

УДК 621.52+621.2

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ПОДПОРА ВОДОХРАНИЛИЩА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ

© А.Г. Закиров, Л.Л. Фролова

Zakirov A.G., Frolova L.L. The influence of reservoir prop levels on water quality. The article discusses the problem of water quality in a reservoir. It proposes a control system for water quality maintenance by changing the prop level.

ВВЕДЕНИЕ

Отличительной особенностью водохранилища является наличие переменного уровня подпора, меняющегося в широких пределах и формируемого в результате учета требований к водным ресурсам со стороны различных отраслей водного хозяйства [1, 2]. Как правило, санитарно-гигиенические требования к качеству воды при проектировании и эксплуатации водохранилища не учитываются. Требования всех отраслей водного хозяйства к режиму использования воды консолидируются в виде диспетчерского графика, который является обязательным для исполнения диспетчерским персоналом гидроузла, формирующего данное водохранилище [3]. Однако до сих пор при разработке диспетчерского графика не учитывалось влияние изменения уровня подпора водохранилища на качество воды.

Качество воды, в том числе и в водохранилищах, представляет собой результат сложного комплекса биологических, химических и физических процессов, протекающих в определенных климатических, географических и гидрологических условиях. В настоящее время полного математического описания всей совокупности этих процессов, т. е. описания на микроуровне, не существует. В то же время существует большое количество работ, посвященных моделированию процессов формирования качества воды на макроуровне в речных экосистемах. При этом, как правило, моделируется кислородный режим и биологическое потребление кислорода за пять суток. Эти модели используются, в системах оперативного управления качеством воды в речных бассейнах на основе оценки содержания кислорода в речной воде, путем принятия решений о режимах работы водопотребителей и очистных сооружений [4]. Аналогичное моделирование было проведено авторами для модельного участка Куйбышевского водохранилища [5]. Результаты моделирования показали, что между уровнем подпора водохранилища и кислородным режимом существует довольно сильная функциональная зависимость, форма которой определяется геоморфологией водохранилища. Это свойство учтено при принятии решений о режиме использования водохранилища.

РЕГУЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Для регулирования качества воды в водохранилище необходимо определить совокупность условий и дей-

ствий, обеспечивающих поддержание качества воды на желательном уровне. Качество воды определяется количеством растворенного кислорода в соответствии с общепринятой классификацией (желательный уровень содержания кислорода – более 6 мг/л, допустимый уровень – от 4 мг/л до 6 мг/л) [6]. Регулирование должно выполняться в период открытой воды, обеспечивая желательные условия пользования водой для различных целей, путем поддержания определенного уровня воды, достаточного для поддержания определенного кислородного режима. Исходя из того, что уровень воды в водохранилище определяется положением затворов в водопропускных сооружениях плотины, разработана схема управления качеством воды, приведенная на рис. 1. В контур управления входят датчик, затвор и водная масса водохранилища. Место расположения датчика определяется на основе разработанной модели [5]. Для этого рассчитаны графики расстояний от начала модельного участка, на которых достигаются значения критериев качества воды при различных уровнях подпора водохранилища. Полученные изолинии уровней качества воды приведены на рис. 2. На этом рисунке нижняя граница желательного уровня по содержанию кислорода обозначена – К6, допустимого уровня – К4. Для сравнения на этом же рисунке приведены изолинии для критериев качества по БПК₅ (верхняя граница допустимого уровня в 5 мг/л обозначена Б5, верхняя граница желательного уровня в 3 мг/л – Б3). Из этих расчетов видно, что изолинии критериев качества воды по содержанию кислорода перекрываются в области расстояний от 4 до 6 км. На рисунке эта область выделена серым цветом. Эти изолинии образуют три зоны, определяемые критериями качества: а) – зона желательного качества (выше изолинии К6); б) – зона допустимого качества (между изолиниями К6 и К4); в) – зона недопустимого качества (ниже изолинии К4).

Изолинии критериев качества воды по ПДК₅ не образуют полного семейства (уровень хорошего качества в 2 мг/л вообще не достигается), перекрываются не полностью, а изолиния Б3 практически выходит из области значений реальных уровней подпора.

Таким образом, датчиком должен быть измеритель содержания кислорода, расположенный примерно на расстоянии 5 км от начала модельного участка вниз по течению.

Затвор Волжской ГЭС работает в соответствии с диспетчерскими графиками, подобными графику, приведенному на рис. 3 [3]. На поле графика жирными

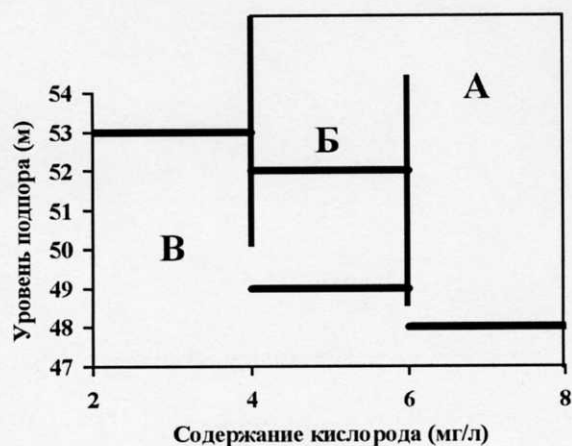


Рис. 5. Диспетчерский график управления качеством воды

может быть измеритель содержания кислорода, и дано обоснование места расположения датчика. Предложены дополнения к диспетчерскому графику работы гидроузла, показаны области и способы их применения. Предложенная схема управления качеством воды явля-

ется иллюстрацией практического применения модели самоочищения воды в водохранилищах. Использование математических моделей должно обеспечить принятие обоснованных управленческих и проектных решений по поддержанию высокого качества водной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Картвелишвили Н.А. Регулирование речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 218 с.
2. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экологические аспекты гидроэнергетики. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. 284 с.
3. Плешаков Я.Ф. Регулирование речного стока. Водохозяйственные расчеты. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 560 с.
4. Математические модели контроля загрязнения воды / Ред. А. Джеймс. М.: Мир, 1981. 471 с.
5. Закиров А.Г., Фролова Л.Л. Математическая модель самоочищения водохранилища // Компьютерное и математическое моделирование в естественных и технических науках: Мат-лы 3-й Всероссийской научной Internet-конференции. Тамбов, 2001. Вып. 11. С. 30-35.
6. Романенко В.Д., Оксик О.П., Жуковский В.Н. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты / Ин-т гидробиологии АН УССР. Киев: Наук. думка, 1990. 256 с.

Поступила в редакцию 20 октября 2001 г.