

УДК 556.535.4/.5 (476)

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭВОЛЮЦИИ РАЗВИТИЯ ЛИМНОСИСТЕМЫ ЛУКОМЛЬСКОГО ОЗЕРА

Н. П. Грицук¹⁾, П. С. Лопух²⁾

¹⁾Белгидромет, г. Минск, Республика Беларусь, meteonataly@vk.com;

²⁾Белорусский государственный университет, г. Минск,
Республика Беларусь, lopuch49@mail.ru

Были изучены условия формирования теплового режима озера Лукомльское, до и после строительства Лукомльской ГРЭС. На основе официальных данных государственной сети гидрометеорологических наблюдений Беларуси с использованием статистических методов и прогнозной экстраполяции составлена схема нового районирования озера Лукомльское. В свете изменений природной среды и увеличения влияния человека, использование водных экосистем становится все важнее для прогнозирования будущего развития. Поэтому, важность использования водоемов-охладителей в качестве моделей в условиях глобального потепления климата становится актуальной как сегодня, так и в будущем. Спрогнозированы тенденции изменения термического режима озера.

Ключевые слова: водоем-охладитель; термический режим; эволюция озер; устойчивость лимносистемы; тепловое загрязнение; изменение климата; мониторинг.

PROSPECTS FOR THE EVOLUTION OF THE DEVELOPMENT OF THE LIMITATION SYSTEM OF LAKE LUKOMLSKOYE

N. P. Gritsuk¹⁾, P. S. Lopuh²⁾

¹⁾Minsk, Republic of Belarus, Btlgidromet, meteonataly@vk.com;

²⁾Minsk, Republic of Belarus, Belarusian State University, lopuch49@mail.ru

The conditions for the formation of the thermal regime of Lake Lukomlskoye were studied, before and after the construction of the Lukomlskaya State District Power Plant. Based on official data from the state network of hydrometeorological observations of Belarus, using statistical methods and predictive extrapolation, a new zoning scheme for Lake Lukomlskoye was compiled. In light of changes in the natural environment and increasing human influence, the use of aquatic ecosystems is becoming increasingly important for predicting future development. Therefore, the importance of using cooling ponds as models in the context of global warming becomes relevant both today and in the future. Trends in changes in the thermal regime of the lake have been predicted.

Keywords: cooling reservoir; thermal regime; evolution of lakes; stability of the liminal system; thermal pollution; climate change; monitoring.

Взаимосвязи между изменением климата и водными ресурсами проявляются не только в изоляции, но и в контексте, а также во взаимодействии с социально-экономическими и экологическими условиями. Ошибки в понимании данных взаимосвязей могут ухудшить ситуацию и увеличить уязвимость сообществ как по отношению к природным катастрофам, так и к антропогенным чрезвычайным ситуациям.

По данным Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, рост температуры воды в водоемах на территории Беларуси в период 1989-2018 гг. составил 1,3 °С. Исходя из выявленных закономерностей, в ближайшем будущем ожидается увеличение летних теплозапасов озер на 5-8 %, вызванное ростом температур воздуха, который сильнее всего выражен в летний период [1].

Таким образом, анализ изменения водоемов вследствие теплового загрязнения и в результате потепления климата в итоге может привести к полному изменению экосистемы подводного мира, которая будет меняться в сторону упрощения и обеднения, однако в случае теплового загрязнения этот процесс будет происходить в 3-4 раза быстрее.

Можно заключить, что водоемы-охладители отличаются от остальных водоемов наличием значительных изменений температуры воды, либо экстремально высоких, либо крайне низких значений. Из этого следует, что они являются наиболее подходящими моделями озер в условиях глобального потепления.

С этих позиций Лукомльское озеро представляет собой уникальный экспериментальный водоем, на котором можно моделировать возможные трансформации лимнических процессов в условиях теплового загрязнения и спрогнозировать возможные изменения при глобальном потеплении климата Беларуси [2].

Пост на озере был открыт 23 сентября 1932 г. В настоящее время пост расположен в 10 м от спасательной станции, в 0,2 км западнее г. Новолукомля, в 1,5 км южнее ГРЭС, на восточном берегу озера. Лукомльская ГРЭС — флагман белорусской энергетики и самая мощная электростанция в республике.

С 1963 г. проводятся стандартные наблюдения на рейдовой вертикали № 1, расположенной в 800 м западнее поста. С 1975 г. по 01.08.1992 г. проводились наблюдения на рейдовой вертикали № 2 — в 3,8 км к северу от поста и в 0,5 км от места сброса тепловых вол Лукомльской ГРЭС (рис. 1).

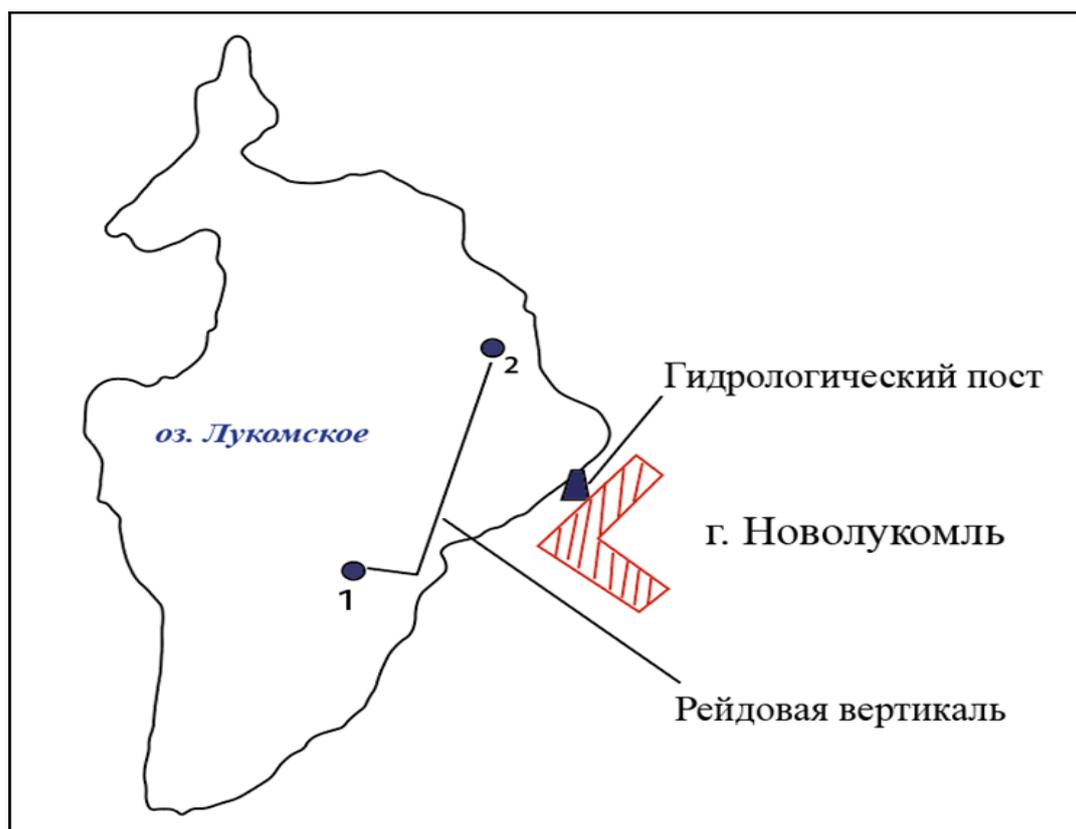


Рис. 1. Схема расположения гидрологического поста на озере Лукомльское [4]

Исследование проводилось на основе обзора данных о температуре воды источниками которых были официальные материалы Республиканского гидрометеорологического центра, а также экспедиционные данные НИЛ озераведения БГУ. Были использованы следующие методы исследования: описательный, картографический, прогнозный экстраполяции, а также математические методы. Анализ полученных данных, построение и сглаживание графиков производились с помощью программных продуктов Excel и ArcGIS. С помощью описательного метода проведен анализ обзора доступной литературы белорусских авторов Лопуха П. С, Суховило Н. Ю. и Митраховича П. А. о состоянии теплового режима озера Лукомльского.

Наибольшую степень трансформации термического режима имеет часть акватории, непосредственно прилегающая к сбросам системы охлаждения ГРЭС. Термический режим этой зоны не отвечает требованиям естественных водоемов, его следует рассматривать как техногенный [3]. Значительное влияние на внутриводоемные процессы оказывает сброс подогретой воды, в многолетнем аспекте озеро стало «теплее» на 4,5 °С в безледоставный период (рис. 2).

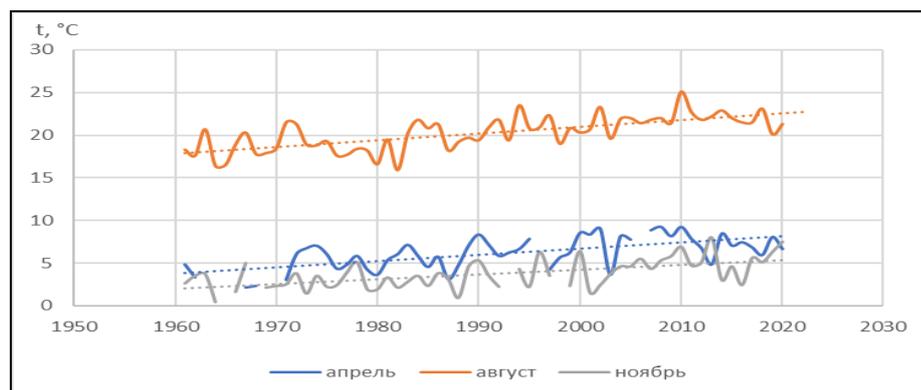


Рис. 2. Многолетняя динамика среднемесячной температуры (апрель, август, ноябрь) поверхностного слоя воды в озере Лукомльском в 1961-2020 гг. (сост. по [4])

Также увеличилась максимальная температура воды. Если до строительства ГРЭС максимальные температуры воды доходили до 24,6 °С, то после строительства поднималась до 30,7 °С в 2010 г.

Тепловое загрязнение озера Лукомльского распространяется на большую часть акватории по поверхности озера и проникает до придонных слоев, что приводит к нарушению естественной стратификации озера. На рисунке 3 представлен график, показывающий почти состояния гомотермии летом в определенные года.

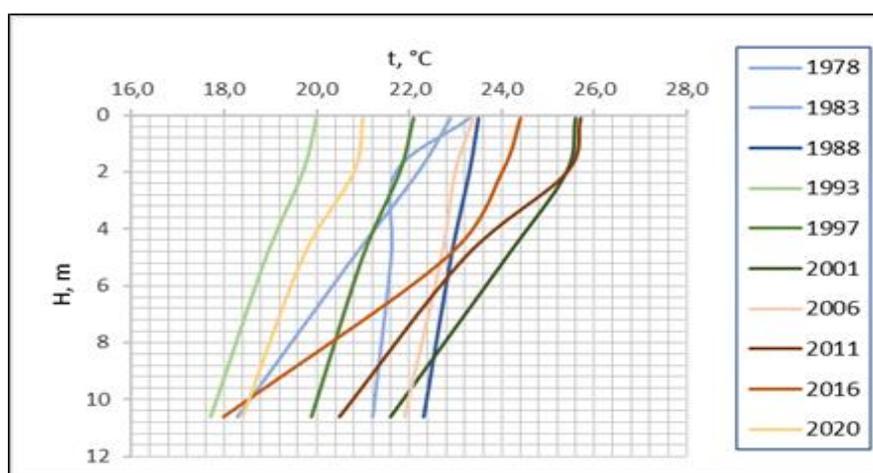


Рис. 3. Распределение температуры с глубиной на промерных вертикали № 1 (1978 - 2020 гг.) (сост. по [4])

Так в период максимального теплозапаса озера (июнь-август) можно наблюдать прямую стратификацию в точке сброса воды (вертикаль № 2) и переходящую в гомотермию стратификацию в зоне подмеса теплых вод (вертикаль № 1) (рис. 4).

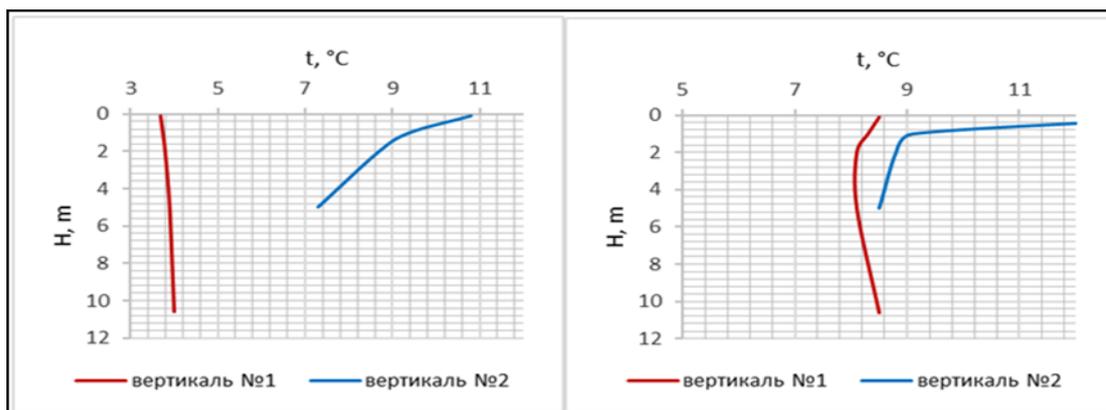


Рис. 4. Распределение температуры с глубиной на промерных вертикалях: (29.11.1986 г. (осень) –слева, 30.04.1979 г. (весна) –справа) (сост. по [4])

Таким образом, учитывая все вышеперечисленные изменения при продолжающейся интерполяции температурных показателей, можно спрогнозировать каким будет термический режим озера через следующие 60 лет исследований.

Так согласно прогнозу, составленному с помощью программного комплекса Microsoft Excel, к 2080 г. среднемесячная температура озера в самый теплый месяц года, повысится еще на 5 °С. При этом возможные отклонения варьируются от 18 °С в сторону уменьшения до 36 °С в сторону увеличения. Среднегодовая температура водной поверхности увеличится до 16,1 °С. А максимально температура воды будет достигать отметки 35,2 °С по худшему варианту прогноза (рис. 5).

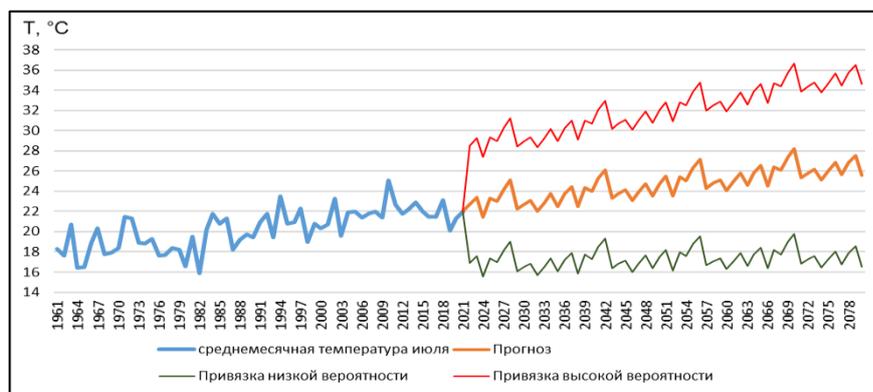


Рис. 5. Прогноз максимальной среднемесячной температуры Лукомльского озера (сост. по [4])

Однако данный прогноз носит только вероятностный характер, так как в данном случае учитывался только худший сценарий, при котором сброс подогретых вод с Лукомльской ГРЭС не будет уменьшен в ближайшие 60 лет (рис. 6). Сделать точный прогноз с использованием анализа

данных измерений не представляется возможным, поскольку экосистема озера в природных условиях не является полностью наблюдаемой системой, в то время как математическому моделированию в принципе необходимы все элементы экосистемы озера.

Изменения температурного режима воды озер имеют множество негативных эффектов. Поэтому до сих пор одна из важных проблем современной лимнологии — долгосрочное прогнозирование состояния водных экосистем крупных озер для планирования экономической деятельности, рационального использования и охраны внутренних водоемов.

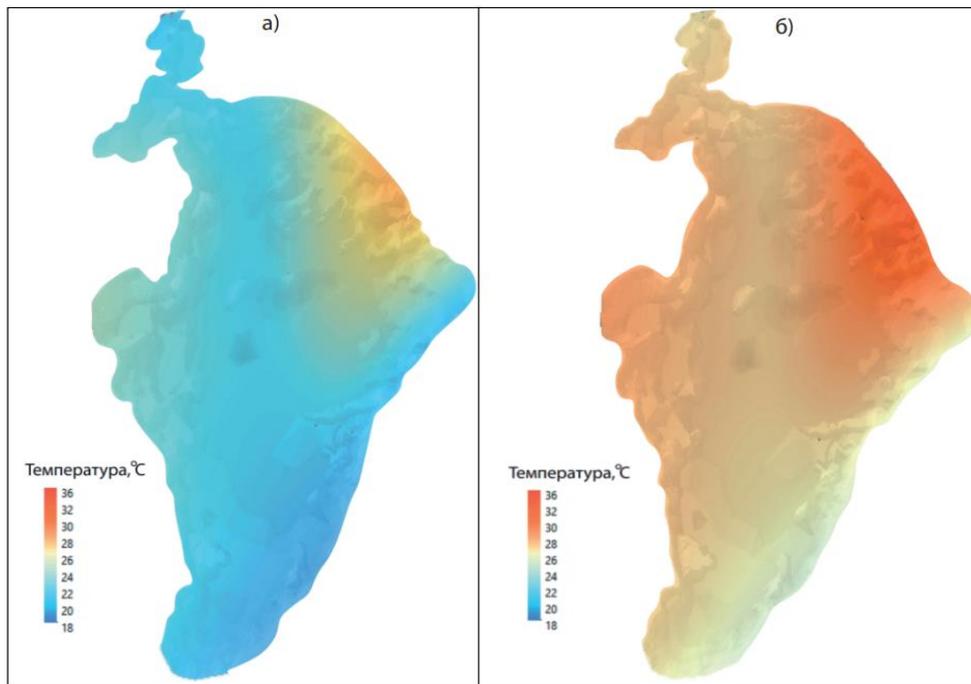


Рис. 6. Распределение температур поверхностного слоя воды на акватории озера Лукомльского в июле 2020 г. а). Прогноз температур поверхностного слоя воды на акватории озера Лукомльского в июле 2080 г. б) (сост. по [4])

Последствия теплового загрязнения водоемов вызывают серьезный вред для живых организмов и меняют среду обитания человека. Загрязнение приводит к нарушению внешнего облика ландшафтов и исчезновению гидробионтов. Чтобы уменьшить теплообмен в озере, замедлить процессы эвтрофирования и восстановить его экосистему, необходимо принимать меры, применимые в аналогичных условиях для озер. Эти меры могут быть разделены на правовые, экологические и направленные на повышение охлаждения водоема. Поэтому адаптация к изменению климата является не только нравственной, но и социальной и экономической необходимостью, а управление водными ресурсами должно стать одним из ключевых элементов стратегии адаптации к изменяющемуся климату.

Библиографические ссылки

1. Текущие и ожидаемые изменения климата на территории Беларуси Данилович И. С., Логинов В. Ф. // Центральноазиатский журнал географических исследований Гидрология и климатология 2021. № 1-2. С. 35-48.
2. Лопух П. С. Озеро Лукомльское – естественная модель для исследования трансформации лимносистем Поозерья под влиянием глобального изменения климата / П. С. Лопух, Е. А. Козлов // ВГУ им. П. М. Машерова, 2005 С. 110-112.
3. Митрахович П. А. Тенденции изменения экосистемы водоема-охладителя Лукомльской ТЭС / П. А. Митрахович, В. М. Самойленко [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elib.bsu.by> – Дата доступа: 24.07.2022.
4. Фондовые данные ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»: данных о температуре воды озера Лукомльского 1961-2020гг.
5. Суховило Н. Ю. Динамические критерии оценки устойчивости озерных экосистем Белорусского Поозерья к внешнему воздействию / Н. Ю. Суховило, Б. П. Власов, А. А. Новик // Журнал Белорусского государственного университета. 2018. №2. С. 13-24.