

Исследовательский проект «Интеллектуальный хранитель наследия “Плещеево озеро”»

Г.Д. Кузнецова ¹

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

Озеро Плещеево и расположенный на его берегу древний город Переславль-Залесский – один из центров формирования Русского государства – являются частью природного, духовного и культурного наследия Отечества.

Национальный парк «Плещеево озеро» как ООПТ создан в 1988г. с целью сохранения и восстановления уникального природно-исторического комплекса. В водоохранную зону парка включен весь водосборный бассейн озера Плещеево с Берендеевым болотом, Купанский болотный комплекс и город Переславль-Залесский. Именно здесь, на территории парка, происходит стык интересов современного города и уникального природного комплекса.

До 2021 г. озеро считалось одним из самых чистых водоемов в Центральной России, но уже в 2022 получило класс «загрязненный». В настоящее время на разных уровнях обсуждаются экологические риски, связанные с усилением антропогенной нагрузки на территорию водосборного бассейна озера Плещеево, которые уже имели место, и которые необходимо предотвратить в будущем. Так, например, в реке Вёкса, вытекающей из озера, в 2023 году наблюдался массовый замор рыбы вследствие взрывного роста биомассы сине-зеленой водоросли Глеотрихия щетинистая (*Gloeotrichia echinulata*), которая «любит» теплую воду, быстро «съедает» кислород и таким образом агрессивно способствует заморным явлениям, в том числе – эндемика переславской ряпушки (*Coregonus albula pereslavicus*). По результатам ознакомления с протоколами исследования проб воды и визуального осмотра акватории озера Плещеево и реки Вёкса учёные Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (ИБВВ РАН) сделали однозначный вывод: замор произошел по причине захода отмерших масс Глеотрихии из озера Плещеево в акваторию реки Вёкса¹.

Массовое распространение этой водоросли в озере Плещеево регистрируется с 2017 года. Для экосистемы озера она несёт двойную угрозу:

¹Национальный парк «Плещеево озеро», официальный сайт
<https://plesheevo-lake.ru/information/news/2670/>

- 1) во-первых, это опасность исчезновения эндемика озера Плещеево – ряпушки переславской. Отмирая в конце вегетативного сезона, сине-зелёные водоросли дают большой объём органического вещества, которое при разложении интенсивно потребляет необходимый для рыбы кислород из придонных слоёв воды. В итоге ареал обитания ряпушки существенно сжимается, особенно в летний период.
- 2) во-вторых, Глеотрихия и другие сине-зеленые водоросли при массовом своём развитии способны синтезировать гепатотоксины медленного действия, которые оказывают широкое воздействие на позвоночных, в том числе на человека. Озеро Плещеево служит источником питьевой воды для города Переславль-Залесский, но по существующим нормам, в процессе водоподготовки, проведение анализа воды на наличие токсинов не предусмотрено, и они практически напрямую могут поступать в водопроводную систему города.

На основании проведенных ранее исследований ИБВВ РАН, сотрудники которого уже более 60 лет изучают экосистему озера Плещеево, можно предположить следующие основные причины экологических рисков:

1. Обмеление реки Трубеж (основного притока озера), которая ранее подпитывалась водами Берендеева болота.

В 1950-е годы торфоразработки на Берендеевом болоте были интенсифицированы. Была построена сеть мелиорационных каналов, которая развернула воды Берендеева болота в сторону реки Малый Киржач, отрезав истоки основного притока оз. Плещеево – реки Трубеж – от Берендеева болота. Трубеж, а за ним и озеро Плещеево стали мелеть. Для поддержания уровня воды в озере в 1970-е годы была построена (модернизирована) плотина на реке Вёкса, вытекающей из озера. Результаты этого инженерного решения наряду с другими отрицательными факторами сказались на экосистеме озера неблагоприятным образом: проточность озера стала ухудшаться, естественная циркуляция стала слабее, создались условия для роста микрофлоры и заиливания реки Трубеж и озера Плещеево.

2. Тепловое загрязнение озера как следствие изменения климата.

Согласно анализу данных Ярославской ГЦМС за период с 1824 по 2024 гг. можно видеть, что за последнее десятилетие произошло значительное изменение температуры воздуха в сторону повышения. Особенно это выражено в зимние месяцы. При этом количество жарких дней за рассматриваемый период увеличилось более чем в 2 раза².

3. Интенсивное загрязнение озера биогенными веществами, которые попадают в озеро с прилегающих территорий.

² Ярославский ГЦМС, официальный сайт
<https://www.yacgms.ru/izmenenie-klimata-goroda-yaroslavlya-s-1824-po-2024-gg/>

Анализ гидрохимических показателей воды в рамках ежемесячного мониторинга Национального парка показывает существенное превышение таких показателей как фосфат ионов и азотные соединения, которые служат питательной средой и играют важную роль в метаболизме Глеотрихии.

Вследствие нарушения экологического баланса пострадать может не только рыба. Озеро является источником питьевой воды для города Переславль-Залесский. Существует высокий риск, что через несколько лет его нельзя будет использовать как источник питьевого водоснабжения из-за вероятного наличия в воде цианотоксинов.

В числе мероприятий для сохранения и реабилитации озера Плещеево эксперты называют срочное прекращение поступления любых сточных вод в акваторию озера и его притоков; новое строительство, капремонт и реконструкцию всей системы водоотведения Переславля, а также населенных пунктов, расположенных в бассейне реки Трубеж; капитальный ремонт ГТС в селе Купанское на реке Вёкса для правильного его функционирования и регулирования уровня воды в озере Плещеево.

Важное место в проекте занимает исследование роли Берендеева болота в системе водосбора озера Плещеево. При обсуждении результатов многолетних исследований и современного состояния озера были высказаны предположения, что обводнение Берендеева болота (или его части) будет способствовать восстановлению притока воды в реку Трубеж, и, следовательно – улучшению проточности озера и сохранению его экосистемы. Важным этапом в этой работе должны стать сбор гидрологических данных и подготовка научных материалов для обоснования планируемых работ.

Эти и другие предложения были внесены в план мероприятий по сохранению и реабилитации озера Плещеево. 07.02.2024 Минприроды РФ выпустило приказ о создании межведомственной рабочей группы по вопросам восстановления и сохранения уникальной экосистемы озера³, а 29 апреля 2025 года заместитель Председателя Правительства РФ Д. Патрушев подписал План мероприятий по сохранению и реабилитации озера Плещеево в Ярославской области №ДП-П11-15389 (ДОРОЖНУЮ КАРТУ), который также содержит большой блок научно-исследовательских работ.

Реализация программ оздоровления озера требует времени. Кроме того, в связи с принятыми в 2020 году планами по развитию туристско-рекреационного кластера в прибрежной зоне, созданию особой экономической зоны в окрестностях Переславля-Залесского и увеличению потока туристов, необходимо принимать во внимание потенциальное усиление антропогенной нагрузки на весь природный комплекс.

В этой связи остро стоит задача регулярного комплексного экомониторинга всего водосборного бассейна, основанного на современных технологиях, важным элементом

³ Национальный парк «Плещеево озеро», официальный сайт
<https://plesheevo-lake.ru/information/news/2806/>

которого является цифровой сервис для интеграции и анализа различных данных экомониторинга, а также моделирования процессов изменений с элементами прогнозирования тех или иных последствий и рисков.

Для решения этой задачи был разработан исследовательский проект, основной целью которого является совершенствование методологии мониторинга состояния водосборного бассейна озера Плещеево как эталонного объекта охранной и рекреационной деятельности Национального парка "Плещеево озеро".

С момента создания Национального парка «Плещеево озеро» научный отдел парка проводит наблюдения за экосистемой озера, в том числе – регулярный мониторинг гидрохимических и гидрологических показателей. Кроме того, ежегодно ИБВВ РАН проводит измерения гидрофизических показателей и исследование фитопланктона, зоопланктона и ихтиофауны озера.

Основной целью данного проекта является создание геоинформационной системы для анализа данных комплексного экомониторинга и оценки экологических рисков, связанных с изменениями климата и увеличением антропогенной нагрузки на озеро и территорию его водосборного бассейна (включая водораздел Берендеева болота и реки Трубеж) с использованием организационно-сервисной модели интеграции данных наземного обследования и данных ДЗЗ в справочно-картографической ГИС. Каркас геоинформационной модели создается на основе интеграции архивных и актуализированных данных, полученных на основе полевых исследований и современных технологий дистанционного зондирования Земли. Предложенная технология позволит отслеживать корреляционную зависимость развития процессов, как отрицательных, так и положительных, в зависимости от изменяющихся условий и реализуемых мероприятий по сохранению и оздоровлению озера, и принимать необходимые меры воздействия.

В первом выпуске сборника по материалам исследовательского проекта собраны статьи, в которых представлены результаты инициативного выезда на объект исследования (студенческой исследовательской экспедиции, июль 2024 г.⁴) и 1 этапа исследовательского проекта «Интеллектуальный хранитель наследия «Плещеево озеро»⁵:

- анализ системы наблюдений Национального парка «Плещеево озеро» (Андреева, Кузнецова);
- анализ цветения водоемов и распространения *Gloeotrichia echinulata* в озере Плещеево (Тарасова);
- анализ изменения климатических условий в регионе (Нурмухамедова, Кузнецова);

⁴ Реализована при поддержке программы «Открываем Россию заново», организованной Высшей школой экономики при поддержке Президентской платформы «Россия – страна возможностей», программы «Больше, чем путешествие» и Русского географического общества https://www.miigaik.ru/student-research-and-development-center/ekspeditsiya-pleshcheevo-ozero/?bitrix_include_areas=Y.

⁵ Реализуется при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» <https://rgo.ru/>

- анализ температурного режима водной поверхности озера по данным наблюдений национального парка и данным ДЗЗ (Лошкова);
- анализ гидрологического режима озера (Хачатуров) и анализ гидрохимических показателей по данным национального парка и полевых исследований студенческой экспедиции (Андреева, Кочнев, Кузнецова);
- анализ изменения высшей водной растительности озера (Никоноров, Ермоленков) и состояния притоков реки Трубеш (Дадайкина, Лошкова, Ермоленков) на основе полевых исследований экспедиции и данных дистанционного зондирования;
- пространственный анализ потенциальных зон затопления при повторном обводнении Берендеева болота, а также анализ международного опыта ренатурализации болот (Борисова);
- принципы и технологические особенности реализации геоинформационного портала, направленного на интеграцию и пространственно-временной анализ экологических данных в водосборе озера Плещеево (Борисова, Загребин).

В условиях роста рекреационной нагрузки и климатической нестабильности экологический мониторинг приобретает ключевое значение как механизм раннего предупреждения и устойчивого управления территориями. На примере Национального парка «Плещеево озеро» представлен анализ институциональных, технологических и управленческих разрывов между сбором данных о состоянии окружающей среды и принятием решений на муниципальном и региональном уровнях (Серебряков, Герасимова).

Исследовательский проект «Интеллектуальный хранитель наследия «Плещеево озеро» рассчитан на длительный период, и результаты проводимых исследований будут представлены в последующих выпусках сборника.

Результаты проекта позволят усовершенствовать методологию мониторинга состояния водосборного бассейна озера Плещеево как эталонного объекта охранной и рекреационной деятельности национального парка.