

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЭКОСИСТЕМЫ ЛУКОМЛЬСКОГО ОЗЕРА

Н.П. Грицук¹, П.С. Лопух²

*Белгидромет¹, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: meteonataly@vk.com
Белорусский государственный университет², г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: lopuch49@mail.ru*

Исследованы пространственно-временные особенности теплового режима водоема-охладителя Лукомльской ГРЭС – озеро Лукомльское. В условиях изменений природной среды и интенсивной антропогенной нагрузки важным является использования водных экосистем для дальнейшего прогнозирования развития, поэтому вопросы использования водоемов-охладителей как моделей в условиях потепления климата являются актуальными на сегодняшний день и в особенно будущем. На основе официальных данных государственной сети гидрометеорологических наблюдений Беларуси с помощью статистических методов и прогнозной экстраполяции проведено новое районирование озера Лукомльское на термические зоны и построена трёхмерная модель глубин. Спрогнозированы тенденции изменения термического режима озера.

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

REGULARITIES OF FORMATION OF THE THERMAL REGIME OF LAKE LUKOML ECOSYSTEM

N.P. Gritsuk¹, P.S. Lopuh²

*Minsk, Republic of Belarus, Btlgidromet, e-mail: meteonataly@vk.com
Minsk, Republic of Belarus, Belarusian State University, e-mail:
lopuch49@mail.ru*

The spatiotemporal features of the thermal regime of the cooling reservoir of the Lukomlskaya State District Power Plant - Lake Lukomlskoye - have been studied. In conditions of changes in the natural environment and intense anthropogenic load, it is important to use aquatic ecosystems for further forecasting of development, therefore, the issues of using cooling ponds as models in conditions of climate warming are relevant today and especially in the future. Based on official data from the state network of hydrometeorological observations of Belarus, using statistical methods and predictive extrapolation, a new zoning of Lake Lukomlskoye into thermal zones was carried out and a three-dimensional depth model was built. 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.

Каждое озеро – сложный природный организм, который является важнейшим элементом природного ландшафта и имеет ряд специфических черт. Особенно это выделяется в водоемах, которые переходят из природного в природно-антропогенное и далее в антропогенное состояние, теряя свои природные свойства. Этапы и стадии такого перехода до настоящего времени практически не изучены.

Озеро Лукомльское является уникальным водоемом, природной лабораторией для исследования влияния увеличения температур воды на экосистему озер. Термический режим озера исследован до введения в эксплуатацию в эксплуатацию Лукомльской ГРЭС в 1969 г. и последующие годы. Общий ряд инструментальных наблюдений составляет 60 лет (1961 – 2023 гг.).

Исследования проводились 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.

Озера являются хорошими индикаторами глобального изменения климата, потому что они чувствительны к изменениям окружающей среды и могут учитывать изменения в окружающем ландшафте и атмосфере. Некоторые сигналы, связанные с климатом, хорошо видны и легко поддаются измерению в озерах. Повышение температуры воды в озерах является особенно важным изменением, поскольку в некоторых случаях вода озера нагревается быстрее, чем атмосферы [1].

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].

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°C в безледоставный период (рис. 1).

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

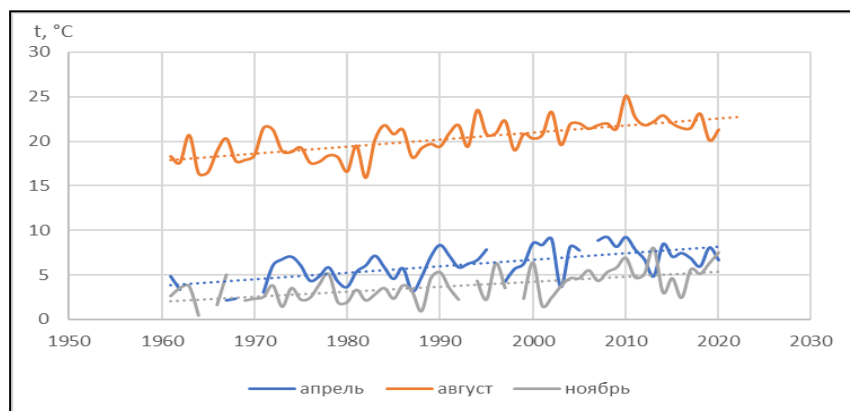


Рис. 1. Многолетняя динамика среднемесячной температуры (апрель, август, ноябрь) поверхностного слоя воды в оз. Лукомльском в 1961 - 2020 гг. (сост. по [4])

Рост температуры поверхностного слоя воды способствует увеличению продолжительности безледоставного периода в восточной части озера и уменьшению максимального слоя льда в западной части водоема, нарушая естественный термический режим, характерный для озер умеренных широт. За последнюю половину века озеро Лукомльское по характеру ледового режима перешло из группы озер с устойчивым ледоставом зимой к группе озер с неустойчивым ледоставом, и имеет тенденции в будущем превратиться в озеро с безледоставным периодом. Так если в 1966 г. максимальная толщина льда на озере достигала 88 см, то в последние десятилетие она составляла не более 40 см. (рис. 2).

Среднегодовая температура воздуха на метеостанциях (Лепель, Новолукомль, Витебск) вблизи озера Лукомльского за 60 лет возросла на 1,7°C (с 4,9°C до 7,6°C). Для сравнения величина положительного тренда среднегодовой температуры в Беларуси за период инструментальных наблюдений достигла 1,4°C [1]. Таким образом отмечается более существенный рост температуры воды озера (рис. 3).

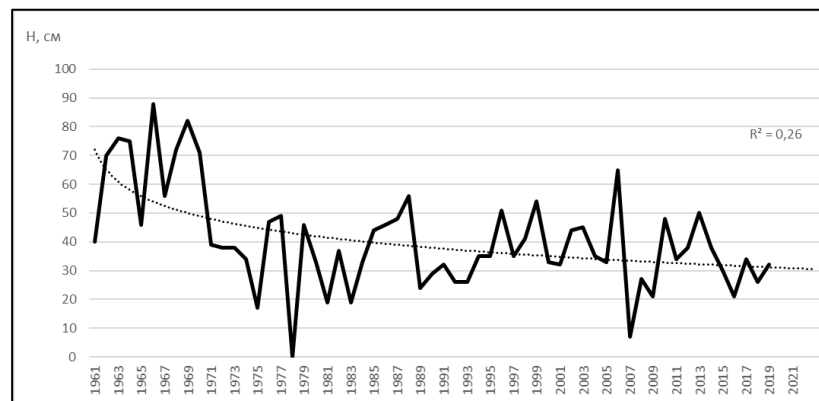


Рис. 2. Изменения максимальной толщины льда оз. Лукомльское в 1961 - 1962 гг. (сост. по [4])

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

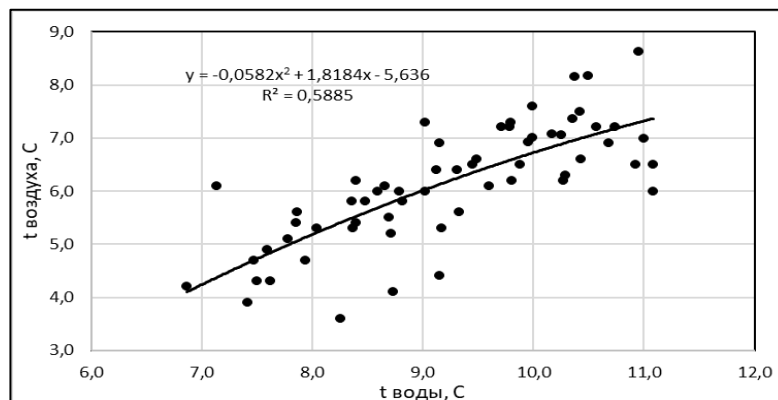


Рис. 3. Зависимость среднегодовой температуры воды оз. Лукомльское от температуры воздуха, 1961-2021 гг. (сост. по [4])

Так согласно прогнозу, составленному с помощью программного комплекса Microsoft Excel, к 2080 году среднемесячная температура озера в самый теплый месяц года, повысится еще на 5 °С в теплый период года. 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 максимальна температура воды будет достигать отметки 35,2°С по худшему варианту прогноза (рис. 4).

Однако данный прогноз носит только вероятностный характер, та как в данном случае учитывался только худший сценарий, при котором сброс подогретых вод с Лукомльской ГРЭС не будет уменьшен в ближайшие 60 лет (рис. 5). 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 озер.

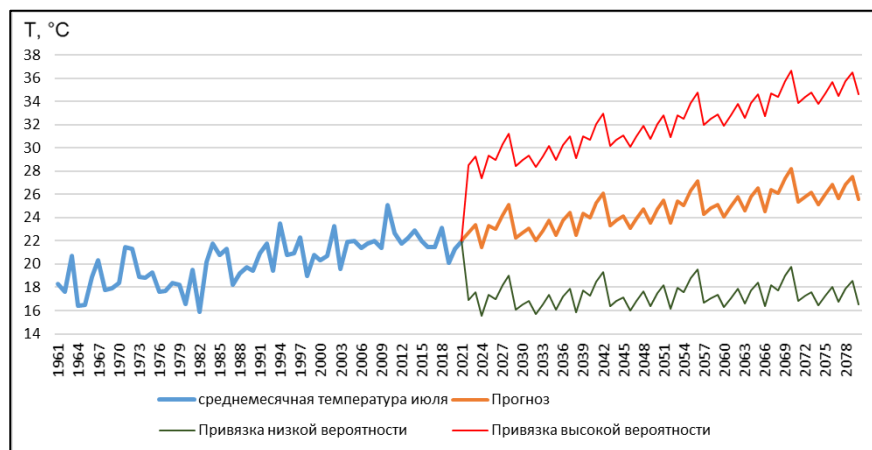


Рис. 4. Прогноз максимальной среднемесячной температуры озера Лукомльского (сост. по [4])

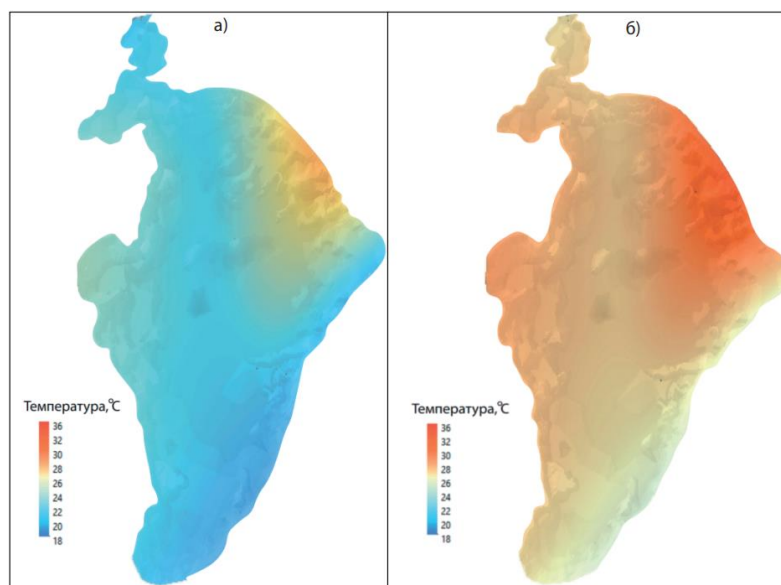


Рис. 5. Распределение температур поверхностного слоя воды на акватории озера Лукомльского в июле 2020 г. (а). Прогноз температур поверхностного слоя воды акватории озера Лукомльского в июле 2080 г (б) (сост. по [4])

Изменения температурного режима воды озер имеют множество негативных эффектов. Поэтому до сих пор одна из важных проблем современ-

ной лимнологии –долгосрочное прогнозирование состояния водных экосистем крупных озер для планирования экономической деятельности, рационального использования и охраны внутренних водоемов.

Все последствия теплового загрязнения водоемов наносят катастрофический вред живым организмам и изменяют среду обитания самого человека. В результате загрязнения нарушается внешний вид ландшафтов, исчезают гидробионты. С целью уменьшения теплового в озере, снижения темпов эвтрофирования и последующего восстановления его экосистемы необходимо выполнять ряд мер, применимые и для озер в схожих условиях. Данные меры можно разделить на правовые, экологические и непосредственно направленные на повышение охлаждающей способности пруда. Поэтому адаптация к изменению климата является моральной, социальной и экономической необходимостью, а управление водными ресурсами должно быть одним из центральных элементов в стратегии адаптации.

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.