

## **Экспертная система обработки информации для принятия решений по реновации водораспределительной сети**

*Самойленко Н.И., Дашевская Е.Е., Харьковская национальная  
академия городского хозяйства*

В последние годы усложняются условия эксплуатации водораспределительной сети (ВРС) вследствие увеличения количества повреждений, необходимости проведения аварийно-восстановительных работ с раскрытием асфальтобетонного покрытия, роста технической изношенности отдельных участков и всей сети в целом, увеличения насыщенности инфраструктуры города и других причин. Такая эксплуатация ВРС требует дополнительных финансовых, материальных и трудовых затрат от предприятий водоснабжения.

Существующая система финансирования предприятий жилищно-коммунального хозяйства для проведения работ санации и перекладки (реновации) ВРС не предусматривает больших капиталовложений. Поэтому необходимо привлекать скрытые резервы, не требующие значительных затрат и способные продливать срок службы ВРС в целом или отдельных её участков. Одним из таких резервов является использование информационных технологий (ИТ) в части создания экспертной системы (ЭС), обеспечивающей обработку информации для принятия следующих решений:

- оценки состояния участка трубопровода для выбора первоочередных участков трубопровода для проведения работ реновации;
- определения способа реновации выбранного участка;
- составления расписания работ реновации в условиях ограниченности ресурсов.

Создание ЭС обработки информации для принятия решений по реновации водораспределительной сети особенно актуально в условиях постоянного роста объёма анализируемой информации, усложнения сбора распределенных данных, комплексного учета всех существенных параметров и эволюционных изменений отдельных участков и сети в целом.

Разработка ЭС, в свою очередь, требует использования принципиально новых моделей и методов обработки накопленной информации для принятия объективных решений оценки состояния и мониторинга физически устаревших участков водораспределительной сети.

Предлагаемый метод создания экспертной системы обработки информации для принятия решений реновации водораспределительной сети включает следующие этапы:

1. *Формирование атрибутивной информации для принятия решений реновации ВРС.* На этом этапе решается задача анализа параметров, характеризующих состояние участка трубопровода и способ проведения работ реновации водораспределительной сети. Таким образом, исследуется статистическая, техническая, расчетная и экспертная информация. В результате формируются обучающие выборки данных, которые представлены в виде комплекса стандартных схем, состоящих из объекта, атрибута и значения атрибута. Выборки данных предназначены для разработки моделей прогноза времени безаварийной работы участков трубопровода и выбора способа проведения работ реновации на этих участках.

2. *Выбор метода обработки информации для приобретения знаний в экспертной системе.* В рамках этого этапа проводится анализ свойств моделей обработки информации, полученных с помощью математических методов множественной регрессии, нейронных сетей и метода группового учета аргументов. С математической точки зрения, задача состоит в определении структуры  $s$  и параметров  $\bar{a}$  разработанных моделей. При этом, критерием выбора наилучшей модели прогноза выхода из строя участка водораспределительной сети  $J_1$  является минимальная величина среднеквадратического отклонения между расчетным значением количества месяцев безаварийного состояния  $j$ -го участка трубопровода и наблюдаемым значением:  $J_1 \rightarrow \min_{\bar{a}, s}$ . Крите-

рием определения наилучшей модели выбора способа проведения работ реновации  $J_2$  является минимальная величина среднеквадратического отклонения между расчетным способом реновации  $j$ -го участка трубопровода и реально выбранным способом реновации:  $J_2 \rightarrow \min_{\bar{a}, s}$ .

В результате решения этой задачи устанавливается наиболее приемлемый метод обработки информации для приобретения знаний с целью принятия решений реновации водораспределительной сети – метод группового учета аргументов.

3. *Составление и анализ расписания работ реновации участков ВРС.* Целью исследований в рамках данного этапа является формирование расписания работ реновации участков ВРС с учетом оценки продолжительности всех ремонтных работ при имеющихся ресурсах на основе: оценок значений количества месяцев безаварийного состояния участков трубопровода  $\tilde{T}$  и способа реновации участков трубопровода  $\tilde{Y}$ ; продолжительности работ перекладки участков трубопровода  $P$ ; продолжительности работ санации участков трубопровода  $C$ ; стоимости выполнения работ реновации участков трубопровода  $R$ ;

вектора моментов времени начала работ для каждого участка трубопровода  $\hat{T}$ . Критерием решения задачи составления расписания работ реновации участка трубопровода  $J_3$  является минимум вектора моментов времени начала работ для каждого участка трубопровода  $J_3 \rightarrow \min_{\hat{T}}$ .

4. *Программирование компонентов экспертной системы исследуемых задач.* В контексте данной задачи происходит программирование модуля работы с базой данных; модуля программы приобретения знаний (МГУА); модуля составления и оптимизации расписания работ реновации, а также разработка интерфейса экспертной системы, с последовательным отображением решений вышеперечисленных задач.

5. *Оценка экономической эффективности использования экспертной системы.* В результате решения этой задачи определяются количественные показатели эффективности использования экспертной системы. В качестве основных факторов экономии рассматриваются: непроизводительные расходы воды; расход электроэнергии; объем химических реагентов на подготовку воды; финансовые средства на аварийно-восстановительные работы; сокращение численности инженерно-технических работников.

Таким образом, в результате исследований получил дальнейшее развитие метод создания экспертной системы обработки информации для принятия решений реновации водораспределительной сети, что даёт возможность повысить качество принятия решений по предупреждению аварий, организации и проведению работ реновации с учетом ограниченности ресурсов.

В практической деятельности предприятий водоснабжения предлагаемая информационная технология обработки информации позволит учесть динамические изменения характеристик водораспределительной сети, сократить сроки разработки новых систем для автоматизации процесса принятия решений реновации водораспределительной сети, обеспечить ресурсо- и энергосбережение.