

УДК 004.89:628.171

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

© 2009 С.П. Орлов¹, А.В. Чуваков¹, А.Г. Мережко²

¹Самарский государственный технический университет

²НПО «Гидрострой»

Поступила в редакцию 27.10.2009

В статье рассматривается проблема управления проектированием и строительством региональных систем водоснабжения в условиях ограниченного бюджетного финансирования. Предложена методика анализа и группировки объектов водоснабжения Самарской области по параметрам источников воды. Разработана схема управления территориальным комплексом водоснабжения. Для автоматизации проектирования систем водоснабжения современным оборудованием водоочистки предложена интеллектуальная система поддержки принятия решений.

Ключевые слова: *системы водоснабжения, системный анализ, информационные технологии, интеллектуальные системы*

Обеспечение населения Самарской области питьевой водой – одна из приоритетных проблем, решение которой необходимо для сохранения здоровья и повышения уровня жизни населения. Необходимость ее решения обусловлена изношенностью оборудования водопроводных сооружений и сетей, повсеместным ухудшением состояния источников воды, техническими трудностями получения питьевой воды, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам. Существует также проблема крайне низкой водообеспеченности отдельных районов области и снижение уровня водоносных горизонтов в связи с засушливыми периодами. Наряду с этими факторами следует отметить отсутствие эффективной системы управления развитием водохозяйственного комплекса региона. Самарская область одной из первых в РФ приняла и выполняет областную целевую программу «Обеспечение населения Самарской области питьевой водой» на 2005-2010 годы» (далее - Программа) [1]. Цели и задачи Программы: обеспечение населения области питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве; улучшение на этой основе состояния здоровья и качества жизни населения; восстановление и рациональное использование источников питьевого

водоснабжения. В рамках выполнения Программы авторами был предложен концептуальный подход и разработаны методики использования информационных технологий для управления жизненным циклом системы водоснабжения на этапах проектирования, строительства и эксплуатации [2].

Программно-целевые методы управления водоснабжением региона. Программно-целевые методы планирования и управления – это методы, при которых цели плана увязываются с ресурсами с помощью программ. В программно-целевых методах строятся дерево целей и дерево ресурсов. В результате расчетов по ним выявляются ключевые программы, на которые нужно направлять наибольшие силы и средства. Проблемы, которые решает Программа, настолько сложны, что построение единого дерева целей и единого дерева ресурсов не представляется возможным. Декомпозиция единого дерева целей приводит к построению 3 деревьев целей:

- дерево технических целей, которое описывает цели модернизации и развития материально-технической базы водоснабжения, как наиболее капиталоемкой части Программы;

- дерево организационных целей, которое формулирует задачи государственной политики в области водоснабжения и водоотведения в Самарской области, определяет организационные структуры. Главной организационной целью является создание структуры из органов государственного и местного

Орлов Сергей Павлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники. E-mail: orlov_sp@mystep.ru

Чуваков Александр Владимирович, кандидат химических наук, доцент кафедры вычислительной техники. E-mail: vt@vt.samgtu.ru

Мережко Александр Геннадьевич, генеральный директор. E-mail: gidrostroy@sama.ru

управления, предприятий и финансовых институтов, которые обеспечат устойчивое развитие систем водоснабжения и водоотведения в области. Эта задача может быть решена при создании водохозяйственного кластера;

- дерево финансовых целей, которое определяет необходимые средства для решения технических и организационных проблем. Главной задачей дерева финансовых целей является достижение минимально необходимого объема финансовых средств, достаточных для решения общих и частных задач Программы. Для каждого дерева целей строится дерево ресурсов, описывающее доступные в Самарской области виды ресурсов, которые могут быть выделены для достижения поставленных целей.

Необходимость использования программно-целевого метода для реализации Программы обусловлена тем, что проблемы водоснабжения и водоотведения области:

- носят межотраслевой и межведомственный характер и не могут быть решены без участия областного центра;

- не могут быть решены в пределах одного финансового года и требуют значительных бюджетных расходов;

- затрагивают различные отрасли народного хозяйства области, ее природные ресурсы, требуют проведения единой технической политики, направленной на внедрение наиболее прогрессивных производственных и информационных технологий и оборудования.

Разработка критериев отбора объектов для Программы. Разработка мероприятий Программы и отбор объектов для создания территориального комплекса водоснабжения проводился с использованием ряда критериев:

K_1 – наличие дефицита качественной питьевой воды, отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям;

K_2 – наличие запасов качественной питьевой воды (подземные и поверхностные водозаборы) с учетом численности населения исходя из норматива 160-230 л/сутки на человека;

K_3 – оценка технического состояния существующих водозаборов и разводящих сетей на основе данных водного кадастра Главного управления жилищно-коммунального хозяйства Самарской области;

K_4 – износ систем водоснабжения, водоотведения и очистных сооружений;

K_{41} – водозаборные сооружения (производительностью 50-90%);

K_{42} – очистные сооружения (износ более 90%);

K_{43} – водозаборные сети (эксплуатация более 25 лет или износ более 60%);

K_5 – наличие проектно-сметной документации на строительство водозаборов и разводящих сетей, имеющих положительные заключения государственной экспертизы;

K_6 – возможность привлечения внебюджетных источников финансирования.

Критерии $K_1 - K_6$ можно разделить на 2 группы. Первая группа – количественные критерии, которые имеют объективные численные значения. К ним относятся критерии K_3 и K_4 , значения которых могут быть получены при анализе данных о состоянии систем водоснабжения в Самарской области. Вторая группа – критерии, имеющие качественный характер. Это критерии K_1, K_2, K_5 и K_6 . Для их определения следует использовать методы экспертных оценок [3]. При анализе сложных систем с существенной неопределенностью информации об их состоянии используется современный математический аппарат нечеткой логики [4], он позволяет на основе принимаемых гипотез о вероятностном характере показателей получать достоверные оценки искомых критериев.

Предложенные критерии были использованы при системном анализе и классификации поверхностных и подземных источников воды районов Самарской области. Результаты классификации позволили ранжировать потенциальные объекты строительства на несколько групп и определить приоритеты бюджетного финансирования. Так, по Самарской области получено 17 кластеров, анализ которых показал, что основными параметрами, подлежащими доведению до нормативных показателей, являются: бактериологическое заражение, жесткость и повышенное содержание железа.

Интеллектуальная система поддержки принятия решений по технологиям водоподготовки. На начальных стадиях проектирования задача анализа и выбора облика технического объекта из имеющихся вариантов в основном соответствует постановке задачи принятия решений. Однако традиционная постановка не учитывает поисковый характер проектирования, оставляя без внимания его творческие аспекты. Более адекватной моделью принятия решения будет в том случае, если схему многокритериального выбора предпочтительного технического предложения дополнить средствами генерации возможных проектных решений, их предварительной фильтрации, оценки их технологического

уровня. Решение этих задач, однако, связано с привлечением средств обработки знаний, логического вывода и расчетно-логических процедур. Наличие 4 перечисленных элементов (многокритериальность, знания, вывод, планирование вычислений) сочетается в интеллектуальных системах поддержки принятия решений по технологиям водоподготовки (ИСППР ТВ). Структура информационной системы представлена на рис. 1.

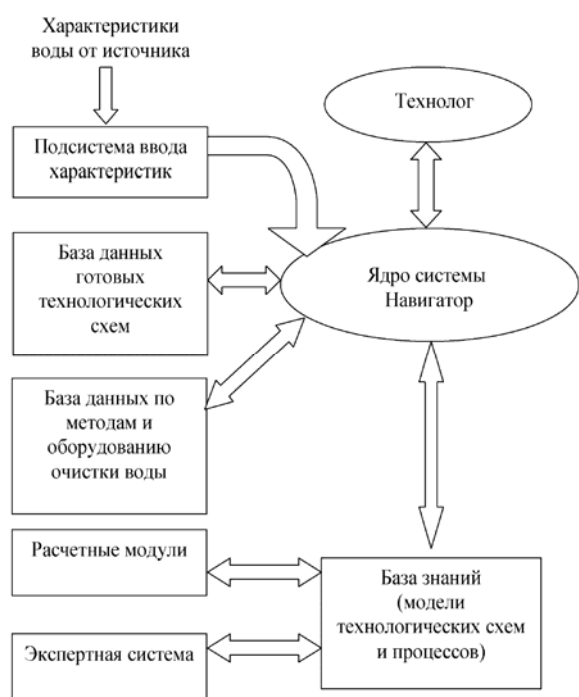


Рис. 1. Структура информационной системы

Главной целью создания информационного обеспечения ИСППР ТВ является разработка информационной системы, позволяющей правильно и быстро решать проектные задачи. Это может быть достигнуто своевременной выдачей источнику запроса полной и достоверной информации для выполнения определенной части проектно-конструкторского процесса. Основой интеллектуальной системы является экспертная система. Обобщенная структура экспертной системы представлена на рис. 2.

Пользователь – специалист предметной области, для которого предназначена система. Инженер по знаниям – специалист в области искусственного интеллекта, выступающий в роли промежуточного буфера между экспертом и базой знаний. Интерфейс пользователя – комплекс программ, реализующих диалог пользователя с ЭС как на стадии ввода информации, так и при получении результатов. База знаний (БЗ) – ядро ЭС, совокупность знаний предметной области, записанная на машинный

носитель в форме, понятной эксперту и пользователю. Подсистема вывода – программная компонента экспертных систем, реализующая процесс ее рассуждений на основе базы знаний и рабочего множества.



Рис. 2. Обобщенная структура экспертной системы

База знаний состоит из двух компонентов.

1. База фактов для поверхностных и подземных источников.
2. База правил для поверхностных и подземных источников.

В основу формального вывода положен классификатор, разработанный в НИИ ВОДГЕО [5]. Решениями экспертной подсистемы являются набор технологических схем и ожидаемый состав воды на выходе после использования каждой из технологических схем, как на настоящий момент времени, так и на момент времени по сроку прогноза изменения качества воды.

Выводы: разработанный подход и интеллектуальная информационная система применялись при планировании и выполнении областной целевой программы по водоснабжению. Полученные результаты могут быть использованы и в других областях народного хозяйства, например, при строительстве сетей теплоснабжения, газового хозяйства и т.п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Областная целевая программа «Обеспечение населения Самарской области питьевой водой» на 2005-2010 годы». Закон Самарской области от 28 декабря 2004 года № 177-ГД «Об утверждении областной целевой программы «Обеспечение населения Самарской области питьевой водой» на 2005-2010 годы».
2. Орлов, С.П. Информационно-управляющая система для территориального водоснабжения // Вестник СамГТУ. Серия Технические науки. – 2008. Вып. 2(22). – С. 111-118.
3. Подиновский, В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – С. 256.
4. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А.Н. Аверкин и др. – М.: Наука, 1986. – С.312.
5. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание второе, переработанное и дополненное / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М.: Издательство АСВ, 2004. – С. 495.

**SYSTEM ANALYSIS AND INFORMATION TECHNOLOGIES
FOR DESIGN AND BUILDING THE TERRITORIAL COMPLEX
OF WATER SUPPLY**

© 2009 S.P. Orlov¹, A.V. Chuvakov¹, A.G. Mereshko²

¹ Samara State Technical University

² NPO “Gydrostroy”

In the article the problem of control of projecting and construction works of regional water supply systems under limited budget financing is considered. The method of analysis and classification of water supply objects of the Samara Region by water sources parameters is proposed. The scheme of administrating of the territorial water supply complex is developed. For the automatic projecting of water supply systems by the modern water purifying equipment the intellectual system of decision-making support is proposed.

Key words: *water supply systems, classification, informational technologies, intellectual systems*

Sergey Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Computer Technology Department. E-mail:
orlov_sp@mystep.ru

Alexander Chuvakov, Candidate of Chemistry, Associate
Professor at the Computer Technology Department.
E-mail:vt@vt.samgtu.ru

Alexander Merezhko, General Manager. E-mail:
gidrostroy@sama.ru