5–12%. Наиболее маловодный период чаще всего наблюдается в

феврале, марте. Повсеместно низкая межень с наименьшими 30-дневными и суточными расходами отмечалась в зимы 1939–40, 1951–52, 1959–60. Высокая межень наблюдалась в 1953, 1957 и 1959.

Наибольшая часть годового стока рек приходится на долю весеннего половодья (40–60%), поэтому его объем, продолжительность и доля в годовом стоке предопределяют особенности распределения стока в году. Средние величины слоя весеннего стока колеблются в пределах 84–208 мм. При этом прослеживается общее увеличение абсолютных величин весеннего стока в направлении с юго-запада на северо-восток. Оно обусловлено распределением по территории запасов воды в снежном покрове, увеличивающихся также в направлении с юго-запада на северо-восток. Талые снеговые воды весной повышают уровень воды в малых реках на 2–3 м, в больших – на 3–6 м.

Зимний сток изменяется по территории от 11 до 95 мм и составляет от 7 до 30% годового. Наименьшие величины его наблюдаются в феврале (в юго-западной части территории) и в марте (на северо-востоке). При оттепелях зимняя межень нередко прерывается паводками, существенно повышающими сток зимнего периода.

Ледовый режим формируется в условиях переходной зоны между западноевропейским морским климатом и евроазиатским континентальным. Морские воздушные массы, поступающие с Атлантического океана, оказывают значительное влияние на образование ледяного покрова, его устойчивость и продолжительность. На ледовый режим рек оказывают влияния также местные специфические условия, обусловленные географическим положением водосборов рек, условиями питания и влиянием других местных факторов. Развитие процесса ледообразования происходит преимущественно с третьей декады октября по третью декаду ноября и идет в направлении с северо-востока на юго-запад. В среднем лед на реках появляется в сроки, близкие к норме (с отклонением ± 5 дней), один раз в 3–4 года, в ранние и поздние сроки (с отклонением 16–25 дней) один раз в 10–12 лет. Очень редко, четыре-пять раз в столетие, отклонение сроков ледообразования от нормы составляет 25 дней.

На Северо-Западе осенний ледоход наблюдается на большинстве рек и длится 5–10 дней. В условиях затяжного начала зимы в истоках озерных рек и на быстротоках он может продолжаться до 30–40 дней. Ледостав на реках в значительной степени определяется геоморфологическими особенностями бассейна реки, ее водностью и погодными условиями, поэтому территориальному обобщению характеристики ледостава не подвергаются.

Таким образом, с конца ноября до середины апреля (в течение 4–5 месяцев) реки покрыты льдом. В годы с теплым осенне-зимним периодом установление ледостава происходит в декабре. В ранние весны реки освобождаются ото льда на месяц раньше – в середине марта и даже в феврале.

Сток рек и ручьев в зимний период. За время зимней экспедиции НСО кафедры гидрологии суши были измерены расходы воды некоторых рек в меженьный период в рамках многолетнего гидролого-гидрохимического мониторинга водных объектов, начатого в зимний период 2010 г. В зимний период 2012 г. были изучены реки Шегринка (7 створов), Клетна (1), Корчинка (1), Волосна (1) и Боровна (1). Результаты измерений расходов воды, определения площадей водосборов и расчета модулей зимнего стока приведены в табл. 2.6.

Табл. 2.6. Расходы воды рек и ручьев на водосборе оз. Боровно в зимой 2012 г.

Название водотока	Створ	Q , м ³ /с	Площадь водосбора, км ²	Модуль стока, л/с км ²
2012 год				
р. Шегринка	Мост через р. Шегринка около д. Шуя (1)	0,44	57,57	7,61
р. Шегринка	Мост через р. Шегринка около д. Бойново (2)	0,11	30,35	3,62
р. Шегринка	Мост через р. Шегринка около д. Заручевье (дорога на д. Бороды) (3)	0,24	20,41	11,76
р. Шегринка	р. Шегринка у д. Юрьево, 30 м вниз по течению относительно моста (4)	1,14	299,20	3,81
р. Шегринка	30 м ниже впадения в Шегринку р. Кренично (5)	1,36	417,20	3,25
р. Шегринка	р. Шегринка – Копанка (60 м ниже моста) (6)	0,56	124,97	4,48
р. Шегринка	Брод через р. Шегринка (7)	0,03	1,44	20,86
р. Клетна	д. Почеп	0,47	75,36	6,24
р. Корчинка	д. Котчино	0,18	20,61	8,49
р. Боровна	мост	4,00	309,00	12,94

В зимний период 2012 г. водность рек бассейна оз. Боровно несколько ниже, чем в 2011 г. (рис. 2.5). Особенно сильно это заметно на Шегринке. Расход воды от истока к устью увеличивается более, чем в 10 раз: у д. Бойнево – 0,11 м³/с, около д. Заручевье – 0,24 м³/с, у д. Шуя – 0,44 м³/с, у д. Юрьево (30 м вниз по течению относительно моста) – 1,14 м³/с, 30 м ниже слияния с р. Кренична – 1,36 м³/с, а на участке переброски стока в оз. Разлив р. Шегринка – Копанка (60 м ниже моста) – 0,56 м³/с, брод через Шегринку (ниже – 0,03 м³/с).

В 2011 г. у д. Шуя – 0,22 м³/с, д. Бойнево – 0,39 м³/с, д. Юрьево (30 м вниз по течению относительно моста) – 2,19 м³/с, 30 м ниже впадения в Шегринку р. Кренична – 2,66 м³/с, р. Шегринка – Копанка (Шегринский канал) в 60 м ниже моста – 3,48 м³/с, брод через р. Шегринку (ниже истока Шегринского канала) – 0,04 м³/с. Наиболее заметна разница в Шегринском канале, где расход воды в 2012 г. на 2,92 м³/с ниже, чем в 2011 г.

Водность остальных рек, напротив, в 2012 г. несколько выше, чем в предыдущие годы. Например, меженный зимний расход воды р. Боровна составляет 4 м³/с (в 2012 г.), а в 2010 г. составлял 1,53 м³/с, зимний расход р. Корчинка возрос с 0,12 м³/с (в 2010 г.) до 0,18 м³/с (2012 г.), расход р. Волосна практически не изменился.

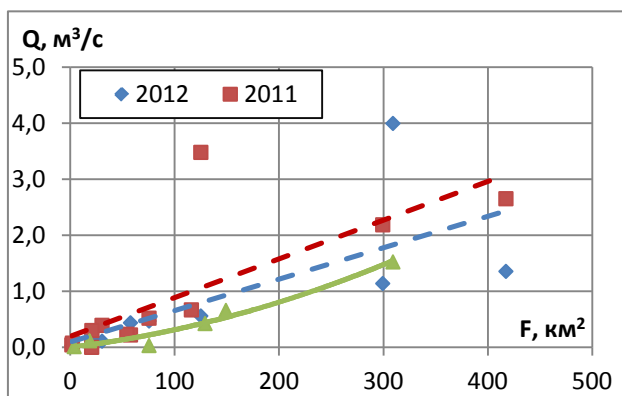


Рис. 2.5. Зависимость зимних расходов воды рек от площади водосбора в период 2010–2012 гг.

Шегринка — река в Валдайском, Окуловском и Боровичском районе Новгородской области. Река берёт начало из оз. Русское, впадает в Мсту в районе деревни Долгая Лука Боровичского района и принадлежит к бассейну Балтийского моря. Ее длина около 85 км. Наиболее крупные притоки: Кренично (левый); Каменка, Гузаревка (правые). Верхняя часть бассейна р. Шегринки заболочена. На берегу р. Шегринки находятся 15 населённых пунктов.

Площадь водосбора составляет 606 км², 63,8 км² – по замыкающему створу в п. Красный Мост. Данные приведены по посту Красный Мост (период наблюдений 1960–1987 гг.). Наибольший расход воды, наблюдавшийся в это время, 15,7 м³/с. Расход воды за многолетний период составляет 6,71 м³/с. Модуль стока р. Шегринки составляет 4,33 л/с·км².

Рассчитанный по измеренным расходам воды модуль меженного стока р. Шегринки в среднем составляет 7,91 л/с·км², когда многолетнее значение модуля стока за месяц февраль составило 7,83 л/с·км² [Ресурсы..., 1972], при изменении данной характеристики по годам от 5,16 л/с·км² до 10,32 л/с·км². Таким образом, можно судить о том, что на рассматриваемой территории существенных изменений условий формирования зимнего стока не произошло, и исследуемый год не выходит за пределы нормы.

Проанализировав гидрографы за 1961 и 1962 гг. (см. рис. 2.6) и сравнив данные ОГХ с проведенными измерениями, можно сделать вывод, что р. Шегринка относится к рекам с преимущественно снеговым питанием с весенним половодьем и высокими осенними паводками.

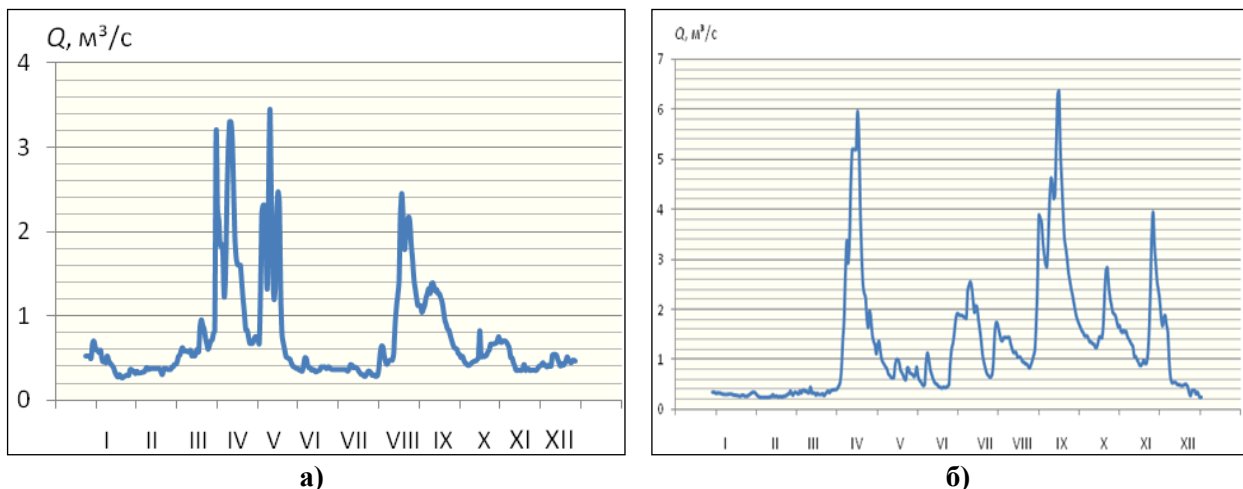


Рис. 2.6. Гидрограф р. Шегринка – п. Красный мост за 1961 (а) и 1962 г. (б)

ГЛАВА 3. ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР И РЕК ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗИМНЕГО ОБСЛЕДОВАНИЯ 2012 Г.)

В ходе экспедиции НСО-2012 кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ в Валдайский Национальный парк был проведен ряд гидробиологических работ по изучению зоопланктона в озерах Разлив и Боровно и зообентоса в нескольких реках исследуемого района. Целью этих исследований было выявление особенностей распределения водных организмов, населяющих как проточные, так и не проточные водные объекты, в связи с особенностями физико-химических параметров внешней среды. Соответственно, на основе собранной информации, не только гидробиологической, но и гидрометрической и гидрохимической при комплексном рассмотрении и анализе можно решить на ряд поставленных перед исследователем задач, а именно:

- определить состав и количественные характеристики зоопланктона в озерах Боровно и Разлив,
- изучить характер вертикального распределения зоопланктона,
- изучить состав и особенности распределения зообентоса в ряде рек изучаемого района,
- попытаться установить зависимость видового состава бентоса от различных характеристик воды и оценка ее качества,
- получить опыт и практических навыков в этой области гидрологии.

Актуальность данной проблемы обусловлена необходимостью расширения гидробиологической информационной базы. В настоящий момент имеется некоторый недостаток сезонных и многолетних данных, необходимых для сравнения и понимания изменения состояний. В ходе экспедиций НСО в Валдайском Национальном парке гидробиологические работы проводились впервые. Их главной трудностью и особенностью было осуществление в суровых зимних условиях, что с другой стороны делает полученные данные еще более ценными.

Объектами гидробиологического исследования в 2012 г. были в первую очередь два озера – Боровно и Разлив. Здесь 27 и 30 января проводились отборы воды в двух наиболее глубоких точках (в 390 м от уреза в районе д. Мельница, глубина 22 м (N 58,25098 E 33,26675) и перед островом (N58,24978 E33,24811), глубина 25 м) с двух горизонтов. На озере Разлив работы проводились 28 января в точке (N58,24875 E33,33008) с глубиной 25 м (рис. 3.1).

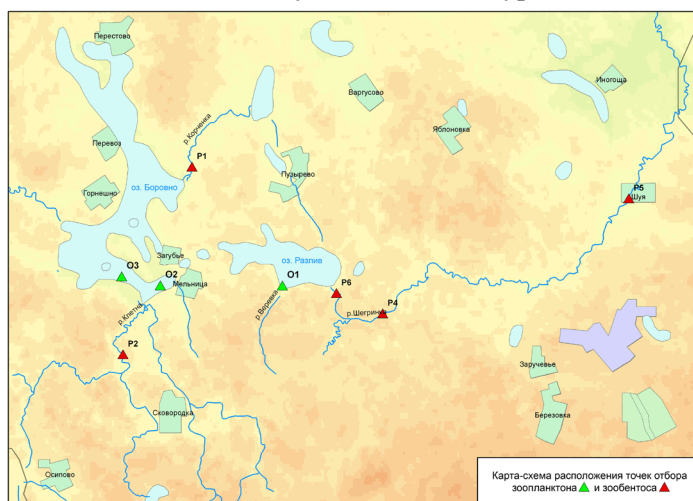


Рис. 3.1. Карта-схема расположения точек отбора проб зоопланктона и зообентоса

Табл. 3.1. Положение точек отбора проб зоопланктона и зообентоса на карте-схеме.

Индекс	Положение точки	р2	р.Клетна
о1	оз. Разлив	р3	р.Шегринка, исток
о2	оз.Боровно (27.01)	р4	р.Шегринка, брод
о3	оз.Боровно (30.01)	р5	р.Шегринка, ниж. теч.
р1	р.Корчинка	р6	р.Копанка (р.Шегринка, устье)

Зоопланктон облавливали сетью Джеди – отдельно для двух слоёв водоёма – придонного и поверхностного; при этом использовали дополнительную верёвочку для закрывания сети на нужной глубине. Горизонты назначали, учитывая особенности распределения температуры и кислорода, границей горизонтов является уровень температурного скачка. Каждая проба была законсервирована 40%-ым формалином и исследована уже позднее под микроскопом в лабораторных условиях.

В реках Корчинка, Клетна, Шегринка и Копанка проводился отбор проб зообентоса (рис. 3.1). На р. Шегринке были взяты пробы в трех точках: у истока около д. Байнево (на рис. 3.1 не представлена в силу ее удаленности), в нижнем течении у д. Колосово и в точке брод, также в нижнем течении. На р. Копанке (формально являющейся искусственным руслом Шегринки) в точке недалеко от устья реки отбор пробы производился дважды, 28 и 31 января, что дает возможность сравнить результаты.

Отбор проб зообентоса зависит от типа донных отложений (данные по грунтам исследуемых рек приведены в таблицах ниже). На каменистом грунте в каждом створе отбиралась проба с камней на некотором небольшом расстоянии от берега: камни под водой перекладывались в сачок таким образом, чтобы смываемые течением организмы попадали также в сачок. Самые крупные камни очищали непосредственно в русле. В случае песчаного грунта сачок слегка заглубляется в грунт и проводится (50–70 см) против течения в песке таким образом, чтобы снять поверхностный слой. При этом указывается пройденный сачком путь, для подсчета обловленной площади (для этого ширина сачка, которая врезается в грунт, умножается на длину пройденного сачком пути). Песок из сачка переносится в контейнер и так же как в случае с каменистым грунтом полученная проба обрабатывается в лабораторных условиях. Если грунт илистый, то в отличие от предыдущего случая дополнительно проводится еще в полевых условиях промывка пробы для удаления илистых частиц.

Все основная информация, полученная в ходе исследования, представлена в виде таблиц (табл. 3.2–3.5). Из представленных данных видно, количественное развитие зоопланктона в озёрах невелико – биомасса на один–два порядка меньше, чем в мезотрофных водоёмах летом. И это естественно – зимой низкая температура и мало пищи.

Табл. 3.2. Сводная таблица данных по характеристике зоопланктона в озерах Боровно и Разлив

Дата	Водоём	Глубина	Численность, экз/м ³	Биомасса, мг/м ³	O ₂ , мг/л	T, °C	Электропроводность, mS	ХПК, мгО/л	ПО, мгО/л
28.1	оз.Разлив	0–12 м	3658	165	10,9	1,4	45,85	27,9–29,5	5,74
28.1	оз.Разлив	12–25 м	3009	100	5,6	3,4	75,08	23,1–30,1	4,83
27.1	оз.Боровно	0–10 м	1469	16	11,9	0,9	46,26	нет данных	нет данных
30.1	оз.Боровно	0–10 м	575	26	11,3	0,9	46,48	16,50	4,16
30.1	оз.Боровно	10–24 м	646	25	10,7	1,3	49,55	21,90	3,75

Обычно, при исследовании глубокого озера, бывает интересно проследить характер вертикального распределения зоопланктона, т.к. с глубиной изменяются различные физико-химические характеристики водоёма. Из табл. 3.2 видно, что биомасса зоопланктона оз. Разлив у поверхности, примерно, в полтора раза больше, чем у дна. Это может быть связано со снижением концентрации кислорода (с 10,9 мг/л у поверхности до 5,6 мг/л у дна). В оз. Боровно биомасса зоопланктона у дна и у поверхности, примерно, одинаковы, так же, как и содержание кислорода. Т.е. особенности вертикального распределения биомассы зоопланктона в рассматриваемых озёрах можно удовлетворительно объяснить характером распределения в них кислорода.

В табл. 3.2 обращает на себя внимание то, что биомасса зоопланктона в оз. Разлив (100–165 мг/м³) значительно больше, чем в оз. Боровно (16–26 мг/м³). Это может быть связано с тем, что первый водоём несколько теплее, чем второй (важно, выяснить гидрологические причины данного явления – возможно, это является следствием большей стратифицированности оз. Разлив, что отражается в характере вертикального распределения и температуры, и электропроводности, и кислорода).

Обнаруженное различие в биомассе зоопланктона между озёрами Разлив и Боровно можно рассматривать, как разницу биологической продуктивности этих водоёмов. В пользу такого мнения свидетельствуют и данные по содержанию в воде органического вещества, которого в оз. Разлив больше, чем в оз. Боровно (табл. 3.2). Предположение о различии в продуктивности озёр желательно проверить во время летнего обследования.



Рис. 3.2. Представители зоопланктона обследованных озёр: диатомус (слева) и науплиус (справа)

На рис. 3.2 изображены основные представители зоопланктона обследованных озёр: веслоногие рачки диатомусы (составляющие основную часть биомассы) и личинки веслоногих

– науплиусы (которые нередко преобладали по численности).

В табл. 3.3 представлены сведения о донных обитателях рек рассматриваемого района. Во всех пробах присутствует значительное количество видов личинок амфибиотических насекомых – веснянок, подёнок, ручейников. Эти организмы обычно живут в быстротекущих реках с каменистым (каменисто-

песчаным) дном, в чистой воде, насыщенной кислородом. Фотографии донных обитателей обследованных рек, сделанные нами под микроскопом, представлены на рис. 3.3–3.9.

Табл. 3.3. Состав зообентоса рек обследуемого района

Индекс	Водоём	Вид (группа)	Численность в пробе, экз	Грунт	Площадь, м ²
p1	р.Корчинка	Веснянки	1	илистый песок	0,5
		Подёнки	1		
		Хирономиды (4 вида)	18		
p2	р. Клетна	Ручейники (в домиках, 1–2 вида)	13	галька, гравий, песок	0,8
		Ручейник (бездомиковый)	2		
		Жук (Helmidae)	8		
		Личинка жука (Helmidae)	3		
		Стрекоза	1		
		Подёнка	2		
		Веснянки (3 вида)	4		
		Хирономиды	5		
		Моллюск (чашечка Ancyclus)	1		
		Моллюск (прудовик)	1		
		Личинки двукрылых	2		
p3	р. Шегринка, исток	Подёнки	10	валуны, галька	1,0
		Веснянки	1		
		Ручейник (бездомиковый)	2		
p4	р. Шегринка, брод	Веснянки 3 вида	20	галька, гравий, песок	1,0
		Ручейник (бездомиковый)	1		
		Личинки двукрылых	3		
		Мошки	7		
		Жук (Helmidae)	1		
		Личинка жука (Helmidae)	1		
		Подёнки 2 вида	12		
		Хирономиды 3 вида	94		
		Олигохеты	2		
p5	р. Шегринка, нижн. теч.	Ручейник (бездомиковый)	1	песчано-галечный	0,5
		Хирономиды – 2 вида	6		
		Моллюск (прудовик)	1		
p6	р. Копонка (28.01)	Хирономиды (3–4 вида)	29	каменистый	2,0
		Веснянки	4		
		Личинки двукрылых (3–4 вида)	5		
p6	р. Копонка (30.01)	Хирономиды	15	каменистый	2,0
		Веснянки 2 вида	14		
		Ручейник (бездомиковый)	8		
		Подёнки 2–3 вида	25		
		Мошки	4		
		Жук (Helmidae)	2		

Для оценки состояния водотоков мы использовали следующие показатели их биоценозов:

- видовое богатство (т.е. число видов),
- биотический индекс (индекс Вудивиса), включающий в себя оценку индикаторной значимости индикаторов и видовое разнообразие биоценоза (более подробное описание метода дано в Приложении)
- индекс ЕРТ, который представляет собой сумму числа видов подёнок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera), обнаруживаемых в пробе. Чем больше этот показатель, тем более реофильны сообщества, чище вода в реке и более насыщена кислородом.

Из табл. 3.4 видно, что в большинстве случаев индекс Вудивиса принимает высокие значения – 7–9 баллов, соответствующие чистым водам. В пробе, отобранной 30 января из р. Шегринки у д. Байнево, индекс составил 6 баллов – «умеренно загрязнено». В пробе, отобранной в тот же день из Шегринки у д. Колосово индекс принял минимальное значение – 4 балла. Однако этот результат, возможно, придётся отбраковать, поскольку отбор данной пробы подо льдом был связан со значительными трудностями, в результате чего объём выборки оказался очень небольшим – в пробе обнаружено всего 8 организмов (табл. 3.4) и результат определения индекса оказался малодостоверным. Такое заключение можно аргу-

ментировать рис. 3.10, на котором показан график связи между величиной индекса Вудивиса и объёмом выборки. Видно, что малый объём выборки приводит к занижению индекса; кстати, это относится и к той пробе, где индекс принял значение, равное 6.



Рис. 3.3. Ручейник бездомиковый (вверху) и веснянка (внизу) из р. Шегринки в д. Битнево



Рис. 3.4. Подёнка из р. Корчинка (две хвостовые нити обломлены)



Рис. 3.5. Веснянка из р. Копонка



Рис. 3.6. Ручейник в домике из р. Клетна



Рис. 3.7. Водяной жук (Helmidae) и его личинка (справа) из р. Клетна



Рис. 3.8. Личинка двукрылых из р. Копонка

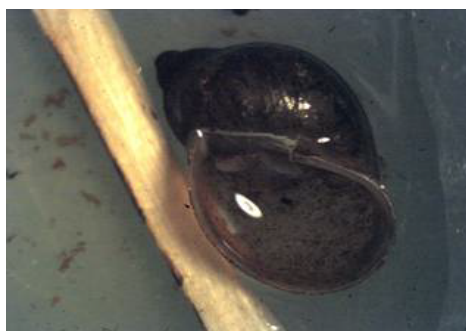


Рис. 3.9. Моллюск (прудовик) из р. Клетна

Табл. 3.4. Сводная таблица биологических показателей биоценозов рек изучаемого района

Дата	Водоём	Местоположение	Вудивис	ЕРТ	Число видов	Число особей	Площадь, м ²
27.01	р. Корчинка	д. Котчино	7	2	6	20	0,5
27.01	р. Клетна	д. Почеп	9	6	14	42	0,8
30.01	р. Шегринка, исток	д. Байнево	6	2	3	13	1
28.01	р. Шегринка, брод		9	6	14	141	1
30.01	р. Шегринка, ниж. теч.	д. Колосово	4	1	4	8	0,5
28.01	р. Копанка (р. Шегринка, устье)		7	1	9	38	2
31.01			8	6	9	68	2

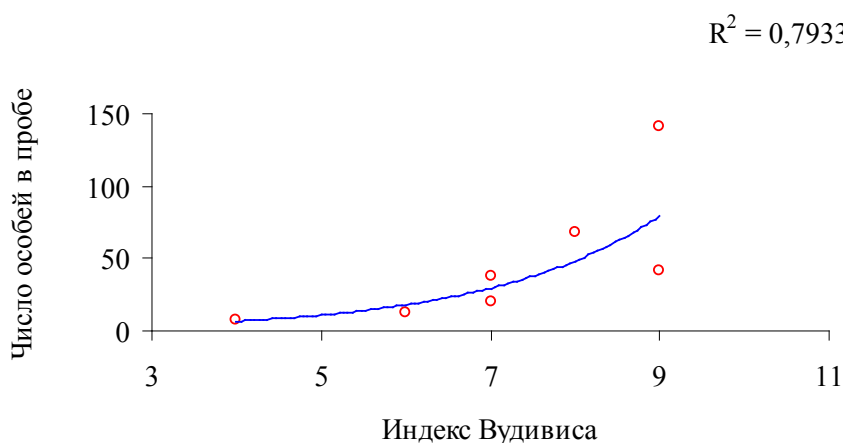


Рис. 3.10. Связь между индексом Вудивиса и объёмом выборки (числом особей в пробе)

Табл. 3.5. Сводная таблица характеристик точек отбора зообентоса

Дата	Водоём	Грунт	Скорость теч., м/с	Электропроводность, приведенная к 25 °mS	Качество воды
27.01.12	р. Корчинка	илистый песок	0,09	нет данных	Чисто
27.01.12	р. Клетна	галька, гравий, песок	0,41	68	Очень чисто
30.01.12	р. Шегринка, исток	валуны, галька	0,17	100	Умеренно загрязнено
28.01.12	р. Шегринка, брод	галька, гравий, песок	0,07	258,1	Чисто
30.01.12	р. Шегринка, ниж. теч.	песчано-галечный	0,13	395,9	Грязно
28.01.12	р. Копанка (р. Шегринка, устье)	каменистый	0,26	145,3	Чисто (умеренно загрязнено)
31.01.12					Чисто

Из табл. 3.4 видно, что при достаточно большом объёме выборки и другие характеристики донных биоценозов – число видов и индекс ЕРТ, как правило, принимают высокие значения. Это соответствует результату, полученному с помощью биотического индекса Вудивиса.

Количественное развитие зоопланктона в озёрах невелико – биомасса на один–два порядка меньше, чем в мезотрофных водоёмах летом. И это естественно – зимой низкая температура и мало пищи. Вместе с тем, биомасса зоопланктона в оз. Разлив ($100\text{--}165 \text{ мг/м}^3$) значительно больше, чем в оз. Боровно ($16\text{--}26 \text{ мг/м}^3$) (табл. 3.6). Это может быть связано с тем, что первый водоём несколько теплее, чем второй (важно, выяснить гидрологические причины данного явления – возможно, это является следствием большей стратифицированности оз. Разлив, что отражается в характере вертикального распределения и температуры, и электропроводности, и кислорода).

Обнаруженное различие в биомассе зоопланктона между озёрами Разлив и Боровно можно рассматривать, как разницу биологической продуктивности этих водоёмов. В пользу такого мнения свидетельствуют и данные по содержанию в воде органического вещества, которого в оз. Разлив больше, чем в оз. Боровно. Предположение о различии в продуктивности озёр желательно проверить во время летнего обследования.

Рассматриваемые озёра различаются и характером вертикального распределения зоопланктона. Его биомасса в поверхностном горизонте оз. Разлив, примерно, в полтора раза больше, чем у дна. Это может быть связано со снижением концентрации кислорода (с $10,9 \text{ мг/л}$ у поверхности до $5,6 \text{ мг/л}$ у дна). В оз. Боровно биомасса зоопланктона у дна и у поверхности, примерно, одинаковы, так же, как и содержание кислорода. Т.е. особенности вертикального распределения биомассы зоопланктона в рассматриваемых озёрах можно удовлетворительно объяснить характером распределения в них кислорода.

Донные биоценозы большинства обследованных водотоков можно охарактеризовать как реофильные. В них велика доля личинок насекомых – веснянок, подёнок, ручейников – которые обычно обитают в условиях повышенной скорости течения, гравийно-галечных (песчано-галечных) отложений, высокого содержания кислорода. С точки зрения чистоты воды большинство обследованных рек можно отнести (по методу Вудивиса) к категории чистых и очень чистых.

Табл. 3.6. Видовой состав зоопланктона озер Боровно и Разлив

Индекс точки	Водоём	Глубина	Вид	Численность, экз/м ³	Биомасса, мг/м ³
о1	оз.Разлив	0–12 м	Диатомус	1991	114
			Циклоп	442	4,78
			Дафния	914	46
			Науплиус	147	0,15
			Босмина	162	0,46
о1	оз.Разлив	12–25 м	Диатомус	1253	71
			Циклоп	1157	12
			Дафния	313	16
			Науплиус	272	0,27
			Коловратка (келикотия лонгиспина)	7	0,01
о2	оз.Боровно	0–10 м	Коретра	7	
			Науплиус	1062	1,06
			Диатомус	248	14
			Коловратка (шаровидная)	106	0,21
			Дафния	18	0,90
о3	оз.Боровно	0–10 м	Коловратка (келикотия лонгиспина)	18	0,02
			Босмина	18	0,05
			Диатомус	398	23
			Босмина	35	0,10
			Коловратка (келикотия лонгиспина)	9	0,01
о3	оз.Боровно	10–24 м	Дафния	53	2,70
			Циклоп	80	0,86
			Диатомус	407	23
			Науплиус	186	0,19

ГЛАВА 4. МОНИТОРИНГ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК И ОЗЕР БАССЕЙНА ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ БОРОВНО–РАЗЛИВ

Озерная система Боровно–Разлив представляет собой объединенные гидрографической сетью озера, расположенные на разных уровнях в пределах водосборного бассейна озера, завершающего «каскадную группировку» [Недогарко и др., 2005]. Основные «каскадные группировки» озер национального парка «Валдайский» замыкаются гидротехническими сооружениями, которые позволяют регулировать сток воды озер и использовать их водные ресурсы для хозяйственно-бытовых и промышленных целей. В первую очередь это относится к озерной системе Боровно–Разлив, которая замыкается Горнешенской плотиной на р. Боровна. Горнешенское водохранилище было создано для регулирования уровня Обреченского водохранилища, обеспечивающего водоснабжение г. Окуловка.

Озерная система Боровно–Разлив может рассматриваться в качестве конечного звена в цепочке геохимических преобразований, происходящих как на ее водосборе, так и в самих озерах.

4.1. Гидрологическая характеристика озер в зимний период

В период зимней стагнации в озёрах наблюдается обратная температурная стратификация, при которой верхние слои воды имеют более низкую температуру по сравнению с придонными горизонтами. В целом распределение температуры воды сходно для большинства вертикалей исследованных озер. Съёмки, выполнявшиеся в январе–феврале в течение трех лет, свидетельствуют о том, что на фоне общих закономерностей пространственного распределения температуры, отмечены различия в ее вертикальном распределении, обусловленные, в частности, морфометрическими особенностями озерных котловин.

Как правило, ледяной покров на озерах национального парка «Валдайский» устанавливается в середине ноября – декабре. Однако при определенных погодных условиях эти сроки могут изменяться. Аномальные температуры были характерны для начала зимы 2011–2012 гг. (рис. 2.2). Ледяной покров на водных объектах установился лишь к середине января 2012 г. В конце января 2012 г. поверхностная температура воды в озерах изменялась от 0 до 0,7°C, причем пониженные значения температуры (0–

0,2°C) наблюдались над более мелководными частями (с глубинами 1,5–5 м), а более высокие (0,2–0,6°C) отмечены на участках с глубинами более 10–15 м. Средняя температура воды поверхностного слоя была равна 0,4°C.

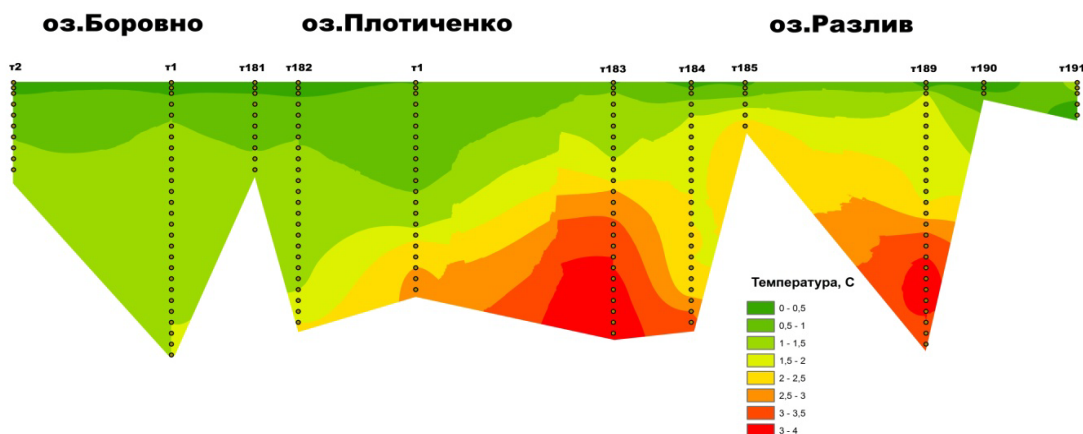


Рис. 4.1. Распределение температуры в оз. Боровно в январе 2012 г.

Таким образом, прослеживается зависимость между глубиной вертикали, на которой проводились измерения, и температурой воды как на поверхности, так и в придонных горизонтах озера. В воде южного плеса оз. Боровно в поверхностном слое толщиной 2,5 м температура воды увеличивалась от 0,2 до 0,9°C. Далее с глубиной температура увеличивалась очень незначительно (вертикальный градиент температуры 0,03°C/м) и достигала своего максимального значения — 1,5°C в придонных слоях (рис. 4.2).

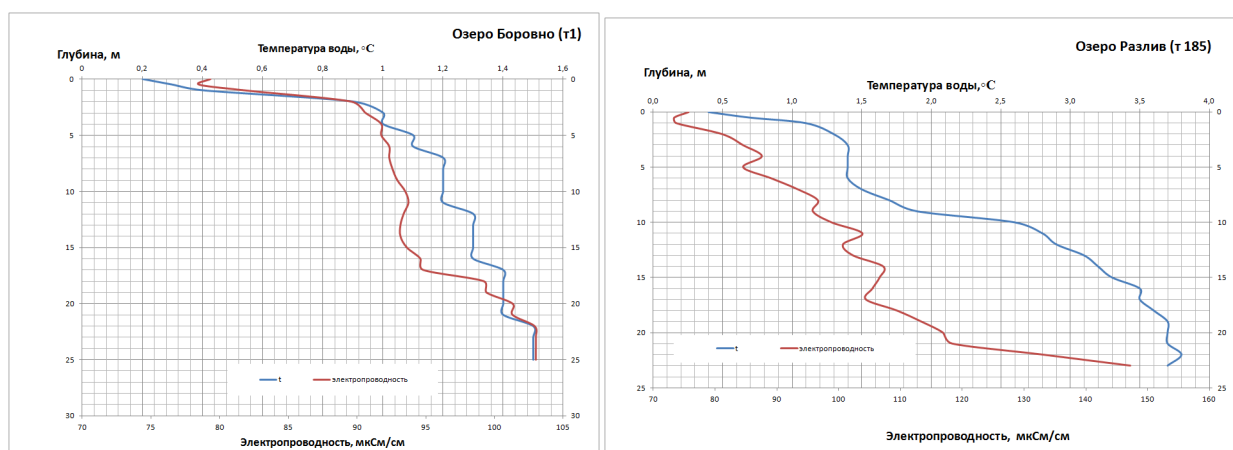


Рис. 4.2. Вертикальное распределение температуры и электропроводности воды в южном плесе оз. Боровно (слева) и Разлив (справа)

Вертикальное и пространственное распределение температуры воды оз. Разлив (вдхр. Боровновской ГЭС) типично для периода зимней стагнации. В отличие от температуры воды в южном плесе оз. Боровно, температура воды, отмеченная в оз. Разлив сходна с ее величинами, наблюдавшимися зимой 2010 и 2011 гг. Так, средняя температура поверхностных слоев озера составляла 0,6°C (диапазон температур поверхностного слоя на разных вертикалях равен 0,5°C). С глубиной происходит увеличение температуры воды. В целом, оз. Разлив более теплое по сравнению с оз. Боровно, что обусловлено морфометрическими особенностями озерной котловины. Наибольший вертикальный температурный градиент, как и в оз. Боровно, наблюдался в поверхностном слое воды: 0,3°C/м – в слое 0–3 м, 0,2°C/м – в слое 3–10 м. Максимальная температура воды в придонном горизонте составила 3,6°C.

Сравнивая данные о температуре придонных горизонтов некоторых крупных озер национального парка «Валдайский», можно отметить, что в конце периода зимней стагнации максимальный прогрев придонных слоев воды отмечен на оз. Велье (4,2°C), минимальный – на озере Ужин (2,9°C).

Электропроводность воды – один из важных гидролого-гидрохимических параметров, который, наряду с температурой, содержанием растворенного кислорода, концентрацией органического вещества и биогенных элементов, характеризует гидроэкологическое состояние водных объектов.

Исследования электропроводности воды в период зимней межени (конец января – начало февраля) проводились в течение трех лет подряд, они показали различия наблюдаемых величин электропроводности воды озерных и речных вод. Так, зимой 2010 г. для озер системы вдхр. Боровновской ГЭС (Разлив, Боручье, Белое) были характерны значения электропроводности от 100–110 в поверхностных слоях до 150–160 мкСм/см на глубине. Вертикальное распределение электропроводности нарушается в местах впадения притоков, воды которых имеют отличные от озерных вод гидролого-гидрохимические характеристики. Два основных притока оз. Разлив – р. Верёвка и р. Шегринка (канал Копанка).

Сток р. Шегринка (р. Копанка) формируется в основном за счет грунтового и подземного питания, поэтому ее воды, с более электропроводные и холодные, чем в самом озере, растекаясь в придонных горизонтах, постепенно смешиваются с озерной водой. Воды р. Веревка, протекающей по заболоченной территории, имеют меньшую электропроводность и при впадении в озеро растекаются по его поверхности, уменьшая в приустьевой области электропроводность озерной воды. В рассматриваемый период минимальная электропроводность воды исследуемых озер составляла 66,5, а максимальная – 195 мкСм/см. В воде оз. Боровно электропроводность воды до глубин 15 м равномерно увеличивалась от 79 до 97 мкСм/см, практически одинаково на вертикалях. Ко дну (на глубинах 16–25 м) вертикальный градиент электропроводности возрастал и был равен в среднем 1,5 мкСм/см на 1 м (рис. 4.2).

Воды оз. Разлив более стратифицированы, особенно в глубоководных частях – оз. Боручье и Белое. Так, электропроводность воды самого широкого центрального плеса оз. Разлив и его заливов практически не изменяется до глубин 10 м (средняя электропроводность 84–86 мкСм/см), в нижерасположенном 10-метровом слое электропроводность воды возрастает на 24 мкСм/см, а затем увеличивается почти на 40 мкСм/см в придонном 5-метровом слое воды (рис. 4.2). Похожая картина вертикального распределения электропроводности воды отмечена также в оз. Боручье и Белое (плесы оз. Разлив). Таким образом, можно констатировать, что характерной особенностью распределения электропроводности воды в оз. Разлив является формирование в придонных горизонтах озерной котловины (на глубине 20–25 м и ниже) линз значительно более минерализованных вод. Градиент электропроводности на глубинах свыше 20 м может достигать 10 мкСм/см.

Зимой в подледных слоях в озерах системы Боровно–Разлив электропроводность воды была на 2–3 мкСм/см больше, чем в нижележащих слоях, так как при быстром образовании и нарастании льда часть солей остается в подледном слое воды, повышая ее электропроводность [Пальшин, 1999].

4.2. Особенности содержания растворенного кислорода в зимний период

Содержание растворенного кислорода (РК) и степень насыщения им водной массы озер является результирующей характеристикой протекающих в водоеме процессов создания ОВ и деструкции ОВ, созданного в водоеме и поступившего извне. Зимой в озерно-речной системе Боровно–Разлив наблюдается уменьшение концентрации растворенного кислорода с глубиной.

В период зимней стагнации наличие ледяного покрова, отсутствие перемешивания и фотосинтеза, процессы деструкции, протекающие даже при низких температурах, приводят к резкому уменьшению кислорода в придонных горизонтах. Эти закономерности характерны для многих озер и водохранилищ ЕТР [Структура..., 2004].

В ходе экспедиции было определено содержание растворенного кислорода в воде озерно-речной системы Боровно–Разлив (рис. 4.3). Полученные результаты представлены в Приложении 3.

Наибольшая концентрация O_2 на поверхности была зафиксирована в центральной части оз. Разлив – 13,8 мг/л (95% насыщения), а наименьшая в воде оз. Плотиченко – 9,6 мг/л (67%).



Рис. 4.3. Точки отбора проб воды в январе–феврале 2012 г.

Содержание кислорода в южном плесе оз. Боровно изменялось в диапазоне от 10,7 до 12,1 мг/л (на поверхности), от 8,7 до 9,9 мг/л (в придонных слоях). Водная толща южного плеса оз. Боровно была хорошо насыщена кислородом. Относительное содержание O_2 даже в придонных слоях не опускалось ниже 69% (рис. 4.4). Не исключено, что относительно высокое содержание O_2 в придонных горизонтах довольно глубокого южного плеса оз. Боровно обусловлено аэрацией его водной

толщи за счет промоины, образовавшейся от поступления воды из водохранилища Боровновской ГЭС.

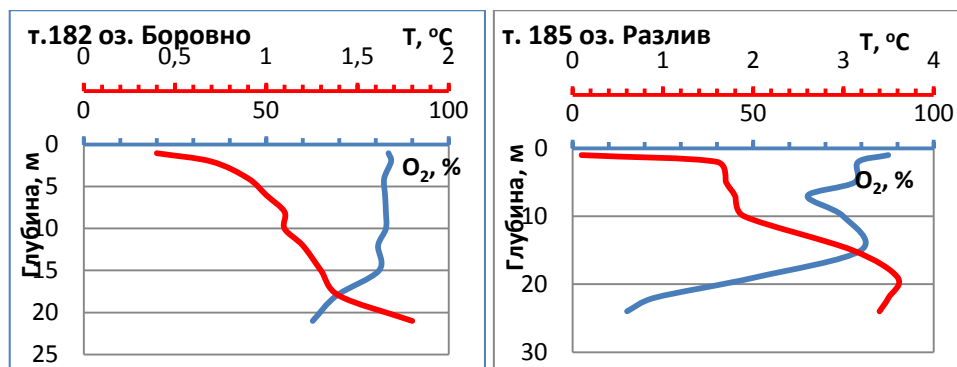


Рис. 4.4. Зависимость концентрации растворенного в воде кислорода от глубины

Воды оз. Разлив несколько беднее O_2 по сравнению с водами южного плеса оз. Боровно. В поверхностных водах оз. Разлив концентрация O_2 изменяется от 10,7 до 13,8 мг/л (74–95% насыщения). В глубоких частях оз. Боровно и Разлив отмечен разный характер вертикального распределения кислорода: например, на глубинах 20–25 м в оз. Боровно – относительное содержание O_2 составляет 60–70%, а воды оз. Разлив на той же глубине менее насыщены кислородом – 20–40% (рис. 4.4). Например, на глубине 24 м в центре плеса оз. Разлив (т. 186) концентрация O_2 составила всего 2 мг/л (15%), на глубине 22 м в оз. Белое (приплотинный плес, т. 191) – 0,4 мг/л (13%), а на глубине 22 м в оз. Боручье (т. 190) – 0 мг/л. Таким образом, в конце января 2012 г. в котловинах озер, входящих в группировку оз. Разлив, на глубинах ниже 20 м, уже менее чем через месяц после образования прочного ледяного покрова сформировалась зона значительной гипоксии (рис. 4.5).

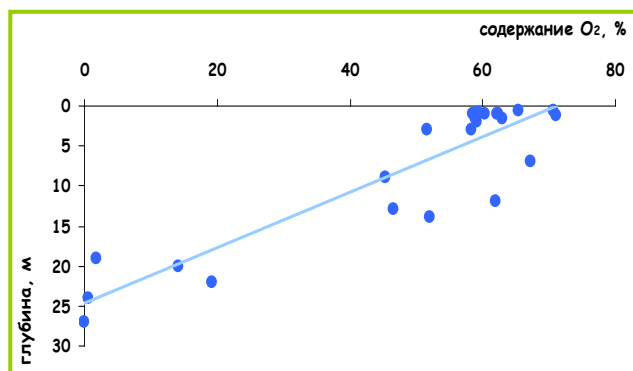


Рис. 4.5. Зависимость придонной концентрации растворенного кислорода от глубины озер

Зимой 2012 г. концентрация O_2 в воде оз. Плотиченко изменялась с глубиной от 9,6 мг/л на 0,5 м (67%) до 7 мг/л на 19 м (52% насыщения), в воде малых озер Перестово и Конино от 10,7–11,3 мг/л у поверхности до 4–5,5 мг/л – у дна. В воде оз. Перестово, глубиной менее 2 м и в оз. Конино ($h=5,5$ м) содержание кислорода уменьшилось от поверхности ко дну на 6 мг/л.

Анализ данных съемок, проведенных в разные сезоны в 2010–2012 гг., позволил установить, что в течение года наибольшие концентрации растворенного кислорода наблюдались в центральном плесе оз. Боровно и в более широком и мелководном плесе оз. Разлив. Наименьшее содержание O_2 отмечено в более глубоком и меньшем по площади оз. Белое (приплотинный плес оз. Разлив).

В целом состояние озер с точки зрения содержания растворенного в воде кислорода можно охарактеризовать как неблагоприятное. Зона значительной гипоксии формируется в глубоководных частях озерных котловин в течение всего года. В случае возрастания рекреационной нагрузки на озера (поступления биогенных и органических веществ) зона гипоксии может расширяться, а содержание кислорода в ней снижаться до нуля.

4.3. Гидрохимические особенности речных, озерных и подземных вод

В период зимней межени 2012 г. минерализация оз. Боровно и Разлив колебалась в среднем в пределах 60–100 мг/л. Наименьшее значение минерализации наблюдалось в оз. Разлив у поверхности – 48,2 мг/л. Наибольшее – в оз. Разлив на глубине 23 м – 103,0 мг/л. Средняя минерализация воды в оз. Разлив несколько выше (72,5 мг/л), чем в оз. Боровно (65 мг/л). Изменение минерализации воды с глубиной в оз. Боровно менее заметно (0,45 мг/л·м), чем в оз. Разлив (1,25 мг/л·м).

В солевом составе вод этих озер преобладают ионы HCO_3^- (40–50%-экв) и Ca^{2+} (30–35%-экв). Характерное распределение по вертикали анионов и катионов в исследованных озерах представлено на рис. 4.6 и 4.7. Как и минерализация, концентрации главных ионов, кроме сульфатов, с глубиной увеличиваются. Относительное содержание сульфатов и хлоридов в солевом составе не превышает 4, 7 и 1%-экв соответственно. Содержание натрия не превышает 4,2%-экв, калия – 1,2%-экв. Содержание кальция и гидрокарбонатов в воде оз. Разлив больше, чем в оз. Боровно.

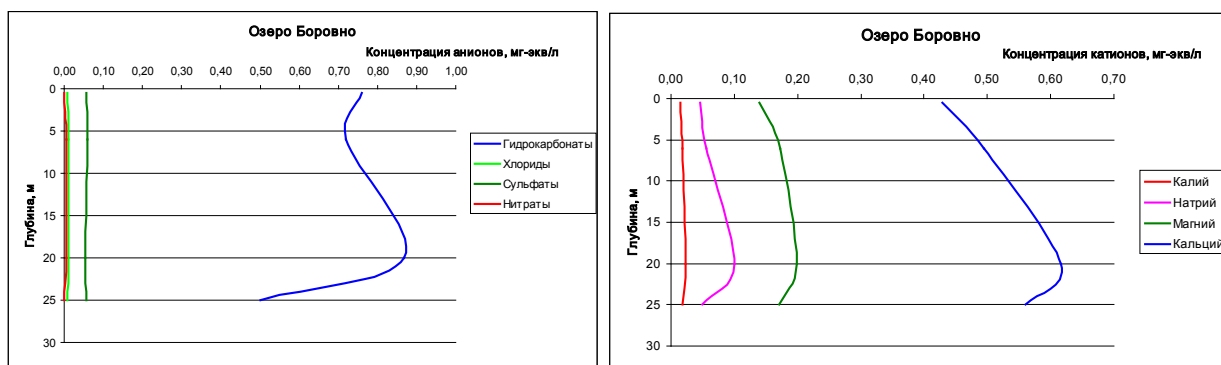


Рис. 4.6. Вертикальное распределение анионов (слева) и катионов (справа) в оз. Боровно

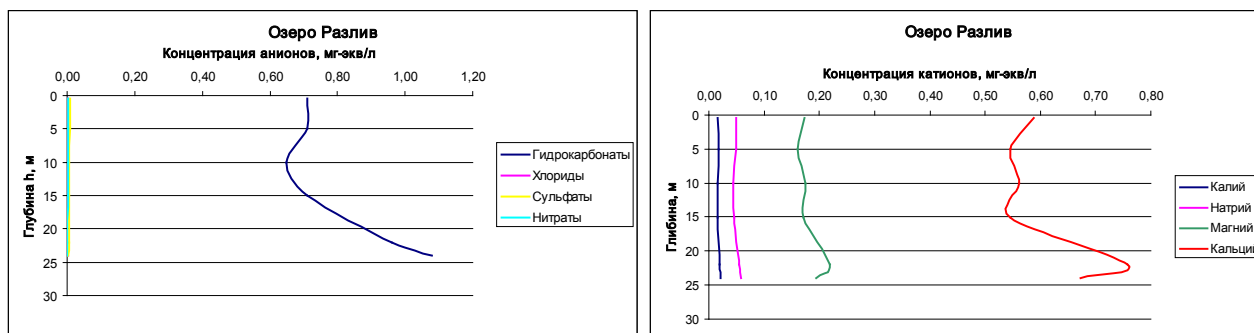


Рис. 4.7. Вертикальное распределение анионов (слева) и катионов (справа) в оз. Разлив в январе 2012 г.

По сравнению с 2010–2011 гг. средняя минерализация воды в озерах зимой 2012 г. оказалась ниже, при сохранившемся соотношении главных ионов (Приложение 4).

Солевой состав вод озер Перестово и Конино несколько отличается от солевого состава оз. Боровно, что обусловлено различиями в составе питающих их вод. Минерализация воды оз. Перестово в два раза больше (116 мг/л), а оз. Конино, напротив, меньше (68 мг/л), чем оз. Боровно. Оз. Конино имеет слабый водообмен с оз. Боровно и преимущественно атмосферное питание, за исключением вод 2 ручьев, представляющих собой мелиоративные каналы заброшенных торфяных разработок, что обуславливает повышенную долю сульфатов в солевом составе воды (8,5%-экв).

Гидрохимические показатели в речных и озерных водах в значительной степени зависят от ландшафтных условий водосбора и преобладающего питания водных объектов. Так, речные воды, дренирующие заболоченные территории, отличаются меньшей минерализацией и большим содержанием органических веществ. Реки, в питании которых основная роль принадлежит подземному стоку, имеют большую минерализацию, содержание ОВ в них невелико. Воды рек Корченка и Клетна, впадающих в оз. Боровно имеют минерализацию 101,5 и 50,8 мг/л и характеризуются преобладанием гидрокарбонатов и ионов кальция. Соотношение главных ионов в этих реках очень близко, хотя они различаются по минерализации (Приложение 4). В р. Клетна выше относительное содержание сульфатов (4,5%-экв), что обусловлено заболоченностью ее водосбора.

Заметные различия в минерализации и содержании органических веществ характерны для рек, впадающих в оз. Разлив (Веревка, Шегринка). Воды р. Веревка характеризуются повышенными величинами ПО и БО и имеют наименьшую минерализацию – 35,6 мг/л. Река Шегринка в верхнем течении характеризуется минерализацией 77 мг/л, минерализация вод р. Копанка, куда отводится большая часть стока Шегринки немного выше – 110 мг/л. В русле ниже канала, где скорость воды очень мала, а течение поддерживается поступлением подземных вод, минерализация заметно увеличивается и составляет 303 мг/л. В солевом составе воды после потери части стока в Шегринке увеличивается доля хлоридов и магния, а доля сульфатов уменьшается. Далее течение постепенно возобновляется, минерализация вод понижается до 220–180 мг/л, а относительное увеличение отдельных ионов выравнивается.

В меженный период питание водных объектов осуществляется в большой степени за счет поступления грунтовых и подземных вод. Поэтому большое внимание было уделено изучению режима и химического состава вод колодцев, родников на территории, прилегающей к озерам. Колодцы связаны с выходами на поверхность родников, которые по большей части образованы ненапорными грунтовыми водами и верховодкой и дренируют камовые, или флювиогляциальные хорошо промытые пески. Воды колодцев характеризуются гидрокарбонатно-кальциевым составом и минерализацией менее 500 мг/л. Не-

высокая величина минерализации воды родников и колодцев, вероятно, обусловлена сравнительно малой мощностью зоны аэрации. Неглубокое залегание водоносного горизонта и инфильтрация поверхностных вод делают воды колодцев незащищенными от загрязнения. Поскольку население использует воды колодцев для питьевых целей, химический состав этих вод должен соответствовать нормативам СанПин 2.1.4.1074–01. Наличие населенных пунктов обуславливает ухудшение микробиологических показателей, загрязнение воды органическими и биогенными соединениями, а также увеличение концентрации хлоридов и ионов натрия коммунально-бытового происхождения. Флювиогляциальные и карстовые пески, через которые фильтруются поверхностные воды, служат барьером, на котором могут оседать содержащиеся в воде органические и биогенные соединения, поступающие с поверхности.

В период зимней межени 2012 г. были опробованы колодцы в деревнях, расположенных вокруг оз. Боровно (Приложение 4). Местоположение колодцев (на возвышенности или в понижениях рельефа) во многом определяет химический состав их вод. В колодцы, которые расположены на возвышенностях (в д. Пузырево, Тухили (верхн.)), поступает вода, прошедшая фильтрацию через толщу песка. При малом содержании органических веществ (ПО не превышает 1 мгО/л) минерализация воды в колодце д. Пузырево около 470 мг/л, а в верхнем колодце д. Тухили только 309 мг/л. Минерализация воды неглубоких колодцев (д. Перестово и Тухили (нижний)) колеблется от 100 до 300 мг/л, в солевом составе преобладают Ca^{2+} и HCO_3^- (35–41%-экв), а содержание остальных компонентов не превышает 1–6%-экв. В водах остальных неглубоких колодцев отмечено значительное увеличение содержания сульфатов (в 1,5–2 раза), хлоридов (в 5 раз), натрия и калия (в 6 раз). В воде некоторых колодцев зафиксировано повышенное содержание нитратных ионов. В колодце д. Горнешно содержание NO_3^- почти в полтора раза превышало санитарно-гигиенический норматив (64 мг/л), в колодце д. Жилино – в 2 раза (72 мг/л) и в колодце Школьный (Боровно–Погост) было заметно выше фоновых значений (38 мг/л) (Приложение 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уже в течение трех лет кафедрой гидрологии суши МГУ имени М.В.Ломоносова в рамках зимней экспедиции НСО проводятся комплексные гидролого-гидрохимические исследования водных объектов в северной части национального парка «Валдайский». Для бассейна озерной системы Боровно–Разлив, исходя из изложенных в работе положений государственного мониторинга водных объектов, представленных в Водном кодексе РФ и с учетом особенностей гидрологического режима, современного состояния и перспектив развития хозяйственной деятельности в регионе, особенностей расположения водных объектов в пределах национального парка состав комплексного водохозяйственного и гидрометеорологического мониторинга в бассейне может быть определен в виде мониторинга состояния водных объектов и мониторинга состояния водосбора.

Мониторинг состояния водосбора состоит из мониторинга физико-географических и климатических факторов стока (почвы, растительность, осадки, снеготопасы, температура, влажность почвы и промерзание и т.п.) и мониторинга развития хозяйственной деятельности на водосборе (мелиорация, гидротехнические, агротехнические и лесотехнические мероприятия и т.п.).

Мониторинг состояния водных объектов включает в себя мониторинг разных гидрологических характеристик по количественным и качественным показателям (уровни и расходы воды, мутность и сток наносов, термический и ледовый режимы, качество воды), гидроморфологический мониторинг, мониторинг объемов водопотребления и водоотведения, водохозяйственных сооружений и водоохраных зон.

Необходимость решения данной задачи возрастает в связи с рассматриваемым проектом строительства высокоскоростной автомобильной и железной дороги Москва – Санкт-Петербург и в непосредственной близости от национального парка и исследуемых объектов.

Физико-географические и климатические факторы стока исследованы на основе созданной ГИС озерной системы Боровно–Разлив, на ее основе построен комплекс тематических карт. По результатам выполненных батиметрических съемок рассчитаны морфометрические характеристики водных объектов и сделан вывод о том, морфометрические особенности озерных котловин имеют большое влияние на происходящие в озерах процессы, на термический режим, режим растворенного кислорода, режим органических и биогенных веществ.

Во время полевых работ 2012 г. получены новые данные о пространственной изменчивости гидрологических характеристик: меженного зимнего стока, притока воды в озера, снегонакопления, температуры воды, что может быть использовано в дальнейшем для мониторинга гидрологического режима водных объектов. Выбраны репрезентативные рейдовые вертикали в исследуемых озерах. Они располагаются в глубоких частях озерных котловин.

Химический состав озерных вод в первую очередь отражает особенности миграции веществ в бассейне, включающей атмосферный перенос химических элементов, выщелачивание их из растительного опада и

почв и поступления из грунтовых вод. Гидрохимические исследования солевого состава, содержания органических и биогенных веществ в воде рек и озер в период зимней межени 2012 г., сравнение их с результатами, полученными зимой прошлого года, имели цель оценить тенденции изменений химических свойств озерных, речных и грунтовых вод, обусловленные не только ландшафтными условиями и особенностями природопользования, но и климатическими изменениями. Несмотря на однородность химического состава вод озер Боровно и Разлив, были выявлены различия в химическом составе воды как для озер в целом, так и для их отдельных плесов. Зимние наблюдения на оз. Разлив показали неблагоприятный кислородный режим в придонных горизонтах, обусловленный морфометрическими особенностями озера и большим количеством органических веществ, поступающих с его водосбора.

Впервые выполненные зимние гидробиологические исследования выявили различия между озерами системы Боровно–Разлив, а также позволили оценить исследованные реки с точки зрения чистоты воды. Показано, что по методу Вудивиса исследованные воды можно отнести к категории чистых и очень чистых.

Мониторинг грунтовых и подземных вод осуществлялся путем анализа вод колодцев в деревнях, расположенных по берегам оз. Боровно. В ряде колодцев, воды которых используются населением для питьевых целей, отмечено загрязнение вод биогенными элементами и органическими веществами.

По результатам выполненных работ предложены рекомендации для организации системы гидрологического мониторинга в пределах северной части национального парка «Валдайский».

Все участники Валдайской экспедиции НСО благодарят сотрудников национального парка «Валдайский», оказавших содействие в проведении полевых работ и экскурсии по г. Валдаю, сотрудников Валдайского филиала ГГИ – за ценные советы, консультации и удивительную экскурсию в музей гидрометрических приборов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бриккер Л.Э. Справочно-краеведческое описание озера Боровно и его окрестностей с приложением путеводителя. Великий Новгород, 2002.
- Водный Кодекс Российской Федерации. – М.: Изд-во «Право и закон», 2007. – 64 с.
- 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.
- Декларация безопасности производственного участка гидротехнических сооружений Окуловского РЭС ОАО «НовгородЭнерго» – сотрудники «Боровичских Электрических Сетей» и Валдайского филиала ГГИ под руководством И.В. Недогарко. Валдай, 2004.
- Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод России и сопредельных стран (по гидробиологическим показателям). Обнинск, 1992. 406 с.
- 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, 2010.
- Методические рекомендации по организации научно-исследовательской и научно-технической деятельности государственных природных заповедников и национальных парков. Утв. приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18.06.2007 № 169.
- Недогарко И.В. Использование системных критериев при обосновании природопользования в условиях Валдайского Поозерья. Материалы науч. конф. «Геоэкология и рациональное природопользование», Тверь, 28-29 мая 2005. Тверь: Твер. гос. ун-т 2005, с. 105–108.
- Отюкова Н.Г. Некоторые аспекты гидрохимического режима малой реки в условиях зоогенного нарушения // Водные ресурсы. Т. 36, № 5, 2009, С. 633–638.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. 1965 г.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т.2. Карелия и Северо-Запад. 1972 г.
- СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М., Госкомсанэпиднадзор России, 2002. 14 с.
- Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 года № 33-ФЗ.
- Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю., Копалиани З.Д. Научно-методические основы современного государственного мониторинга водных объектов (на примере бассейна р. Кубань) // Метеорология и гидрология, 2007, № 12, с. 76–90.
- Постановление Правительства РФ N 53 от 27.01.2009 г. «Об осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды (государственного экологического контроля)»
- Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 24 ноября 1993 года N 1229 "О создании Единой государственной системы экологического мониторинга".

НАУЧНЫЕ РАБОТЫ И ВЫСТУПЛЕНИЯ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ ПО ИТОГАМ ЭКСПЕДИЦИИ 2011–2012 Г.

Головлев П. П., Головлева В.О., Сазонов А.А., Телегина А.А., Телегина Е.А. Разработка системы гидрологического мониторинга в пределах особо охраняемых природных территорий (на примере национального парка «Валдайский») // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: / Сборник трудов V международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов, 23-25 ноября 2011 г. М.: ИВП РАН, 2011. С.42–45.

Быковский А.И., Гайдамуха М.С., Головлев П.П., Дмитриевич П.Д., Ключев А.А., Кучменова И.И., Сазонов А.А., Терский П.Н., Шпунтова А.М., Фатхи М.О., Хорошилова Е.А., Яковлева В.О. Разработка системы гидрологического мониторинга в пределах особо охраняемых природных территорий (на примере национального парка «Валдайский») // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов 2011: связь времен и поколений» / Отв. редакторы И.А. Алешковский, А.И. Андреев, Т.Ю. Лабузова. — Электронный ресурс] — М.: Издательство Московского университета, 2011.

Головлев П.П., Телегина А.А., Телегина Е.А., Яковлева В.О. Разработка системы гидрологического мониторинга в пределах особо охраняемых природных территорий (на примере национального парка «Валдайский»). В сб. Географическое изучение территориальных систем: сб. материалов V Всерос. Науч.-практ. Конф. Студ., асп. и молодых ученых / Перм. Гос. У-т. — Пермь, 2011, с. 164–165.

Ефимова Л.Е., Фролова Н.Л., Терская Е.В. Реки и озера Валдайской возвышенности: гидрохимический режим и современное гидроэкологическое состояние (на примере озерной системы Боровно–Разлив). // В сб.: Труды III Международной научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов». Изд-во Пермского ун-та, 2011.

Фролова Н.Л., Ефимова Л.Е., Повалишников Е.С., Терская Е.В., Широкова В.А.. Особенности природопользования и гидроэкологическое состояние озерной системы Боровно–Разлив (Валдайский национальный парк) // Известия РАН. Сер. География, 2011. №1.



Конференции:

1. XVIII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов 2011» 11–15 апреля 2011 г. МГУ, географический факультет, устный доклад "Разработка системы гидрологического мониторинга в пределах особо охраняемых природных территорий (на примере национального парка «Валдайский»)"
2. Научно практическая конференция молодых специалистов "Инженерные изыскания в строительстве" 22 апреля 2011 г., ПНИИИС. устный доклад "Разработка системы гидрологического мониторинга в пределах особо охраняемых природных территорий (на примере национального парка «Валдайский»)"
3. V международная научная конференция молодых ученых и талантливых студентов, 23-25 ноября 2011 г. М.: ИВП РАН, 2011, устный доклад.
4. X Международная научная междисциплинарная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Шевченковская весна 2012» 19–23 марта 2012 г., Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко – устный доклад (1 место)
5. V Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Географическое изучение территориальных систем» (Пермь, 2011) (1 место)

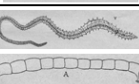
ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Индекс Вудивиса

Для оценки степени загрязненности речных вод по состоянию донных биоценозов, в России и за рубежом широко используется метод, разработанный английским исследователем Ф. Вудивисом на р. Трент (Вудивис, 1977). Индекс Вудивиса определяется по таблице, в которой группы организмов зообентоса расположены (в левой колонке) в порядке (сверху вниз) их исчезновения из биоценозов по мере увеличения

загрязнения. Под термином «группа», используемым в таблице, подразумевается результат, к которому приходят при определении систематического положения водных организмов без рассмотрения деталей их строения. Группы эти следующие: часто встречающиеся и легко определяемые виды плоских червей, пиявок, водных клещей, моллюсков, ракообразных, личинок веснянок, подёнок, двукрылых, жуков. Кроме того, в понятие группы входят ручейники, определяемые до семейства и сетчатокрылые, определяемые до вида.

Величина индекса зависит от видового разнообразия (числа присутствующих «групп») и состава населения. Например, если на станции обнаружено 2-5 «групп», но среди них есть личинки веснянок, то индекс равен 6-7. Если при таком же количестве «групп» население ограничено олигохетами и хирономидами, то индекс равен 2. Определив таким образом индекс Вудивиса, можно затем перейти к оценке качества воды исследуемой реки – по 6-ти балльной шкале, принятой в Росгидромете [Ежегодник..., 1992].

Показательные организмы		Видовое разнообразие	Общее число присутствующих "групп"				
			0-1	2-5	6-10	11-15	>15
	Присутствуют личинки веснянок	Больше 1 вида	-	7	8	9	10
		Только 1 вид	-	6	7	8	9
	Присутствуют личинки подёнок	Больше 1 вида	-	6	7	8	9
		Только 1 вид	-	5	6	7	8
	Присутствуют личинки ручейников	Больше 1 вида	-	5	6	7	8
		Только 1 вид	4	4	5	6	7
	Присутствуют гаммарусы	Все вышеназванные виды отсутствуют	3	4	5	6	7
	Присутствует водяной ослик	Все вышеназванные виды отсутствуют	2	3	4	5	6
	Присутствуют олигохеты и/или личинки хирономид	Все вышеназванные виды отсутствуют	1	2	3	4	-
	Все вышеназванные группы отсутствуют	Присутствуют некоторые виды, не требовательные к кислороду	0	1	2	-	-

Примечание: * – за исключением *Baetis rhodani*.

ределив таким образом индекс Вудивиса, можно затем перейти к оценке качества воды исследуемой реки – по 6-ти балльной шкале, принятой в Росгидромете [Ежегодник..., 1992].

2. Перевод индекса Вудивиса в баллы качества воды

Индекс Вудивиса	Класс качества воды	Характеристика качества воды
0-1	6	Очень грязная
2-3	5	Грязная
4	4	Загрязненная
5-6	3	Умеренно загрязненная
7-9	2	Чистая
10	1	Очень чистая

3. Распределение растворенного кислорода в воде озер Боровно и Разлив

Дата	№ станции	[O ₂], мг/л	[O ₂], %	Дата	№ станции	[O ₂], мг/л	[O ₂], %
27 янв.	т. 182 оз. Боровно	12,1	83,5	29 янв.	т. 189 оз. Разлив	10,7	74,1
		12,1	84,2			9,2	67,1
		11,8	82,3				
		11,8	82,5				
		11,8	82,8			11,0	76,0
		11,8	82,8			10,7	75,3
		11,4	80,6			9,9	70,9
		11,4	80,8			8,4	60,1
		9,7	69,2			8,8	63,7
		8,7	62,7			7,9	57,1
30 янв.	т. 1 оз. Боровно					5,5	39,9
						1,8	13,5
		11,8	81,0			0,4	2,7
		11,0	77,3				
		11,4	80,3				
		11,0	77,9				
		11,4	80,7		т. 191 оз. Разлив	10,7	73,7
						10,7	75,7
						9,6	68,1

Дата	№ станции	[O ₂], мг/л	[O ₂], %	Дата	№ станции	[O ₂], мг/л	[O ₂], %
		10,7	75,5			9,9	73,3
		10,7	75,7			0,0	0,0
		9,9	70,7				
				2 фев.	оз. Плотиченко	9,6	66,6
	т.2 оз. Боровно	10,7	73,2			9,2	64,2
		11,8	82,2			9,6	67,1
		11,0	77,5			8,8	63,9
		10,7	75,1			7,0	51,3
28 янв.	т.183 оз. Разлив	13,8	94,8	31 янв.	оз. Перестово	10,3	71,5
		11,9	84,2			4,0	29,9
	т.184 оз. Разлив	11,1	77,2		оз. Конино	11,4	80,1
						10,7	76,0
	т.185 оз. Разлив	12,8	87,4			5,5	40,1
		11,1	79,1				
		10,9	78,1				
		9,1	65,1				
		10,4	74,9				
		10,8	79,9				
		6,7	50,6				
		3,0	22,7				

4. Результаты химического анализа поверхностных и подземных вод озерно-речной системы Боровно–Разлив

№ пробы	адрес пробы	Единицы	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Сумма ионов/ ошибка анализа
5	оз.Боровно 27.01 h=1м	мг/л	43,3	0,5	3,7	0,2	0,7	1,2	2,3	11,6	63,5
		%-ЭКВ/л	43,3	0,9	4,7	0,2	1,1	3,3	11,4	35,2	-2,0
2	оз.Боровно 27.01 h=22м	мг/л	50,0	0,7	3,4	0,5	0,9	1,8	2,6	12,9	72,8
		%-ЭКВ/л	43,8	1,0	3,8	0,5	1,2	4,2	11,3	34,4	-2,0
61	оз.Боровно 30.01 h=0,5м	мг/л	43,3	0,3	2,7	0,1	0,6	1,0	1,7	8,6	58,9
		%-ЭКВ/л	48,4	0,6	3,8	0,1	1,0	3,1	9,6	31,4	10,0
58	оз.Боровно 30.01 h=6м	мг/л	43,9	0,4	2,9	0,3	0,7	1,3	2,1	9,9	62,4
		%-ЭКВ/л	45,5	0,7	3,8	0,3	1,1	3,5	10,9	31,2	6,6
63	оз.Боровно 30.01 h=20м	мг/л	46,4	0,4	2,6	0,3	0,9	2,3	2,4	12,4	68,0
		%-ЭКВ/л	42,6	0,6	3,0	0,3	1,3	5,6	11,2	34,5	-5,2
62	оз.Боровно 30.01 h=25м	мг/л	46,4	0,3	2,7	0,0	0,7	1,1	2,1	11,2	64,5
		%-ЭКВ/л	46,9	0,5	3,4	0,0	1,1	3,0	10,5	34,5	1,6
59	оз.Боровно 30.01 h=0,5м	мг/л	48,8	0,6	2,9	0,5	0,6	1,4	2,2	10,5	67,9
		%-ЭКВ/л	47,4	1,0	3,5	0,5	1,0	3,5	10,8	31,0	7,4
56	оз.Боровно 30.01 h=7м	мг/л	39,7	0,2	2,6	0,2	0,6	1,3	2,0	10,1	56,7
		%-ЭКВ/л	44,7	0,4	3,8	0,2	1,1	3,9	11,2	34,8	-2,0
21	оз. Разлив 28.01 h=2,1м	мг/л	42,7	0,1	0,2	0,2	0,5	1,1	2,1	10,7	57,7
		%-ЭКВ/л	47,3	0,1	0,3	0,3	0,8	3,1	11,5	36,0	-2,6
22	оз. Разлив 28.01 h=1м	мг/л	36,6	0,1	0,3	0,1	0,5	1,0	1,4	8,0	48,2
		%-ЭКВ/л	50,4	0,1	0,5	0,2	1,1	3,5	10,0	33,6	3,4
30	оз. Разлив 28.01 h=0,5м	мг/л	44,5	0,1	0,3	0,2	0,6	1,2	2,1	11,8	61,0
		%-ЭКВ/л	0,6	0,2	0,5	0,2	1,0	3,2	10,9	37,3	-4,8
29	оз. Разлив 28.01 h=5м	мг/л	43,3	0,1	0,4	0,2	0,7	1,1	2,0	10,9	58,9
		%-ЭКВ/л	47,2	0,1	0,6	0,3	1,2	3,2	10,7	36,3	-2,8
28	оз.Разлив 28.01 h=10м	мг/л	42,7	0,1	0,3	0,1	0,6	1,0	2,1	11,3	58,4
		%-ЭКВ/л	46,2	0,2	0,4	0,1	1,0	2,9	11,6	37,1	-5,2
24	оз.Разлив 28.01 h=15м	мг/л	43,3	0,1	0,3	0,2	0,6	1,1	2,1	11,0	58,7
		%-ЭКВ/л	47,2	0,1	0,4	0,2	1,1	3,1	11,4	36,3	-3,7
27	оз.Разлив 28.01 h=19м	мг/л	54,9	0,1	0,2	0,0	0,7	1,2	2,3	12,4	71,8
		%-ЭКВ/л	50,3	0,2	0,2	0,0	1,0	2,9	10,8	34,7	1,4
26	оз.Разлив 28.01 h=22м	мг/л	58,6	0,1	0,3	0,0	0,8	1,3	2,7	15,2	78,9
		%-ЭКВ/л	47,4	0,1	0,3	0,0	1,0	2,7	10,8	37,4	-3,8
25	оз.Разлив 28.01 h=24м	мг/л	65,9	0,1	0,1	0,0	0,9	1,4	2,4	13,5	84,2
		%-ЭКВ/л	53,1	0,1	0,1	0,0	1,1	2,9	9,6	33,0	6,9
44	оз.Разлив 29.01 h=4м	мг/л	45,2	0,6	1,5	0,0	0,5	1,0	1,8	10,7	62,1
		%-ЭКВ/л	47,0	1,1	2,0	0,0	0,8	2,7	9,6	33,9	6,2
49	оз.Разлив 29.01 h=0м	мг/л	48,8	0,2	2,8	0,0	0,6	1,1	2,3	13,6	69,7
		%-ЭКВ/л	44,2	0,3	3,2	0,0	0,9	2,6	10,4	37,4	2,8

№ пробы	адрес пробы	Единицы	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Сумма ионов/ ошибка анализа
46	оз.Разлив 29.01 h=5м	мг/л	55,53	0,4	2,7	0,0	0,6	1,0	2,1	11,9	74,6
		‰-ЭКВ/л	49,9	0,6	3,1	0,0	0,9	2,4	9,4	32,5	9,6
4	оз.Разлив 29.01 h=10м	мг/л	57,4	0,3	2,2	0,1	0,7	1,2	2,2	13,0	77,8
		‰-ЭКВ/л	48,7	0,4	2,4	0,1	1,0	2,8	9,6	33,7	6,0
43	оз.Разлив 29.01 h=17м	мг/л	58,0	0,5	2,0	0,4	0,6	1,2	2,1	14,0	79,6
		‰-ЭКВ/л	47,6	0,7	2,1	0,3	0,8	2,6	8,6	35,1	5,8
42	оз.Разлив 29.01 h=20м	мг/л	62,9	0,5	1,5	0,1	0,7	1,1	2,3	14,6	85,2
		‰-ЭКВ/л	48,0	0,7	1,4	0,1	0,8	2,2	8,9	34,0	8,2
70	оз.Разлив 29.01 h=22м	мг/л	70,2	0,5	1,2	0,6	0,8	1,1	2,8	16,0	93,1
		‰-ЭКВ/л	50,2	0,6	1,1	0,4	0,9	2,1	9,9	34,8	4,6
41	оз.Разлив 29.01 h=0,5м	мг/л	45,8	0,5	2,9	0,4	0,6	1,1	1,9	10,7	64,0
		‰-ЭКВ/л	47,2	0,9	3,8	0,4	0,9	2,9	9,6	33,5	6,0
48	оз.Разлив 29.01 h=4м	мг/л	46,4	0,4	2,6	0,04	0,8	1,3	2,4	12,7	67,3
		‰-ЭКВ/л	42,8	0,6	3,0	0,0	1,1	3,3	11,1	35,7	-2,6
47	оз.Разлив 29.01 h=8м	мг/л	48,2	0,4	2,3	0,4	0,8	1,4	2,5	13,3	69,8
		‰-ЭКВ/л	43,2	0,7	2,6	0,3	1,1	3,3	11,0	36,2	-3,2
40	оз.Разлив 29.01 h=12м	мг/л	68,3	0,1	2,5	0,1	0,8	1,4	2,7	14,6	90,5
		‰-ЭКВ/л	50,7	0,2	2,3	0,1	0,9	2,7	10,1	32,9	6,6
45	оз.Разлив 29.01 h=23м	мг/л	76,3	1,2	2,1	0,2	1,4	1,5	3,0	16,8	103,0
		‰-ЭКВ/л	49,1	1,3	1,7	0,1	1,4	2,5	9,7	33,0	6,8
20	р. Клетна (д.Почеп) 27.01	мг/л	35,4	0,5	2,7	0,2	0,5	1,2	1,9	7,7	50,4
		‰-ЭКВ/л	45,6	1,1	4,5	0,2	1,1	4,0	12,1	30,3	5,2
69 (67)	р. Корчинка (д.Котчино) 27.01	мг/л	74,4	0,8	2,3	0,3	1,4	1,8	3,8	15,8	101,0
		‰-ЭКВ/л	48,2	0,9	1,9	0,2	1,4	3,1	12,4	31,1	5,0
23	р. Веревка	мг/л	25,6	0,1	0,3	0,2	0,5	1,0	0,9	7,1	35,6
		‰-ЭКВ/л	46,0	0,2	0,6	0,4	1,5	4,6	7,7	38,8	-5,0
31	р.Шегринка (брод) 28.01	мг/л	140,3	0,1	1,8	0,0	0,8	1,9	6,4	29,5	181,6
		‰-ЭКВ/л	51,3	0,1	0,8	0,0	0,5	1,8	11,7	32,9	6,2
16	р. Шегринка (д. Байнево) 30.01	мг/л	52,5	0,3	2,3	0,2	0,6	1,0	2,0	13,8	72,7
		‰-ЭКВ/л	46,9	0,4	2,6	0,2	0,9	2,3	9,0	37,7	0,2
55	р.Шегринка(д.Кол осово) 30.01	мг/л	218,5	3,2	6,6	1,0	2,0	3,5	13,4	53,1	302,9
		‰-ЭКВ/л	45,5	1,1	1,7	0,2	0,6	1,9	14,1	33,7	-0,6
75 (33)	р.Копанка 31.01	мг/л	81,0	0,3	2,3	0,3	0,7	1,6	3,6	20,1	110,0
		‰-ЭКВ/л	47,8	0,4	1,7	0,2	0,6	2,4	10,6	36,2	0,2
38	р.Волосна (мост) 29.01	мг/л	57,4	0,0	3,2	0,2	0,7	1,3	2,6	18,5	84,7
		‰-ЭКВ/л	41,5	0,0	2,9	0,1	0,8	2,4	9,6	40,6	-6,8
50	р.Боровна (мост) 29.01	мг/л	58,0	0,4	3,1	0,1	0,8	1,7	2,7	12,8	80,5
		‰-ЭКВ/л	46,7	0,5	3,1	0,1	1,0	3,6	10,9	31,5	5,8
19	колодец Пузырево	мг/л	341,7	5,2	16,1	1,6	3,4	9,8	20,5	65,5	466,2
		‰-ЭКВ/л	47,8	1,2	2,9	0,2	0,8	3,6	14,4	27,9	6,4
18	колодец Жилинцы	мг/л	93,4	17,3	17,0	72,0	33,9	16,3	5,6	20,0	298,7
		‰-ЭКВ/л	16,0	5,1	3,7	3,9	9,1	7,4	4,8	10,4	-5,0
11	колодец Перестово	мг/л	149,5	3,4	14,2	0,8	5,2	3,6	6,0	46,1	228,9
		‰-ЭКВ/л	41,2	1,6	5,0	0,2	2,3	2,7	8,3	38,7	-4,0
13	колодец Горнешно	мг/л	29,3	7,5	14,5	64,0	14,1	9,6	3,8	13,0	155,9
		‰-ЭКВ/л	12,7	5,6	8,0	27,4	9,6	11,1	8,4	17,2	7,4
14	колодец Тухили (верхний)	мг/л	223,9	0,7	4,7	3,2	10,8	2,6	7,9	54,9	308,8
		‰-ЭКВ/л	48,1	0,3	1,3	0,7	3,6	1,5	8,6	35,9	0,8
15	колодец Тухили (нижний)	мг/л	112,3	2,8	14,2	0,0	1,8	1,5	3,2	36,8	172,7
		‰-ЭКВ/л	41,5	1,8	6,7	0,0	1,1	1,5	5,9	41,5	0,0
17	колодец школь- ный (д.Погост)	мг/л	76,3	6,1	9,0	38,0	10,9	3,4	4,7	27,2	175,5
		‰-ЭКВ/л	28,5	3,9	4,3	14,0	6,4	3,4	8,8	30,9	1,2
71	оз. Конино	мг/л	39,7	1,2	7,5	0,3	1,2	1,4	3,3	13,0	67,6
		‰-ЭКВ/л	35,2	1,8	8,5	0,3	1,6	2,7	14,6	35,2	-8,4
72	приток оз. Конино (Бараблиха)	мг/л	43,9	1,0	4,5	0,7	1,3	1,6	2,7	13,7	70,9
		‰-ЭКВ/л	37,2	1,4	4,9	0,6	1,7	3,7	11,4	35,2	-4,2
73	оз. Перестово	мг/л	74,4	1,0	6,5	0,4	1,1	2,2	4,6	24,6	116,1
		‰-ЭКВ/л	38,3	0,9	4,3	0,2	0,9	3,0	11,9	38,5	-8,6
76	артезианская скв. Кулотино	мг/л	642,5	3,2	82,4	0,0	7,6	234,4	3,8	3,4	990,8
		‰-ЭКВ/л	44,0	0,4	7,2	0,0	0,8	42,6	1,3	0,7	9,0