

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В АСУТП ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПОРЫВОВ**

**Синицын А.В., Лившиц Ю.Е.**

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Беларусь

Вопрос сокращения потерь воды очень актуален для системы водоснабжения Республики Беларусь. Так по официальным данным национального статистического комитета Республики Беларусь: потери воды при транспортировке составили 41.7 млн. м<sup>3</sup>, а прочие потери и неучтенные расходы воды – 87.3 млн. м<sup>3</sup> за 2019 год [1]. Значительной составляющей в объеме потерь являются утечки, то есть вытекание воды из трубопровода в следствие образования в нем механических повреждений или отсутствия герметичности соединений. Утечки могут быть разной интенсивности, одним из видов утечек высокой интенсивности является порыв. Порыв – происходит в случае разрушения элементов трубопровода. Он может быть вызван как внешним воздействием на трубопровод (например, при проведении строительных работ), так и резким повышением давления в водопроводной сети.

В Евросоюзе проблема утечек также актуальна и в нем был разработаны рекомендации по борьбе с утечками [2], с точки зрения возможности реализации данных рекомендаций в качестве алгоритмов в АСУТП водоснабжения можно выделить два основных направления.

1. Управление давлением в водопроводной сети, которое подразумевает поддержание оптимального уровня давления в сети.

2. Активный контроль утечек, который предусматривает выявление скрытых утечек или угрозы их возникновения.

При создании АСУТП «Акватория», которая представляет собой интеллектуальную систему диспетчеризации и оптимизации режимов работы системы водоснабжения оба эти направления были реализованы.

Так по результатам внедрения системы была подтверждена необходимость адаптивного регулирования выходного давления станций в функции давления в диктующих точках, и с учетом фактического режима водопотребления [3].

Объем потерь воды от конкретной утечки, зависит от двух факторов – ее интенсивности (м<sup>3</sup>/ч) и ее длительности. Согласно [2], длительность состоит из трех слагаемых: времени выявления факта возникновения утечки, времени локализации места ее возникновения, а также времени ее ликвидации. Однако в случае скрытой утечки, когда вода не выходит на поверхность, время обнаружения факта ее возникновения может быть весьма значительным.

Традиционно возникновение порыва с помощью систем автоматики, детектируется на насосной станции по увеличению показаний расходомера

воды, снижению выходного давления ниже заданного уровня, увеличению потребляемой мощности. Однако, не всегда эти показатели могут оперативно выявить аварию, в случае, когда интенсивность потерь воды не высокая. Так станция может продолжать поддерживать требуемое давление, расход не будет превышать пикового значения.

Для реализации системы диагностики возникновения утечек, в частности порывов были использованы методы прогнозирования на базе нейронных сетей. Основная задача системы на основании данных о режимах работы насосной станции определить факт возникновения порыва в зоне ее обслуживания.

В основе предложенного подхода – получение с помощью нейронной сети прогноза водопотребления станции и непрерывное сравнение фактического расхода воды и прогнозного. В случае обнаружения отклонения, далее выполняется дополнительная проверка по изменению потребления энергии и выдается уведомление диспетчеру.

Опыт эксплуатации данного решения показал, что использование в качестве инструмента прогнозирования нейронных сетей имеет ряд преимуществ.

1. Высокая автоматизация процесса диагностики, за счет того, что нейронная сеть обучается на реальных процессных данных со станции, затем сама производит проверку достоверности прогнозирования на контрольном отрезке времени, и в случае успешного обучения, переходит в режим диагностики аварий.

2. Возможность учета при прогнозировании большого количества влияющих параметров (давления на выходе станции, давления в контрольной точке, сезонности, типа дня недели и т.д.)

3. Возможность сети постоянно улучшать качество прогнозирования, путем автоматического «дообучения» в процессе эксплуатации.

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]: Водопотребление. – Режим доступа: [https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstat-excel/Ekolog\\_sistema/C3\\_1990\\_2019.xlsx](https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstat-excel/Ekolog_sistema/C3_1990_2019.xlsx)– Дата доступа 13.03.2021

2. EU Reference document Good Practices on Leakage Management. [Electronic resource] – <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3ff6a13c-d08a-11e5-a4b5-01aa75ed71a1/-Date> of access: 12.03.2021.

3. Здор, Г. Н. Снижение энергозатрат повысительных насосных станций путем исключения завышенного давления в водопроводной сети / Г. Н. Здор, А. В. Сеницын // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2015. – № 4. - С. 44-53.