

Milwaukee County, Wisconsin. Wisconsin Department of Natural Resources, Madison, WI, 1994. Referred to in Novotny, V. and White, J. Ascertaining Aquatic Ecological Risks of Urban Stormwater Discharges // Wat. Res. - Elsevier Science Ltd., 1997. - Vol. 31, No. 10. - P. 2573-2585.

3. Калицун В.И. Водоотводящие системы и сооружения. – М. Стройиздат, 1987. – 331 с.

4. Асонов А.М., Ильясов О.Р. Водные ресурсы и проблема поверхностного стока // Транспорт Урала. – 2004. – № 2. – С.18.

5. Молоков М.В., Шифрин В.Н. Очистка поверхностного стока с территорий городов и промышленных площадок. – М.: Стройиздат, 1977. – 100 с.

6. Дикерский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. – Л.: Стройиздат, 1990. – 250 с.

7. Urbonas, B., Stahre, P. Stormwater Best Management Practices and Detention. - NJ: Prentice Hall, 1993. – 115 p.

8. Novotny, V. Water Quality. Diffuse pollution and watershed management. Second edition. - John Wiley & Sons, Inc., 2003. – 323 p.

9. USDT FHA – US Department of Transportation. Federal Highway Administration. Stormwater Best Management Practices in an Ultra-Urban Setting: Selection and Monitoring. USDT, 2003 / Available from <http://www.fhwa.dot.gov/environment/ultraurb/index.htm> Internet; accessed September, 10<sup>th</sup>, 2006.

10. USDA. Planning and Design Manual for the Control of Erosion, Sediment, and Stormwater, 1994 / Available from <http://abe.msstate.edu/csd/p-dm/index.html>; Internet; accessed September 17<sup>th</sup>, 2006.

11. СНиП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Госкомитет СССР по делам строительства, 1985. – 134 с.

12. Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод СН 496-77. Составлена в развитие главы СНиП II-32-74 Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Госстрой СССР, 1977. – 28 с.

13. Adams, B.J., and Papa, F., Urban Stormwater Management Planning with Analytical Probabilistic Models. - New York: John Wiley and Sons, 2000. – 286 p.

14. Kuzin S.A. and Adams B.J., MASCE. Probabilistic Approach to the estimation of Urban Stormwater Pollution Loads on Receiving Waters / Proceedings of the 2005 World Water and Environmental Resources Congress. Anchorage, Alaska. May 15-19, 2005. – P.143.

15. Кузин С.А. Развитие методов оценки динамики загрязнения водных объектов поверхностным стоком с городских территорий // Материалы науч.-практ. конф. III Международного водного форума “АКВА УКРАИНА – 2005”. Октябрь 2005. – С. 37-40.

*Получено 05.11.2006*

УДК 628.153 : 628.17

А.М.ХРЕНОВ, канд. техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Т.Н.ФЕДОРОВА

*Харьковский национальный университет радиозлектроники*

## **СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ НА РЕЖИМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ**

Приводится описание функциональных возможностей системы, позволяющей мо-

делировать режимы работы водопроводных сетей адекватные реально существующим и рассчитывать изменения этих режимов при изменении структуры сетей и состава работающих насосных агрегатов.

Эффективное управление в реальном масштабе времени системами подачи и распределения воды возможно только на основе математических моделей, адекватно описывающих гидравлические режимы функционирования систем водоснабжения [1]. Решение этой задачи предлагается осуществлять на основе использования графоаналитической системы диспетчерского мониторинга и управления [2, 3].

Моделирование гидравлических режимов в данной системе осуществляется на основании данных о параметрах и структуре водопроводной сети и насосных станций, состоянии задвижек, а также реальных нагрузочных характеристик насосных агрегатов. Результаты моделирования отображаются в виде схемы сети и схем насосных станций, на которых показаны состояния агрегатов и задвижек, цвет каждого участка сети зависит от скорости воды, а свободные напоры выводятся в указанных точках. Более подробная информация о режиме работы любого участка водопроводной сети, участка внутренней сети насосной станции или насосного агрегата выводится на экран дисплея по запросу в соответствующем информационном окне или может быть представлена в виде таблиц, если это касается всей водопроводной сети или насосной станции. Обеспечена возможность оперативно проводить коррекцию структуры и параметров водопроводной сети, внутренней сети насосной станции, нагрузочных характеристик насосных агрегатов, состояния задвижек в соответствии с их реально существующим положением. Таким образом, имеется возможность моделировать изменения режимов функционирования системы подачи и распределения воды (СПРВ) при изменении структуры и параметров водопроводной сети, внутренней сети насосной станции, состава включенных насосных агрегатов, их нагрузочных характеристик, состояния задвижек.

Применение графоаналитической системы диспетчерского мониторинга и управления позволяет решать следующие задачи:

- рассчитывать скорость и величину потока воды на каждом участке водопроводной сети;
- определять свободный напор в указанных узлах сети;
- определять режимные параметры насосных агрегатов;
- рассчитывать реакцию сети на включение, отключение агрегатов насосных станций;
- рассчитывать реакцию сети на включение, отключение участков сети;

– моделировать в целом потокораспределение водопроводной сети и выдавать сообщения диспетчеру о тех параметрах работы системы, которые не соответствуют требуемым (нормативным) значениям.

Исходные данные: структура (топология) сети, параметры участков (длина, диаметр, материал), геодезические отметки начала и конца каждого участка, свободные напоры и расходы воды на выходах насосных станций, состав оборудования насосных станций. Настройка графоаналитической системы на конкретную СПРВ требует выполнения следующих основных этапов работ:

- построение расчетной схемы СПРВ и ее кодировка;
- проведение натурных экспериментов и построение математической модели функционирования СПРВ. Определение реальных напорных характеристик насосных агрегатов;
- формирование баз данных для визуализации графических форм топологической структуры и отображения режима функционирования СПРВ;
- построение математической модели для расчёта режима работы СПРВ при изменении состава работающих агрегатов на НС или структуры сети;
- разработка интерфейса для моделирования режима функционирования СПРВ при изменении состава работающих агрегатов, их параметров, а также структуры и параметров водопроводной сети.

При настройке математической модели необходимо провести измерения скорости и расходов воды на некоторых участках сети и свободных напорах в отдельных узлах.

Графоаналитическая система диспетчерского мониторинга и управления режимами функционирования водопроводных сетей внедрена для СПРВ Левобережной части г.Киева. Эффективность системы моделирования неоднократно тестировалось службой гидравлики Киевводоканала. Результаты некоторых таких тестирований представлены в приведенной ниже таблице, в которой верхний ряд значений в столбцах (Время, Расход, Скорость) соответствует замерам, полученным службой гидравлики на основании измерений, выполненных прибором UFP-1000, а нижний ряд – результаты моделирования.

Использование графоаналитической системы в процессе управления СПРВ позволяет диспетчеру определять технологически и экономически эффективные режимы функционирования насосных станций за счёт выбора рациональных схем включения агрегатов и структуры сети. Экономический эффект достигается в результате: снижения энергозатрат, повышения качества подаваемой воды, увеличения на-

дежности эксплуатации водопроводной сети.

Ведомость суточного замера скоростей и расходов  
на водопроводной сети левого берега г.Киева

№ п/п	Адреса точек замеров	Время	Расход, м <sup>3</sup> /с	Скорость, м/с
1	Малышко, 25 (d = 400)	12 : 06	0.069	0.53
		12 : 00	0.070	0.55
2	пр. Воссоединения, 8 (d = 200)	12 : 30	-0.001	0.00
		12 : 34	-0.005	0.007
3	Привокзальная, 14 (d = 500)	13 : 34	0.013	0.06
		13 : 29	0.002	0.01
4	Славгородская, 2 (d = 1200)	14 : 38	0.16	0.14
		14 : 42	0.002	0.003
5	Ревуцкого, 27 (d = 500)	15 : 05	0.088	0.42
		15 : 00	0.077	0.394
1 <sub>а</sub>	Малышко, 25 (d = 400)	04 : 59	0.037	0.28
		05 : 00	0.041	0.33
2 <sub>а</sub>	пр. Воссоединения, 8 (d = 200)	04 : 34	-0.008	0.04
		04 : 30	-0.003	0.036
3 <sub>а</sub>	Привокзальная, 14 (d = 500)	04 : 23	0.012	0.06
		04 : 19	0.000	0.00
4 <sub>а</sub>	Славгородская, 2 (d = 1200)	04 : 12	0.10	0.09
		04 : 00	0.013	0.01
5 <sub>а</sub>	Ревуцкого, 27 (d = 500)	03 : 43	0.072	0.35
		03 : 50	0.047	0.24
1 <sub>б</sub>	Малышко, 25 (d = 400)	06 : 31	0.034	0.26
		06 : 36	0.053	0.42
2 <sub>б</sub>	пр. Воссоединения, 8 (d = 200)	06 : 05	-0.001	0.0
		06 : 00	-0.004	0.005
3 <sub>б</sub>	Привокзальная, 14 (d = 500)	06 : 57	0.007	0.03
		07 : 00	0.002	0.01
4 <sub>б</sub>	Славгородская, 2 (d = 1200)	07 : 24	0.19	0.17
		07 : 20	0.00	0.00
5 <sub>б</sub>	Ревуцкого, 27 (d = 500)	07 : 55	0.107	0.51
		08 : 00	0.107	0.55

1.Евдокимов А.Г. Петросов А.А. Информационно-аналитические системы управления инженерными сетями жизнеобеспечения населения. – Харьков: ХТУРЭ, 1998. – 412 с.

2.Программа графического отображения режима функционирования систем подачи и распределения воды / Петимко П.И., Царик Н.Ф., Корлюга В.С., Коломиец А.И., Федоров Н.В., Хренов А.М. Государственное агентство Украины по авторским правам. Номер гос. регистрации ПА №339 18.12.1996г.

3.Карта режима функционирования систем подачи и распределения воды / Петимко П.И., Царик Н.Ф., Корлюга В.С., Коломиец А.И., Федоров Н.В., Хренов А.М. Государственное агентство Украины по авторским правам. Номер гос. регистрации ПА №465 03.04.1997г.

*Получено 07.11.2006*