

Автоматизация процессов жизнеобеспечения системы «Интеллектуальное здание»

А.В. Алёшинцев

Московский государственный строительный университет, Москва

Аннотация: Статья посвящена актуальной проблеме автоматизации процессов жизнеобеспечения системы «Интеллектуальное здание», решаемой за счёт внедрения модулей телеметрии, с целью соблюдения требований контроля, надзора и мер предосторожности. На примере технического обслуживания водопроводных сетей, рассматривается сфера разграничений и ответственности за эксплуатацию инженерных сетей и сооружений (между поставщиками и потребителями) с обеспечением анализа качества воды. Анализ АСДКУ (автоматизированной системы диспетчерского контроля и управления) водозаборного узла показывает, что, хотя вопросам контроля и распределения водоснабжения в городе посвящено много работ (как российских, так и зарубежных исследователей), сузив объект исследования до комплекса автоматизированной системы дозирования гипохлорита натрия (ГН), становится видна возможность её оптимизации (с учетом конкретных состояний системы). Приведённые в работе формулы расчёта открывают возможность в системе обеззараживания (СО) чётко следить и детально анализировать основные параметры (СО). Автоматическое управление комплексом осуществляется контроллером и персональным компьютером (ПК), актуальность же состоит в расширении функционала работы водозаборного узла (за счёт использования технологических и управляющих модулей телеметрии, системы телеизмерений и телеуправления) с организацией бесперебойной, дистанционной работы диспетчерской службы. Разработанные модули (посредством пространственных моделей и моделей временных рядов) обеспечивают ряд дополнительных функций по контролю качества воды (остаточный хлор, учёт случайных факторов загрязнения), поддержке маршрутной технологии системы диспетчеризации, дистанционному управлению исполнительными механизмами, самодиагностике (программно - технического комплекса) и планированию (профилактических, ремонтно-восстановительных) работ инженерных систем.

В результате оперативного мониторинга качества воды (с использованием модуля телеметрии) в хлораторной автоматически обеспечиваются оптимальные соотношения хлора, попадающего в воду. При этом автором доказывается, что применение предложенного способа контроля и передачи данных позволяет выполнять непрерывную удалённую диагностику (каналов связи, работоспособности всех систем), отпадает необходимость направлять специалистов непосредственно на объект (параметризация, калибровка устройств осуществляется дистанционно). Быстрая установка предельных уровней и режимов работы позволяет гибко управлять производственным процессом, а при смене задач - перенастраивать и переоснащать систему.

Ключевые слова: Система телеметрии и телеуправления, интеллектуальное здание, АСДКУ, система телемеханики, технологический модуль, модуль телеметрии, система диспетчерского контроля и управления, маршрутная технология системы диспетчеризации, управление производственным процессом, мониторинг качества воды, управляющий модуль телеметрии.

Введение

Интеллектуальное здание (ИЗ) представляет собой комплекс проектных, организационных, инженерно-технических и программных решений, обеспечивающих гибкую и эффективную технологию обслуживания здания, отвечающего потребностям XXI в. [1], с соблюдением современных технологий. При этом, система жизнеобеспечения, такая как мониторинг качества воды (англ. Water Quality Monitoring (WQM)) является экономически эффективной системой, предназначенной для мониторинга качества питьевой воды с использованием технологии Интернета вещей (IoT). Подобные системы состоят из датчиков, измеряющих параметры (значение pH, мутность и уровень воды в резервуаре, температуру и влажность окружающей среды) и микроконтроллера (MCU) взаимодействующего с ними для дальнейшей обработки, выполняемой на персональном компьютере (ПК) [2], а модули автоматизируют работу станции, уменьшая число аварий на объектах [3] и повышают эффективность работы.

Исследование и анализ существующих систем жизнеобеспечения ИЗ актуально, так как системой достигается:

- возможность контроля и автоматического регулирования сложных сетей жизнеобеспечения, состоящих из множества частей;
- обеспечение работоспособности в заданных режимах среды;
- обеспечение функциональной зависимости друг от друга отдельных частей системы;
- возможность обеспечивать максимальное использование сторонних (разнообразных) ресурсов, например, в альтернативной энергетике [4] эталонных наборов (пакетов) параметров.

Контроль расхода жидкости, поступающей в контрольно-измерительную ёмкость с помощью различных расходомеров, а также управление подачей

жидкости и регулятором, подробно изложено в источнике [5]. В [6] указывается, что при создании автоматизированных систем диспетчерского контроля и управления уделяется большое значение качеству воды, на примере электрогидроимпульсной прочистки систем горячего и холодного водоснабжения, радиаторов и котлов.

При диспетчеризации множество основных действий, являющихся реализацией технологических операций обработки, как правило, известно. Оно определяется номенклатурой выпускаемых изделий [7] и их маршрутной технологией. В свою очередь, множество вспомогательных действий заранее неизвестно и зависит от ряда факторов [8], связанных с выполняемыми основными действиями и ресурсами компьютерно – интегрированного производства.

Анализ новейшей научной литературы показывает, что вопросу автоматизации процессов жизнеобеспечения систем «Интеллектуальное здание» уделяется большое значение. Также, соответствующая теме исследования, литература представляет методологию (с использованием пространственных моделей и моделей временных рядов), применяемую к датчикам управления водной сетью, что вносит вклад в теоретическую и методологическую основу построения работы. Основные теоретические работы по теме исследования позволяют обосновать выбор направления исследования, оценить проработанность темы и скорректировать – сузить объект исследования. При этом, когда мы отобрали и обобщили литературу (высококачественные научные данные и аргументы), результат обзора показал, что проблемы автоматизации процессов жизнеобеспечения системы «интеллектуальное здание» актуальны, и применение модулей телеметрии позволяет автоматизировать работу станции, фокусируясь на исследовательском вопросе очищения воды гораздо качественнее.

Автоматизированная система диспетчерского контроля и управления

Для сбора, обработки, архивирования и передачи данных на центральный диспетчерский пункт (ДП) информации о параметрах режимов работы и состоянии приборов учёта энергоресурсов и инженерных систем объекта водозаборного узла (ВЗУ), предназначена автоматизированная система диспетчерского контроля и управления (АСДКУ).

Диспетчерская служба контролирует бесперебойность поставки с устранением аварий при обеспечении водоснабжением, водоотведением, электропитанием объектов «ИЗ».

Вопросам контроля и распределения водоснабжения в городе посвящено много работ, например (город Сантьяго – Чили [9], город Barcelona- Испания [10]...)

Комплекс автоматизированной серии дозирования гипохлорита натрия (АСДГН) для обеззараживания питьевой воды

Хлорирование - распространенный метод дезинфекции при очистке воды. В [11] описано, что этот метод можно превратить в усовершенствованный процесс окисления путем включения УФ-излучения во время обработки воды. Применение комплекса АСДГН позволяет организовать местный диспетчерский пункт (МДП) с отражением процесса обеззараживания на мнемосхеме монитора персонального компьютера в режиме реального времени. При этом комплекс дозирования реагентов – это комплекс оборудования, отвечающего за подачу определенного количества химических реагентов в определенный временной промежуток, а его основная задача автоматическое отмеривание требуемого количества реактива, которое должно использоваться для очистки воды, с использованием химических реагентов.

Многие из таких установок состоят из нескольких обязательных дозирующих насосов–дозаторов (задача которых вводить точное количество в воду реагента) и блоков управления (контролируют работу всей системы), а

также насоса-дозатора. Такие блоки состоят из автоматизированных слотов управления с удобным интерфейсом, благодаря которому необходимые параметры настраиваются и задаются удобно и легко. Требуемые настройки задают при монтаже системы, но иногда требуется их корректировка. Такие возможности корректировки заданных параметров (в случае необходимости) предусмотрены в блоке управления.

Комплекс предназначен для надёжного и пролонгированного обеззараживания добываемой воды из артезианских скважин и поступающей далее в распределительную сеть. Основой процесса обеззараживания является рабочая доза активного хлора, которая обеспечивает надлежащий бактерицидный эффект уничтожения кишечных палочек в обрабатываемой воде в течение контактного периода хлора с водой.

В установках очистки питьевой воды для дезинфекции [12] обычно применяется хлорирование с использованием реагентов Cl_2 , ClO_2 или $NaOCl$. Определение рабочей дозы регламентируется инструкцией, периодичность определения рабочей дозы регламентируется государственным стандартом. Время контактного периода, после которого определяется остаточный хлор, регламентируется санитарными правилами и нормами. Рабочая доза активного хлора (D) определяется по формуле (1) как отношение активного хлора ($K\ CL$), гр. к расходу (объёму) поступающей воды (P), куб. метров:

$$D = KCL / P \quad (1)$$

Отсюда необходимое количество активного хлора определяется соотношением:

$$K\ CL = D \cdot P \quad (2)$$

где D - постоянная величина на определённый период; P - величина, которая должна определяться расходомером. Формула (2) чётко и однозначно диктует схему построения технологического процесса обеззараживания

хлором, (см. рис. 1.) которая позволяет нормировать контакт воды с хлором.

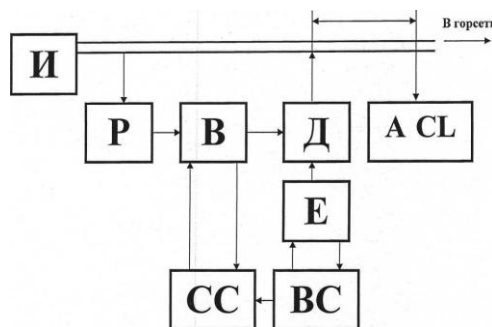


Рис. 1. - Структурная схема процесса обезораживания

где И - источник воды; Р - расходомер воды; В - вычислитель, определяющий значение К СL; Д - дозирующее устройство, выполняющее команду вычислителя и направляющее заданное К СL в трубопровод; Е - ёмкость хранения реагента; ВС - прибор, определяющий фактический расход К СL; СС - схема сравнения заданного и фактического расхода К СL; А СL - анализатор остаточного хлора (титрование).

Работа комплекса

Оборудование комплекса (см. рис. 2) рассредоточено на территории водонапорной станции (ВНС). К объектам, расположенным на территории ВНС, где смонтировано оборудование комплекса относятся:

- на ВНС установлены персональный компьютер (ПК), расходомеры - счётчики, определяющие приход воды в резервуар чистой воды (РЧВ) из скважин.
- РЧВ, с вмонтированным уровнемером для определения уровня воды в резервуаре.
- помещение дозирования гипохлорита натрия (ГН), где в соответствии с технологической схемой хранится и осуществляется подача ГН определёнными порциями в трубопровод подающий воду в РЧВ.
- камеры на входных трубопроводах, в которых смонтированы форсунки впрыска, через которые осуществляется дозированная подача ГН.

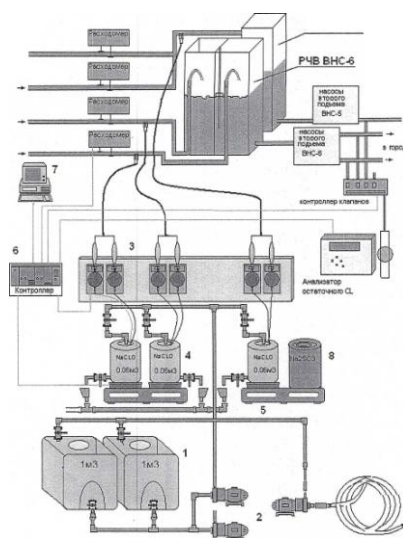


Рис. 2. - Технологическая схема комплекса дозирования ГН на ВНС

Работа оборудования осуществляется в следующей последовательности:
Из транспортной ёмкости ГН насосом закачивается в ёмкости хранения (1).
Из ёмкости хранения ГН насосами перекачивается в расходные ёмкости (4)
установленные на весы (2).

Расходные ёмкости готовы к работе. Насосы дозаторы (3) под управлением ПК и контроллера выкачивают ГН каждый из своей ёмкости в трубопровод, подающий воду в РЧВ. На каждой линии подачи ГН установлены по два насоса дозатора. Для поддержания линий подачи ГН в рабочем состоянии насосы дозаторы периодически переключаются. Переключение их происходит по истечении времени, установленного в меню «Настройки» (Н).

После опорожнения рабочей ёмкости ГН закачивается из ёмкости хранения насосом. Объёма ГН в одной ёмкости хватает на сутки дозирования. Контроль за расходом ГН осуществляется с помощью весов. Таким образом, операторы (вдвоём, по технике безопасности) появляются в дозаторной один раз в сутки для заправки ГН пустой ёмкости. Всё остальное время процесс дозирования происходит автоматически. Весы в непрерывном режиме отслеживают количество ГН в граммах, подаваемое в трубопроводы, и посылают эту информацию в контроллер, а оттуда в ПК.

Расчёт необходимого количества ГН

Процесс расчёта необходимого количества ГН, подаваемого в трубопроводы, происходит циклически за выбранный период времени в минутах. Период времени (цикл) выбирается оператором и устанавливается в меню Н. Количество ГН, впрыскиваемое за цикл в каждую трубу, обеспечивается количеством ходов насосов дозаторов, определяемым по формуле (3):

$$K_x = (РД \times ПВ \times 1000) / МЧ \times ПрНД, \quad (3)$$

где K_x - количество ходов насоса; РД - рабочая доза, мг/л; ПВ - приход воды, куб. м/цикл (по показаниям расходомера); МЧ - массовое число активного хлора в одном литре ГН, г/л; ПрНД - производительность насоса дозатора, мл/ход.

Массовое число активного хлора указывается в паспорте (привозного ГН), через определенное количество суток проверяется (уточняется титрованием) и вводится оператором в ПК (через меню Н). Производительность насосов дозаторов систематически отображается на мониторе, что позволяет вносить соответствующие коррективы (в меню Н). Программой предусматривается определение фактической рабочей дозы (ФРД) процесса обеззараживания. ФРД определяется по формуле (4):

$$ФРД = (Вес \text{ ГН} \times МЧ) / 1.25 \times ПВ \times 1000, \quad (4)$$

где Вес ГН - изменение показаний весов за принятый цикл (г); МЧ - массовое число ГН (г/л); ПВ - приход воды, куб. метров/цикл.

Разность ФРД минус остаточный хлор представляет хлоропоглощение, в мг/л. Хлоропоглощение для воды из скважин носит постоянный (временной) характер. Это даёт основание чётко следить за величиной ФРД, которая с одной стороны обеспечивает уничтожение бактерий, а с другой требуемое значение остаточного хлора в воде, подаваемой в распределительную сеть потребителя.

Таким образом, ФРД предопределяет величину остаточного хлора, её стабильное поддержание гарантирует стабильное поддержание остаточного хлора. Для корректировки (в небольших пределах) рабочей дозы в настройку введен так называемый технологический коэффициент (Т.К).

Автоматическое управление комплексом

Система управления комплекса состоит из следующих блоков:

- ПК,
- контроллер дозаторной,
- вторичные измерительные преобразователи весов,
- блок управления насосами (ХЦМ) и вентиляцией,
- шкаф согласования с блоками питания и стабилизации.

Примерный состав модуля дозаторной показан на рис. 3.

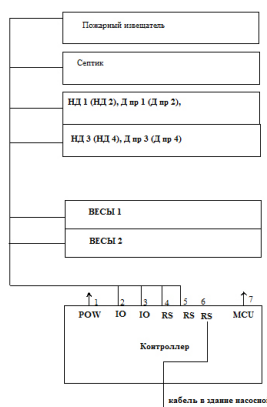


Рис. 3. - Модуль дозаторной

Контроллеры имеют в своем составе несколько измерительных каналов, обеспечивающих сбор информации с первичных датчиков, преобразование и передачу ее на Пункт Управления (ПУ), а также трансляцию команд с ПУ на исполнительные устройства. Контроллер предназначен для приёма сигналов (от приборов и датчиков), их обработки, связи с ПК, выдачи сигналов управления насосам дозаторам и состоит из набора модулей (рис.4). Управление этими модулями осуществляет модуль MCU(M), в нём записана управляющая программа и к нему, (при

необходимости) подключают отладочный компьютер (через разъем DB-9 RS-232). Модуль 2-RS осуществляет приём сигналов от расходомера о количестве проходящей воды, 4- RS связь с ПК по каналу RS-485. Все имеющиеся сети протоколно построены по принципу «Ведущий — ведомые». Связь осуществляется по выделенной физической линии, радиоканалу, коммутируемому каналу городской АТС, каналу мобильной связи и т.д.

На трубопроводе установлены счётчики-расходомеры воды. Сигналы от расходомеров (измеряющих объём проходящей воды) непрерывно поступают в контроллер и ПК.

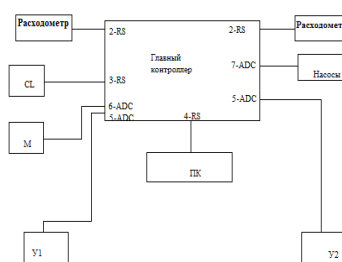


Рис. 4. - Пример подключения приборов (устройств) к главному контроллеру ВЗУ

ПК установлен в операторской ВНС. В дозаторной смонтированы приборы и оборудование комплекса (контроллер, насосы дозаторы, вторичные измерительные преобразователи весов, шкаф согласования с блоками питания, блоки управления насосами и автомат электропитания).

Методология основана на последовательности испытаний и комбинированном использовании пространственных моделей (spatial models (SM)) и моделей временных рядов (time series models (TSM)), применяемых к датчикам, используемым для мониторинга и управления водной сетью в реальном времени. Пространственные модели используют преимущества физических соотношений между различными системными переменными (например, датчиками расхода и уровня в гидравлических системах). Модели

временных рядов [13] используют преимущество временной избыточности измеряемых переменных (например, временной ряд Холта – Винтерса (Holt–Winters (HW)) модель).

Внедрённый модуль «хлораторная»

Хлорирование воды является профилактическим средством для предотвращения отложений органического происхождения. Продолжительность его и промежутки между циклами зависят от количества находящихся в воде микроорганизмов и их стойкости против воздействия хлора. Хлорирование производится газообразным хлором. Хлорирование воды обеспечивает уменьшение биологических загрязнений не только конденсаторов, но и всех аппаратов и трубопроводов тракта технического водоснабжения. При относительно малых расходах [14] для хлорирования воды применяют хлорную известь.

Чтобы обеспечить оптимальные соотношения попадающего хлора в воду, внедрён модуль в хлораторную. Благодаря этому, процесс очистки воды автоматизируется. Далее представлен разработанный фрагмент кода, благодаря которому модуль осуществляет свою работу.

Результаты

Фрагмент кода Хлораторной

```
.;*****  
; Запрос датчика хлора  
.;*****  
; ОПРОС ПРИБОРА Depolox  
3500 ON J1 GOTO 3510, 3600, 3520, 3700, C2  
; slave address -SA - 0 – измеритель свободного хлора  
; Запрос состояния реле и цифровых входов  
3520 I2C#A2,(19H)=0H,0H,0H,10H,0H,0AH,0H,0H,1AH,16H:J1=3:GOTO 3990;  
; F11 - слово состояние датчика хлора
```



```
      ;7 6 5 4 3 2 1 0
;      1  ошибка контрольной суммы кадра
;      1  связь есть
;      1  ошибка контрольной суммы данных
;      1  отсутствует связь
;      1  нет связи с контроллером
;*****
; Обработка данных от датчика хлора
;*****
3600 MEM (MA+20)=0:MEM(MA+9)=0:MEM(MA+10)=0;обнуление
3602 IF S1=0 THEN F11=8: X4=0: GOTO 3630; Получить нулевой результат
; КОНТРОЛЬНАЯ СУММА ДАННЫХ
3624 S1=S1.AND.0FFH: IF S1 <> TMP THEN F11=4: GOTO 3640; дальше
3630 S1=MEM(MA+20);? "Делитель - «, Y; ДЕЛИТЕЛЬ
; Нет совпадения КС от датчика хлора
; А2- контроллер датчика остаточного хлора DEPOLOX 3 plus
; переустановка указателей буфера данных и сброс флага готовности
3640 I2C#A2, (4AH) =0C0h:I2C#A2, (4BH) =0C0h:I2C#A2, (5EH) =0
;сброс счетчика принятых бит и флага ошибок
3641 I2C#A2, (4EH) =0: I2C#A2, (4FH) =0
; сброс флага переполнения
3642 I2C#A2, (41H) =0: J1=2: GOTO 3990;
; J1=3-СОСТОЯНИЕ РЕЛЕ И ЦИФРОВЫХ ВХОДОВ
3706 MEM (MA+I3) =I2C#A2,(1AH);:PHB mem(MA+I3),
; КОНТРОЛЬНАЯ СУММА ДАННЫХ
3720 S1=0
3721 FOR I3=0 TO 1
3724 S1=S1.AND.0FFH: IF S1 <> TMP THEN F11=4: GOTO 3740; дальше
```

3725 F11=2; ОК!

3730 X2=MEM(MA+9); первый байт данных

3733 X3=MEM(MA+10); второй байт данных

;*****

Анализ

Автоматизация процессов дозировки реагентов способствует снижению их расхода [15], повышению качества воды после очистки и облегчает труд обслуживающего персонала. А в [16] указано, что совершенно необходимо при обработке питьевой воды осуществлять автоматизацию управления процессами (дозирование реагентов, перемешивание реагентов с водой, регулирование скорости фильтрации, хлорирование, аммонизация и озонирование воды), так как при ручном управлении требуемая точность выполнения этих процессов невозможна.

Оснащая оборудование новыми устройствами, посредством телемеханики, выполняем следующие действия:

- автоматический контроль и управление насосным оборудованием с отображением данных об их фактическом состоянии;
- аварийно-предупредительная сигнализация, регистрация неисправностей, формирование рекомендаций по сохранению оборудования и выходу из аварийной ситуации;
- мониторинг энергопотребления и сбор информации учета ресурсов;
- непрерывная диагностика каналов связи, работоспособности всех систем и оперативная индикация выявленных неисправностей с автоматическим занесением в журнал событий.

Выводы

Внедренные модули телеметрии позволяют автоматизировать работу станции и благодаря этому уменьшить число аварий на объектах, повысить

эффективность работы, а самое важное - вода очищается гораздо качественнее. Каждый контроллер в составе модуля конфигурируется под определённую задачу, что делает систему наиболее оптимальной, ведь она формируется с учетом конкретного состояния системы (обезораживания). Предложенный способ контроля и передачи данных позволяет выполнять непрерывную диагностику каналов связи, работоспособности всех систем и нет необходимости каждый раз направлять специалистов непосредственно на объект (параметризация и калибровка устройств осуществляется дистанционно). Помимо этого, быстрая установка предельных уровней и режимов работы даёт возможность гибко управлять производственным процессом (перенастраивать его согласно меняющимся задачам, производить работы по переоснащению).

Литература

1. Алёшинцев А.В., Холодков П.А. Обзор основных технологий, используемых при построении «Интеллектуального здания» // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт, Спецвыпуск по итогам 3-й отраслевой НТК «Технологии информационного общества», М.: ООО «ИД Медиа Паблицер», (Ч.-2), № S2. 2009. С. 159-163.
2. Pasika S., Gandla S. T. Smart water quality monitoring system with cost-effective using IoT // Heliyon, Volume 6, Issue 7, July 2020, Article e04096 URL: doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04096
3. Гадасин Д. В., Шведов А. В., Клыгина О. Г., Гадасин Д. Д. Реализация платформы туманных вычислений для предоставления сервисов IoT // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2021. Т. 11. № 2. С. 65-75.
4. Паняев И.Г. Система автоматизации сетей жизнеобеспечения многоуровневых объектов и способ работы системы автоматизации // Патент на изобретение № 2701962 С1 Российская Федерация,

Заявка № 2018130810 от 24.08.2018. опублик. 02.10.2019; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "ПИК-ЭНЕРГИЯ". 18 с.

URL: elibrary.ru/download/elibrary_41276419_75968453.PDF

5. Корнипаев М. А., Сергеев А. И., Галина Л. В., Проскурин Д. А. Автоматическое управление расходом, давлением и уровнем жидкости: учебное пособие // Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. 131 с.

6. Денисова А.Р., Панов Д.Ю. Исследование энергоэффективных мероприятий в муниципальных учреждениях // Инновации в науке и практике. Сборник статей по материалам VIII международной научно-практической конференции. В 5-ти частях. 2018. С. 57-60.

7. Shvedov A. V., Nazarov M. J. Methods for Improving the Efficiency of Information and Communication Networks // 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 2020, pp. 1-5. doi: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261563

8. Васецкий В.В., Питолин В.М. Подходы к алгоритмизации диспетчерского управления в производственных системах // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. Т. 8. № 1. С. 11-16.

9. Cembrano G., Quevedo J., Puig V., Pérez R., Figueras J., Ramón G., Rodríguez P., Barnet G., Casas M., Verdejo J.M., Gil A., Martí J., König H. First results of predictive control application on water supply and distribution in Santiago-Chile // IFAC Proceedings Volumes, Volume 38, Issue 1, 2005, pp. 25-30. URL: doi.org/10.3182/20050703-6-CZ-1902.02175

10. Quevedo J., Puig V., Cembrano G., Blanch J., Aguilar J., Saporta D., Benito G., Hedo M., Molina A. Validation and reconstruction of flow meter data in the Barcelona water distribution network // Control Engineering Practice, Volume 18, Issue 6, June 2010, pp. 640-651.

11. Mansor, N.A., Tay K.S. Potential toxic effects of chlorination and UV/chlorination in the treatment of hydrochlorothiazide in the water // Science of The Total Environment. Volume 714, April 2020. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.136745
12. Stefán Dávid, Erdélyi Norbert, Izsák Bálint, Zaray Gyula, Vargha Márta. Formation of chlorination by-products in drinking water treatment plants using breakpoint chlorination // Microchemical Journal. Volume 149, September 2019. DOI:10.1016/j.microc.2019.104008
13. Cugueró-Escofet Miquel À. , Garcia D., Roquet J., Quevedo J., Puig V., Basany S. E. A methodology and a software tool for sensor data validation/reconstruction: Application to the Catalonia regional water network // Control Engineering Practice, Volume 49, April 2016. pp. 159-172. URL: doi.org/10.1016/j.conengprac.2015.11.005
14. Дворовенко В.Н. Ликвидация аварийных режимов мощных паротурбинных установок // К., «Техніка», 1979. 128 с.
15. Архипова Е.Е., Алешко Д.С., Дунаевская Е.В. Применение новых технологий водоподготовки в рамках проекта "Расширение и реконструкция водопровода в городе Хабаровске (вторая очередь)" // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2018. № 3 (123). С. 14-21.
16. Болотова Ю.В., Ручкинова О.И. Основные проблемы водохозяйственного комплекса (ВХК) России и их решение средствами компьютерных технологий, с помощью автоматизации и диспетчеризации // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2016. № 19. С. 125-144.

References

1. Alyoshincev A.V., Xolodkov P.A. T-Comm: Telekommunikacii i transport, Speczvy`pusk po itogam 3-j otraslevoj NTK «Texnologii
-

informacionnogo obshhestva», М.: ООО «ID Media Publisher», (Ch.-2), 2009. № S2. pp. 159-163.

2. Pasika S., Gandla S. T. Smart water quality monitoring system with costeffective using IoT in Heliyon, Volume 6, Issue 7, July 2020, Article e04096 URL: doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04096

3. Gadasin D. V., Shvedov A. V., Kly`gina O. G., Gadasin D. D. REDS: Telekommunikacionny`e ustrojstva i sistemy`. 2021. T. 11. № 2. pp. 65-75.

4. Panyaev I.G. Patent na izobrenenie № 2701962 C1 Rossijskaya Federaciya, Zayavka № 2018130810 ot 24.08.2018. MPK G08C 13/00, G05B 13/00, G05B 17/00. opubl. 02.10.2019; zayavitel` Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu "PIK-E`NERGIYA". 18 p. URL: elibrary.ru/download/elibrary_41276419_75968453.PDF

5. Kornipaev M. A., Sergeev A. I., Galina L. V., Proskurin D. A.. Avtomaticheskoe upravlenie rasxodom, davleniem i urovnem zhidkosti [Automatic control of flow rate, pressure and liquid level]. Orenburg State University, EBS ASV, Orenburg, Russia, 2016. 131 p.

6. Denisova A.R., Panov D.Yu. Innovacii v nauke i praktike. Sbornik statej po materialam VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 5-ti chastyax. 2018. pp. 57-60.

7. Shvedov A. V., Nazarov M. J. Methods for Improving the Efficiency of Information and Communication Networks. 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 2020. pp. 1-5. doi: 10.1109/EMCTECH49634.2020.9261563.

8. Vasieczkij V.V., Pitolin V.M. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. 2012. T. 8. № 1. pp. 11-16.

9. Cembrano G., Quevedo J., Puig V., Pérez R., Figueras J., Ramón G., Rodríguez P., Barnet G., Casas M., Verdejo J.M., Gil A., Martí J., Konig H. IFAC

Proceedings Volumes, Volume 38, Issue 1, 2005. Pp. 25-30. URL: doi.org/10.3182/20050703-6-CZ-1902.02175

10. Quevedo J., Puig V., Cembrano G., Blanch J., Aguilar J., Saporta D., Benito G., Hedo M., Molina A. Control Engineering Practice Volume 18, Issue 6, June 2010. pp. 640-651.

11. Mansor, N.A., Tay K.S. Science of The Total Environment. Volume 714, 20 April 2020. DOI: 10.1016 / j.scitotenv.2020.136745

12. Stefán Dávid, Erdélyi Norbert, Izsák Bálint, Zaray Gyula, Vargha Márta. Microchemical Journal. Volume 149, September 2019. DOI: 10.1016 j.microc.2019.104008

13. Cugueró-Escofet Miquel À, Garcia D., Roquet J., Quevedo J., Puig V., Basany S. E. Control Engineering Practice, Volume 49, April 2016. pp. 159-172. URL: doi.org/10.1016/j.conengprac.2015.11.005

14. Dvorovenko V.N. Likvidaciya avarijny`x rezhimov moshhny`x paroturbiny`x ustanovok [Elimination of emergency modes of powerful steam turbine plants]. K., «Texnika», 1979. 128 p.

15. Arxipova E.E., Aleshko D.S., Dunaevskaya E.V. Voodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie. No. 3 (123), Moskva, 2018. pp. 14-21.

16. Bolotova Yu.V., Ruchkinova O.I. Vestnik Permskogo nacional`nogo issledovatel`skogo politexnicheskogo universiteta. E`lektrotexnika, informacionny`e texnologii, sistemy` upravleniya. No. 19, Perm, 2016. pp 125-144.