

УДК 628.1

С.Романчук, директор СКТБ «Турбулентность»
Донецкий национальный университет,
romanchuksm@rambler.ru

Направления развития городских АСУ ТП водоснабжения и водоотведения

Изучены тенденции в развитии АСУ ТП водоснабжения и водораспределения крупных городов. Показано, что развитие автоматизированных систем идет по пути использования технических средств мониторинга и передачи данных, модернизации локальных систем автоматического управления работой оборудования на объектах совершенствования диспетчеризации технологических процессов. Актуальным направлением является создание моделей данных, хранящихся в технологических базах данных, которые использовали бы методы интеллектуального анализа информации и учитывали закономерности водораспределения и водоподачи.

Ключевые слова: автоматизированные и информационные системы, водораспределение и водоподача, направления и тенденции развития.

Введение

В Украине одной из наиболее актуальных задач является снижения энерго- и ресурсопотребления систем водоснабжения и водоотведения. Потребление электроэнергии предприятиями водоснабжения в крупных городах составляет от 5 до 30 МВт. Это требует внедрения целого комплекса мероприятий по энергосбережению. Коммунальные предприятия могут иметь развитые системы технологического мониторинга и управления режимами работы средств водоснабжения. Существует множество технических решений, основанных на применении информационно-управляющих систем, логических частотно-управляемых приводов и систем мониторинга в области водораспределения и водоотведения [1 – 7].

Оптимизация работы насосного и водораспределительного оборудования невозможна без создания современной информационно-аналитической системы мониторинга и управления процессами водоснабжения города. Сегодня развитие АСУ ТП предприятий водоснабжения идет по пути совершенствования средств мониторинга и передачи данных, а также внедрения систем микропроцессорного управления на локальных объектах. Диспетчеризация технологических процессов в основном развивается по пути сбора и представления данных о режимах работы систем и сигнализации о возникновении нерасчетных значений показателей и характеристик.

По мнению многих авторов, повышение эффективности и экономичности работы городских водораспределительных систем на

основе развития информационных систем мониторинга и управления водоснабжением крупных городов является актуальным направлением в реконструкции объектов предприятий водоснабжения.

Исходя из этого, целью данной статьи является изучение современных тенденций в развитии АСУ ТП водоснабжения и водоотведения крупных городов с точки зрения внедрения информационных технологий и автоматизированных средств управления работой оборудования.

Тенденции в развитии АСУ ТП водоснабжения и водоотведения

Практика работы крупных предприятий водоснабжения показывает, что наилучший результат может быть получен при использовании комплексного подхода, который включает применение средств автоматизации на всех уровнях системы водоснабжения, в том числе диспетчерского управления и учета энергоресурсов. Обычно внедрение комплексных систем автоматизации на базе современных ИТ-систем и программно-технических комплексов осуществляется предприятиями водоснабжения поэтапно с постепенным увеличением сложности. Развитие АСУ ТП предприятий водного хозяйства осуществляется в следующих направлениях водоснабжения и водоотведения, в которых технические решения для автоматизированных систем имеют свои особенности [1, 2]:

- системы управления технологическими процессами водозабора (водозаборные скважины, насосные станции 1-го подъема, водопроводные узлы);

- системы управления технологическими процессами реагентного хозяйства и водоотведения;

- системы автоматизации и диспетчеризации объектов водораспределения и водоснабжения (насосные станции 2-го и последующих подъемов, подкачивающие насосные станции, групповые потребители, локальные объекты, водопроводные сети);

- системы автоматизации и диспетчеризации объектов водоотведения (канализационные насосные станции, водовыпуски).

Основные цели совершенствования автоматизированных систем направлены на обеспечение надежного водоснабжения с минимальными затратами энергии, экономию электроэнергии и воды, ведение оперативного мониторинга работы оборудования и управление технологическими процессами, увеличение сроков службы и снижение затрат на ремонты и т.д. Исходя из этого, комплексные АСУ ТП предприятий водного хозяйства функционально реализуют различные виды мониторинга и управления технологическими процессами на объектах автоматизации, которые включают системы водозабора, водоподготовки, распределения и снабжения водой потребителей, а также водоотведения и очистки стоков.

Обычно при создании комплексных автоматизированных систем реализуется концепция объектно-территориального подхода с реализацией методов непрерывного технологического мониторинга, а также локально-автоматического или дистанционно-диспетчерского управления процессами. Чаще всего системы имеют два-три иерархических уровня с несколькими подсистемами, например, локальной системой мониторинга и микропроцессорной системой управления объектом, подсистемой связи с объектами, диспетчерской системой управления и т.д. Подсистемы создаются с учетом принципов многофункциональности и информационного взаимодействия, структурной многоуровневости и иерархичности, обеспечения систематичности и непрерывности наблюдений, а также оперативности управления.

Принцип унификации при создании систем обеспечивается путем использования серийно выпускаемых технических средств, типизации проектных решений и применения единых подходов при внедрении информационных и коммуникационных технологий, которые распространены на рынке. Также изначально при проектировании современных систем учитывается принцип поэтапного развития АСУ ТП

предприятия. Оптимальное развитие систем обеспечивается возможностью увеличения объектов мониторинга и управления, увеличением перечня контролируемых показателей, расширением структуры и функций системы, а также за счет модернизации программного и технического обеспечения.

Анализ АСУ ТП крупных предприятий водного хозяйства показал, что архитектура систем чаще всего имеет три уровня и включает: центральный диспетчерский пункт; средний уровень, который может быть привязан к ряду крупных объектов; и нижний уровень, на котором обеспечивается мониторинг и управление на локальных объектах [1, 6, 8 – 12].

На центральном уровне обычно реализуются функции контроля показателей работы наиболее важного оборудования и параметров технологических процессов, визуализация, архивирование и документирование информации, учет расхода ресурсов по всем объектам и статистическое обобщение данных, координация управления подсистемами, расчет технико-экономических показателей работы системы, прогнозирование хода технологических процессов и определение их рациональных режимов.

На среднем уровне реализуются функции мониторинга показателей работы оборудования и параметров технологических процессов группы объектов, архивирование и документирование информации, учет расхода ресурсов, управление оборудованием, функции оперативного учета параметров, некоторые прогнозные, диагностические и расчетные задачи.

На нижнем уровне реализуются функции диагностики оборудования и мониторинга технологических процессов локального объекта, программно-логического управления агрегатами и запорной аппаратурой, противоаварийной защиты и блокировки, учета потребляемых ресурсов, передачи необходимой информации на верхние уровни и т.д. Для решения этих задач используется обычно программируемый контроллер, который реализует систему автоматизации локального объекта в автоматическом или дистанционном режиме управления и организует передачу данных по телефонной или оптоволоконной линии, по радиоканалу или GSM-каналу.

На рисунке 1 приведена типовая схема технического решения автоматизации современного предприятия водного хозяйства.

На каждом уровне обычно используются подсистемы визуализации и управления различного уровня сложности в виде человеко-машинных интерфейсов, позволяющие

отображать технологическую информацию на мнемосхемах или графиках, получать видеoinформацию реальных ситуаций, просматривать архивы и протоколы событий, реализовывать функции управления объектами и защиты от неправильных действий операторов, формировать и выдавать отчеты и т.д.

Диспетчерские подсистемы верхнего и среднего уровня оборудуются локальной сетью с компьютерами, на которых устанавливаются SCADA-системы, а также устройствами связи с

объектами. На некоторых предприятиях водного хозяйства начинают применяться WebSCADA-системы, использующие различные возможности Web-технологий.

Водозаборы предприятий водного хозяйства (водозаборные подземные скважины, насосные станции 1-го подъема, крупные водопроводные узлы) представляют собой сложные инженерно-технические сооружения, которые рассредоточено размещены на значительной территории.

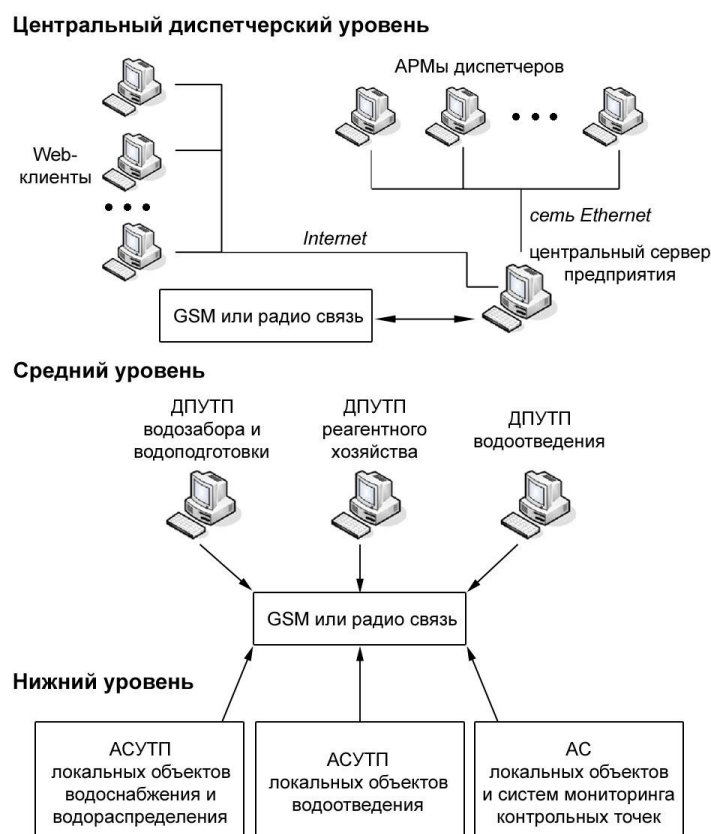


Рисунок 1 – Типовое решение автоматизации предприятия водного хозяйства:
ДПУТП – диспетчерский пункт управления технологическими процессами;
АС – автоматизированная система

Города с населением более 1 млн. жителей могут иметь до 5 – 10 водопроводных станций, забирающих воду из рек, каналов и крупных подземных скважин. Автоматизированные системы управления работой подобными объектами являются развитыми программно-техническими комплексами, цели которых направлены на надежное водоснабжение, создание единой системы мониторинга и управления объектами, минимизацию потребления энергии и воды, обеспечение надежной работы технологических систем и увеличение сроков эксплуатации насосного оборудования и запорной арматуры. Основные функции АСУ ТП

водозаборов связаны с созданием централизованной системы мониторинга объектов и технологических процессов, прогнозированием хода технологических процессов и определение их рациональных режимов, представлением операторам оперативной и ретроспективной информации, обнаружением нештатных и аварийных ситуаций и сигнализацией о их возникновении, диагностикой оборудования, управлением режимами работы системы, учетом параметров водозабора и энергопотребления насосов, формированием отчетных документов и т.д. Структура АСУ ТП водозаборов предприятий водного хозяйства приведена на рисунке 2.

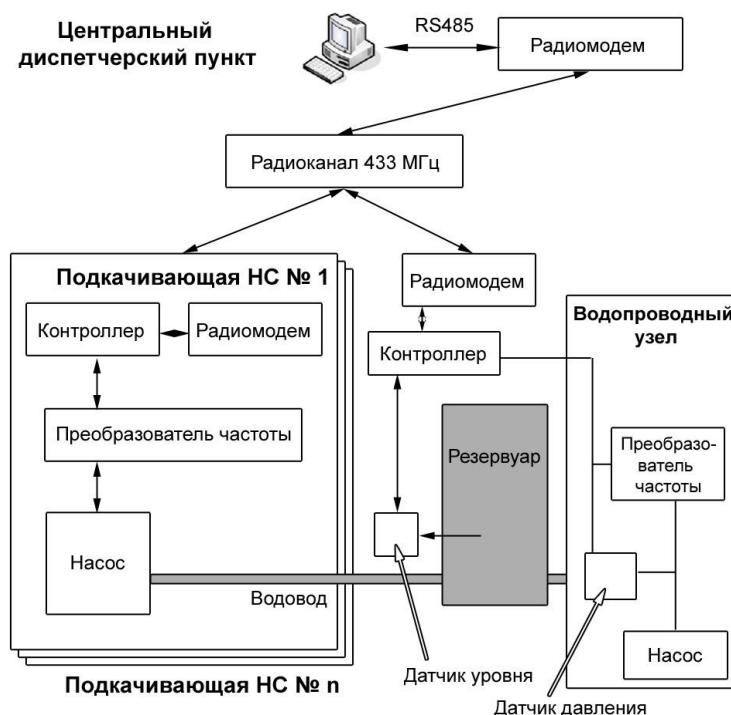


Рисунок 2 – Структура АСУ ТП типовой водозаборной станции

Технические средства, на основе которых комплектуется АСУ ТП – это средства мониторинга и измерений (расходомеры, погружные уровнемеры, датчики различных параметров и т.д.), средства управления (частотные преобразователи, приводы задвижек, системы регулирования и т.д.), коммуникационные устройства в случае использования устройств с различными протоколами, пульт диспетчера на основе широкоформатных экранов, микропроцессорные средства и ПЭВМ, радиомодемы и GSM-модемы, OPC-сервера и т.д. Программные средства АСУ ТП включают системы диспетчерского управления и сбора данных SCADA, АРМы диспетчера, базы данных и средства динамической визуализации данных, различное специальное ПО

Достаточно сложными инженерно-техническими сооружениями являются также системы реагентного хозяйства и водоотведения предприятий водного хозяйства. Система реагентного хозяйства и свойственные ей технологические процессы обеспечивают подготовку питьевой воды и контроль ее качества. Реагентное хозяйство включает расходные баки коагулянта и поликриламида, дозировочные насосы и насосы перекачки, воздуходувки, растворные баки, баки хранилища, системы хлорирования или озонирования воды и т.д.

Система водоотведения предприятия водного хозяйства обеспечивает полную

биологическую очистку сточных вод. Обычно станции очистки сточных вод используют стандартную технологическую схему: удаление примесей на механических решетках, песколовках и в первичных отстойниках, удаление биологических компонентов в аэротенках и вторичных отстойниках, обеззараживание воды и т.д. Технологическая схема обработки осадка включает: илоуплотнители и ленточные сгустители для активного ила, метантенки, уплотнители и сгустители сброженного осадка, фильтр-прессы для обезвоживания осадка с применением флокулянтов, иловые площадки и полигоны депонирования.

Целью создания АСУ ТП реагентного хозяйства является обеспечение надежной очистки сточных вод. Функции АСУ связаны с измерением и контролем технологических параметров и параметров сточных вод, представлением операторам оперативной информации, архивированием истории изменения параметров, управлением режимами работы системы, реализацией расчетных задач по очистке сточных вод, формированием отчетных документов, диагностикой оборудования и т.д.

Технические средства, используемые АСУ ТП реагентного хозяйства и станций водоотведения, включают средства мониторинга и измерений (датчики параметров воды и растворов, расходомеры, уровнемеры, датчики различных технологических параметров и т.д.), средства

управления (регулируемые насосы и дозаторы, системы поддержания температуры нагнетания воздуха, приводы задвижек и т.д.), пульты диспетчера и оперативного персонала, микропроцессорные средства и ПЭВМ и т.д. Программные средства АСУ ТП – это системы SCADA, АРМы диспетчера, системы реального времени контроллеров, специальное ПО для расчетных задач и моделирования процессов и объектов, экспертные системы.

Обычно развитые АСУ ТП реагентного хозяйства и станций водоотведения могут обрабатывать до 5000 – 6000 каналов физических сигналов и выдавать управляющие сигналы по каналам управления, количество которых может достигать до 1000.

Системы автоматизации и диспетчеризации объектов водораспределения и водоснабжения, а также водоотведения предназначены для повышения эффективности работы подкачивающих (ПНС) и канализационных (КНС) насосных станций. Структура объекта управления в этом случае приведена на рисунке 3.

Предприятия водного хозяйства крупных городов могут иметь более сотни ПНС и несколько десятков КНС, которые обычно разбросаны по всей территории города. Функции АСУ ТП данных объектов направлены на мониторинг режимных параметров технологических процессов, управление технологическим оборудованием, насосами и задвижками, обеспечение противоаварийных защит и блокировок, автоматическое управление оборудованием с целью снижения потребления энергии, передачу данных мониторинга и информации о потоках событий на диспетчерские пункты различных уровней, диагностику элементов оборудования и выдачу сообщений об нештатных ситуациях, учет параметров расхода воды и энергопотребления насосов, выдачу отчетных документов и сообщений, а также решение локальных прогнозных задач хода технологических процессов и определения их рациональных режимов и т.д.

Технические средства, на основе которых компонуются подсистемы данного уровня – это программно-логические контроллеры и шкафы для их размещения, средства мониторинга и измерений (расходомеры, счетчики электроэнергии, датчики параметров и т.д.), средства управления (частотные преобразователи, приводы задвижек и т.д.), радиомодемы и GSM-модемы, средства ввода-вывода информации и т.д. Программные средства подсистемы – это АРМ оператора, драйверы устройств, специальное ПО.

В АСУ ТП предприятий водоснабжения и водоотведения обычно применяются достаточно

простые алгоритмы решения задач водораспределения и выбора оптимальных режимов работы оборудования. Данные алгоритмы требуют использования значительного количества исходных данных и отличаются низкой достоверностью прогнозных результатов, т.к. ошибки, вносимые с большим количеством исходных данных, изначально достаточно велики. Экспертные системы, а также информационно-аналитические системы, которые предусматривают использование методов моделирования и идентификации моделей работы оборудования и водораспределительных систем, применяются редко.

В связи с накоплением предприятиями водоснабжения и водоотведения больших объемов технологической информации, последнее время при ее анализе, начинают применяться методы интеллектуального анализа данных. Для анализа данных, собранных АСУ ТП предприятий, могут использоваться методы прогнозирования временных рядов, регрессионные деревья, эволюционное программирование, алгоритмы ограниченного перебора, многомерная визуализация и т.д. Развитие этих методов является актуальной задачей в области совершенствования АСУ ТП, т.к. установление закономерностей в базах данных, содержащих информацию о режимах работы оборудования и водопроводных сетей, позволит разработать эффективные алгоритмы управления технологическими процессами.

Данный факт становится важным на фоне того, что закономерности формирования технологических режимов в системах водоснабжения с развитыми элементами автоматического регулирования, имеют существенные отличия по сравнению системами водоснабжения без регулирования.

Таким образом, объединение средств мониторинга с большими базами статистических данных и инструментами Data mining является перспективным путем развития информационно-аналитических и экспертных систем, обеспечивающих поддержку принятия решений на предприятиях водоснабжения и водоотведения.

Ряд крупных предприятий водного хозяйства кардинально совершенствуют принципы управления путем внедрения систем менеджмента качества, которые основываются на процессном подходе, когда в рамках организации осуществляется автоматизация и информационная поддержка нескольких производственных процессов, например, технологических и деловых процессов.

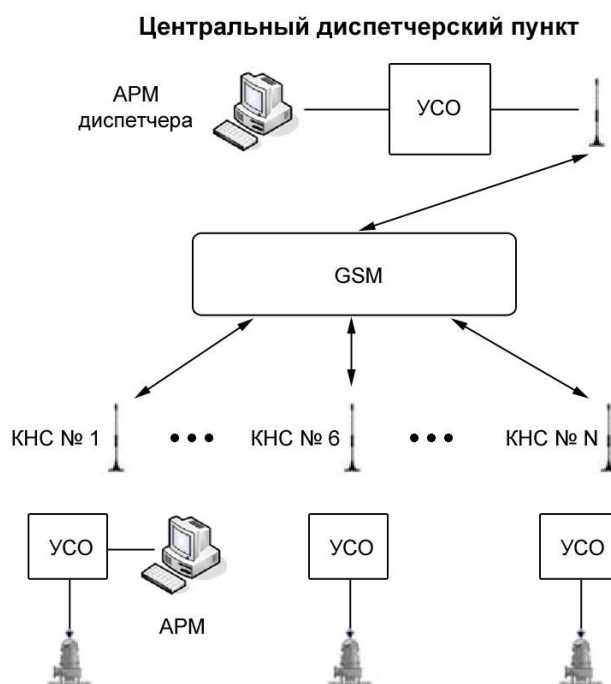


Рисунок 3 – Структура автоматизированной системы ПНС или КНС:
УСО – устройство связи с объектом

Основная цель процессного подхода на базе корпоративных информационных систем (КИС) заключается в обеспечении единства управления предприятием и освобождении персонала от значительного количества рутинных операций, связанных с оперативным управлением.

Однако как показывает практика, даже комплексное внедрение КИС деловых процессов не может заменить АСУ ТП предприятий, для которых характерна специфическая функциональность, свойственная предприятию. Поэтому требуются решения, которые позволяют использовать возможности интеграции информационных систем различной направленности. В таких случаях КИС деловых процессов выполняют роль центрального шлюза для представления технологической информации пользователям на предприятии. В настоящее время на предприятиях водного хозяйства стран бывшего СССР распространены следующие КИС: «Галактика», «Парус», «1С: Предприятие», КИС «АС+» и т.д. В будущем возможно слияние систем АСУ ТП и КИС в единую автоматизированную систему управления работой предприятий. Подобные информационные системы сравнительно не давно стали появляться на рынке информационных технологий. На предприятиях водоснабжения и водоотведения имеются примеры внедрения таких систем на базе расширения функций корпоративных информационных систем [13].

Выводы

Анализ и обзор литературных источников в изучаемой предметной области показал, что развитие АСУ ТП предприятий водоснабжения и водоотведения идет по пути совершенствования технических средств мониторинга и передачи данных, а также модернизации локальных систем автоматического управления работой оборудования на объектах. Диспетчеризация технологических процессов в основном осуществляется по пути сбора и представления данных и сигнализации о возникновении нерасчетных режимов, при этом диспетчерское управление объектами направлено на корректировку допустимых параметров технологических процессов. На удаленных локальных объектах преобладает микропроцессорное управление режимами работы оборудования водораспределения и водоотведения.

Сбор и обработка информации в АСУ ТП ведется путем измерения, контроля и учета текущих значений параметров способом периодического циклического опроса датчиков и приборов или способом целенаправленного опроса в случае изменения режима работы оборудования. В этом случае регулирование работы оборудования осуществляется преимущественно локально на основе микропроцессорных систем, позволяющих

автоматизировано обеспечить поддержание заданных режимных показателей. Непрерывный мониторинг датчиков и приборов контроля с одновременным микропроцессорным управлением и расчетом интегральных показателей, позволяющих оптимизировать режимные параметры, осуществляется редко, т.к. это требует применения специальных дорогостоящих программных систем и создания больших баз ретроспективных данных.

В АСУ ТП предприятий водоснабжения и водоотведения обычно применяются достаточно простые алгоритмы решения задач водораспределения и выбора оптимальных режимов работы оборудования. Экспертные системы, а также информационно-аналитические системы, которые предусматривают использование методов моделирования и идентификации моделей работы оборудования и водораспределительных систем, применяются очень редко.

В связи с накоплением предприятиями водоснабжения и водоотведения больших объемов технологической информации, последнее время при ее анализе, начинают применяться методы интеллектуального анализа данных. Для анализа данных, собранных АСУ ТП предприятий, могут использоваться методы прогнозирования временных рядов, регрессионные деревья, эволюционное программирование, алгоритмы

ограниченного перебора, многомерная визуализация и т.д. Развитие этих методов является актуальной задачей в области совершенствования АСУ ТП, т.к. установление закономерностей в базах данных, содержащих информацию о режимах работы оборудования и водопроводных сетей, позволит разработать эффективные алгоритмы управления технологическими процессами.

Данный факт становится важным на фоне того, что закономерности формирования технологических режимов в системах водоснабжения с развитыми элементами автоматического регулирования имеют существенные отличия по сравнению с системами водоснабжения без регулирования. Фундаментальных моделей водораспределения и водоподачи, которые бы учитывали эти особенности в практике, практически нет. Также отсутствует и соответствующее программное обеспечение. Поэтому одним из самых актуальных направлений в создании информационных моделей является разработка моделей данных технологических баз данных, которые бы использовали методы интеллектуального анализа информации и учитывали закономерности водораспределения и водоподачи крупных распределенных сетей водоснабжения городов.

Список литературы

1. Возможности эффективного использования энергии и воды в муниципальных водохозяйственных системах [Текст] / Alliance to Save Energy, под общ. ред. Д. Е. Немцова. – Washington, 2002. – 144 с.
2. Пособие по проектированию автоматизации и диспетчеризации систем водоснабжения [Текст] / доп. к СНиП 2.04.02-84. – [утв. прик. Союзводоканал-НИИпроекта от 5.03.85]. – М.: Союзводоканал-НИИпроект, 1985. – 42с.
3. Масленников В. Создание автоматизированной диспетчерской системы управления водопроводной станцией [Текст] / В. Масленников // Системотехника, телемеханика и автоматизация. – Системная интеграция, коммунальное хозяйство. – 2002. – №1. – С. 20 - 25.
4. Автоматизация водоснабжения, диспетчеризация КНС [Электронный ресурс] / мат. сайта Телепозиционный проект, 2007. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE 6.0. – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://www.tpproject.ru/solution/water/>
5. Диспетчеризация и системы ресурсов. АСКУЭ. Энергоучет. Решения. [Электронный ресурс] / мат. сайта компании ИнСАТ, 2002 – 2010. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE 6.0. – Название с тит. экрана. – Режим доступа: http://www.insat.ru/projects/Dispatching_/
6. Рульнов А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения [Текст] / А. Рульнов, К. Евстафьев. – М.: Изд. дом Инфра-М, 2007. – 205 с.
7. Романчук С.М. Автоматизированная система мониторинга и управления водоснабжением города Донецка станцией [Текст] / С. Романчук // Вісник ДонНУ, Сер. А: Природничі науки. – 2009. – вип. №2. – С. 133 – 141.
8. Система автоматизации и диспетчеризации объектов Водоканала [Электронный ресурс] / мат. сайта ЗАО Технолинк, 1999-2010. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE 6.0. – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://www.technolink.spb.ru/index.php?pid=360>

9. Диспетчерские системы водоканала [Электронный ресурс] / мат. сайта ЗАО Автоматика РУС, 2003-2007. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE 6.0. – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://www.avtomatikarus.com/automation/water-supply.html.ru>
10. Проектирование, строительство и реконструкция систем и сооружений для водоснабжения и водоотведения. Очистные сооружения. [Электронный ресурс] / мат. сайта комп. Гидроаудит. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE 6.0. – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://www.hydroaudit.ru/asu>
11. Автоматизация водоснабжения городов [Электронный ресурс] / мат. сайта комп. ООО Ролсиб, 2010. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE 6.0. – Название с тит. экрана. – Режим доступа: <http://privod.tomsk.ru/gorod-vodosnabzhenie>
12. Водоснабжение и водоотведение. Промышленная автоматизация предприятий [Электронный ресурс] / мат. сайта комп. ЗАО Синетик, 2009-2010. – Систем. требования: Pentium-500; 128 Мб RAM; Windows 98/2000/NT/XP; MSIE 6.0. – Название с тит. экрана. – Режим доступа: http://sinetic.ru/ru/projects/index.php?SECTION_ID=276
13. Паклин Н.Б. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям [Текст] / Н.Б. Паклин, В.И. Орешков – СПб.: Питер, 2009. – 624 с.

Надійшла до редакції 16.03.2014

С. РОМАНЧУК

Донецький національний університет, СКТЬ «Турбулентність»

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ МІСЬКИХ АСУ ТП ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Вивчено тенденції в розвитку АСУ ТП водопостачання та водорозподілення великих міст. Показано, що розвиток автоматизованих систем йде шляхом використання технічних засобів моніторингу та передачі даних, модернізації локальних систем автоматичного управління роботою обладнання на об'єктах, вдосконалення диспетчеризації технологічних процесів. Актуальним напрямом є створення моделей даних, що зберігаються у технологічних базах даних, які використовували би методи інтелектуального аналізу інформації та враховували закономірності водорозподілення і водоподачі.

Ключові слова: *автоматизовані та інформаційні системи, водорозподілення і водопостачання, напрями і тенденції розвитку.*

S. ROMANCHUK

Donetsk National University, SDTB "Turbulentnost"

DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT OF A TOWN'S AUTOMATE SYSTEM OF CONTROL OF THE TECHNIC PROCESS OF WATER SUPPLY AND WATER REMOVAL

The tendencies in development of the ASC TP of cities' water supply and water allocation are studied. It is shown that the development of automate systems goes towards the use of technical facilities of monitoring and data transfer, reequipment of local systems of automatic control on installations, updating of manual supervision of the processes. The direction of great current interest is the creation of sample pieces of the given technic databases which would use the methods of information intellectual analysis and would take into account regularity of water allocation and water transmission.

Key words: *automate and informative systems, water allocation and water transmission, directions and development trends.*