

временным: в оз. Ричи это длительный интервал с DR-III по BO-3, в Нарочи и Кривое – с DR-III по PB-1, Судoble и Песчаное – в одну из фаз AL, BO-2-3, Заценье – PB-2 BO-2, в одну из фаз AT-3, SB-1, Олтуш – в начале PB-2, Червоное – PB-1, Споровское – DR-III, AT-2-3. В целом же со времени возникновения озер и до нынешнего этапа их развития уровень воды в них имел тенденцию от изначально низкого к максимальному с различной его вариабельностью и последующему своему понижению как результат эволюции природной среды за климатостратиграфический межледниковый ритм голоцена.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Tarasov, P.E Lake Status Records from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Database / P.E. Tarasov, M.Ya. Pushenko, S.P. Harrison, L. Saars, A.A. Andreev, Z.V. Aleshinskaya, N.N. Davydova, N.I. Dorofeyuk, Yu.V. Efremov, G.A. Elin, Ya.K. Elovicheva, L.V. Filimonova, V.S. Gunova, V.I. Khomutova, E.V. Kvavazde, I.Yu. Nuestrava, V.V. Pisarcva, D.V. Sevastyanov, T.S. Shelekhova, D.A. Subetto, O.N. Uspenskaya, V.P. Zelnitskaya – USA, Boulder, Colorado, 1996. – 224 p. (Belarus – P. 17–37).
2. Еловичева, Я.К. Изменение водного режима позднеледниковых и голоценовых водоемов Беларуси / Я.К. Еловичева, Е.Н. Дрозд // Теоретические и прикладные проблемы современной лимнологии: материалы Международной научно-практической конференции к 30-летию кафедры общего земледелия и лаборатории озероудения БГУ, Минск, 20–24 октября 2003 г. Мн.: БГУ, 2003. – С. 153–155.
3. Дрозд, Е.Н. Колебания уровней в позднеледниковых и голоценовых водоемах Беларуси // Вестник БГУ. – Сер. 2. – 2010. – № 1. – С. 86–90.

УДК 627.81

И.И. КИРВЕЛЬ¹, М.С. КУКШИНОВ²

¹ Поморская академия, г. Слупск, Республика Польша

² Научно-практический центр учреждения «Минское городское управление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАЗНОСТЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ РЕК

The estimation method of artificial reservoir influence on temperature regime of the rivers is given in the article. This method allows the specialists to do not only qualitative but also quantitative analysis of the current changes, and can be used in hydroengineering projects substantiating nature protection measures.

Температура воды наряду с минерализацией и химическим составом растворенных веществ определяет ее качество. С ней связаны химические и биологические процессы, происходящие в реке, перенос течением взвешенных наносов и т.д. При росте термической нагрузки на реки возможно усиление процессов эвтрофирования, смещение в видовом составе фитопланктона к видам с более высоким температурным оптимумом, ухудшающим качество воды [1]. Даже минимальные сдвиги в одну или другую сторону могут иметь серьезные последствия для функционирования водной экосистемы. Одним из антропогенных факторов, оказывающих существенное

216

Влияние на естественный гидрологический режим рек, в том числе их термический режим, является создание искусственных водоемов. При этом установлено, что с увеличением размеров искусственных водоемов, их влияние на окружающую среду возрастает. Влияние средних водохранилищ (в соответствии с градацией В.М. Широкова и др. [2]) сказывается на температурном режиме зарегулированных рек на расстоянии более 130 км ниже плотины [3]. Учитывая масштабы антропогенных воздействий на природу, раздел ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду) в последние десятилетия стал обязательным в проектах гидротехнического строительства. В этих условиях возрастает потребность в научно обоснованной информации по влиянию на окружающую среду уже существующих искусственных водоемов, также в поиске новых методов прогнозной оценки возможных изменений в будущем. Наиболее достоверной информацией обладают результаты исследований, проведенных в районах предполагаемого гидротехнического строительства, учитывающие природные и хозяйственные условия территории.

В 2000–2010 гг. в рамках диссертационного исследования была выполнена оценка изменений в термическом режиме зарегулированных рек под воздействием речных водохранилищ Беларуси [4]. Исходной информацией послужили материалы многолетних инструментальных наблюдений Республиканского гидрометцентра Беларуси (1945–2010), а также результаты собственных полевых исследований (2000–2006). Для достижения поставленной цели потребовалось разработать методику, позволяющую провести не только качественный, но и количественный анализ. Ниже приводятся методологические основы разработанной методики, основанной на использовании метода пространственных разностей, графического анализа и критериев математической статистики.

Первичный анализ рядов наблюдений за гидрологическими характеристиками предусматривает их графический анализ. При исследовании термического режима рек наиболее наглядным является метод оценки связи соответствующих величин (температурных показателей) с привлечением информации по расчетному пункту и объекту-аналогу, при этом вся выборка разделяется на два периода: до и после создания искусственного водоема. Объективность указанных связей возрастает по мере увеличения объема информации. Ниже приведены данные по Вилейскому водохранилищу, зарегулировавшему сток р.Вилии. Для анализа изменений в термическом режиме р. Вилии после зарегулирования ее стока Вилейским водохранилищем использованы ряды наблюдений 4 водпостов: Стешицы (1958–2010), Вилейка (1958–2010), Залесье (1958–1986), Михалишки (1958–2010). По графикам связи температуры воды для в/п Стешицы, взятого в качестве аналога, с расчетными пунктами, расположенными в нижнем бьефе водохранилища (в/п Вилейка, в/п Залесье, в/п Михалишки), проведена качественная оценка произошедших изменений. По отклонению данных, что образуют новую связь после зарегулирования реки, от первоначального положения связи до зарегулирования делаем вывод о произошедшем изменении в сторону уменьшения максимальной и увеличения среднегодовой температуры воды в р.Вилию (рисунок 1).

Если графический анализ свидетельствует о нарушении однородности ряда температурных показателей после создания искусственного водоема, как в нашем случае, переходим к статистической оценке значимости выявленных изменений. Статистическая оценка достоверности различий между выборками за периоды до и после создания искусственных водоемов проводится с использованием статистических критериев при выбранном уровне доверительной вероятности (как правило, принимается равным 95%). Принимая во внимание симметричное распределение температурных характеристик, целесообразно применять параметрический "Т" критерий Стьюдента.

При асимметричном распределении, наиболее эффективно применение непараметрических критериев (например, при анализе характеристик водного режима наиболее обосновано применение непараметрического критерия Вилкоксона) [5]. После подтверждения (либо не подтверждения) нулевой гипотезы делаем вывод о достоверности влияния (либо отсутствия влияния) со стороны водохранилища и переходим к количественной оценке установленных изменений.

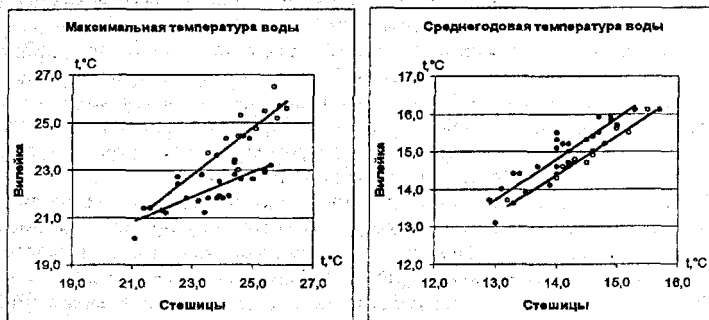


Рисунок 1 – Графики связи максимальных и среднегодовых температур воды (за 5–10 месяцев) для в/п Стешицы и в/п Вилейка за периоды до (1) и после регулирования (2)

Количественная оценка изменений термического режима зарегулированных рек под влиянием искусственных водоемов проведена методом оценки пространственных разностей соответствующих величин (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение среднегодовой (за 5–10 месяцев) и максимальной температуры воды в нижнем бьефе Вилейского водохранилища на в/п Вилейка (метод разности)

Данные/Показатель	Среднегодовая за 5–10 месяцев	Максимальная температура воды
водпост Стешицы 1958–1973 гг.	14,5	24,6
водпост Вилейка 1958–1973 гг.	14,8	24,4
Разность (Т ₁)	-0,3	0,2
Коэффициент корреляции между в/п за 1958–1973 гг.	0,99	0,89
водпост Стешицы 1975–2010 гг.	14,1	23,6
водпост Вилейка 1975–2010 гг.	14,9	22,3
Разность (Т ₂)	-0,8	1,3
Изменение температуры воды ±Δ = Т ₁ - Т ₂	0,5	-1,1
Оценка значимости различий по «Т» критерию Стьюдента	различия значимы	различия значимы

Сущность метода пространственных разностей заключается в том, что изменения температуры воды в реке на ближайших станциях (постах), расположенных в сходных природно-климатических условиях, происходят параллельно, и разности обладают постоянством. Это обстоятельство позволяет исключить влияние региональных изменений климата, не связанных с созданием водохранилищ.

Исходя из этого, можно записать:

$$T_1 = T_2 \pm \Delta, \quad \text{откуда,} \quad \pm \Delta = T_1 - T_2,$$

где T_1 – разность средней температуры воды между постом-аналогом и постом, расположенным в нижнем бьефе водохранилища до зарегулирования;

T_2 – разность средней температуры воды между постом-аналогом и постом, расположенным в нижнем бьефе водохранилища после зарегулирования;

$\pm \Delta$ – изменение температуры воды, вызванное водохранилищем.

Представленная методика может быть рекомендована для оценки влияния различных гидротехнических сооружений и других объектов на термический режим реки при достаточном объеме достоверной информации, в качестве которой могут служить ледовые данные Гидрометцентра, и правильном подборе объектов-аналогов. Используя метод аналогий, результаты, полученные по данной методике, могут служить основой прогнозной оценки возможных изменений в будущем.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Первое национальное сообщение в соответствии с обязательствами Республики Беларусь по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата / Всемир. банк, М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь; выполнили: О.А. Белый [и др.]. – Минск, 2003. – 279 с.

Водоохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой = Water reservoirs of Byelorussia: specific features of their influence upon the environment / М. Широков [и др.]; Белорус. ком. по программе ЮНЕСКО "Человек и биосфера", проект 10; Белорус. гос. ун-т, Геогр. о-во БССР; под ред. В.М. Широкова. – Минск: Университетское, 1991. – 204 с.

Кирвель, И.И. Преобразование термического режима рек в нижнем бьефе водохранилищ / И.И. Кирвель, М.С. Кукшинов // Природ. ресурсы. – 2009. – № 1. – С. 95–101.

Кукшинов, М.С. Влияние речных водохранилищ Беларуси на гидрологический режим рек русловые процессы в нижнем бьефе: автореф. дис. канд. геогр. наук: 25.00.27 / М.С. Кукшинов; Институт природопользования НАН Беларуси. – Минск, 2009. – 24 с.

Анализ однородности гидрологических рядов: метод. рекомендации / Центр. науч.-исслед. ин-т комплекс. использования вод. ресурсов; сост. В.В. Дрозд. – Минск, 1977. – 36 с.

УДК 502.51

В.К. ЛИПСКИЙ, Л.М. СПИРИДЕНКО, Д.П. КОМАРОВСКИЙ,

А.Г. КУЛЬБЕЙ

Учреждение образование «Полоцкий государственный университет», г. Полоцк

СТАЦИОНАРНЫЕ РУБЕЖИ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ НА ВОДОТОКАХ

The text regarded proposed by experts on pipeline transportation of Polotsk State University variants equipping stationary borders intended to spill clean oil on the waterways. These variants will be included in the equipping newly under development technical normative legal document.

Одним из наиболее опасных и распространенных загрязнителей гидросферы является нефть, которая может поступать в водные объекты из разнообразных антропогенных источников, как путем систематических, так и залповых (аварийных) сбросов.

Систематические поступления характеризуются небольшими концентрациями и объемами нефти, в то время как при аварийных сбросах объемы разлившейся нефти могут измеряться сотнями тонн.