

жима питания наносов $\Delta Q_{\text{абр}}$ и формы берегового склона. Для берега приглубой формы ($H/\lambda > 2$, где H — глубина у берега, λ — длина волны 1 % обеспеченности) характерна абразионная асимметрия (рис. 3, а), для отмелей — аккумулятивная (см. рис. 3, б). В некоторых случаях наблюдается нормальная асимметрия.

Таким образом, на сооруженных в различных районах республики озерах-водохранилищах при изменении гидрологических условий нарушается устойчивость береговой линии. Активизируются экзогенные явления на берегах. В ходе абразионных и аккумулятивных процессов вырабатывается профиль равновесия береговой линии, соответствующий новому положению уровня воды в водоеме. Берегоформирование имеет несколько стадий: 1) — резкой активизации берегоформирующих процессов, вызванных изменением уровня; 2) — затухания процесса переформирования; 3) — стабилизации береговой линии.

Список литературы

1. Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шаратов В. А. Водохранилища. М., 1987. С. 328.
2. Якушко О. Ф., Мысливец И. А., Рачевский А. Н. и др. Озера Белоруссии. Минск, 1988. С. 216.
3. Широков В. М., Макрицкий А. М. // Вопросы прикладной геоморфологии. Минск, 1988. С. 47.
4. Левкевич В. Е. // Вопросы эксплуатации осушительно-увлажнительных систем. Минск, 1983. С. 110.
5. Левкевич В. Е. Рекомендации по прогнозированию переработки абразионных берегов малых равнинных водохранилищ, сложенных несвязными грунтами. Минск, 1984. С. 40.
6. Широков В. М., Лопух П. С. Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций. М., 1986. С. 144.
7. Левкевич В. Е., Лопух П. С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 58.

УДК 550.46 : 551.48

И. А. МЫСЛИВЕЦ, О. К. МЕЛЬНИКОВ, А. М. МАКРИЦКИЙ

ИЗМЕНЕНИЕ АКВАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Многогранная хозяйственная деятельность человека вносит свои коррективы в развитие аквальных ландшафтов, что наиболее ярко проявляется при строительстве водохранилищ на базе озер. В зависимости от метода строительства водохранилища и его хозяйственного назначения происходят различные изменения в аквальных ландшафтах [1].

Проведенные ОНИЛ озероведения Белгосуниверситета имени В. И. Ленина исследования на озерах-водохранилищах Лепельское (Витебская область), Белое, Черное, Луково, Погост (Брестская область) в течение 1981—1987 гг. позволили проследить целый ряд изменений в экосистемах, характерных для определенного вида озер-водохранилищ.

При создании водохранилищ в результате значительного подъема уровня воды на всех озерах (от 4,0—4,5 м на оз. Лепельское; 0,5—0,7 м на оз. Черное) изменились морфометрические параметры [2]. Значительные изменения отмечены на озерах-водохранилищах Луково (2,4—2,5 м), Погост (3,9—4,0 м).

На первом этапе развития интенсивному переформированию подвергаются литоральные и сублиторальные урочища. На озере-водохранилище Лепельское произошло постепенное расширение и смещение их границ за счет разрушения берегов и аккумуляции наносов в заливах и более глубокой части водоема. Пояс песчаных разностей, вновь сформированный в урочищах литорали и сублиторали, достиг 500 м и прослеживается по всему периметру озера. В различных частях водоема в стадии

формирования отмечаются многочисленные подводные отмели, другие мелкие подводные формы. Из-за активного переложения вещества образуются острова, полуострова, пересыпи, что существенно изменяет конфигурацию сложного урочища, его площадь, объем водной массы и приводит к трансформации всей лимносистемы.

На озерах-водохранилищах Черное, Луково, Погост в литоральном урочище во время намывки дамб образовались котловины (5—11 м), которые со стороны берега заполняются песком, а с центральной части водоема — сапропелями. Это ведет к уменьшению площади распространения и мощности сапропелей в профундальном урочище, а также к расширению площадей, занятых песками и их заиленными разностями, в литоральном и сублиторальном урочищах. Глубина их распространения достигает 8 м. В озере-водохранилище Белое изменения в литоральном и сублиторальном урочищах выразились в накоплении песков и илов опесчаненных, ширина которых составляет 300—400 м, в западной части песчаные разности занимают полосу 20—30 м.

Дальнейшее развитие геоморфологических процессов в литоральных урочищах приводит к изменению состава водной растительности, что, в свою очередь, влияет на общую биопродуктивность водоема. Для озера-водохранилища Лепельское характерно разреженное пятнистое, однообразное зарастание. Воздушно-водная растительность представлена прерывистой полосой апро-манниковой ассоциации шириной 3—10 м до глубины 0,7 м. В заливах к доминантам примешиваются тростник обыкновенный, камыш озерный и рогоз широколистный. На озере-водохранилище Черное произошли небольшие изменения в распространении макрофитов в результате незначительного подъема уровня воды. В водоеме доминируют камыш, тростник, рогоз узколистный, манник. Из подводных растений по всему водоему отмечен рдест нитевидный до глубины 1,9 м. Площадь зарастания около 60 %. На озере-водохранилище Луково общая площадь зарастания 74,4 %. Полностью зарастает восточный плес с глубинами до 3,5 м; преобладают погруженные растения (рдесты, уруть, элодея). На озере-водохранилище Погост общий процент зарастания не превышает 10,0 % площади водоема. Среди надводных отмечены камыш, рогоз, аир, ситняг. На затопленных почвах и грунтах развивается редкая водно-болотная растительность. Работы по углублению ложа на озере-водохранилище Белое, а также низкая прозрачность воды (0,4 м) определили очень слабую степень зарастания водоема (3,5 %). Макрофиты сплошного пояса не образуют. Куртины полупогруженных растений (тростник, камыш) с примесью водно-болотных (рогоз узколистный) растений встречаются по всему периметру водоема. Глубина распространения достигает 1,5 м. В сложных ассоциациях с полупогруженными обнаружены рдест плавающий, горец земноводный. Подводные растения в водоеме почти отсутствуют. До глубины 0,8 м встречаются отдельные экземпляры элодеи, урути, рдеста нитевидного.

По данным литературных источников [3—5], при подъеме уровня воды выше 3,5 м формирование литоральных и сублиторальных урочищ происходит в течение двух-трех десятилетий, что согласуется с нашими исследованиями.

Поднятие уровня воды сказывается также на профундальном урочище, прежде всего на седиментации донных отложений. Обнаруженная в скважинах на оз. Лепельское на глубине 1,0—0,5 м прослойка песчаного горизонта мощностью 0,05—0,7 м свидетельствует о накоплении мелкозернистого песка из-за переноса (смыва) с сублиторального урочища. Последующая стабилизация процессов осадконакопления подтверждается наличием однородных отложений со значительным содержанием органического вещества. В водоеме накапливаются глинистые илы, приближающиеся по химическому составу к озерным отложениям. Их мощность достигает 0,4—0,5 м. В поверхностном слое осадков профундального урочища оз. Луково происходит замещение тонкодетритовых сапропелей кремнеземистыми, т. е. изменяется вещественный состав отложений, уве-

личивается роль минеральной составляющей. В донных отложениях озера-водохранилища Луково в профундали возрастает количество железистых отложений (до 10—21,0%), а в озере-водохранилище Белое отлагаются кремнеземистые сапропели с повышенным содержанием кальция (14,0—15,4% на абс. сухое вещество).

При искусственном поднятии уровня происходят изменения в пелагиальных урочищах, во всех трех его фациях: эпи-, мета- и гипolimнионе. При сравнении данных по озера-водохранилищу Лепельское за 1981—1984 гг. с имеющимися за 1951, 1967 гг. можно сделать вывод о том, что в период после подъема уровня (в течение 10 лет) лимносистема оставалась в стадии омоложения. Водоем приобрел характер мезотрофного: содержание кислорода в 1967 г. равнялось 9,5—8,8 мг/л во всех трех фациях пелагиального урочища. В последующие годы в озере все более четко прослеживается тенденция к сокращению содержания кислорода в фации гипolimниона и перенасыщению его в фации эпилимниона, что обуславливается становлением сложного урочища. Количество кислорода в летний сезон в эпилимнионе достигает 105—110, а в гипolimнионе — 45—50% насыщения. Общая минерализация воды увеличилась с 200 до 300 мг/л.

Имеющиеся данные по содержанию отдельных химических элементов позволили проследить рост как отдельных компонентов, так и общей минерализации и на других водоемах. За последние 30 лет в озере-водохранилище Черное в два раза возросло количество гидрокарбонатов и кальция, в четыре — ионов хлора. Увеличились показатели органического вещества, сульфатов, железа общего, что связано с поступлением их с водосбора в результате мелноративных работ. В озере-водохранилище Луково содержание всех биогенных элементов повысилось более чем в 10, окисляемость в 1,5—3 раза.

На всех обследованных озерах-водохранилищах Белорусского Полесья в настоящее время общая минерализация составляет 260—300 мг/л; окисляемость перманганатная достигает 15—17, бихроматная — 70—125 мгО/л; цветность колеблется в пределах 95—130°, что свидетельствует о высоком содержании органических веществ в воде. Летний гидрохимический режим их характеризуется гомотермией и гомоокисгенной с небольшим кислородным перенасыщением (111—125%), щелочной реакцией воды (рН 7,2—8,9). Значительно отличается гидрохимический режим озера-водохранилища Белое, где одновременно действуют такие факторы, как углубление ложа, сброс теплых вод с Березовской ГРЭС, поступление питательных и органических веществ с садкового рыбного комплекса, подпитка водой с озера-водохранилища Черное. Количество кислорода колеблется в пределах 11,8—6,7 мг/л, или 137—123% насыщения. Причем максимум кислородного насыщения характерен для более холодных вод западного побережья. В летнее время в фации эпилимниона по всей акватории озера отмечено наличие карбонатных ионов (CO_3^{2-}). Соответственно и активная реакция воды сильно щелочная (рН 8,60—8,95), БПК₅ достигает 8,0 мгО/л, что указывает на загрязнение водоема. Преобразование гидрохимического режима выразилось в повышении минерализации вод (425 мг/л). Первые имеющиеся данные (1955 и 1960) свидетельствуют о пониженной минерализации (95—100 мг/л) [2]. Количество HCO_3^- увеличилось с 64 до 250 мг/л, ионов кальция — с 17,7 до 70 мг/л. Особенно велико содержание хлоридов и сульфатов: 30 мг/л в 1985 г. при 3,4 и 3,6 мг/л соответственно в 1955 г. Значительно выросло за эти годы содержание органического вещества. Перманганатная окисляемость достигла 16, а бихроматная превысила 120 мгО/л.

Стабилизация гидрохимического режима в последние годы связана с большим объемом воды, поступающей с озера-водохранилища Черное. В течение 1987 г. забор воды составил 6,8 млн. м³. Однако следует ожидать, что даже при всех охранных мероприятиях, проводимых Березовской ГРЭС, в последующие 35—40 лет общая минерализация воды в

оз. Белое достигнет 1 г/л, т. е. вода станет непригодной для технических целей.

При строительстве водохранилищ на базе озер происходят изменения в составе и биомассе фитопланктона. Существенно уменьшается биомасса фитопланктона за счет снижения количества синезеленых водорослей. Биомасса диатомовых остается на прежнем уровне, но соотношение синезеленых к диатомовым часто становится в пользу последних. Например, на озере-водохранилище Лепельское общая биомасса фитопланктона летом 1971 г. составляла 2,44 г/м³, а диатомовых — 1,7 г/м³. При обследовании в 1984 г. отмечена общая биомасса 1,07 г/м³, соотношение синезеленых и диатомовых водорослей осталось прежним. В озере-водохранилище Черное биомасса фитопланктона понизилась с 53,4 до 16,1 г/м³; в 1985 г. диатомовые составили 62 % общей биомассы. В водохранилище Луково общая биомасса фитопланктона уменьшилась в 2,5 раза за счет синезеленых водорослей, их биомасса в июле 1986 достигла 0,5 г/м³, или 6 % общей. Численность и биомасса диатомовых практически не изменились (5,2—5,5 г/м³).

В озере-водохранилище Погост развитие фитопланктона иное: общая биомасса составляет 8,5—22,8 г/м³, преобладают синезеленые водоросли (84,8 % общей биомассы), что связано, по-видимому, с неподготовленностью ложа водохранилища и значительным (до 2,5 м) сезонным колебанием уровня.

В гидробиологическом режиме озера-водохранилища Белое следует отметить значительный рост фитопланктона. Его биомасса за последние 30 лет увеличилась более чем в 30 раз: с 2,8 до 86,8 г/м³. Причем основу (97 %) составляют синезеленые.

Таким образом, при техногенном воздействии аквальные ландшафты претерпевают значительные изменения, проявляющиеся во всех урочищах и фациях. Наиболее быстро реагируют литоральные и сублиторальные урочища, а также эпи-, мета- и гиполимниальные фаши пелагиального урочища. Направление техногенных трансформаций совпадает с антропогенным эвтрофированием [1], но происходит значительно быстрее.

Список литературы

1. Якушко О. Ф. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 53.
2. Якушко О. Ф., Лавринович М. В., Лопотко М. З. и др. // Проблемы Полесья. Минск, 1973. Вып. 2. С. 235.
3. Широков В. М. // История озер СССР: Тез. докл. VI Всесоюз. совещ. Таллин, 1983. Т. 1. С. 195.
4. Широков В. М., Лопух П. С. Там же. С. 197.
5. Широков В. М., Лопух П. С. Формирование малых водохранилищ гидроэлектростанций. М., 1986.

УДК 581.526.3(476)

Г. С. ГИГЕВИЧ, В. Ф. ИКОННИКОВ

СТАТИСТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ХАРАКТЕРА И СТЕПЕНИ ЗАРАСТАНИЯ ВОДОЕМОВ С ЛИМНИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

Высшая водная растительность является неотъемлемым компонентом экосистемы водоема. Развитие макрофитов в озере определяется совокупностью целого ряда лимнических показателей: морфометрических, гидрохимических, гидробиологических и т. д. В последнее время все больше внимания уделяется использованию статистических методов для выявления связей между развитием растительности в водоемах и отдельными лимническими показателями [1—7]. В настоящей работе проводит-