

Анализ системы наблюдений Национального парка «Плещеево озеро» за состоянием и изменением окружающей среды озера Плещеево для обеспечения мониторинга экологических факторов

М.И. Андреева^{1*}, Г.Д. Кузнецова²

¹ Национальный парк «Плещеево озеро», Переславль-Залесский (Ярославская обл.), Россия

² Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Москва, Россия

*marina.flowercraft@gmail.com



Ключевые слова национальный парк, озеро Плещеево, система мониторинга экологических факторов, экологический мониторинг

Аннотация Озеро Плещеево является важным природным объектом комплексного назначения, который обеспечивает источник питьевой воды, возможности для отдыха и является охраняемой природной территорией. В статье представлен анализ системы наблюдений Национального парка "Плещеево озеро" за состоянием и изменениями окружающей среды, определены сильные и слабые стороны существующей системы мониторинга экологических факторов, в том числе тех, которые влияют на качество жизни местного населения. Сформулированы некоторые предложения по модернизации и расширению системы мониторинга.

1 Введение

Основываясь на обзоре российских источников¹ можно утверждать, что понятие «мониторинг» приобретает различное значение в зависимости от того, к какому объекту, явлению или процессу оно относится. В самом общем виде, исходя из этимологии слова, мониторинг означает отслеживание каких-либо объектов или явлений. Экологический мониторинг – информационная система наблюдений, оценки и прогнозирования изменений в состоянии окружающей среды, созданная для выделения антропогенной составляющей

¹ Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – Москва: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с; Хотунцев, Ю. Л. Экология и экологическая безопасность / Ю. Л. Хотунцев. – 2-е изд., перераб. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.; Бондарик, Г. К. Инженерно-геологические изыскания / Г. К. Бондарик, Л. А. Ярг. – Москва: КДУ, 2007. – 424с.

этих изменений на фоне природных процессов². Объектом экологического мониторинга является природная среда, характеризующаяся определенным территориальным масштабом, а также геофизическими, геохимическими и биологическими свойствами. Основными задачами, которые должна решать система экологического мониторинга, является накопление, систематизация и анализ информации о состоянии окружающей среды, о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (источниках и факторах воздействия). На основании анализа накопленных данных проводится оценка фактического состояния среды и оценка прогнозируемого состояния³. Задача организации стабильного и эффективного функционирования системы экологического мониторинга является многокомпонентной.

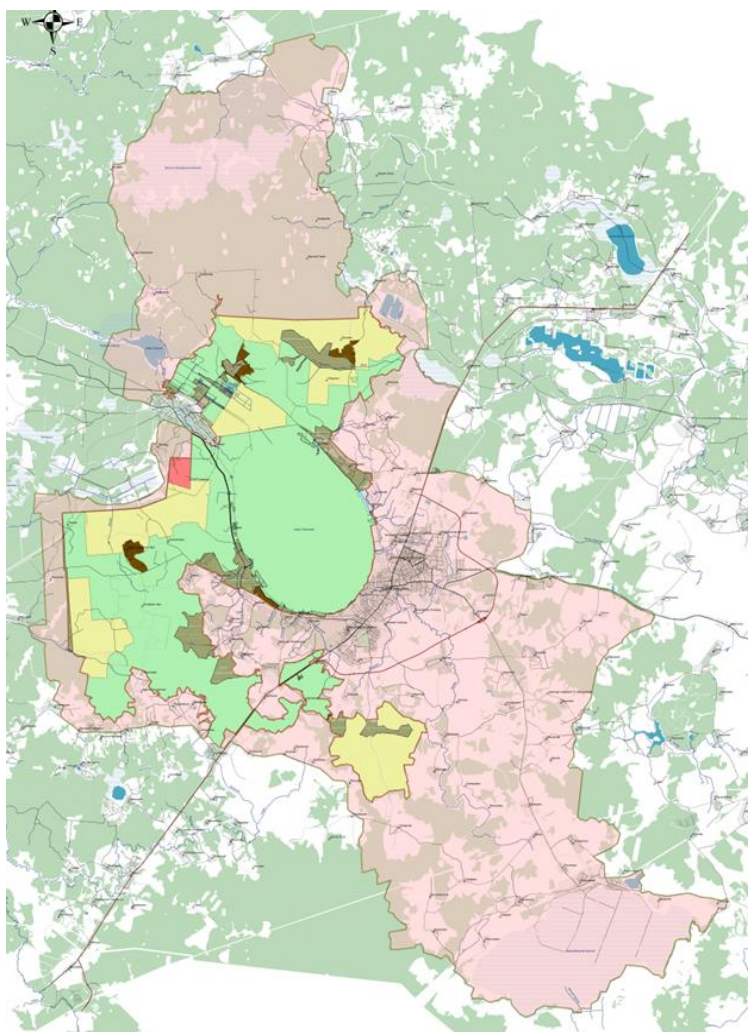


Рис.1. Площадь водосбора
озера Плещеево
составляет 448 км²

Fig. 1. The catchment area of
Lake Pleshcheyevo is 448 km²

Объектом мониторинга Национального парка «Плещеево озеро» является окружающая среда озера Плещеево, которое представляет собой обособленный водоем, расположенный на юге Ярославской области в бассейне верхней Волги в 130 км от Москвы. Размер озера – 6,5*9,55 км, имеет форму практически правильного овала. Площадь зеркала

² Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984.

³ Васильева Е.А. и др. Как организовать общественный экологический мониторинг: Руководство для общественных организаций / Под ред. М.В. Хотулевой. – М.: Союз, 1997.

воды – 5098 га. Максимальная глубина — 24,5 м. Объем воды — 541 млн. м³. Площадь водосбора озера Плещеево составляет 448 км² и совпадает с водоохраной зоной Национального парка «Плещеево озеро».

Озеро Плещеево славится своим уникальным обитателем — переславской ряпушкой, которая является эндемиком и занесена в Красную книгу Российской Федерации. Это озеро имеет комплексное назначение: оно входит в состав Национального парка, является объектом рекреационного использования и служит источником воды для города Переславль-Залесский, расположенного на его южном берегу.

По последним данным озеро пополняется водами 17 притоков, вытекает из него одна река Нерль Волжская, которая в верхнем своем течении от озера Плещеево до озера Сомнино носит название Вёкса Плещеевская.

2 Система мониторинга экологических факторов Национального парка «Плещеево озеро»

Национальный парк «Плещеево озеро» был создан в 1988 году. Согласно Уставу⁴ основными видами деятельности Национального парка, в том числе, являются:

- осуществление государственного экологического мониторинга окружающей среды;
- осуществление научно (научно-исследовательской) деятельности в области охраны окружающей среды в целях разработки мероприятий по сохранению и развитию природного потенциала и рекреационного потенциала Российской Федерации.

1 января 1993 г. в структуре Национального парка был создан отдел по контролю состояния окружающей среды и аналитическая лаборатория в его составе. Основная работа по гидрохимическому мониторингу озера и его притоков началась с 1997 г., по гидрологическому мониторингу — с 1998 г. в 2000 г. было заключено соглашение с Ярославским отделением Росгидромета (ЯЦГМС). Тогда же были согласованы основные точки отбора проб для гидрохимического мониторинга.

На данный момент можно выделить следующие виды мониторинга, осуществляемые Национальным парком и партнерами: метеорологический, гидрологический, гидрохимический, санитарно-эпидемиологический, биологический и мониторинг туристического потока (количества посетителей) (рис.2).

⁴ Национальный парк «Плещеево озеро». Документы <https://plesheevo-lake.ru/o-parke/dokumenty/>
[Дата обращения: 18.09.2025]



Рис. 2. Система мониторинга состояния окружающей среды озера Плещеево

Fig. 2. Environmental monitoring system of Lake Pleshcheyevo

Биологический мониторинг не является в прямом смысле мониторингом, но Институт биологии внутренних вод имени И.Д. Папанова РАН (ИБВВ РАН) проводит свои исследования на озере с 1962 г. более 50 лет. Данные накапливаются, и уже есть возможность проследить изменения, которые произошли в озерной системе за этот период. С 2012 г. ежегодно проводится мониторинг численности и пространственного распределения переславской ряпушки в период стратификации водоема. Исследования остальных биокомпонентов экосистемы озера — фитопланктона, зоопланктона, бактериопланктона, бентоса, высшей водной растительности — ведутся по мере финансирования.

Метеорологический мониторинг осуществляется на основании данных Переславской метеостанции, которая является филиалом Ярославского отделения Гидромета. Она была основана в 1919 г., и за период ее существования накоплен большой массив данных по метеоусловиям окрестностей озера Плещеево.

Из минусов метеорологического мониторинга можно отметить расположение метеостанции на удалении примерно 2 км от озера. У Национального парка нет своих метеостанций на берегу озера, поэтому при обработке показателей мониторинга используются данные городской метеостанции, несмотря на то, что они не в полной мере отражают метеорежим озера.



Рис. 3. Сотрудники ИБВВ РАН проводят исследование на озере Плещеево

Fig. 3. The staff of the IBVV RAS conducts research on Lake Pleshcheyevo



Рис. 4. Метеостанция на территории города Переславль Залесский

Fig. 4. Meteorological station on the territory of Pereslavl Zalessky

Санитарно-эпидемиологический мониторинг. Поскольку озеро является объектом рекреационного назначения, а также источником питьевой воды для города, санитарно-эпидемиологический мониторинг мест для купания ведется подразделением Роспотребнадзора ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Ярославской области». Сотрудники центра отбирают в летнее время пробы в местах купания на озере и на реке Трубеж. Данные в Национальный парк не предоставляются, и Национальный парк не имеет четкой картины, в каких местах были взяты пробы для анализа и каков результат. Из минусов также можно отметить удаленность лабораторий, в которых проводится анализ проб, а это влияет на время и качество результатов анализа.

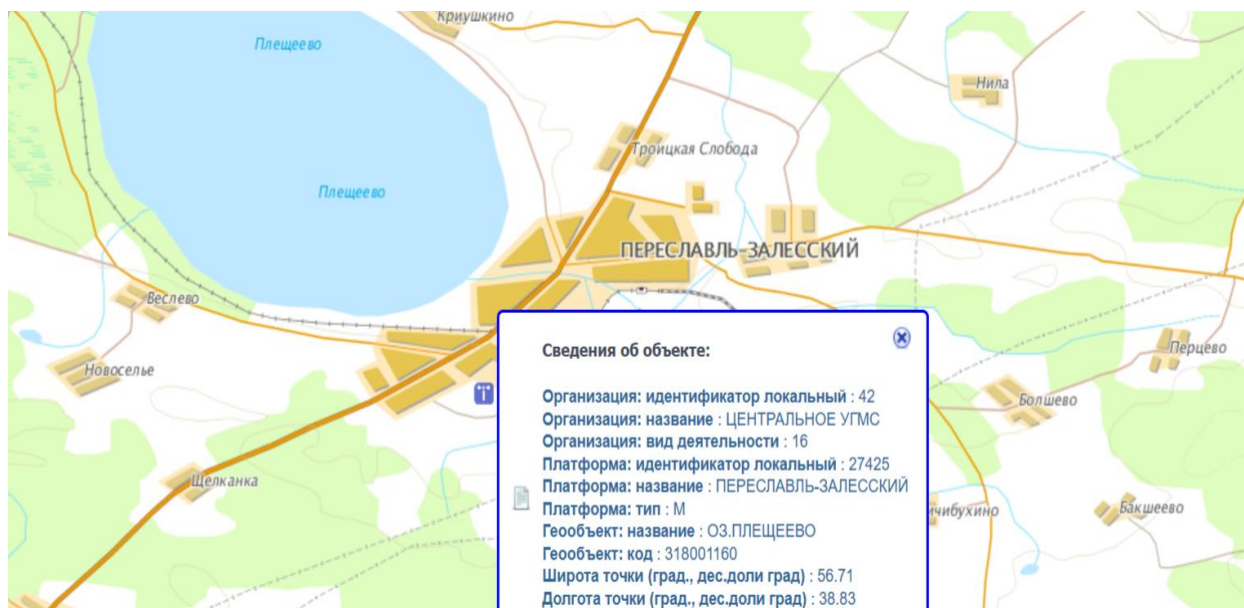


Рис. 5. Расположение метеостанции в г. Переславль-Залесский по отношению к озеру Плещеево

Fig. 5. Location of the weather station in Pereslavl-Zalessky in relation to Lake Pleshcheyevo

Гидрохимический мониторинг на сегодняшний день осуществляется экоаналитической лабораторией национального парка «Плещеево озеро» и Ярославским отделением Росгидромета. На рис. 6 красными точками отмечены места отбора проб лабораторией Национального парка для мониторинга качества воды озера Плещеево, его притоков и ливневых стоков города. С 2000 г. качество воды в озере Плещеево контролируется в трех точках: 1 км от устья р. Трубеж, в районе оголовка водозабора и в глубоководной точке. Каждая проба отбирается на двух уровнях вертикали — 0,5 м от поверхности и 0,5 м от дна. С 2023 г. были добавлены еще 2 точки напротив самых загрязненных водотоков — дренажных канав, которые несут ливневые стоки с территории города, в 500 м от устья р. Марюха и в 500 м от городского пляжа. В этих точках пробы отбираются только на глубине 0,5 м от поверхности.

Во всех точках пробы отбираются ежемесячно, кроме периодов становления и распада ледового покрова, при условии наличия водотока.

В соответствии со ст. 5 ФЗ №102-ФЗ измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по референтным методикам измерений и другим аттестованным методикам⁵. После отбора пробы воды анализируются в лаборатории Национального парка в соответствии с методиками, внесенными в Реестр ПНДФ (Реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга) по 18 показателям различными методами:

⁵ Федеральная служба по надзору в сфере природопользования РОСПРИРОДНАДЗОР. Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия <https://metod.fcao.ru/> [Дата обращения: 18.09.2025]

- потенциометрический метод — pH;
- флуориметрический метод — нефтепродукты;
- титриметрический метод — растворенный кислород и БПК₅, перманганатная окисляемость, хлориды, общая жесткость и ионы кальция;
- фотометрический метод — ионы аммония, нитриты, нитраты, фосфаты, общее железо;
- турбодиметрический метод — сульфаты;
- вольтамперометрический метод — ионы меди, кадмия, цинка и свинца.

Полученные результаты сравниваются с нормативами предельно-допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного значения, утвержденных приказом Минсельхоза РФ №552 от 13.12.2016 г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (ПДК_{рх})⁶.

Кроме озера проводится мониторинг качества воды всех притоков озера первого порядка и самых крупных притоков второго порядка. Пробы отбираются ежемесячно, если есть течение воды. Пробы воды в р. Трубеж и ее притоках анализируют по всем 18 показателям. В малых притоках озера - только по 7 показателям: pH, биогенные вещества (ионы аммония, нитриты, нитраты, фосфаты), содержание растворенного кислорода и БПК₅.

ЯЦГМС проводит отбор и анализ проб по 34 показателям 1 раз в квартал в 5 точках (3 точки совпадают с точками Национального парка, и еще в 1 км от истока р. Векса и в 4,5 км от истока р. Вёкса в так называемой «малой яме», они отмечены желтыми точками на рис. 7), а также в устье р. Трубеж. Сводные данные предоставляются в Национальный парк. На основании полученных данных по среднегодовым показателям рассчитывается удельный комбинаторный индекс загрязнения водоема (УКИЗВ), по которому проводятся сравнения загрязненности различных водоемов. По УКИЗВ вода делится на классы «от чистой» (1 класс) – до «грязной» (4 класс). Последние годы озеро Плещеево находилось в категории «слабо загрязненная» в многоводные годы переходя в класс «условно чистая». В 2022 - 2023 гг. качеству воды озера Плещеево была присвоена категория «загрязненная». В 2024 г. качество воды вернулось в категорию «слабо загрязненная».

Таким образом, создана достаточно большая сеть гидрохимических наблюдений за состоянием озера, которая позволяет выявлять источники антропогенного загрязнения водоема. Однако частота отбора проб не позволяет оперативно отслеживать изменения химического состояния воды для быстрого реагирования, что особенно актуально для отслеживания показателей биогенных загрязнителей в притоках озера, поскольку они наиболее подвержены антропогенному загрязнению. Также в арсенале экоаналитической

⁶ Информационно-правовое обеспечение «Гарант» <https://base.garant.ru/71586774/> [Дата обращения 18.09.2025]

лаборатории не хватает освоенных методик по определению взвешенных веществ, химического потребления кислорода (ХПК) и синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), которые входят в перечень определяемых показателей, рекомендованных для мониторинга поверхностных водоемов.

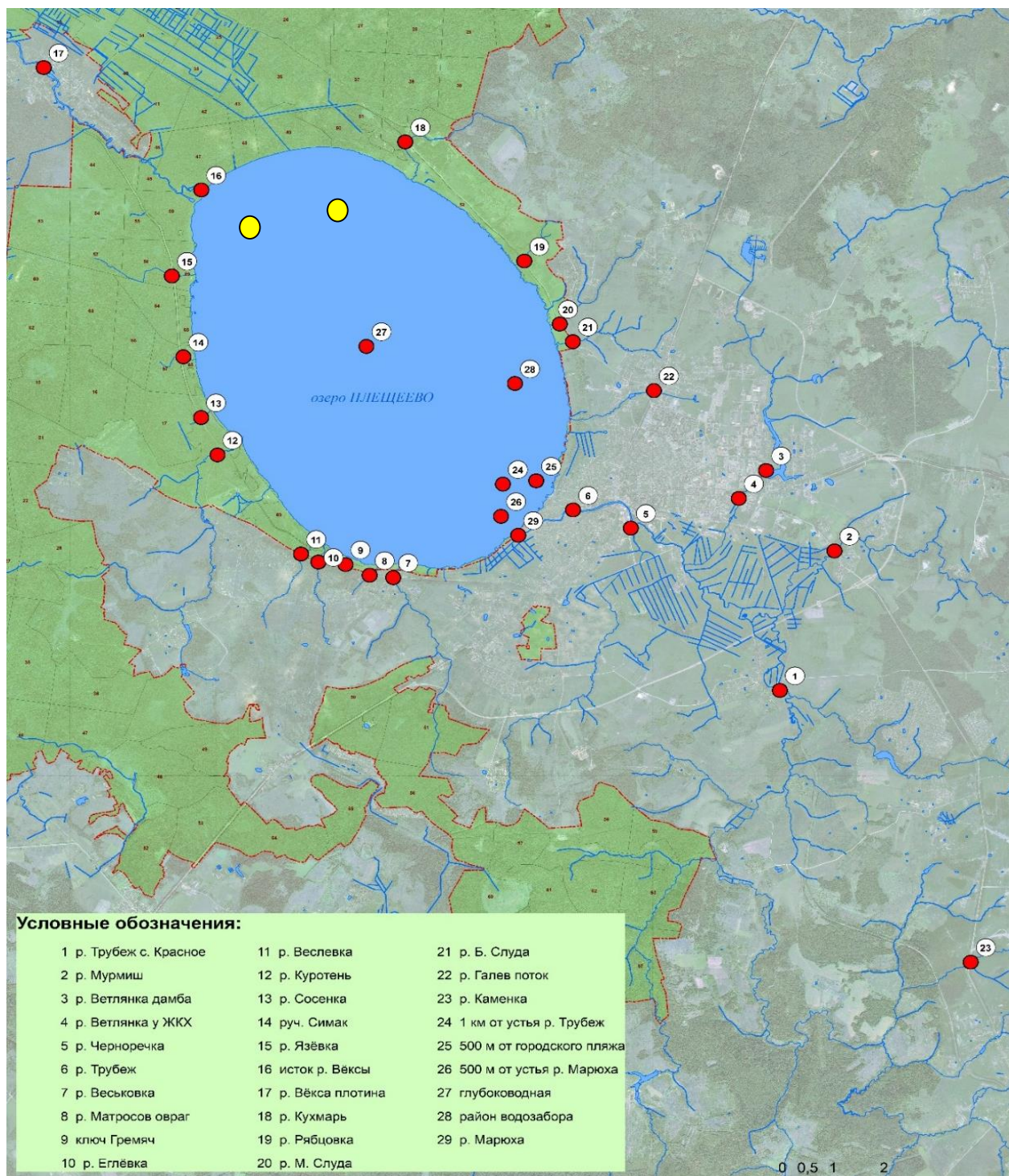


Рис. 6. Точки отбора проб в рамках гидрохимического мониторинга, проводимого экоаналитической лабораторией ФГБУ «Национальный парк «Плещеево озеро»

Fig. 6. Sampling points within the framework of hydrochemical monitoring conducted by the ecoanalytical laboratory of the Federal State Budgetary Institution "Pleshcheyevo Lake National Park"

Гидрологический мониторинг проводится Национальным парком и Ярославским отделением РОСГИДРОМЕТ (ЯЦГМС). На рис. 7 отмечены точки гидрологических замеров на притоках озера и на р. Вёкса. В этих точках измеряется профиль сечения и скорость потока, которые позволяют рассчитать расходы воды и стоки.

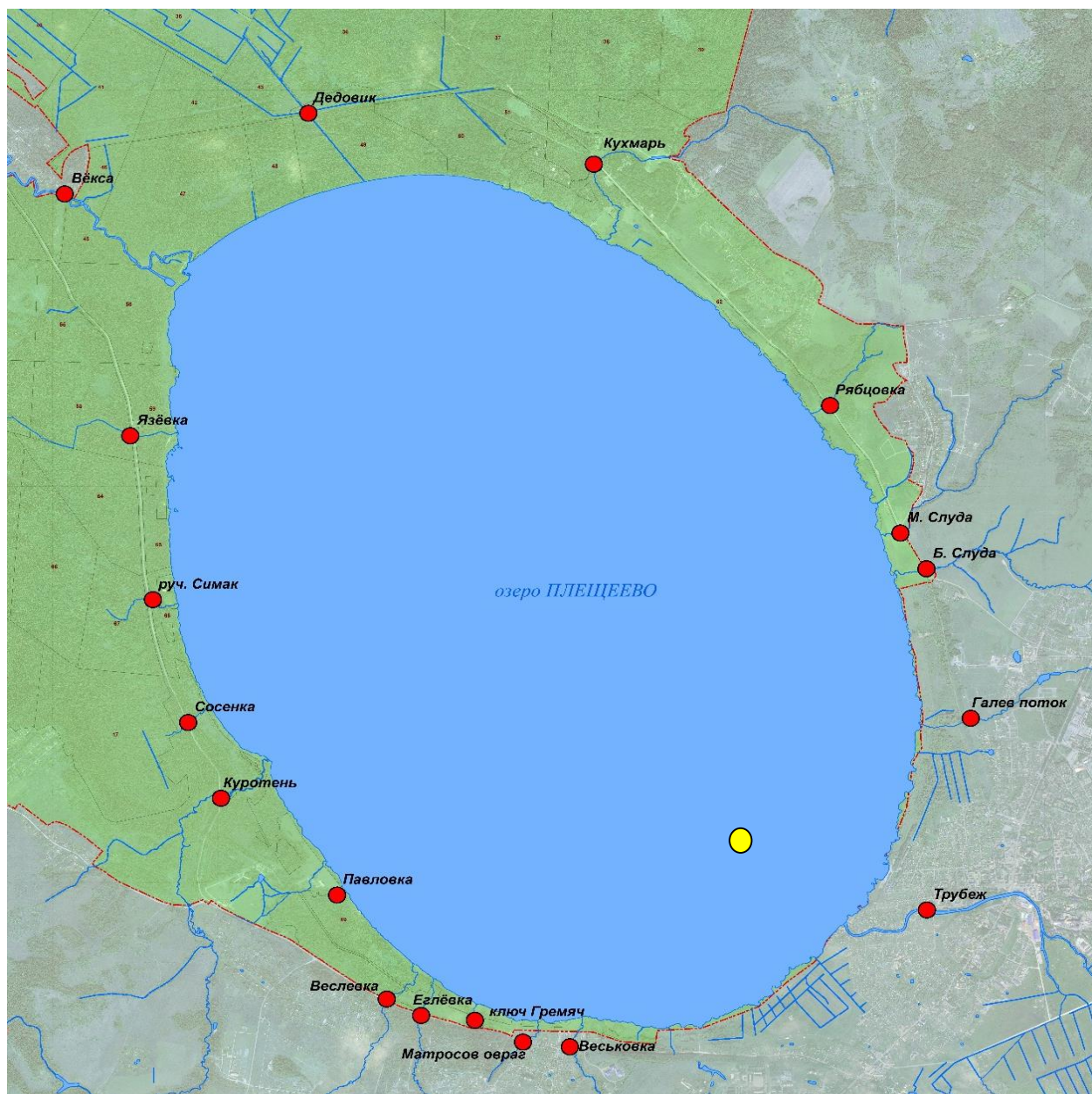


Рис. 7. Точки гидрологических замеров на притоках озера Плещеево и на р. Вёкса (красные метки).
Желтая метка – расположение уровня поста

Fig.7. The points of hydrological measurements on the tributaries of Lake Pleshcheyevo and on the river Veksa (red markers). The yellow marker is the location of the level post

Минусом этого метода является ручной способ измерений и отсутствие автоматизации. В этой связи измерения проводятся один раз в день (не два, как этого требует методика гидрологических измерений). В межень измерения проводятся 2 раза в

месяц, в период паводка — чаще. Данные разовых замеров интерполируются на период, когда замеры не проводились. Таким образом проводится оценка годового стока.

Кроме того, проводятся наблюдения за ледовыми явлениями на озере, его притоках и на р. Вёкса, а также температурного режима воды и содержания растворенного кислорода.

Ярославское отделение ГИДРОМЕТ проводит наблюдение за уровнем режимом озера Плещеево с 1936 г. Для этого на озере установлен постоянный уровнемерный пост (желтая метка на рис. 7). Также ведется наблюдение за ледовыми явлениями на р. Трубеж. Сводные данные предоставляются в Национальный парк ежемесячно и ежегодно.

Существующая система гидрологических наблюдений позволяет провести общую оценку гидрологического режима озера. Однако отсутствие систематических данных по стокам в озеро и стоку р. Вёксы не позволяет дать точную оценку. Приводимые в отчетах цифры по стокам имеют большую погрешность.

Определение содержания растворенного кислорода, проводимое Национальным парком классическим методом, является фрагментарным (1 раз в месяц) также имеет большую погрешность. Кроме того, данные по растворенному кислороду в придонных слоях в период аноксии⁷ не совпадают с данными измерений ИБВВ РАН, которые проводятся автоматизированным методом при помощи многофункционального датчика YSI EXO2.

Мониторинг рекреационной нагрузки. Национальный парк ведет подсчет турпотока (количества посетителей) по объектам и в целом на парк. По рекомендациям необходимо закладывать пробные площади и мониторить изменения флоры и фауны, но пока возможностей для такого мониторинга у Национального парка нет.

Обобщенные данные за год по всем видам мониторинга, а также данные научно-исследовательских работ заносятся в Летопись природы Национального парка "Плещеево озеро", которая ведется на основании методического пособия Филонова К.П., Нухимовской Ю.Д. "Летопись природы в заповедниках СССР"⁸, но с небольшими изменениями. В структуре Летописи природы Национального парка "Плещеево озеро" выделяется 11 разделов:

- 1) Территория национального парка;
- 2) Пробные и учетные площадки;
- 3) Постоянные (временные) маршруты;

⁷ Период аноксии озера — это период, когда в водоёме наблюдается дефицит растворённого кислорода (РК) в глубоких слоях, вплоть до полного его отсутствия. Это явление характерно для озёр с ярко выраженной зимней и летней стратификацией растворенного кислорода.

⁸ Летопись природы в заповедниках СССР : Метод. пособие / К. П. Филонов, Ю. Д. Нухимовская; Отв. ред. В. Е. Соколов, К. Д. Зыков; АН СССР, Комис. по координации науч. исслед. в гос. заповедниках СССР и др. - Москва: Наука, 1990. - 142,[1] с.; 21 см.; ISBN 5-02-005470-4ос.
<https://djvu.online/file/Y6bpHetEIBF85> [Дата обращения: 18.09.2025]

- 4) Воздух;
- 5) Почвы;
- 6) Воды;
- 7) Флора и растительность;
- 8) Фауна и животное население;
- 9) Состояние заповедного режима;
- 10) Фенологические наблюдения;
- 11) Историко-культурное наследие.

В случае, если по какому-то из разделов за описываемый год не было наблюдений, он остается не заполненным, но сохраняется в структуре Летописи.

3 Выводы

Национальным парком «Плещево озеро» выстроена большая сеть наблюдений для проведения мониторинга состояния окружающей среды озера Плещеево, которая в целом выполняет задачи по общей оценке ключевых показателей экологических факторов, в т.ч. влияющих на качество жизни населения.

Однако существующая система мониторинга не является полной, собираемые данные имеют большую погрешность, по некоторым показателям — не совпадают с данными исследований партнеров (например, показатели растворенного кислорода, измеряемые ИБВВ РАН в автоматическом режиме более точным многофункциональным датчиком YSI EXO2).

Модернизация и дооснащение приборной базы Национального парка (установка в глубоководной точке 2 автоматических логгеров, измеряющих с шагом 1 метр температуру воды в озере и растворенный кислород, а также установка 2 метеостанций, освоение новых методик комплексного химического анализа и др.) позволит выстроить более точную систему мониторинга экологических факторов и оценки состояния окружающей среды, что, безусловно, будет способствовать оперативному реагированию и принятию управленческих решений в реализации мероприятий по сохранению и реабилитации озера Плещеево.

Важным аспектом в мониторинге состояния озера является измерение флуоресценции пигментов низших водорослей и определение доминирующих видов, которое позволит отслеживать их появление и размножение в озере и предупреждать население и муниципальные органы управления о начале цветения и рисках взрывного роста их биомассы.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках реализации исследовательского проекта «Интеллектуальный хранитель наследия «Плещеево озеро» при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» <https://rgo.ru/>.

Analysis of the observation system of the National Park “Pleshcheyevo Lake» for the state and environmental changes of Lake Pleshcheyevo to ensure monitoring of environmental factors

Marina I. Andreeva^{1*}, Galina D. Kuznetsova^{2**}

¹ National Park “Pleshcheyevo Lake”

² Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAIK)

*marina.flowercraft@gmail.com, **srdc@miigaik.ru

Keywords national park, Lake Pleshcheyevo, environmental factors monitoring system, environmental monitoring

Abstract Lake Pleshcheyevo is a significant natural site that provides a source of drinking water, recreational opportunities, and protected natural area. This article presents an analysis of the current integrated monitoring system for the Pleshcheyevo Lake National Park. It identifies the strengths and weaknesses of the current monitoring system for environmental factors, including those that affect the quality of life for the local population. Additionally, it makes some suggestions for modernizing and expanding the system.

Acknowledgements

The research was carried out within the research project "Intellectual Guardian of the Pleshcheyevo Lake Heritage" with the financial support of the Russian Geo-Geographical Society, an All-Russian public organization <https://rgo.ru/>.