



## ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ

*Тевяшев А.Д., Никитенко Г.В.\**

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

\*Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»

Системы водоотведения (СВО) относятся к числу наиболее ресурсо- и энергоёмких и экологически опасных объектов в коммунальном хозяйстве современных городов [1]. СВО представляют собой сложные инженерные сооружения, состоящие из взаимосвязанной пространственно-распределенной сети самотёчных коллекторов (СК), включая коллекторы глубокого заложения (КГЗ), приемных резервуаров (ПР), канализационных насосных станций (КНС), напорных трубопроводов (НТ) и очистных сооружений (ОС). Целевым назначением СВО является обеспечение непрерывного и бесперебойного сбора и отведения всех бытовых, промышленных сточных вод (СВ) на очистные сооружения, очистка СВ и возврат очищенной воды в окружающую среду. Огромные объёмы СВ 7–10 м<sup>3</sup>/сек, необходимость их подъёма из КГЗ и перекачки на ОС требуют колоссальных затрат электроэнергии на КНС. Так, например, затраты электроэнергии главной канализационной станции (ГКНС) крупного промышленного города составляют, в среднем порядка 70 МВт в сутки [2]. Значительные затраты материальных и энергетических ресурсов требуют и технологические процессы очистки СВ.

Санитарное состояние городов, стоимость сбора, транспортировки СВ на СА и очистка СВ непосредственно зависят от надёжности технологического оборудования и эффективности его эксплуатации. Надёжность самотечных и напорных трубопроводов и КГЗ зависит от многих факторов и их сочетаний. Первостепенное значение имеют факторы, провоцирующие развитие коррозии (материал, толщина стен, диаметр и длина труб, период эксплуатации, уровень гидравлической нагрузки, состав и скорость движения СВ, система вентиляции и т. п.) и факторы физико-механического воздействия (глубина заложения, гидрологические условия, уровень грунтовых вод, качество заделки стыков и т. д.) [3]. Надёжность технологического оборудования КНС также зависит от множества факторов (типа НА и типа их привода, условий и длительности эксплуатации, качества и эффективности проведения планово-предупредительных и ремонтно-восстановительных работ и т. д.).

Эффективность эксплуатации технологического оборудования СВО определяется в первую очередь качеством и эффективностью системы оперативно-диспетчерского управления режимами работы КНС и технологическими процессами проведения планово-предупредительных и ремонтно-восстановительных работ на самотечных и напорных трубопроводах и КГЗ. В СВО сточные воды по системе коллекторов поступают в ПР КНС, выполняющие роль регуляторов расхода. Так как СВ содержат большое количество загрязнений, то объём ПР каждой КНС стараются выбрать минимальным во избежание выпадения в нем осадка и загнивания СВ. Это приводит к жесткой взаимосвязи режима работы каждой КНС с уровнем сточных вод в приемном резервуаре. Как



### Секция 3. Информационные ресурсосберегающие, экологически безопасные технологии. Геоинформационные системы и технологии

правило, КНС работают на напорный трубопровод, по которому СВ из ПР КНС подаются в КГЗ, либо на очистные сооружения. Непрерывный рост тарифов на электроэнергию и топливно- энергетические ресурсы, возрастание интенсивности отказов технологического оборудования СВО привели к тому, что традиционные методы оперативно-диспетчерское управление режимами работы КНС и планово-предупредительными и ремонтно-восстановительными работами на канализационных сетях, КГЗ СВО перестали быть эффективным средством рационального ведения технологических процессов сбора и транспорта сточных вод на очистные сооружения. Это привело к резкому возрастанию непроизводительных затрат материальных и энергетических ресурсов, к увеличению энергоёмкости СВО, возрастанию вероятности возникновения аварийных ситуаций и необходимости разработки новых подходов к решению проблемы ресурсо- и энергосбережения в СВО [4].

В докладе рассмотрен один из путей решения этой проблемы на основе предлагаемой информационно-аналитической технологии (ИАТ) оперативно-диспетчерское управление режимами работы КНС и планово-предупредительными и ремонтно-восстановительными работами в СВО.

Впервые разработана новая стохастическая модель квазистационарных режимов работы КНС, отличающаяся от известных тем, что позволила наиболее адекватно учесть стохастические свойства объекта управления и окружающей среды [5]. На основе этой модели впервые разработан метод оптимального стохастического управления режимами работы КНС для трёхзонного тарифа на электроэнергию, реализация которого обеспечивает существенное снижение финансовых затрат электроэнергии на перекачку сточных вод и повышения экологической безопасности КНС. Приведена математическая постановка задачи оптимального стохастического управления с экстремальными и вероятностными ограничениями на фазовые переменные и эффективный метод её решения [6].

Усовершенствованы математические модели и методы прогнозирования будущих объемов поступления СВ в приемные резервуары КНС с предупреждением в 24 часа в условиях стандартных и экстремальных (интенсивные осадки, таяние снега) режимов работы СВО.

Получил дальнейшее развитие метод создания геоинформационных аналитических систем оперативно-диспетчерского управления технологическими процессами проведения планово-предупредительных и ремонтно-восстановительных работ на самотечных и напорных трубопроводах и КГЗ [8], который отличается от существующих:

– декомпозицией информационных ресурсов на топооснову и заданное количество связанных с ней слоев (электронных карт), в каждом из которых находится определенное подмножество пространственно распределенных трубопроводов определенного класса: канализационных сетей, горячего и холодного водоснабжения, газоснабжения, электрические и телефонные кабели, их геодезические отметки и уровень грунтовых вод;

– организацией единого хранилища базовых информационных ресурсов в виде, распределенной геоинформационной многопользовательской базы данных с клиент-серверной обработкой информации, что позволило учесть специфику



пространственного расположения инженерных сетей города, повысить достоверность информации и оптимизировать процесс согласования плана раскопок и восстановления повреждений канализационных сетей на месте аварии.

Приводятся математические постановки и методы решения всех задач предлагаемой технологии и обсуждаются оценки эффективности от их внедрения.

1. Тевяшев А. Д. Системы интегральных показателей качества и эффективности функционирования насосных станций / А. Д. Тевяшев, Г. В. Никитенко, К. В. Кобылинский // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2005. – № 132. – С.71–79.

2. Тевяшев А. Д. Интерактивная система моделирования и оптимизации режимов работы насосных станций / А. Д. Тевяшев, К. В. Кобылинский, А. В. Котелевцев, Г. В. Никитенко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2005. – №6/2(18). – С.15–25.

3. Teviashev A. D. About One Approach to Solve the Problem of Management of the Development and Operation of Centralized Water-Supply Systems / A. D. Teviashev, O. I. Matvienko // Econtechmod. An International Quarterly Journal. – 2014. – Vol. 3, №3. – С.61–76.

4. Тевяшев А. Д. Стохастическая модель и метод оперативного планирования режимов работы насосных станций / А. Д. Тевяшев, О. И. Матвиенко, Г. В. Никитенко // Вода. Экология. Общество: матер. IV междун. науч.-тех. конф. – Х.: ХНУГ им. Бекетова, 2014. – С. 61–64.

5. Тевяшев А. Д. Об одной стратегии оперативного планирования режимов работы насосной станции / А. Д. Тевяшев, О. И. Матвиенко. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – №3.

6. Бертсекас Д. Стохастическое оптимальное управление / Д. Бертсекас, С. Шрив. – М.: Наука, 1985. – 280 с.

7. Тевяшев А. Д. Прогрессивные информационные ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии в системах водоотведения / А. Д. Тевяшев, И. В. Коринько, В. С. Есилевский, А. Г. Долгоброд, К. В. Кобылинский, Ю. В. Ярошенко, Г. В. Никитенко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2005. – №2/1 (14). – С.50–61.

8. Тевяшев А. Д. Методологические основы разработки прогрессивной информационной технологии управления ремонтно-восстановительными работами на канализационных сетях / А. Д. Тевяшев, В. С. Есилевский, Г. В. Никитенко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2006. – №2/1 (20). – С.62–69.