

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА С НЕСКОЛЬКИМИ ВОДОИСТОЧНИКАМИ

Синицын А.В., Лившиц Ю.Е.

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

АСУТП «Акватория» предназначена для управления объектами водоснабжения города с целью обеспечения населения и промышленности города водой с минимальными эксплуатационными затратами. Весь процесс водоснабжения можно разделить на три составляющих.

1. Потребитель (городская водопроводная сеть).
2. Подача и распределение воды (насосные станции).
3. Подъем и добыча воды (водозаборы).

Городская водопроводная сеть «Потребитель» является основным задающим фактором для работы всей системы, который определяет объемы и режимы подачи воды станциями. Они зависят от рельефа местности и величины зоны влияния (количества абонентов) для каждой насосной станции.

Технологическими задачами АСУТП являются:

- обеспечение давления не ниже нормативного у всех потребителей;
- управление запасами воды в резервуарах;
- управление насосными станциями с поддержанием максимальной эффективности работы насосного оборудования;
- оптимальное распределение требуемого объема добычи воды между водоисточниками с учетом реальной себестоимости воды.

Особенностью систем водоснабжения крупных городов является наличие нескольких водоисточников без четко выделенных зон влияния насосных станций. По факту станции работают в общую сеть, то есть расход воды от каждой из них и давление у потребителей зависят от соотношений давлений и расходов нескольких станций. Таким образом, индивидуальное управление насосными станциями невозможно и в рамках исследовательских работ предложен другой подход к решению указанных выше задач.

В основе подхода лежит динамическое определение границ зон влияния насосных станций, работающих на общую сеть. Зоной влияния насосной станции называется участок водопроводной сети города, потребители которого получают воду от данной станции.

Для анализа распределения давления в сети может использоваться два метода.

1. Анализ по гидромодели. Однако, зачастую полноценной динамической модели данного участка города не существует, а ее создание и калибровка потребует существенных временных и финансовых затрат.

2. Анализ данных по давлению в городе с помощью технологии Big Data. В основе этой технологии используются специализированные алгоритмы обработки больших массивов данных, которые сравнивают графики давлений в различных точках сети и определяют наличие взаимосвязей (корреляций) между ними. Точки на сети, связанные в каждый момент времени с водозабором, определяются по степени корреляции давления в них с выходным давлением насосной станции второго подъема водозабора. Для этого производится попарное аналитическое сравнение графиков давления в различных точках сети.

Критериями для оценки взаимосвязи в таком случае является средняя и мгновенная степень корреляции между заданными объектами водоснабжения.

При этом графики давлений должны быть синхронизированы по времени. В результате программа получает информацию о точках, взаимосвязанных по давлению с каждым из источников воды, и тем самым генерирует карту границ зон влияния. После определения границ зон влияния АСУТП «Акватория» определяет входящие в зону диктующие точки и осуществляет управление выходным давлением станции для поддержания давления в них.

Для решения задач управления запасами воды и оптимального распределения объема добычи между водоисточниками используется метод прогнозирования водопотребления в зоне влияния конкретной насосной станции с помощью нейронных сетей. Система проводит обучение нейронной сети по данным о водоподаче станций и режимах поддержания давления и в последующем использует ее для получения почасового прогноза водопотребления.

На основании полученного прогноза система просчитывает динамику изменения уровня воды во всех контролируемых резервуарах и формирует почасовые графики подачи воды от всех водоисточников.

Важным аспектом является контроль достоверности получаемого прогноза с учетом динамики изменения границ зон влияния насосных станций. Если в процессе работы АСУТП «Акватория» определяет, что зона влияния насосной станции резко изменилась, она уведомляет диспетчера об этом и помечает прогноз как некорректный.

Причинами изменения зоны влияния насосной станции могут являться: авария на сетях, изменение режимов поддержания давления соседних станций или изменение конфигурации водопроводной сети (открытие или закрытие задвижек на сетях).

Предлагаемый метод управления позволит повысить качество управления групповыми объектами водоснабжения без использования прямого гидромоделирования сетей.