

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ И ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА

Обеспечение оптимальных режимов работы технологических систем водоснабжения и канализации (ТСВК) невозможно без их согласования с естественными гидрологическими и гидрохимическими режимами водоисточников-водоприемников. Отсутствие или недостаточность согласования названных режимов на стадии проектирования (эксплуатации) ТСВК приводит к снижению технико-экономических показателей водохозяйственных систем, часто является причиной экологических катастроф. Оптимизировать территориальное размещение, мощности и режимы работы ТСВК с учетом фактора их экологической безопасности можно, используя ЭВМ и математические зависимости, адекватно описывающие динамику процессов, происходящих в природной среде. Методологически целесообразно выделить два этапа в математическом описании водных объектов (ВО). Первый - основывается на учете колебаний гидрологических и гидрохимических характеристик ВО при игнорировании характера временного хода происходящих природных явлений. Математическим аппаратом, в этом случае, служат методы теории вероятности и математической статистики. Реализация этих методов возможна, практически, в любой из стандартных баз данных или электронных таблиц (dBase, FoxPro, Lotus, Excel, SuperCalc и др.) и предполагает определение математического ожидания, дисперсии и экстремальных значений некоторого возмущающего параметра. Задавая гистограмму или функцию распределения данного параметра, можно существенно уточнить математическое описание исследуемого процесса, оперируя, в итоге, вероятностной картиной всех состояний ВО, но, оставаясь в рамках первого приближения. Второе приближение сориентировано на описание временного характера колебаний и является более сложным этапом исследований как в теоретическом плане, так и в программном обеспечении. Компактной формой представления информации о временной структуре случайных процессов является автокорреляционная функция и функция спектральной плотности. Метод спектрально-статистического анализа дает возможность получить полную картину периодичности и спек-

ра колебаний изучаемого параметра. Широкое применение при анализе рядов гидрологических величин находят различные методы сглаживания, выявления и оценки трендов, преобразования, анализа и др. Решение этих задач осуществляется с использованием специализированных программных пакетов, обладающих большим набором средств статистической обработки и графической интерпретации гидрологических и физико-химических характеристик водных объектов. Примером таких программных продуктов может служить статистико-графический пакет "Statgraphics". Результаты комплексного статистического анализа водных объектов лежат в основе исследований безопасного функционирования, оптимизации структуры и технологических параметров водохозяйственных комплексов. Рассмотрим задачу оптимизации на примере взаимодействия очистных сооружений и реки. В общем виде, взаимодействие очистных сооружений и реки моделируется многомерными векторными функциями:

$$X_p(t, Q, C_1 \dots C_n); X'_{св}(t', Q', C'_1 \dots C'_n),$$

в которых X_p и $X'_{св}$ - соответственно, векторы, характеризующие количество и качество воды реки и сбрасываемых сточных вод. Тогда постановка задачи в первом приближении будет заключаться в переводе вектора в качестве сточных вод (СВ) из состояния $(C_1 \dots C_n)$ в область предельно допустимых концентраций $(C_{1пд} \dots C_{nпд})$, соответствующих заданному уровню обеспеченности параметров вектора X_p и минимальным затратам на очистку СВ. Такой метод позволяет рассчитывать очистные сооружения (ОС), ориентируясь на критические значения расходов и концентраций в многолетнем ряду наблюдений за водоприемником (водоисточником). В то же время, отслеживание динамики колебания расходов и концентраций в системе: природные воды - стоки и проведение адекватных мероприятий по очистке СВ существенно улучшило бы экологическую обстановку. Выполнение всего комплекса этих исследований достаточно сложно, ввиду того, что имеющиеся программные продукты разрознены и с их помощью реализуется лишь ограниченный набор стандартных приемов. Учитывая сложность и важность проблемы, считаем целесообразным создание имитационных моделей и экспертных систем, позволяющих проводить весь комплекс исследований, включая моделирование экологических ситуаций в системе водоприемник - очистные сооружения.