

Уязвимость озер Беларуси к внешнему воздействию как критерий их подверженности климатическим изменениям

Н.Ю. Суховило

Белорусский государственный университет, г. Минск

Озера являются важнейшим источником пресной воды, биологических и рекреационных ресурсов. Однако в условиях антропогенной нагрузки и изменений природной среды возможно ухудшение их качественного состава. Все озера в различной степени уязвимы к изменению климатических, гидрологических, геохимических процессов на водосборе, но зачастую наиболее подверженными их негативному влиянию оказываются водоемы, обладающие высоким природно-ресурсным и информационным потенциалом. Поэтому актуальным направлением современной лимнологии является прогноз состояния лимносистем при различных сценариях климатических изменений и активном использовании в хозяйственной деятельности.

Поскольку существуют различия в терминологии, используемой в гидробиологических и гидрофизических исследованиях, следует дать определение понятий устойчивости и уязвимости лимносистем.

Устойчивость лимносистемы – ее способность сохранять квазипостоянными свои свойства и параметры режимов в условиях действующих на нее внешних и внутренних нагрузок на определенном временном интервале функционирования.

Уязвимость лимносистемы – ее неспособность сохранять указанные свойства на определенном временном интервале функционирования. При таком подходе наименее уязвимой к изменению каких-либо свойств будет система, наделенная этими свойствами в наибольшей мере [1].

В качестве исходных данных использовались фондовые материалы НИЛ озероведения БГУ, материалы наблюдений Белгидромета, а также данные полевых исследований на озерах Беларуси с участием автора.

С целью интегральной оценки уязвимости к внешнему воздействию был произведен отбор 149 озер. При этом необходимо было руководствоваться следующими основными критериями:

- наличие полного набора количественных данных по всем 14 критериям оценки уязвимости;

- широкий территориальный охват объектов исследования (в Центральной Беларуси и на Полесье исследованием охвачены все озера, соответствующие первому критерию, в Поозерье отобрано 115 озер);

- наличие озер, развивающихся в естественных условиях, а также нарушенных лимносистем, в которые происходит (или происходил ранее) сброс загрязняющих веществ с локальных источников антропогенного воздействия.

Методика оценки устойчивости озер к внешнему воздействию описана в [2]. Для оценки уязвимости использовались обратные правила нормирования, что следует из определения, приведенного выше.

В результате расчета интегральных индексов уязвимости озер к внешнему воздействию было выявлено, что они изменяются в диапазоне 0,223 (Нарочь) – 0,886 (Болдук).

На основе рассчитанных индексов, а также с учетом морфометрии, термической стратификации и гипсометрического положения водосборов была разработана типизация озер Беларуси по уязвимости к внешнему воздействию, позволившая выделить 3 типа и 8 подтипов уязвимости:

- *Озера с высокой степенью уязвимости.* Рассчитанные индексы уязвимости озер этого типа изменяются от 0,549 до 0,886. Тип подразделяется на два подтипа;

- *Озера со средней степенью уязвимости.* Интегральные индексы их уязвимости к внешнему воздействию находятся в пределах 0,442 – 0,548. Они подразделяются на три подтипа;

- *Озера с низкой степенью уязвимости* характеризуются индексами уязвимости менее 0,441. В этом типе озер также выделено три подтипа.

В типах 2 и 3 существуют нарушенные озера, испытывающие антропогенную нагрузку, индексы уязвимости которых минимум на 0,100 ниже их фоновых значений для озер с аналогичной морфометрией и гидродинамическими показателями, развивающихся в естественных условиях.

Индексы уязвимости не являются статичными показателями. При изменении величин гидродинамических и гидрохимических показателей они также изменяются. Установлено, что метеорологические условия оказывают значительное влияние на их величину, причем оно усиливается по мере снижения коэффициента открытости озерной котловины и ослабления термодинамических процессов в водной массе, как показано на рисунке.

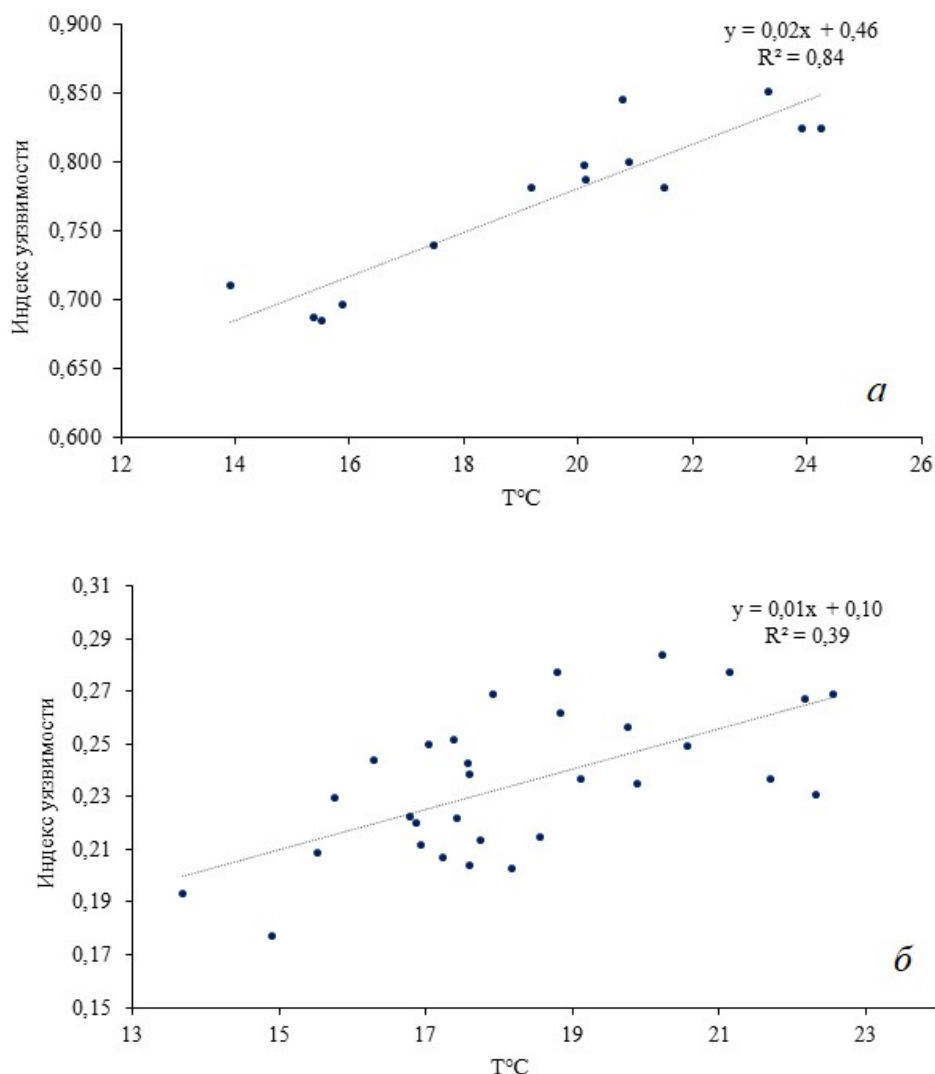


Рисунок. – Зависимость интегрального индекса уязвимости озера Волосо Южный (а) и Нарочь (б) к внешнему воздействию от температуры воздуха

На рисунках показаны графики зависимости индексов уязвимости в глубоком озере Волосо Южный и среднеглубоком озере Нарочь от температуры воздуха. Представленные зависимости носят линейный характер и усиливаются по мере увеличения роли термической стратификации в формировании уязвимости озера.

В ходе анализа зависимости гидродинамических, термодинамических и гидрохимических параметров от климатических характеристик был выявлен ряд закономерностей, на основе которых выполнен прогноз изменения термического, гидродинамического, гидрохимического режима озера, а также их уязвимости к внешнему воздействию при различных сценариях климатических изменений. При изменении климатических условий по сценарию RCP2.6 к концу XXI века температура

воды в озерах вырастет на 2 °С, что повлечет за собой повышение уязвимости озер к внешнему воздействию за счет усиления стратификации при неизменном трофическом статусе. Отдельные озера со средней степенью уязвимости (Бобрица, Ричи) перейдут в тип высоко уязвимых, положение других в типизации останется неизменным. Согласно наиболее вероятному сценарию RCP4.5 температура воды в озерах вырастет на 2,8 – 3,3 °С. При этом произойдет снижение уязвимости стратифицированных озер к внешнему воздействию. Озера с высокой степенью уязвимости к внешнему воздействию озера сохранятся лишь на возвышенностях. Сценарий RCP8.5 предполагает повышение температуры воды на 6 – 8 °С. Димиктические озера Беларуси, за исключением ее крайнего северо-востока, станут теплыми мономиктическими, что повлечет за собой полную перестройку лимносистем со снижением интегральных индексов уязвимости к внешнему воздействию. Полесские мелководные озера, вероятнее всего, в своем развитии достигнут стадии низинных болот.

Для озер с высокой степенью уязвимости при всех сценариях климатических изменений рекомендовано ограничение всех видов хозяйственной деятельности с созданием (при их отсутствии) ООПТ. Стратифицированные озера со средней степенью уязвимости также нуждаются в проведении охранных мероприятий. Лимносистемы с низкой степенью уязвимости к внешнему воздействию способны сохранять свои черты при соблюдении водопользователями режима водоохранной зоны. Для мелководных озер со средней и низкой степенью уязвимости при наиболее вероятном, а также жестком сценариях изменения климата актуальным представляется создание на их основе озерных водохранилищ.

Список использованных источников

1. Дмитриев, В. В. Оценка экологического состояния водных объектов суши (часть II). Уязвимость водной экосистемы [Электронный ресурс] / В. В. Дмитриев // Внешкольная экология : сайт межрегион. обществ. экол. движения «Гатчина – Гатчинский район – Санкт-Петербург – Кронштадт». – Режим доступа: <http://www.eco.nw.ru/lib/data/10/07/010710.htm>. – Дата доступа: 07.06.2021.
2. Sukhovilo, N. The forecast of vulnerability of Belarusian lakes to external impact under the climate change / N. Sukhovilo // *Śląskie Prace Geograficzne* / Akad. Pomorska w Słupsku. – Słupsk, 2019. – № 16. – S. 149–166.