

Математические модели и методы оптимального управления развитием и функционированием систем водоснабжения и водоотведения

Тевяшев А.Д., Непочатова В.Д., Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Системы водоснабжения и водоотведения (СВВ) являются одними из наиболее важнейших систем жизнеобеспечения населения Украины. СВВ относятся к искусственным системам замкнутого цикла, интенсивно использующим и перерабатывающим основной природный ресурс – воду. СВВ состоит из технологических объектов, магистральных водопроводов и водопроводных распределительных сетей, системы коллекторов, насосных станций (НС) и очистных сооружений, связанных единым технологическим процессом забора, водоподготовки, контроля качества, транспорта и распределения чистой воды, сбора сточных вод, их очистки и возвращения воды в окружающую среду.

Практическая реализация такого технологического процесса требует значительных материальных, финансовых и энергетических затрат. Это привело к тому, что СВВ является одним из наиболее энергоемких и экологически опасных объектов в системе ЖКХ.

СВВ страны находятся в глубоком производственно-технологическом и финансовом кризисе. Это связано с тем, что, в отличие от других стратегических сфер деятельности (электроснабжение, теплоснабжение, газоснабжение), от успешного функционирования которых зависит социальная и экономическая стабильность страны, водопроводно-канализационное хозяйство (ВКХ) как самостоятельная подотрасль водного хозяйства в Украине до настоящего времени не сформирована.

Результаты системного анализа проблемы управления развитием и функционированием СВВ показали, что в этих системах за последнее время накопилось огромное количество проблем, требующих системных решений.

Основные технические и технологические проблемы в СВВ:

- износ и естественное старение технологического оборудования;
- рост интенсивности отказов технологических элементов;
- устаревшее оборудование и неэффективные технологии очистки питьевой воды и сточных вод;
- увеличение номенклатуры и объема технологического оборудования, требующего капитального ремонта и замены;
- возрастание непроизводительных материальных и энергетических затрат;

- неполный и недостоверный контроль за объемами и качеством получаемых и оказываемых услуг;
- низкий уровень оснащенности насосных станций и сетей средствами телеизмерения и телеуправления;
- низкая эффективность оперативного управления технологическими процессами водоснабжения и водоотведения;
- низкая оперативность и низкая эффективность проведения ремонтно-восстановительных работ;
- несоблюдение нормативных сроков и снижение качества проведения планово-предупредительных работ;
- низкая эффективность системы технической эксплуатации и контроля состояния технологического оборудования.

Основные информационные проблемы в СВВ:

- устаревшие и неэффективные информационные технологии в области управления технологическими процессами водоснабжения и водоотведения, а также организационно-экономического и финансового управления;

- отсутствие единой корпоративной компьютерной сети и единого информационного пространства предприятия;

- отсутствие эффективной системы точного и оперативного контроля и коммерческого учета потребляемых и поставляемых энергоресурсов;

- неэффективность существующей системы расчета с абонентами за оказанные услуги водоснабжения и водоотведения;

- неэффективность существующей системы обеспечения оперативного персонала полной и достоверной информацией, необходимой для своевременного принятия решений;

- несогласованность и противоречивость (недостоверность) данных об абонентах, фрагментарность (неполнота) информационной базы данных, наличие и использование устаревших программ, затрудняющих консолидацию информации об абонентах;

- неэффективность проводимой работы с населением по своевременному оформлению льгот и субсидий;

- низкий контроль над использованием материальных ресурсов и технических средств.

Основные экономические проблемы в СВВ:

- рост дебиторской задолженности потребителей за оказание услуг по водоснабжению и водоотведению;

- увеличение количества проблемных предприятий, работа с которыми осуществляется через судебные органы по взысканию задолженностей;

- резкое падение объемов инвестиций в развитие и модернизацию систем водоснабжения и водоотведения;

- несовершенная тарифная политика.

В докладе сформулирована проблема управления развитием и функционированием СВВ в современных условиях риска и неопределенности, жестких материальных, финансовых энергетических, информационных и пространственных ограничений.

Приведена система критериев оптимального управления развитием и функционированием СВВ и математические модели всех основных технологических элементов сети.

Представлена математическая постановка задачи управления развитием и функционированием СВВ в виде многоэтапной задачи оптимального стохастического управления многомерной, многосвязной, пространственно распределенной стохастической системой, функционирующей в стохастической среде.

Приведен приближенный, практически реализуемый алгоритм ее решения.

Оптимальное решение задачи управления развитием СВВ находится в классе многоуровневых зонированных водопроводных распределительных сетей.

Приведена математическая постановка и метод решения задачи оптимального стохастического управления режимами работы СВВ. Показано, что ее решение сведено к решению двух взаимосвязанных задач: задачи оперативного планирования режимов работы НС СВВ при их совместной работе и задачи стабилизации давлений в диктующих точках водопроводной распределительной сети.

Приводятся результаты решения этих задач для одного из крупных городов Украины.