



## ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПОСТАЧАННЯ І РОЗПОДІЛУ ВОДИ М. ДОКУЧЕЄВСЬК

**В. М. Маслак<sup>а</sup>, Н. Г. Насонкіна<sup>б</sup>**

<sup>а</sup>ГОКП "Донецькоблводоканал";

<sup>б</sup>Донбаська національна академія будівництва і архітектури  
вул. Державіна, 2, м. Макіївка, 86123, Україна.

Отримана 15 лютого 2006; прийнята 20 березня 2006

**Анотація.** У статті розглянута оптимізація системи подачі і розподілу води для м.Докучаєвська. Проаналізована ефективність упровадження заходів оптимізації за технологічними та економічними критеріями.

**Ключові слова:** постачання води, розподіл води, аналіз водопостачання, модернізація мереж водопостачання, оптимізація системи водопостачання.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ Г. ДОКУЧАЕВСКА

**В. Н. Маслак<sup>а</sup>, Н. Г. Насонкина<sup>б</sup>**

<sup>а</sup>ГОКП "Донецькоблводоканал";

<sup>б</sup>Донбасская национальная академия строительства и архитектуры  
ул. Державина, 2, г. Макеевка, 86123, Украина.

Получена 15 февраля, принята 20 марта 2006

**Аннотация.** В статье рассмотрена оптимизация системы подачи и распределения воды для г.Докучаевска. Проанализирована эффективность внедрения мероприятий оптимизации по технологическим и экономическим критериям.

**Ключевые слова:** водоснабжение, распределение воды, анализ водоснабжения, модернизация сетей водоснабжения, оптимизация системы водоснабжения.

## OPTIMIZATION THE SYSTEM OF SERVE AND DISTRIBUTING OF WATER FOR DOKUCHAEVSK-CITY

V. N. Maslak<sup>a</sup>, N. G. Nasonkina<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Donetsk Region Water-supply Canal;

<sup>b</sup>Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Derzhavin Str., 2, Makiyivka, 86123, Ukraine.

Received February 15, 2006; accepted March 20, 2006

**Abstract.** Optimization of the serve system and water distributing for Dokuchaevsk is considered in this article. Measures introduction efficiency of of optimization on technological and economic criteria is analyzed.

**Key words:** rendering of water, distribution water, analysis of water-supply, water-supply modernization of water-supply, optimization system.

Более чем десятилетие незначительных капитальных вложений привели к существенно ухудшению показателей деятельности водоканалов. Износ основных фондов достигает 60-70%, что приводит к высокой их аварийности. Коэффициент аварийности превышает аналогичные параметры западных стран в 10-100 раз. Еще одной проблемой, с которой столкнулись водоканалы, является снижение водопотребления. Только по Донецкой области за последние 10 лет общая подача воды снизилась в 1,6 раза. Такое положение определяет возникновение целого ряда технических проблем. В первую очередь — это снижение скорости движения воды в трубах, образование застойных зон, изменение качества воды. Эти причины создают непосредственную угрозу бактериального и химического загрязнения воды.

В качестве стратегической задачи выхода из кризисной ситуации необходимо рассматривать разработку долгосрочных планов по модернизации водопроводных сетей. Применение современной компьютерной техники может обеспечить практическую возможность выполнения эксплуатационных расчетов, необходимых для управления режимом подачи воды, как при нормальном техническом состоянии воды, так и при аварийных ситуациях.

Цель данной работы — проведение оптимизации системы подачи и распределения воды.

При подаче воды потребителям водоканалы выполняют три основных функции [1-3]: подача необходимого количества воды потребителям, обеспечение необходимого давления воды, обеспечение потребителей водой требуемого качества. Наибольшие проблемы в работе водоканалов связаны с поддержанием качества воды в системах водоснабжения, в которых наблюдается вторичное загрязнение питьевой воды. Это может происходить в результате следующих факторов: физических (материал труб, возраст сети, температура, удаленность от очистных сооружений и другие); химических (коррозия трубопроводов, химические реакции, происходящие внутри трубопровода и другие); гидравлических (скорость движения воды в системе); биологических (биообрастания); эксплуатационных (загрязнения воды во время ремонтов или аварий на сети). Следовательно, решение проблемы ухудшения качества воды в сети требует комплексного системного подхода и оптимизации инженерных решений.

При оценке вероятного функционирования системы водоснабжения зачастую выпускается из виду её многоплановый характер. Традиционный технический подход к оценке состояния системы основан на минимизации стоимостных факторов с соблюдением некоторых упрощенных ограничений [4, 5]. Оптимальным

обычно считается повышение эффективности работы системы насосных станций, режимов на водосетях или дезинфекции воды, обеспечивающих безопасность водоснабжения. При этом в практике эксплуатации гидродинамическим характеристикам системы ПРВ уделяется недостаточное внимание. Хотя они играют значительную роль в оценке сбалансированного комплексного подхода в рациональном управлении системой водораспределения.

Решение задач эффективного управления системами подачи и распределения воды требует построения адекватной модели действующей системы водоснабжения. Идентификация модели осуществляется методом последовательных приближений с применением результатов натуральных измерений расходов и давлений на сети и в точке фиксированных отборов.

В настоящее время создана и идентифицирована модель подачи и распределения воды для ряда городов Донецкой области. Анализ работы сети с использованием данной модели позволил проанализировать и улучшить ее работу. В частности, расчетным путем обнаружены частично или полностью перекрытые трубопроводы, ограничивающие пропускную способность сети, определены мероприятия по оптимизации работы водопроводных сетей, отработаны варианты перспективного развития.

Разработанный комплекс мероприятий по оптимизации систем подачи и распределения воды в городах рассчитан на пятилетний период и включает две категории мероприятий: неотложные (в течение первого года) и первоочередные (на ближайшие пять лет). При выборе мероприятий уделялось внимание двум вопросам: снижению затрат электроэнергии и уменьшению расходов воды.

Известно, что насосные станции в системе ПРВ являются основными потребителями электроэнергии. Замена старых агрегатов на новые с низким потреблением электроэнергии позволяет получить экономический эффект.

Важной задачей также является регулирование подачи воды в сеть в зависимости от водопотребления. Этим можно устранить избыточные напоры и получить экономию воды, электроэнергии, снизить аварийность.

Анализ существующей системы водоснабжения г. Докучаевска свидетельствует о высоких

затратах воды и электроэнергии. Гидравлический расчет сети с помощью программы MIKE NET показал, что часть участков сети имеет низкую нагрузку, что вызывает снижение скоростей движения воды до 0,3 м/с. При этом трубы работают как отстойники, что вызывает ухудшение качества воды. Часть трубопроводов по результатам расчета находится в перегруженном состоянии, что вызывает повышенную аварийность и потери воды. Полученные данные в результате анализа адекватной модели полностью согласуются с реальными данными.

Разработанная модель служит исходной базой для оптимизации работы сети (таблица 1).

В ходе выполнения анализа работы сети учитывается постепенное снижение потребления воды населением (в среднем на 3% в год).

В результате внедрения мероприятий по оптимизации системы водоснабжения г. Докучаевска ожидается постепенное снижение объемов подачи воды на город и снижение расходов электроэнергии (рис. 1, рис.2). Необходимо отметить, что ожидается уменьшение потребления электроэнергии (в 3 раза) и снижение объемов воды за счет снижения потерь воды. Положительным дополнительным результатом является поддержание качества воды в сети за счет стабилизации скоростей движения и сокращения аварий на сети.

Для сравнения на рисунках 3, 4 и 5 приведена структура эксплуатационных затрат до и после внедрения оптимизации системы водоснабжения.

Заметно качественное изменение в сторону уменьшения энергетической составляющей структуры затрат с 53 до 36%. Общее же уменьшение эксплуатационных затрат ожидается в размере 25%, что позволяет уже на четвертый год ожидать первых результатов окупаемости проекта.

Финансовые прогнозы проекта базировались на современных эксплуатационных и финансовых условиях деятельности предприятий в Украине.

## **Выводы**

Оптимизация работы систем подачи и распределения воды г. Докучаевска позволяет снизить потребление электроэнергии, сократить объемы воды, а также уменьшить эксплуатационные затраты.

Таблица. График внедрения мероприятий по оптимизации системы водоснабжения г. Докучаевска

№ п/п	Мероприятие	Капиталовложения в течение рассматриваемого периода, тыс. грн.				
		1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
Неотложные мероприятия						
1	Прокладка водовода Ø125мм	26	-	-	-	-
2	Установка обратных клапанов Ø300 и 400мм	10	-	-	-	-
3	Замена насосных агрегатов	77	-	-	-	-
4	Устройство перемычек	51	-	-	-	-
5	Прокладка водовода Ø100мм	64	-	-	-	-
6	Установка регуляторов давления	100	-	-	-	-
7	Устройство пунктов замера давлений	41	-	-	-	-
8	Установка вантузов	58	-	-	-	-
Первоочередные мероприятия						
1	Замена водоводов Ø200мм	-	52	-	-	-
2	Замена насосных агрегатов	-	25	-	-	-
3	Восстановление водонапорных башен	-	-	25	25	-
4	Устройство перемычек	-	47	47	-	-
5	Замена водоводов Ø100мм	-	54	-	-	-
6	Устройство переключений	-	-	93	93	93
7	Устройство хлораторной	-	30	30	30	-
8	Установка гидро-аккумуляторов	-	10	-	-	-
9	Установка приборов учета	-	25	25	25	25
	Итого: 1182тыс.грн.	428	242	220	173	118

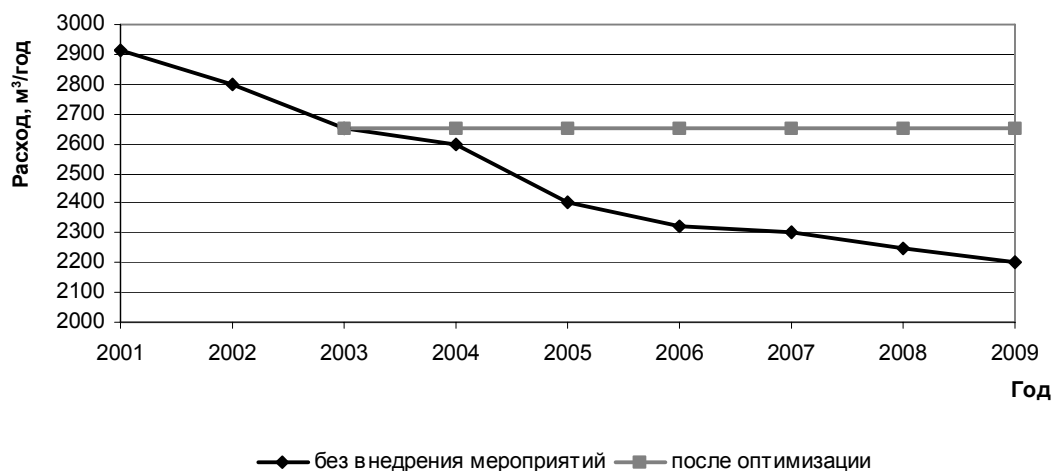


Рисунок 1. Зависимость изменения расхода воды во времени

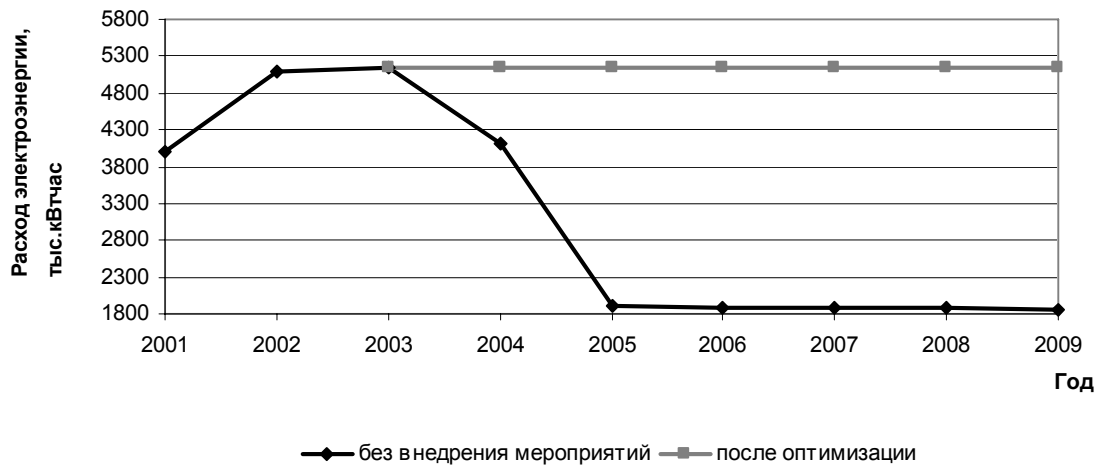


Рисунок 2. Зависимость изменения расхода электроэнергии во времени

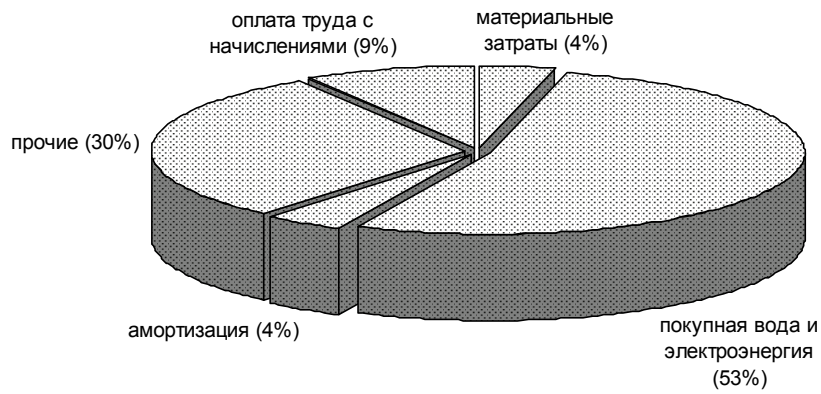


Рисунок 3. Структура затрат без внедрения мероприятий по оптимизации

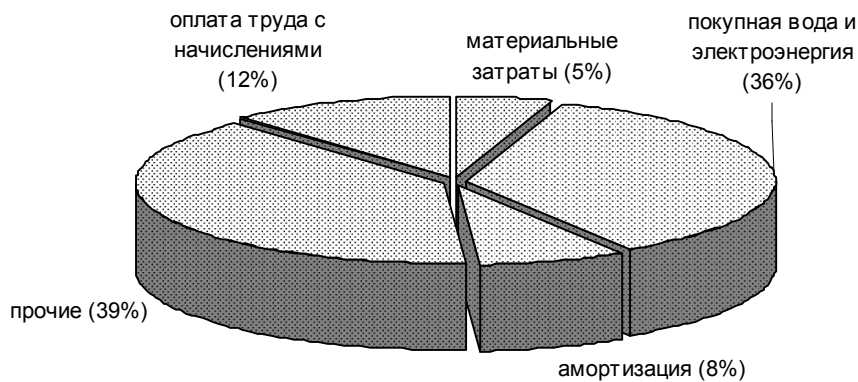


Рисунок 4. Структура затрат после внедрения мероприятий по оптимизации

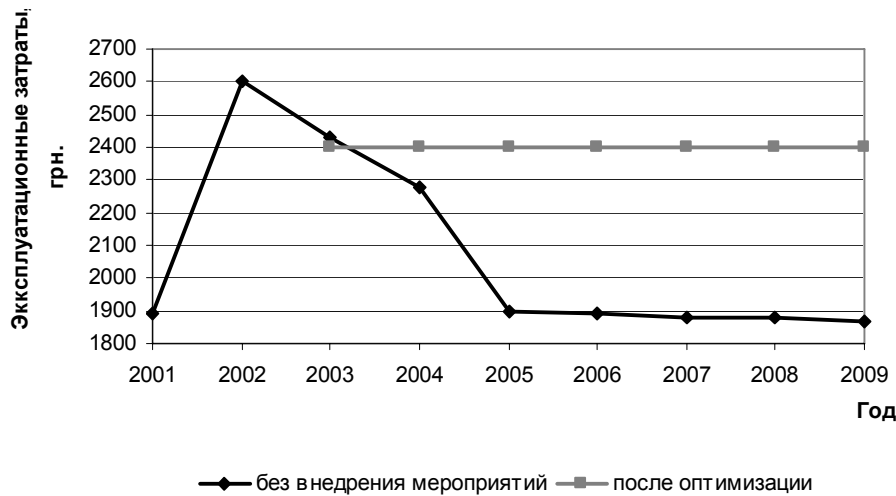


Рисунок 5. Зависимость изменения эксплуатационных затрат во времени

## Литература

1. Збірник нормативних та законодавчих актів, регулюючих діяльність підприємств водопровідно-каналізаційного господарства / Науковий редактор В.М. Маслак. - Донецьк, 2005. - 632с.
2. Сирота М.Н. Реформы систем водоснабжения и канализации // Водоснабжение и санитарная техника. - 2004. - № 6. С.6-9
3. Меженский А.Н., Скобликов В.В., Насонкина Н.Г., Уваров П.Е. Методическое руководство по обновлению надежности и технологичности внешних сетей водоснабжения и канализации при комплексном проектировании, управлении проектами и инженерным мониторингом. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2004. - 140с.
4. Поршнев В.Н. Экономический механизм рационального водопотребления/ Водоснабжение и санитарная техника. - 1999, №9. - С. 15-16.
5. Храменков С.В., Сеницын М.И., Матвеев Ю.П. Пути повышения надежности водопроводных систем/Жилищно-коммунальное хозяйство. - 1991. №3. - С. 26- 28.

**Маслак Віктор Миколайович** — кандидат технічних наук, доцент, генеральний директор Донецького облводоканалу. Науковий напрямок: оптимізація водопровідних мереж, проблеми очищення стічних вод.

**Насонкіна Надія Геннадіївна** — кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри міського будівництва і господарства. Науковий напрямок: проблеми очищення води, оптимізація систем подачі і розподілу води.

**Маслак Віктор Николаевич** — кандидат технических наук, доцент, генеральный директор Донецкого облводоканала. Научное направление: оптимизация водопроводных сетей, очистка сточных вод.

**Насонкина Надежда Геннадиевна** — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Городское строительство и хозяйства». Научное направление: проблемы очистки воды, оптимизация систем подачи и распределения воды.

**Maslak Viktor Mykolayovych** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, general director Donetsk Region Water-supply Canal. Scientific direction: optimization of water nets, purification of sewage.

**Nasonkina Nadiya Gennadiyivna** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the department of City Planning and Municipal Economy. Scientific direction: problems of water treatment, optimization of water supply and distribution.