

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОДОЗАБОРОВ

*С.П. Орлов, Д.А. Нечаев*

Самарский государственный технический университет  
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

*Рассматривается организация контроля функционирования подземных водозаборов с большим количеством скважин. Предложена структура информационно-измерительной системы для определения эксплуатационных параметров скважин и прогнозирования состояния источника подземных вод.*

**Ключевые слова:** информационно-измерительная система, контроль, прогнозирование, подземный водозабор, базы знаний.

**Введение.** В настоящее время решается проблема обеспечения населения и промышленных объектов в Российской Федерации водой нормативного качества. В рамках государственной программы «Чистая вода» проводится широкая модернизация существующих и строительство новых водозаборов. В Самарской области большинство источников водоснабжения строится на подземных водозаборах. В связи с этим актуальна задача информационного обеспечения систем водоснабжения, внедрения современных информационно-измерительных систем.

Водозаборы больших городов Самарской области, таких как гг. Тольятти и Новокуйбышевск, построены с использованием подземных вод и имеют несколько десятков скважин. Неправильные эксплуатационные режимы, отсутствие прогноза изменений состояния водных пластов могут привести к таким нежелательным явлениям, как потеря производительности скважин, засоление добываемой воды и др. В статье рассматривается структура информационно-измерительной системы для контроля эксплуатационных параметров скважин, управления режимами водозабора и прогнозирования его гидрогеологического состояния.

**Модель объекта измерений и управления.** Водозабор подземных вод включает следующие сооружения: эксплуатационные и наблюдательные скважины с водоприемными устройствами, водоводы для сбора воды, накопительные емкости, водоочистные сооружения. Водозабор должен обеспечить требуемую суммарную производительность при безусловном выполнении нормативов СанПиН 2.1.4.1074-01 по качеству воды.

Основой водозабора является комплекс из  $I$  скважин,  $I = I_{Э} + I_{Н}$ , где  $I_{Э}$  и  $I_{Н}$  – соответственно количества эксплуатационных и наблюдательных скважин, причем  $I_{Э} \gg I_{Н}$ . Следовательно, вклад наблюдательных скважин в суммарный дебит водозабора незначителен. Основное назначение этих скважин – мониторинг состояния водоносного пласта.

Водозабор описывается двойкой  $\langle Q, N \rangle$ , где  $Q$  – суммарная производительность (дебит) и  $N = \{N_k\}$  – вектор нормативных показателей качества воды:

---

*Сергей Павлович Орлов (д.т.н., проф.), зав. кафедрой, каф. вычислительной техники.  
Дмитрий Александрович Нечаев, аспирант, каф. вычислительной техники.*

$$Q = \sum_{i=1}^{I_3} Q_i(U, V_i, W),$$

$$N_{ki} = N_{ki}(U, V_i, W), \quad \overline{i=1, I}, \quad \overline{k=1, K},$$

где  $V_i = \{v_{ij}\}$ ,  $\overline{j=1, J}$  – вектор влияющих параметров;

$J$  – количество параметров;

$I$  – количество скважин водозабора;

$K$  – количество контролируемых нормативных показателей;

$U$  – вектор управляющих воздействий;

$W$  – вектор внешних воздействий.

К влияющим параметрам относятся напор (глубина уровня) воды в скважине, мощность насосной установки, диаметры водоводов, гидравлические и гидрогеологические параметры водных пластов и др. В их число входят также измеряемые величины: коэффициент фильтрации водовмещающих пород, мощность водоносного горизонта, гидравлическое сопротивление в точке расположения скважины [1].

К внешним воздействиям относятся климатические данные, временной график объемов потребляемой городом воды, заданные экономические и экологические показатели и др.

Следовательно, задача управления водозабором состоит в нахождении вектора  $U^*$  управляющих воздействий на эксплуатационные скважины, обеспечивающего максимум дебита водозабора,

$$U^* = \arg \max \sum_{i=1}^I Q_i(U, V_i, W),$$

при заданных ограничениях

$$N_{ki}(U, V_i^k, W) \in \Omega_k,$$

$$S_i^r \leq S_i^d,$$

где  $\Omega_k$  – область допустимых значений  $k$ -го нормативного показателя СанПиН;

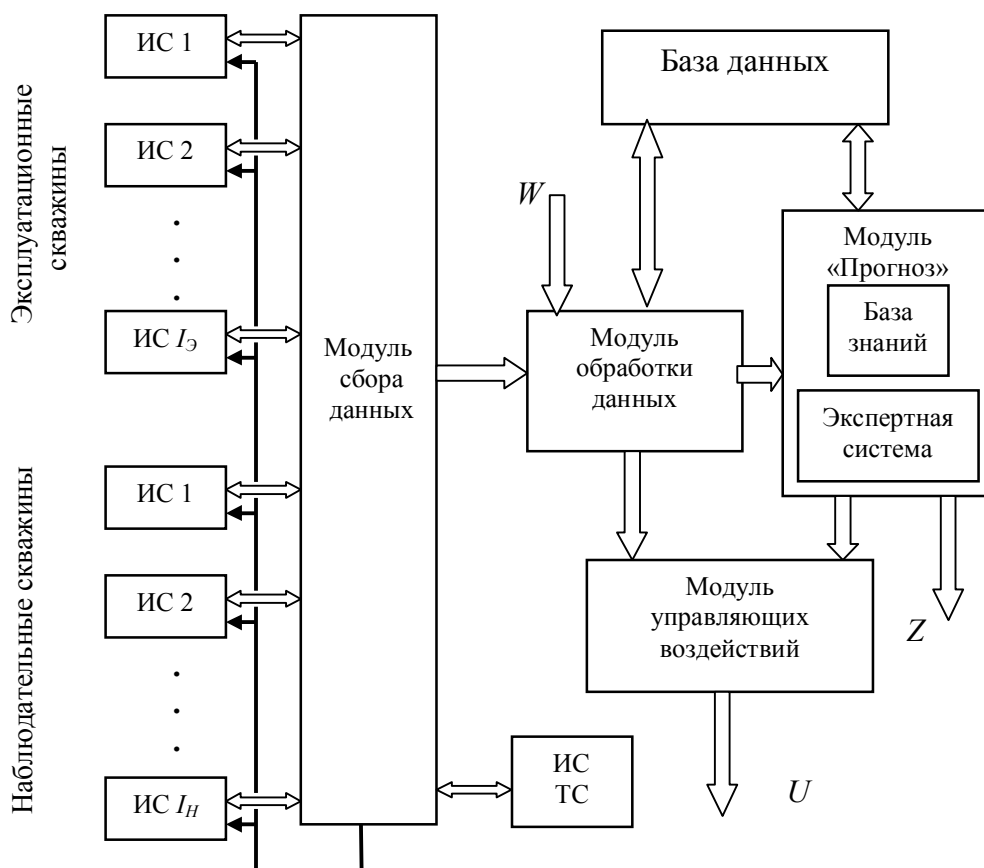
$S_i^r, S_i^d$  – расчетное и допустимое значения понижения уровня воды в  $i$ -й скважине.

**Информационно-измерительная система.** В рамках разработки региональной программы водообеспечения была предложена общая структура информационно-управляющей системы для территориального водоснабжения [2]. В ее состав были включены информационно-измерительные системы на крупных водозаборах области. Задача ИИС контроля водозабора состоит в измерении, обработке и хранении данных, характеризующих параметры  $V_i, N_k, W$ , и дальнейшем использовании измеряемых параметров для управления режимами работы сооружений водозабора.

Структура ИИС приведена на рисунке.

Измерительные системы ИС 1 – ИС  $I_3$  содержат комплексы датчиков, расположенных на эксплуатационных скважинах, а ИС 1 – ИС  $I_H$  – датчики на наблюдательных скважинах. Отличие в составе датчиков заключается в том, что на наблюдательных скважинах производится измерение дополнительных параметров, характеризующих состояние водоносного пласта. Кроме того, частота опроса датчиков на эксплуатационных скважинах выше для оперативного реагирования на изменение режимов. Измерительная система ИС ТС содержит датчики, установленные на технологических сооружениях: накопительных емкостях, водоочистном оборудовании,

водоходах. База данных хранит временные ряды измерений за длительный период эксплуатации.



Структура ИИС контроля параметров водозабора подземных вод

Кроме контроля текущего состояния водозабора, актуальной является задача прогнозирования роста водопотребления, будущих изменений в гидрогеологии пласта, возможных отклонений качества воды под действием техногенных и антропогенных факторов в долгосрочной перспективе. Функции прогноза реализованы в модуле «Прогноз», который содержит базу знаний и экспертную систему. Выходные данные модуля используются при формировании управляющих воздействий  $U$ , а также потока  $Z$  информационных сообщений для информационно-управляющей системы территориального водоснабжения.

Часть функций, выполняемых в модуле обработки данных и модуле управляющих воздействий, реализуется в программируемых логических контроллерах. Управление базой данных, базой знаний, работа экспертной системы и многие другие функции реализованы в персональном компьютере.

Для более экономичного построения ИИС целесообразно использовать мобильную систему анализа качества воды на основе погружного зонда [3]. Это позволит получать достаточно подробную информацию от наблюдательных скважин в реальном режиме водоотбора.

**Заключение.** В рамках областной программы водоснабжения предусмотрено создание информационного обеспечения для управления системами водообеспечения, в том числе и построение информационно-измерительных систем контроля источников воды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: Учеб. пособие. – М.: АСВ, 2004.
2. Орлов С.П. Информационно-управляющая система для территориального водоснабжения // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. – 2008. – № 2(22). – С. 111-118.
3. Солодов И.Н., Величкин В.И., Рубцов М.Г., Купер В.Я., Черток М.Б. Гидрогеохимический картаж. Теория и практика. – М.: Едиториал УРСС, 2005.

*Статья поступила в редакцию 14 сентября 2011 г.*

## INFORMATION-MEASURING SYSTEM FOR CONTROL PARAMETERS OF UNDERGROUND WATER INTAKE

***S.P. Orlov, D.A. Nechaev***

Samara State Technical University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

*The paper considers the organization of the control operation of underground water intakes with a large number of wells. The structure of information-measuring system for determining the operating parameters of wells and forecasting of source of groundwater is proposed.*

***Keywords:*** *information-measuring system, control, forecasting, underground water intake, knowledge bases.*