

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.В. Дьяченко, В.В. Кириллов, Д.В. Черных

Охарактеризованы природные условия, хозяйственное использование и экологическое состояние Беловского водохранилища на р. Иня в Кемеровской области. Установлено, что возросшее и несогласованное многоцелевое использование обусловило нестабильное состояние экосистемы и ухудшение качества воды водохранилища, ограничивающие рекреацию и хозяйственно-питьевое водоснабжение. Рассмотрены экологические основы управления сложной природно-хозяйственной системой, включающей водохранилище, прилегающую территорию, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, населенные пункты.

ВВЕДЕНИЕ

Использование человеком природных ресурсов для удовлетворения своих потребностей - это исторически сложившийся и экологически возможный элемент взаимодействия человеческой популяции с наземными и водными экосистемами. При этом, с точки зрения биосферно-биогеоценологических позиций, как сформулировал В.Н Тимофеев-Ресовский [1], человечество должно научиться жить «на проценты» с круговорота вещества и энергии в биосфере, не истощая, как это имеет место до сих пор, а наоборот, наращивая природные ресурсы и производительные силы биосферы.

Среди хозяйственных потребителей воды крупнейшим является теплоэнергетика, использующая водные объекты в качестве источников воды для конденсации отработанного пара и приемников подогретых сточных вод.

Влияние мощного постоянно действующего экодинамического фактора – поступления дополнительной тепловой энергии в сочетании с гидродинамическим возмущением определяет экологические эффекты, локальные по пространству, но приводящие к глубоким перестройкам экосистем водоемов-охладителей.

Изменения в экосистемах водоемов в результате подогрева в значительной степени зависят не только от типа водного объекта, используемого для охлаждения (река, озеро, водохранилище), системы водоснабжения электростанции (оборотная или прямоточная), параметров охладителя и тепловой нагрузки на него, но и от ландшафтно-географической зоны, в которой расположен водоем-охладитель [2].

Сравнительный анализ результатов исследований разнотипных водоемов-охладителей тепловых и атомных электро-

станций при различных вариантах их использования в разных природных зонах показал, что структурные и функциональные особенности их экосистем, формирование качества воды в них определяются сочетанием локальных азональных эвтрофирующих и деэвтрофирующих факторов с региональными географическими условиями [3, 4].

Беловское водохранилище на р. Иня в Кемеровской области создано в 1964 г. как водоем-охладитель Беловской ГРЭС. Другими постоянными водопользователями являются коммунальные, промышленные и сельскохозяйственные предприятия г. Белово и Беловского района. С 1978 г. на водохранилище работает одно из крупнейших в стране тепловодное садковое рыбное хозяйство [5]. В последующие годы происходило увеличение рекреационной нагрузки на водохранилище, разработка угольных месторождений на водосборе питающей его реки Ини.

Такое многоцелевое использование водохранилища в совокупности с естественным процессом старения водоема и аварийным поступлением биогенных и органических веществ в 2000 г. [6] обусловило ухудшение качества воды, что в первую очередь затруднило использование водохранилища в целях рекреации и хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Для достижения всеми пользователями наибольшей технологической и экономической эффективности при сохранении естественного потенциала саморегулирования и самовосстановления экосистемы водохранилища необходима разработка экологически обоснованной системы управления его комплексным использованием.

В данной работе рассмотрены экологические основы системы управления комплексным использованием Беловского водохранилища, учитывающей природно-климатические особенности юга Западной

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Сибири, характер использования водного объекта и территории его водосборного бассейна, многолетние изменения соотношения факторов, определяющих формирование и функционирование экосистемы, качество воды.

ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА

Беловское водохранилище – равнинное, руслового типа, сезонного регулирования. Створ плотины находится на 547 км от устья, в 116 км от истока реки Иня и замыкает площадь водосбора 1760 км², что составляет около 10% общей площади водосбора этой реки. Длина водоема – 10 км, ширина максимальная – 2,3 км, минимальная – 1,0 км, глубина максимальная – 12,0 м, средняя – 4,4 м. Площадь зеркала при нормальном подпорном уровне – 13,6 км², протяженность береговой линии – 87 км. Отметки уровней (БС): нормальный подпорный уровень – 189,6 м, уровень мертвого объема – 187,7 м, форсированный подпорный уровень – 189,95 м. Полный объем воды в водохранилище составляет 0,59 км³, полезный – 0,22 км³. Объем стока 50% обеспеченности за год 0,27 км³, за половодье 0,25 км³ (91%). Объем стока 95% обеспеченности за год 0,13 км³, за половодье 0,12 км³ (89%) [7].

Результаты наблюдений на гидрологических постах в с. Менчереп и в водозаборном канале ГРЭС в 1977-1980 гг. [8] свидетельствуют, что межсуточные колебания уровней воды водохранилища невелики. В летний и осенний периоды они происходят в пределах 1-2 см в сутки, лишь в отдельные дни достигают 5-7 см. В зимний период (декабрь-февраль) межсуточные колебания уровня воды почти равны нулю: средняя за месяц величина в течение трех зим в период 1977-1980 гг. колебалась от 0 до 0,7 см по посту Беловская ГРЭС и от 0 до 0,6 по посту Менчереп. Весной (в марте-мае) межсуточные колебания весьма неравномерны и достигают больших величин – до 30-40 см

Если резкое понижение уровней воды водохранилища происходит за счет пропусков воды через гидроузел, согласно расчетам эксплуатационников, то повышение уровней в большинстве случаев наблюдалось более или менее постепенно, а в отдельные периоды и скачкообразно за счет поступления в водохранилище паводковых вод от таяния

снега, а в теплый период года – от дождевых потоков.

Отношение величины годового стока р. Иня к объему водохранилища изменяется от 2,3 для года 97% обеспеченности до 4,6 для лет 50% обеспеченности, что позволяет отнести его к малопроточным водохранилищам. Величина внешнего водообмена в течение большей части года значительно меньше единицы, что обусловлено неравномерностью внутригодового распределения стока реки. В течение 10 месяцев в году водохранилище является практически замкнутым водоемом. Циркуляционный поток охлаждающейся воды, который образуется в результате использования водохранилища для водоснабжения ГРЭС по оборотной схеме, обеспечивает высокую интенсивность внутреннего водообмена (до 26 раз в год).

Среднемесячная температура воды главной питающей реки Иня и на участках водохранилища с естественным температурным режимом в теплый период года не превышает 18 °С, в холодный период года – снижается до 0,4-1,1 °С. Температура воды в циркуляционном потоке подогретых вод в теплый период года может превышать 30 °С, а в холодный период года сохраняется на уровне 5,4-10,1 °С.

Вода водохранилища гидрокарбонатного класса кальциево-магниевого группы первого типа, характеризуется повышенным содержанием аммонийного азота (до 0,49 мг/л), нитритов (до 0,024 мг/л), нефтепродуктов (до 15,6 мг/л).

В районе расположения водохранилища можно выделить три категории рельефа, соответствующих в таксономическом отношении ландшафтам. Это высокая денудационно-аккумулятивная равнина (предгорья) на погребенных пенеппенах, аккумулятивно-эрозионная равнина непосредственно котловины и разделяющая их долина р. Ини.

Правобережная (восточная) часть представляет собой холмисто-увалистую аккумулятивно-денудационную предгорную равнину, хотя и слабо, но испытавшую воздействия поднимавшихся горных сооружений Алатауско-Шорского нагорья. Абсолютные высоты достигают 300 м и более. Территория сложена мезозойскими терригенными осадками, представленными песчаниками, алевролитами, конгломератами, пластами каменного угля. Современный рельеф равнины возник на мел-палеогеновом разрушенном дисплене при перекрытии его плиоценовыми и плейстоценовыми озерно-аллювиальными и про-

лювиальными осадками. Покров позднеплейстоценовых лессовидных суглинков сгладил первичные неровности рельефа и придал им плавные очертания [9]. При движении с востока на запад по направлению к долине р. Ини снижаются абсолютные высоты и густота расчленения. Породы фундамента изредка вскрываются по склонам речных долин и водораздельным вершинам.

Левобережная (западная) часть – слабо расчлененная аккумулятивная равнина с абсолютными отметками до 289 м. Поверхность ее повсеместно покрыта плащом лессовидных суглинков верхнеплейстоценового и современного возраста. Последние перекрывают и аллювиальные отложения высоких (III–IV) ниже-среднеплейстоценовых террас р. Ини. В настоящее время они не выражены морфологически, утратили связь с р. Иней [10], не сохраняют черты некогда существовавшего гидроморфного режима и в классификационном отношении включены в ландшафт аккумулятивной равнины.

Современная долина р. Ини имеет типичный равнинный облик и представлена поймой (высота до 190 м) и первой надпойменной террасой 190–202 м). Причем пойма вложена в первую террасу с очень неглубоким ее размывом. В настоящее время пойма на значительном протяжении затоплена Беловским водохранилищем.

В районе расположения водохранилища незначительные абсолютные высоты территории не приводят к смене высотных поясов, что позволяет отнести все ландшафты территории к типу лесостепных.

Таким образом, рассматриваемая территория располагается в пределах трех ландшафтов, каждый из которых характеризуется своей морфологической структурой.

Анализ ландшафтной структуры территории позволяет сделать вывод, что предгорный ландшафт правобережья характеризуется большей по сравнению с левобережным ландшафтом энергией рельефа, что проявляется в большей активности экзогенных процессов и, при прочих равных условиях, определяет меньшую устойчивость к площадным антропогенным нагрузкам.

В целом, для правобережья характерна большая дробность ландшафтной структуры, что проявляется в увеличении количества контуров в ландшафте при одновременном уменьшении их размеров. Это связано, главным образом, с увеличением величин горизонтального и вертикального расчленения. В правобережье максимально для района ис-

следований количество склоновых поверхностей, наибольшие углы наклона. Водораздельные (плакоробразные) поверхности вытянуты преимущественно в меридиональном направлении в виде вершин грив незначительной ширины.

Различается и характер контакта ландшафта долины р. Ини (и Беловского водохранилища) с разделяемыми ею лево- и правобережными ландшафтами. Вследствие того, что река прижимается к правому крутому склону долины, последняя – в основном левобережная. В этой связи, поверхность инской террасы задерживает продукты эрозии, поступающие с водосбора и препятствует их непосредственному поступлению в водохранилище.

Рельеф на поверхности террасы, обусловленный флювиальными процессами, в значительной мере сnivelирован последующим развитием, поэтому имеет выровненный облик. Еще большая нивелировка обусловлена деятельностью человека. В то же время, перекрытие аллювиальных отложений террасы покровными лессовидными суглинками способствует активности на ней в местах контакта с водной поверхностью водохранилища абразионных и оползневых процессов, несмотря на незначительную высоту берега.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВОДОХРАНИЛИЩЕ И ЕГО ПОБЕРЕЖЬЕ

Водосборные бассейны водохранилища полностью, р. Ини – на 80 %, расположены в пределах Беловского района Кемеровской области. В г. Белово и Беловском районе проживает, соответственно, 169,7 и 201,2 тыс. чел. Из них около 10% – в населенных пунктах, расположенных в районе водохранилища: в п. Инском 14,6 тыс. чел., в с. Менчереп – 1,3, в д. Коротково – 0,5, в д. Поморцево – 0,5, в с. Сидоренково – 0,6 и в с. Вишневка 0,6 тыс. чел. Население района составляет около 7 % населения всей Кемеровской области. Площадь территории Беловского района – 3,4 тыс. км², что составляет 5,5 % территории области.

Для водоснабжения Беловской ГРЭС водохранилище используется по оборотной схеме. Вода поступает на ГРЭС по водозаборному каналу из приплотинного участка и сбрасывается в подогретом виде по каналу длиной 6,45 км в среднюю часть водохранилища. В результате образуется поток охлаждающейся воды, охватывающий около 40% акватории. Общий объем воды, используемой

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

для оборотного водоснабжения, в разные годы составляет от 800 до 1100 млн.м³.

Водозабор Беловской ГРЭС обеспечивает подачу воды из водохранилища для технических целей электростанции. Одновременно часть воды используется для подпитки теплосети открытого типа пос. Инской.

Для санитарных нужд районов, расположенных ниже водохранилища, производятся выпуски воды из водохранилища. Величина расходов для обязательного выпуска установлена из условия сохранения минимального бытового расхода (0,25 м³/с). Кроме обязательного производятся холостые сбросы на основании фактического уровня воды в водохранилище с помощью маневрирования затворами гидроузла. Фактически годовой сток в нижний бьеф составлял от 103 млн. м³ в 1982 г. до 445 млн. м³ в 1995 г.

Для промузла г. Белово в водохозяйственном балансе резервируется ежегодно 10,8 млн. м³ при фактическом более низком расходе. Сельхозпредприятия Беловского района для полива сельхозугодий потребляют 1,0 млн. м³/год (в счет резерва для промузла). Безвозвратное водопотребление из водохранилища достигает 18,5 млн.м³. Другими постоянными водопотребителями и водопользователями являются: птицефабрика «Инская», коммунальные предприятия пос. Инского, садковое рыбное хозяйство.

Вырастное садковое рыбное хозяйство на водохранилище было создано в октябре 1978 г. Первые садки (300 м²) были расположены в сбросном канале в районе зимнего водопуска. В 1979 г. садки площадью 2000 м² были размещены в левобережном заливе водохранилища ниже устья сбросного канала. В 1980 г. площадь садков достигла 9000 м². В связи с заморными явлениями в районе хозяйства с 1981 г. основная часть садков находится на участке поступления подогретой воды из сбросного канала в водохранилище. С 1982 г. производилось ежегодно не менее 1000 т. рыбы (в основном карпа). Средняя ежедневная дача корма составляла 1,0-1,5 т. в период с сентября по май и до 30 т. с июня по август, включительно. Годовой расход корма достигал 3,6 тыс. т.

Садковое рыбное хозяйство на Беловском водохранилище является типичным индустриальным тепловодным хозяйством, расположенным в районе устья сбросного канала в зоне наибольшей температуры воды и максимальной проточности. Использование искусственного корма для выращивания рыбы определяет все характерные для такого

типа хозяйств проблемы: локальное ухудшение кислородного режима и загрязнения воды органическими веществами в районе садков вследствие поступления в водоем недоиспользованного корма и метаболитов рыб [11]. Ухудшение гидрохимического режима в районе садков обуславливает заболеваемость и гибель рыб от жаберного некроза, а также других, в основном неинфекционных заболеваний.

В настоящее время ежегодное производство товарной рыбы осуществляется в пределах 100-140 т. Хозяйство поставляет посадочный материал, в том числе для зарыбления водохранилища.

Территория, прилегающая к Беловскому водохранилищу, характеризуется как интенсивно освоенная. Все естественные геосистемы в той или иной степени испытывают влияние хозяйственной деятельности человека. Более того, часто разнообразные антропогенные нагрузки накладываются в пределах одного ландшафтного контура.

Все виды антропогенных нагрузок на ландшафты можно условно разделить по территориальному охвату на площадные, линейные и локальные (точечные).

Площадные воздействия включают: селитебные территории, связанные с ними дачные участки, районы промышленной и непромышленной застройки, сельскохозяйственные земли (орошаемые и неорошаемые пашни, сенокосы и пастбища) и сельскохозяйственные предприятия, многолетние насаждения. Селитебные территории включают земли, занятые жилой застройкой населенных пунктов, непосредственно примыкающих к акватории водохранилища: пос. Инской (левобережье, приплотинный участок), с. Поморцево (левобережье), с. Сидоренково (левобережье выше водохранилища), с. Менчереп (правобережье). Кроме этого и в левобережье, и в правобережье расположено несколько населенных пунктов, которые хотя и не соприкасаются с водохранилищем, однако могут оказывать воздействие как на состояние водоема, так и прилегающие к нему территории. Большую часть площади водосборного бассейна водохранилища составляют сельскохозяйственные угодья, где длительное время вносились в почву минеральные удобрения и ядохимикаты, которые в результате эрозионных процессов попадают в водохранилище.

Линейные антропогенные объекты служат различного рода коммуникациями, связывающими территории под площадными

видами воздействия. К ним относятся автомагистрали и прочие автомобильные дороги, железные дороги, каналы, линии электропередач и линии связи. Несмотря на незначительное непосредственное отчуждение площадей, с ними связано достаточно большое и разностороннее (физическое, химическое, биологическое) воздействие на природные ландшафты и человека. Рассматриваемая территория характеризуется высокой концентрацией линейных антропогенных объектов; при этом особая их густая сеть наблюдается в окрестностях населенных пунктов. Местами они непосредственно выходят к акватории водохранилища (каналы), иногда проходят в непосредственной близости (автомобильные дороги).

Точечные воздействия в районе расположения водохранилища включают карьеры, хранилища ГСМ, водонапорные башни и насосные станции, склады ядохимикатов и удобрений, кладбища, скотомогильники, очистные сооружения и отстойники, базы отдыха и другие объекты рекреации. Данные объекты, несмотря на то, что характеризуются локальностью, могут существенно влиять на степень трансформации ландшафтов и экологическое состояние территории. Это может быть связано как с кумулятивным эффектом от их высокой концентрации, так и с потенциально высоким экологическим риском их характеристик.

На побережье водохранилища расположено около 50 баз отдыха, которые были созданы без учета реального рекреационного потенциала этого водного объекта. Береговая линия и значительная часть акватории водохранилища в летний период становятся местом стихийной рекреации, что приводит к деградации растительного покрова, уплотнению почвы, вырубке леса и кустарника, накоплению бытовых отходов, в том числе и по литорали водоема. Проблемами рекреационного использования водохранилища являются: санитарная обстановка на базах отдыха, состояние пляжей и пристаней, а также осуществление санитарно-эпидемиологического надзора за заболеваниями, обусловленными водным фактором.

В 50 км от водохранилища, вверх по течению р. Иня работают угольные разрезы «Караканский» и «Задубровский», сточные воды которого поступают в р. Иня через потоки первого порядка.

Таким образом, антропогенное воздействие на водохранилище и территорию его

водосборного бассейна имеет сложный многосторонний комплексный характер.

АНАЛИЗ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Водохранилище, прилегающая территория, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, населенные пункты образуют сложную природно-хозяйственную систему, формирование которой происходило в течение 40 лет. Поэтому при разработке экологических основ управления комплексным использованием Беловского водохранилища необходимо учитывать многолетнюю динамику характеристик водного объекта.

Успешное комплексное использование водохранилища возможно лишь при сохранении естественного потенциала самовосстановления его экосистемы. Но этот потенциал изменяется по мере прохождения водохранилищем общих для всех лимнических систем стадий от озера до болота. В многолетнем аспекте происходит изменение соотношения факторов, определяющих формирование и функционирование экосистемы, качества воды [12].

На первой стадии качество воды зависит от количественных и качественных характеристик непосредственных антропогенных нагрузок на водоем-охладитель, его гидрологических и других показателей, определяющих эффективность процессов смешения, разбавления и аккумуляции. Поэтому первоочередные мероприятия по сохранению качества воды на этой стадии существования водоема-охладителя должны быть направлены на уменьшение интенсивности и мощности потоков загрязняющих веществ, поступающих в водный объект (очистные сооружения различных типов), и увеличение аккумуляционной способности водного объекта, стабильности и эффективности процессов смешения и разбавления (струенаправляющие устройства и др.).

Однако вне зависимости от эффективности водоохраных мероприятий указанной группы в водоеме происходит накопление загрязняющих веществ вследствие внешних нагрузок на водоем. Данный процесс интенсифицируется наличием теплового эвтрофирования за счет тепла, отводимого от ГРЭС. Аккумуляция приводит к заилению, повышению трофности, зарастанию мелководных участков, изменению гидродинамического режима, уменьшению теплообмена. Из-за повышенной растворимости в теплых водах

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

могут заметно увеличиваться концентрации загрязняющих веществ, численность болезнетворных микроорганизмов. Механизм формирования качества воды первой стадии становится все более неустойчивым к воздействию случайных возмущений; наибольшее значение приобретает вторичное загрязнение.

Поэтому на второй стадии функционирования водного объекта первоочередные мероприятия должны включать уменьшение влияния вторичных загрязнений и восстановление аккумулялирующей способности. К этим мероприятиям, реализуемым без нарушения всего комплекса использования водохранилища, в том числе в рыбохозяйственных целях, без остановки в работе или снижения производительности относятся продувка, механическое изъятие наносов, изъятие высшей водной растительности.

Отсутствие таких мероприятий неизбежно вызовет усталостное смещение траектории динамики водного объекта и в тенденции приведет к сокращению сроков между реализацией водоохранных мероприятий и увеличению экономических затрат на водоохранную деятельность.

Деградация водного объекта может достигнуть в пределе таких значений, когда для его восстановления, как источника водоснабжения потребуются критическое водоохранное мероприятие – реконструкция водного объекта и децелестности в прибрежной зоне.

Исследования водохранилища-охладителя Беловской ГРЭС проведенные в 1977-2002 гг. показали, что в результате комплексного использования водоема при сочетании дополнительного тепла от ГРЭС и аллохтонного органического вещества от садкового рыбного хозяйства, произошло резкое ускорение процесса эвтрофирования водных масс, обусловившее переход водохранилища от мезотрофного к эвтрофному типу.

Создание садкового хозяйства и его расположение в районе устья сбросного канала привело к снижению содержания растворенного в воде кислорода и общей биомассы зообентоса (с преобладанием видов - индикаторов органического загрязнения) в районе расположения садков, к увеличению содержания водорослей и органических веществ в целом по водохранилищу, утрате доминирующей роли диатомовых водорослей и преобладанию хлорококковых, вольвоксовых и эвгленовых при общем измельчании клеток водорослей и увеличении видового разнообразия летнего фитопланктона. Межгодовая

динамика гидрохимических и гидробиологических показателей водохранилища свидетельствует, что наиболее значительные изменения качества его воды были установлены уже в 1983 году, т.е. на пятом году эксплуатации рыбного хозяйства [13].

За последующие периоды, при наличии сезонных колебаний класса чистоты вод в пределах II-IV, дальнейших изменений отмечено не было. В сочетании с данными по трофическому статусу, позволило предположить, что произошла стабилизация внутриводоемных процессов, потенциала самоочищения водохранилища на новом уровне, который соответствует современному режиму использования водохранилища.

Характерное для многих водоемов-охладителей, используемых по оборотной схеме, угнетенное состояние пастбищного звена трофической цепи, в условиях имеющейся в Беловском водохранилище перегрузки звена деструкции, дало основание для неблагоприятных прогнозов качества воды в случае даже кратковременного увеличения по сравнению с существующим уровнем поступления в водоем аллохтонных органических веществ или при действии других способствующих эвтрофированию факторов, как, например, снижение водности питающей реки Ини. Несмотря на то, что изменение качества воды водохранилища не выразилось в экономически значимых для ГРЭС показателях, следует признать, что использование водохранилища в рекреационных целях и как источника для подпитки теплосети открытого типа стало менее приемлемым. Изменения характеристик водной толщи и накопление в районе рыбхоза донных отложений, которые в связи с особенностями рельефа дна и режима течений в районе устья сбросного канала стали значимым фактором локального изменения качества воды, стало причиной постановки вопроса о снижении мощности рыбхоза и об очистке дна.

Было заключено, что водохранилище-охладитель Беловской ГРЭС находится на второй стадии развития и водоохранные мероприятия должны способствовать не только снижению уровня первичного, поступающего извне, но и вторичного, за счет самого водоема, загрязнения воды.

Для изъятия биогенных и органических веществ из водоема – охладителя было рекомендовано использовать экологически обоснованный метод – разведение растительноядных рыб и, в первую очередь планктонофага – белого и пестрого толстолобика

(*Hypophthalmichthys molitrix* (Val) и *Aristichthys nobilis* (Rich.)) [14]. Именно в водоемах - охладителях мелиоративная функция толстолобиков наиболее существенна в силу известного дисбаланса между продуцентами и консументами в экосистемах этого типа водных объектов, обусловленного отрицательным влиянием прохождения воды через конденсаторы ТЭС для зоопланктона. Выращивание этих рыб – консументов первого порядка сокращает длину цепи в водоеме и способствует изъятию большего количества первичной продукции на единицу веса выловленной рыбы, чем в случае вылова консументов более высокого порядка. Существенной положительной предпосылкой для водоемов-охладителей является и повышенная температура воды, более близкая к оптимуму для этого подсемейства семейства карповых. Наличие теплой воды позволяет инкубировать икру практически круглогодично и обеспечить посадочным материалом водоем с учетом максимального удлинения периода нагула толстолобиков и, что самое важное, с учетом возможности уничтожения икры и мальков толстолобиков другими рыбами, в первую очередь хищниками, например, окунем.

В настоящее время Беловское водохранилище находится на третьей стадии развития лимнических систем, характеризующихся значительными амплитудами биотических и абиотических параметров, повышенной чувствительностью к внешним воздействиям и пониженным потенциалом самовосстановления.

По ряду показателей качество воды водохранилища не соответствует нормативам для водоемов не только рыбохозяйственного, но и хозяйственно-питьевого использования, которое осуществляется на Беловском водохранилище в связи с подачей воды в систему теплоснабжения открытого типа п. Инского.

По данным Центра Госсанэпиднадзора г. Белово качество воды в водохранилище не соответствует санитарным нормам и гигиеническим нормативам по химическим показателям в 95 % проб, по микробиологическим показателям – в 85 % проб. Химические показатели не соответствующие санитарным нормам: содержание железа, марганца, нефтепродуктов, фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ, БПК, ХПК. Отмечается увеличение количественных показателей указанных ингредиентов от контрольной точки в с. Коновалово до контрольной точки непосредственно в водохранилище. Наиболее высокие показатели, как правило,

регистрируются в весенне-летний период. Помимо этого в 40 % исследованных проб воды обнаружены следы пестицидов. Из микробиологических показателей постоянно регистрируются превышения санитарных норм по общему микробному загрязнению, содержанию бактерий группы кишечной палочки, сульфатредуцирующих клостридий, что свидетельствует о загрязнении.

Сезонные колебания класса чистоты вод происходят в пределах II-IV классов.

В 2000 г. в п. Инском произошла авария на канализационном коллекторе, которая, по данным Комитета природных ресурсов по Кемеровской области [6] привела к значительному загрязнению Беловского водохранилища взвешенными и органическими веществами, хлоридами, сульфатами, нефтепродуктами, минеральными соединениями фосфора и азота. В водохранилище в 2000 г. наблюдалось превышение ПДК по среднегодовой концентрации фенолов – в 5-6 раз, нефтепродуктов – в 2,8-3,0 раза, органических соединений по показателю БПК₅ – в 2,1-2,2 раза, по показателю ХПК – в 1,1 раза, железа общего в 1,2-2,0 раза. Не наблюдалось улучшения качества воды по этим показателям и в последующие годы [15, 16, 17].

В 2001 г. в водохранилище (у плотины) и в реке Ине в течение года отмечено загрязнение воды хлорорганическими пестицидами. Максимальные концентрации α -ГХЦГ в разовых пробах достигали в этих водных объектах 0,016-0,024 мкг/л, среднегодовые 0,005-0,007 мкг/л (предусмотрено отсутствие в рыбохозяйственных водоемах). В р. Ине максимальная концентрация β -ГХЦГ составила 0,015 мкг/л, среднегодовая – 0,004 мкг/л [15].

Природно-хозяйственная система Беловского водохранилища обладает сложной структурой, взаимодействие элементов которой обусловлено различными физическими, химическими, биологическими и технологическими процессами, различающимися по пространственным и временным масштабам.

Основой рационального комплексного управления такой сложной системой может служить построение и анализ принципиальных блок-схем структуры взаимосвязей в экосистеме водохранилища и его водосборном бассейне. Схема взаимодействия элементов и управления в природно-хозяйственной системе Беловского водохранилища представлена на рисунке. Связи между элементами представляют собой материальные, энергетические и информационные потоки.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

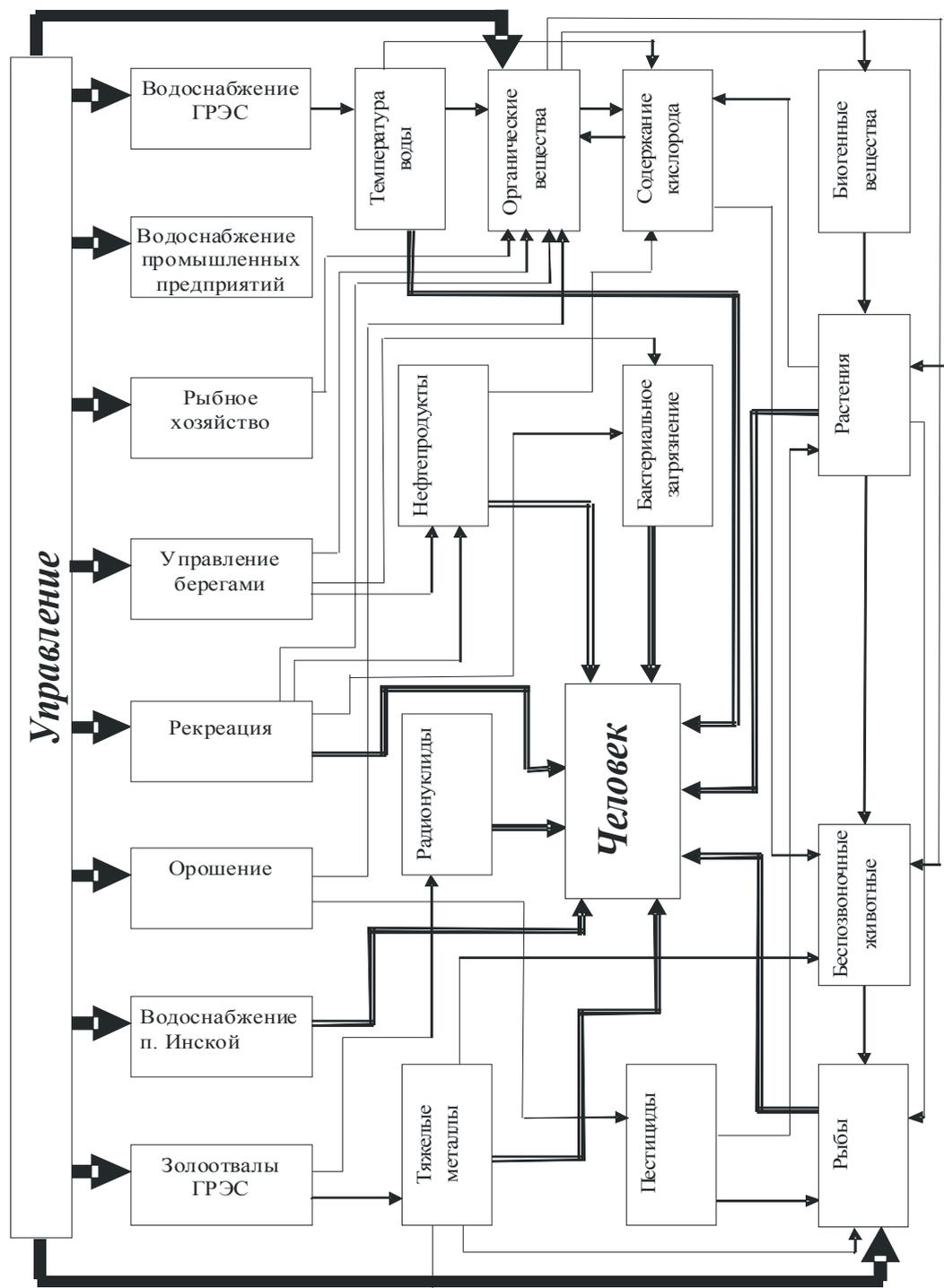


Рис. Схема взаимодействия элементов и управления в природно-хозяйственной системе Беловского водохранилища

Неблагоприятная экологическая обстановка в районе Беловского водохранилища в наибольшей мере воздействует на рекреационный сектор водопользования и систему коммунального водоснабжения. Поэтому на схеме показаны не все связи, а только наиболее значимые для решения задачи приведения природно-хозяйственной системы Беловского водохранилища к более комфортным для человека условиям. т.е. данная схема является антропоцентрической. Здесь разными стрелками показаны внутренние системные связи (простые стрелки), воздействие факторов на человека (двойные стрелки) и возможные варианты непосредственного управления элементами системы данной природно-хозяйственной системы (жирные стрелки).

Водоснабжение ГРЭС. Для предотвращения возникновения экономически значимых последствий в эксплуатации ГРЭС по охлаждающей воде, а также в связи с существующим снижением производительности осветлителей целесообразны:

- определение содержания органических веществ по ХПК в сырой воды, изменение нормативов расхода коагулянтов и присадок в летний период;
- определение содержания органических веществ в питательной воде в летний период, дополнительная очистка питательной воды, возможно на основе обратного осмоса;
- систематический контроль по химическим и биологическим показателям за формированием отложений и обрастаний в теплообменных системах.

Водоснабжение промышленных предприятий. Учитывая сезонный характер регулирования стока р. Иня и то, что количество потребителей воды превышает два, нормирование обеспеченности потребности в воде предприятий г. Белово осуществляется в соответствии с таковой самого гидроузла [18].

Водоснабжение п. Инского. По ряду показателей качество воды водохранилища не соответствует нормативам для водоемов хозяйственно-питьевого использования. Необходимо реализация проекта предпочистки воды для системы теплоснабжения открытого типа или перевод системы горячего водоснабжения поселка Инской на подземные водоисточники.

Рыбы. Ихтиофауна Беловского водохранилища имеет низкую (5-10 кг/га) продуктивность по малоценным тугорослым видам местной фауны рыб. Целесообразен тотальный мелиоративный облов водохранилища

активными орудиями лова с последующим зарыблением акватории ценными видами рыб. Возможна организация различных форм ведения рыбного хозяйства: садковое рыбоводство, лицензионный промысел ценных видов рыб и ограниченный сетной лов. Проведение экологически обоснованной интродукции и планового вылова растительноядных рыб.

Беловское садковое рыбное хозяйство. Для увеличения рыбопродуктивности водохранилища целесообразно создание полносистемного рыбного хозяйства, включающего садковое рыбоводство по товарному выращиванию карпа и толстолобика, получение посадочного материала на основе собственного маточного стада растительноядных рыб и карпа, пастбищное рыбоводство с регулируемым отловом на акватории. Развитие рыбного хозяйства должно способствовать получению максимального вылова рыбы и обеспечение нормативного качества воды в водохранилище.

Орошение сельскохозяйственных земель и дачных участков. Необходимо приведение технологии орошения к экологически обоснованным стандартам с целью предотвращения поступления в водохранилище загрязняющих веществ.

Рекреация. Базы отдыха, туристические лагеря, пляжи, места организованного и неорганизованного отдыха населения используются без учета реального рекреационного потенциала водного объекта. Для рационального использования рекреационных ресурсов Беловского водохранилища необходимы сертификация и оценка социально-экономической эффективности работы существующих баз отдыха, разработка и реализация системы размещения рекреационных объектов на Беловском водохранилище с учетом природных и социально-экономических факторов.

Управление берегами. Одним из факторов заиления водохранилища является разрушение берегов. Кроме продуктов переработки берегов, на дне водоема аккумулируется значительная часть твердого стока с водосборной территории, а также детрита и взвешенные органические вещества, образующиеся в водоеме. В водохранилище поступают загрязняющие вещества с ливневыми стоками. Для комплексного управления береговой зоной необходимы берегоукрепительные работы, оборудование водоохранной зоны и зоны санитарной охраны Белов-

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

ского водохранилища, контроль режима природопользования в их пределах.

Золоотвалы ГРЭС – один из наиболее экологически опасных объектов. Для снижения риска попадания содержащихся в золошлаковых отходах загрязняющих веществ в атмосферу, поверхностные и подземные воды необходима биологическая рекультивация золоотвалов [19].

Органические вещества. При наличии множества причин увеличения их количества в воде и донных отложениях водохранилища, вариантами экологически обоснованных решений по управлению являются изъятие излишков первичной продукции из водохранилища посредством интродукции растительноядных рыб и строительства биомодуля на акватории водохранилища.

Использование растительноядных рыб (белого амура и белого толстолобика) в качестве биомелиораторов на всей акватории водохранилища позволит ускорить процессы самоочищения водоема от избытка водорослей и будет способствовать прекращению дальнейшей эвтрофикации водохранилища.

Строительство плавающих биомодулей – еще один биологический метод улучшения качества воды за счет снижения количества фитопланктона, органических и биогенных веществ в водоеме. Принцип его работы основан на снижении количества питательных веществ для фитопланктона – азота и фосфора в результате их утилизации конкурентами – посаженными на биомодуле макрофитами, перифитоном, а также за счет концентрирования водорослей из поверхностного слоя и их непрерывное удаление [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема оптимизации комплексного использования Беловского водохранилища является показательной, так как она в небольшом региональном масштабе отражает некоторые стороны глобального взаимодействия природной и социальной систем.

При этом, отдавая приоритет экологически ориентированным направлениям использования, исходящим из того, что экосистема водохранилища и его бассейн являются системой жизнеобеспечения человека, необходимо по возможности полно учитывать интересы отдельных земель и водопользователей. Это будет соответствовать изначальной цели – использование водохранилища как водоема комплексного хозяйственного назначения, условиями реализации которой являются:

– необходимость выполнения водохранилищем функции водоема-охладителя Беловской ГРЭС как изначально предполагаемой;

– целесообразность использования в рыбохозяйственных целях;

– неизбежность использования в рекреационных целях в условиях ограниченности рекреационных возможностей Кузбасса в связи с наличием ряда благоприятствующих этому факторов: транспортной доступности и близости к крупным промышленно-селитебным центрам, сложившейся рекреационной инфраструктуры, относительной сохранности ландшафтов, эстетической привлекательности водоема;

– учет сложившейся ориентированности сельского населения на аграрное природопользование;

– обязательность наличия участков осядающими режимами природопользования.

Анализ многолетних данных по гидрологическим, гидрохимическим и гидробиологическим характеристикам Беловского водохранилища, его использованию показывает, что динамика его экосистемы соответствует, установленным ранее для других малых водохранилищ умеренных широт, закономерностям.

Постоянное поступление дополнительного тепла в результате использования водохранилища в качестве водоема-охладителя ГРЭС, определяет его тепловое эвтрофирование и создает повышенный потенциал самоочищения воды. Изменение качества воды вследствие использования водоема для выращивания рыбы, рекреации, в результате сельскохозяйственного производства и разработки угольных месторождений на водосборном бассейне имеет локальный характер и ограничено во времени. Адаптивный потенциал экосистемы водохранилища достаточен для самосохранения и самовосстановления ее состава, структуры и функционирования.

Но качество воды – это характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования и водопотребления. Наблюдающееся изменение качества воды водохранилища ограничивает такие социально значимые виды водохозяйственной деятельности как рекреация и хозяйственно-питьевое водоснабжение.

В настоящее время существует совокупное однонаправленное влияние на экосистему водохранилища естественных (природных) факторов и возросшего и несогласован-

ного хозяйственного использования водоема и его водосборного бассейна. Но его небольшие размеры и возможность управления важными для функционирования водной экосистемы параметрами являются предпосылками успешного многоцелевого использования. Беловского водохранилища.

Улучшение экологической обстановки на водохранилище возможно только при условии оптимизации природопользования на территории всего бассейна р. Ини.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № НШ-22.2003.5, интеграционного проекта №167 СО РАН, региональной целевой программы «Экология и природные ресурсы Кемеровской области».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюрюканов А.Н., Федоров В.М. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биосферные раздумья. М.: АЕН РФ, 1996. – 368 с.
2. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Проблема влияния тепловых и атомных электростанций на гидробиологический режим водоемов (обзор) // Труды Ин-та биологии внутр. вод АН СССР. – 1978. – Вып. 27. – С. 7-69.
3. Кириллов В.В., Чайковская Т.С. Уровень продукционно-деструкционных процессов в водохранилище – охладителе Беловской ГРЭС (1977 – 1978 гг.) // Комплексные исследования водных ресурсов Сибири. – М.: Гидрометеиздат, 1983. – С. 106-115.
4. Кириллов В.В., Чайковская Т.С. Сравнительная характеристика экосистем водоемов-охладителей тепловых электростанций Сибири // Проблемы гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства Сибири: Тез. докл. Всесоюз. Совещания. Ч.3. – Красноярск, 1989. – С. 99-102.
5. Кириллов В.В., Чайковская Т.С., Смирнов В.А., Бажина Л.В., Журавлева И.В. Оценка изменений качества воды водохранилища-охладителя Беловской ГРЭС после организации садкового рыбного хозяйства // 6-е Всесоюз. совещание по рыбохозяйственному использованию теплых вод. – М., 1990. – С.219-222.
6. Состояние окружающей природной среды Кемеровской области в 2000 г.: Доклад Комитета природных ресурсов по Кемеровской области./ Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Кемеровской области. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000 – 348 с.
7. Правила использования водных ресурсов Беловского водохранилища на р. Иня / ООО “Прострой-100”. – Москва, 2001. – 35 с.
8. Кривоносов Б.М., Кузнецова М.А., Лавринович О.В. Гидрометеорологический режим водохранилища – охладителя Беловской ГРЭС // Современное состояние и прогнозируемые изменения в окружающей среде под влиянием КАТЭКа. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – С. 115-129.
9. Рельеф Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука, 1988. – 206 с.
10. Файнер Ю.Б. Кузнецкая котловина. – История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Алтае-Саянская горная область. – Москва: Наука, – 1969. – С. 157-203.
11. Кошелева С.И. Экологические основы рыбохозяйственного использования водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций для рыбохозяйственных целей (обзор) // Гидробиол. журн., 1990. – Т. 26, – № 1. – С. 32-39.
12. Васенко А.Г., Старко Н.В. Экологические аспекты развития рыбных хозяйств на теплых водах // Тез. докл. IV Всес. совещ. по рыбохоз. использ. теплых вод. – Москва, 1990. – С.192-194.
13. Кириллов В.В., Чайковская Е.С. Гидробиологический режим и пути оптимизации комплексного использования водохранилища-охладителя ГРЭС в условиях Западной Сибири // Тез. докл. 5-го съезда ВГБО, Ч. II, – Куйбышев, 1986. – С.72-74.
14. Кириллов В.В., Смаков А.М., Смирнов В.А., Кислов О.П. Экологические и технологические аспекты оптимизации комплексного использования Беловского водохранилища. // Экология и экономика: региональные проблемы перехода к устойчивому развитию. Взгляд в XXI век: Докл. Всерос. науч.-практ. конф. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 1997. – С. 173-177
15. Состояние окружающей природной среды Кемеровской области в 2001 г.: Доклад Комитета природных ресурсов по Кемеровской области./ Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Кемеровской области. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001 – 421 с.
16. Состояние окружающей природной среды Кемеровской области в 2002 г.: Доклад Комитета природных ресурсов по Кемеровской области./ Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Кемеровской области. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2002 – 396 с.
17. Состояние окружающей природной среды Кемеровской области в 2003 г.: Доклад Комитета природных ресурсов по Кемеровской области./ Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Кемеровской области. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2003 – 451 с.
18. Заурбеков А.К., Карлиханов Т.К. Определение параметров комплексного гидроузла // Гидротехническое строительство, 1991, №7. – С.28-30.
19. Махнеев А.К., Чибрик Т.С. и др. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 356 с.
20. Злодеев В., Зубарева Э. Улучшить качество воды Исетского водохранилища-охладителя Среднеуральской ГРЭС с помощью плавающего биомодуля // Энергетика региона. – 2001. – №6. – С.36-37.