ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Мансурова Ш.П.
Джизакский политехнический институт Научный руководитель
Холмуминова С.
Джизакский политехнический институт студент

Аннотация. Решение задач энергосбережения в системах водоснабжения возможно с различных сторон. В статье эта задача рассматривается с позиций управления системой водоснабжения. Оптимальное управление системой водоснабжения населенного пункта необходимо рассматривать только в связи с работой водопитателей (насосных станций). С применением ГИС-технологий это позволит отразить все изменения по нагрузкам участков сети и принять необходимые решения для выполнения многих задач минимизации затрат энергии на эксплуатацию системы водоснабжения. Ставилась задача минимизировать энергопотребление насосной станции в течение суток в соответствии с суточным графиком водопотребления.

Ключевые слова: системы водоснабжения и водоотведения, геоинформационная система, потребление воды, насосная станция, автоматизация, автоматизация.

Abstract. Energy conservation issues in water supply systems can be addressed from various perspectives. This article examines this problem from the perspective of water supply system management. Optimal management of a community's water supply system should be considered only in relation to the operation of water feeders (pumping stations). Using GIS technologies, this will allow for the reflection of all changes in network loads and the necessary decisions to minimize energy costs for water supply system operation. The objective was to minimize pumping station energy consumption throughout the day in accordance with the daily water consumption schedule.

Keywords: water supply and sanitation systems, geographic information system, water consumption, pumping station, automation.

Annotatsiya. Suv ta’minoti tizimlarida energiyani tejash masalalari turli nuqtai nazardan ko‘rib chiqilishi mumkin. Ushbu maqola ushbu muammoni suv ta’minoti tizimini boshqarish nuqtai nazaridan ko‘rib chiqadi. Aholi punktining suv ta’minoti tizimini optimal boshqarish faqat nasos stantsiyalarining ishlashi bilan bog'liq holda ko'rib chiqilishi kerak. GIS-texnologiyalaridan foydalangan holda, bu tarmoq uchastkalarining yuklamalaridagi barcha o'zgarishlarni aks ettirish va suv ta'minoti tizimining ishlashi uchun energiya xarajatlarini minimallashtirish bo'yicha zarur qarorlarni qabul qilish imkonini beradi. Maqsad kunlik suv iste'moli jadvaliga

ISSN 3030-3907

muvofiq nasos stantsiyasining kun davomida energiya sarfini minimallashtirish edi.

Kalit so‘zlar: suv ta’minoti va kanalizatsiya tizimlari, geografik axborot tizimi, suv iste’moli, nasos stantsiyasi, avtomatlashtirish.

Введение

Водные ресурсы играют ключевую роль в развитии сельских районов и сельского хозяйства и тесно связаны с глобальными проблемами бедности и отсутствия продовольственной безопасности, адаптации к изменению климата и преодоления его последствий, а также с проблемами деградации и истощения природных ресурсов, которые влияют на благосостояние миллионов сельских жителей во всем мире.

Современные прогнозы показывают, что в 2050 г. население мира вырастет с нынешних 6,9 млрд чел до 9,1 млрд. Кроме того экономический прогресс, особенно в новых странах, способствует росту спроса на продовольствие и диверсифицированные рационы питания. В результате резко возрастает спрос на продовольствие, и, по прогнозам, производство продовольствия в мире увеличится на 70%, а в развивающихся странах – на 100%. Однако водные ресурсы, не безграничны и уже сейчас испытывают тяжелый стресс.

На современном этапе развития техники водообработки невозможно управлять системами водоснабжения и водоотведения без их автоматизации. Высокая производительность оборудования, скорости потоков и физико-химических превращений, большие объемы аппаратов и сооружений, зависимость технико-экономических показателей (ТЭП) от большого числа разнообразных факторов – все это предъявляет высокие требования к управлению систем водоснабжения и водоотведения. Если человек-оператор раньше с успехом справлялся с задачами управления, то теперь он этого сделать не может из-за своих ограниченных возможностей: утомляемости, субъективности в оценке возникающих ситуаций, ограниченной скорости реакций на резкие изменения режимных параметров и т. п. В результате функции управления в инженерных системах и на очистных сооружениях все в большем объеме передаются автоматическим устройствам. В ближайшие годы уровень автоматизации должен вырасти в несколько раз.

Управление водопроводно-канализационным хозяйством крупного города – сложная задача, решение которой на современном уровне возможно на основе применения информационных технологий, среди которых одной из ключевых является технология географических информационных систем (ГИС). Использование ГИС-технологий позволяет получить качественно новые преимущества для всего предприятия водоснабжения – оперативное

ISSN 3030-3907

получение необходимой для эффективного управления полной и своевременной информации об объектах систем водоснабжения и канализации. Такая возможность обеспечивается уникальной способностью геоинформационных систем интегрировать разнородные информационные ресурсы предприятия. Таким образом, ГИС – наиболее предпочтительная для предприятия водоснабжения технология объединения разнородных информационных ресурсов и оперативного получения необходимой для эффективного управления полной и своевременной информации.

Геоинформационные технологии постепенно становятся неотъемлемой частью информационного пространства предприятий водоснабжения.

Геоинформационная система (ГИС) – современная компьютерная технология для картографирования и анализа объектов реального мира, происходящих и прогнозируемых событий и явлений. Геоинформационные системы наиболее естественно отображают пространственные данные.

ГИС объединяет традиционные операции при работе с базами данных – запрос и статистический анализ – с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эта особенность дает уникальные возможности для применения ГИС в решении широкого спектра задач, связанных с анализом явлений и событий, прогнозированием их вероятных последствий, планированием стратегических решений.

Геоинформационные системы тесно связаны с другими информационными системами и используют их данные для анализа объектов.

ГИС отличают:

– развитые аналитические функции;

– возможность управлять большими объемами данных;

– инструменты для ввода, обработки и отображения пространственных данных.

Ключевые преимущества геоинформационных систем:

– удобное для пользователя отображение пространственных данных;

– картографирование пространственных данных, в том числе в трехмерном измерении, наиболее удобно для восприятия, что упрощает построение запросов и их последующий анализ;

– интеграция данных внутри организации.

Геоинформационные системы объединяют данные, накопленные в различных подразделениях компании или даже в разных областях деятельности организаций целого региона. Коллективное использование

ISSN 3030-3907

накопленных данных и их интеграция в единый информационный массив дает существенные конкурентные преимущества и повышает эффективность эксплуатации геоинформационных систем:

– принятие обоснованных решений;

– автоматизация процесса анализа и построения отчетов о любых явлениях, связанных с пространственными данными, помогает ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений;

– удобное средство для создания карт.

Геоинформационные системы оптимизируют процесс расшифровки данных космических и аэросъемок и используют уже созданные планы местности, схемы, чертежи. ГИС существенно экономят временные ресурсы, автоматизируя процесс работы с картами, и создают трехмерные модели местности.

На примере сети водоснабжения населенного пункта оптимизировалась работа насосной станции из семи вертикальных многоступенчатых центробежных насосов марки GRUNDFOS CRN 120-2, пять из которых являются рабочими, а два – резервные. На рис.1 представлен график суточного водопотребления населенным пунктом, в соответствии с которым и производилась оптимизация.

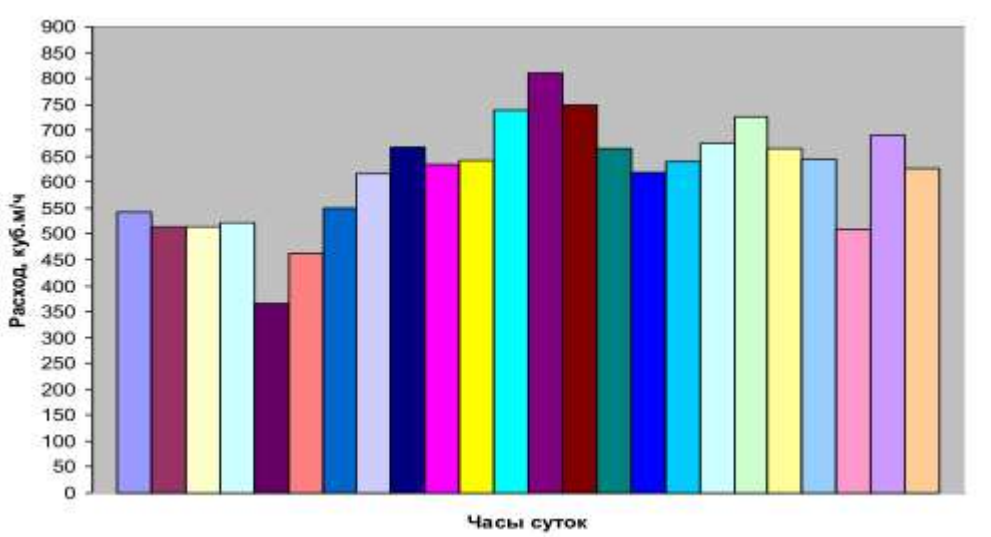


Рис. 1. График суточного водопотребления

На рис. 2 проиллюстрирована оптимальная загруженность насосной станции по времени суток. Суммарная потребляемая мощность (количество работающих насосов) определялась путем аппроксимации технических характеристик насосов по КПД и потребляемой мощности в зависимости от расходов аналитическими выражениями с последующей оптимизацией одним из математических методов. Для более четкого отслеживания минимума потребляемой мощности необходимо использовать частотные преобразователи и подбор насосов с оптимальными техническими

ISSN 3030-3907

характеристиками в диапазоне суточного изменения расходов на все расчетные случаи.

Практика показывает, что график суточного водопотребления нестабилен и ситуации, возникающие в сети водоснабжения, меняются в течение часа. Это требует пересчетов оптимизации расходов и напоров на участках сети водоснабжения с определенной дискретностью во времени. При этом задача статической оптимизации переходит в задачу динамической оптимизации с привлечением аппарата нечетких множеств и нечетких регуляторов.

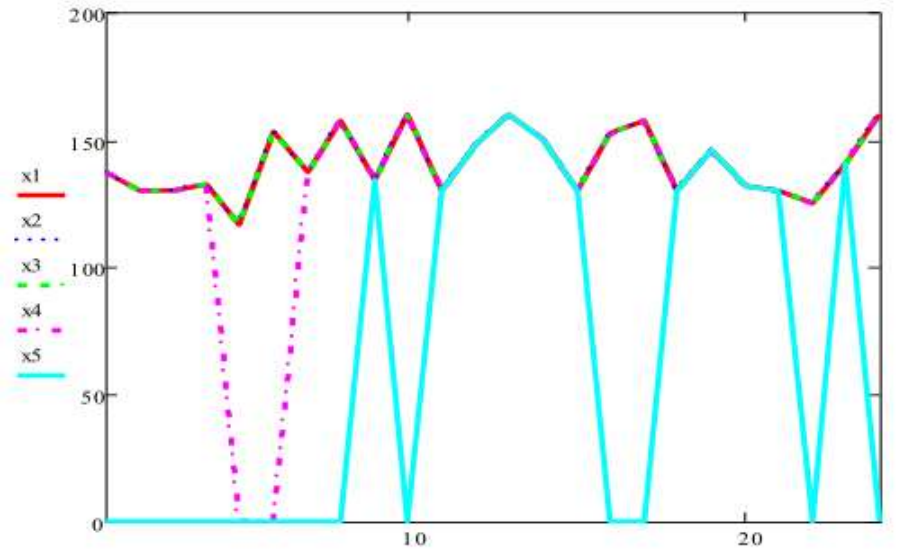


Рис. 2. Оптимизация работы насосов с минимальным энергопотреблением

Рассмотрим алгоритм управления насосными агрегатами при переменных нагрузках на потребление воды с использованием нечетких множеств. Потребление воды оценивается как нечеткая переменная, определяемая оператором, и в зависимости от изменения потребления воды изменяется ток нагрузки насоса, подключаются новые насосы, либо отключаются. Внесение оперативной коррекции в режим работы насосной станции позволит сэкономить потребляемую электроэнергию по сравнению с непрерывным регулированием с помощью АСР. В качестве управляющего воздействия используется ток нагрузки насосов, частотные преобразователи и количество подключаемых насосов. Управляющие нечеткие переменные: X_1 – уровень тока нагрузки на первый насос, X_2 – уровень тока нагрузки на второй насос. Выходная переменная Y – величина нагрузки по водопотреблению.

Лингвистические переменные позволяют формализовать и приближенно описать высказывания оператора, используя в качестве переменной X – «число», а терм-множества T(X) – различные названия лингвистических значений переменной X. В качестве базовой переменной U

ISSN 3030-3907

используется числовая ось с масштабом, соответствующим определенному названию лингвистических значений переменных X_1, X_2, Y и их диапазону варьирования при управлении. Семантическое правило M(X) ставит в соответствие каждой нечеткой переменной X ее смысл M(X), т. е. нечеткое подмножество (терм) M(X) = R(X) = {u, μ_X (u)} универсального множества U, где μ_X (u) – функция принадлежности, характеризующая степень принадлежности элемента подмножеству X.

Алгоритм принятия решения содержит две фазы:

1-я фаза: исходное установление матрицы отношения R на основе двух видов информации:

а) лингвистических значений $X_{i,nt}$, $X2_{i,nt}$, $Y_{i,nt}$ для времени nt в виде нечетких подмножеств;

б) таблицы решающих действий над значениями.

Решающее (управляющее) действие алгоритма описывается следующим образом:

Если Y = Н, то X1 = Н; X2 = 0;
Если Y = ПС, то X1 = ПС; X2 = СМ;
Если Y = ОМ, то X1 = ОМ; X2 = 0;
Если Y = ОБ, то X1 = ОБ; X2 = 0.
Если Y = ПМ, то X1 = ПМ; X2 = 0;
Если Y = ПБ, то X1 = ПБ; X2 = СБ;
Если Y = ОС, то X1 = ОС; X2 = 0;

В ином виде запись решающего действия $X_{i,nt} \Lambda X_{j,nt} \rightarrow Y_{i,nt}$.

Необходимую дискретность контроля нагрузки на водопотребление можно определить на основе анализа статистических свойств случайного процесса изменения нагрузки с использованием особых точек.

2-я фаза: определение решающих действий по измеренным X_i^1 , X_i^2 в Y_i или иначе:

$$k_3[y(nT - y(nT - T)] = F[k_1 e(nT);\ k_2 e(nT) - e(nT - T))],$$

который можно рассматривать как ПИ-регулятор.

Необходимую дискретность контроля нагрузки на водопотребление можно определить на основе анализа статистических свойств случайного процесса изменения нагрузки с использованием особых точек. Устойчивость замкнутой системы определяется устойчивостью алгоритмов самого оператора, выработанных постепенно итеративным путем.

Результаты моделирования работы нечеткого регулятора по сравнению с обычными ПИ- и ПИД-регуляторами показали меньшую дисперсию заданной величины. Устойчивость замкнутой системы определяется

ISSN 3030-3907

устойчивостью алгоритмов самого оператора, выработанных постепенно итеративным путем.

Аналогичный подход использован в управлении канализационными насосными станциями.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А. А. Рульнов, К. Ю. Евстафьев. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения : учеб. для вузов /. – М.: Инфра-М, 2007. – 204 с.
2. К. И. Зуев. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016. – 224 с.
3. П. В. Акимова, К. И. Зуев, А. А. Саунин. Моделирование аварийных ситуаций в сети водоснабжения с использованием ГИС-технологий. Т. 3. Ч. 1 “Высокие технологии, фундаментальные исследования, экономика” – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2011. – с. 46.
4. О.Г.Барашко. Автоматика, автоматизация и автоматизированные системы управления: курс лекций. – Минск: Изд-во Белорус. гос. техн. ун-та, 2011. – 328 с.
5. И.Т.Гороновский. Физико-химическое обоснование автоматизации технологических процессов обработки воды. – Киев: Наук. думка, 1975. – 216 с.

ISSN 3030-3907