



4. Anderson, K.F. The Anderson Loop: Your Successor to the Wheatstone Bridge? / K.F. Anderson // IEEE Instrum. and Meas. Magazine, Vol. 1, No. 1, pp. 5-15, March 1998.

5. L'vov, A.A. Improvement of the Current Loop Circuit for AC and DC Applications Based on Digital Signal Processing / A.A. L'vov, V.V. Gureyev, V.A. Pylskiy, // Proc. IEEE Instrum. Meas. Technology Conf., Sorrento, Italy, April, 2006, P. 1257-1261.

6. Kolev, L. Worst-Case Tolerance Analysis of Linear DC and AC Electric Circuits / L Kolev // Trans on Circuits and Systems—I: Fundamental theory and applications, Vol- 49, No- 12, pp- 1693-1701,2002.

7. Ramos, P.M. Recent developments on impedance measurements with DSP-based ellipse-fitting algorithms / P.M. Ramos, F.M. Janeiro, M. Tlemcani, A.C. Serra // IEEE Trans. Instrum. Meas. 58(5), 1680–1689 (2009).

8. L'vov, A.A. Improvement of Piezoresistive Pressure Sensor Accuracy by Means of Current Loop Circuit Using Optimal Digital Signal Processing / A.A. L'vov, P.A. L'vov, R.S. Konovalov // Proceedings of the 2016 IEEE North West Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference (2016 ElConRusNW), St.-Peterburg, Russia, 2016. – pp. 279-282.

А.Е. Акимова¹, А.А. Трешников², Л.С. Зеленко¹

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОДСИСТЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ГЭС

¹ Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва,

² ООО Научно-внедренческая фирма «Сенсоры. Модули. Системы»

Комплексное внедрение информационных технологий в промышленную сферу является одной из зон пристального внимания как государства, так и частных компаний. Особенно это актуально для объектов гидроэнергетики, где сосредоточено большое количество оборудования, управлять которым необходимо в режиме реального времени.

Процесс сбора полной информации о работе оборудования гидроэлектростанции (ГЭС) является трудоемким процессом, требующим больших затрат времени, хотя с точки зрения пользователя эта задача сводится к простой формуле: получать для дальнейшей обработки необходимую информацию в нужное время, в нужном виде, в конкретном месте компьютерной сети предприятия. Решение задачи, описываемой этой формулой, требует подбора аппаратно-программной платформы, модернизации и/или создания подсистем управления технологическими процессами, контроля и учета энергоресурсов и других подсистем основного и вспомогательного



производства, в частности, разработки единого способа отображения технологической информации о состоянии оборудования ГЭС.

Решение задачи унификации способа отображения информации о состоянии объектов ГЭС становится тем более актуальной, чем большее количество различных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) объединяется в единую сеть для обмена информацией.

Разработанная авторами подсистема позволяет отображать технологическую информацию о состоянии оборудования, собранную из разных АСУ ТП, в виде однотипных мнемосхем, таблиц, сообщений и трендов на одном автоматизированном рабочем месте, а также унифицировать отображение объектов мнемосхем.

Основными функциями подсистемы являются:

- 1) отображение процессов выработки, перетоков и распределения электроэнергии как в обобщенном виде (с помощью зон индикации в пунктах меню и на мнемосхемах), так и для частных параметров (их индикация на мнемосхемах при получении сообщений о выходе параметра за границу аварийной или предупредительной уставки или возникновении неисправности), а также есть возможность работать с оперативными сообщениями и с архивом сообщений;
- 2) загрузка значений параметров и сообщений из базы данных центра сбора и обработки данных (ЦСОД);
- 3) запись операций диспетчера, регламентированных системой (квитирование сообщений, выдача команд) в архив ЦСОД.

На рис.1 представлена главная экранная форма подсистемы (оперативный уровень), позволяющая контролировать текущее состояние основного оборудования станции (гидроагрегатов, трансформаторных групп, открытых распределительных устройств).

На главной форме пользователю доступны следующие функции:

- 1) управление выбором и просмотром мнемосхем с помощью меню;
- 2) сохранение мнемосхем в формате *.png;
- 3) печать мнемосхем;
- 4) просмотр и квитирование (подтверждение приема) оперативных сообщений, формируемых в информационной среде ГЭС;
- 5) просмотр основной и детальной информации о параметре мнемосхемы;
- 6) «быстрый» просмотр сообщений и значений параметра в графическом виде (на рис. 2 приведен пример окна для просмотра трендов) и в виде таблицы; имеется возможность фильтрации данных по времени и настройки отображения кривых тренда (рис.3) и сохранение полученных данных в файлы различных форматов (графика в формате *.png, таблицы значений в формате *.csv);
- 7) просмотр основных показателей ГЭС;



- 8) просмотр значений и сообщений по узлам дерева объектов (форма «Тренды», приведенная на рис. 4) и параметров ГЭС (форма «Журнал сообщений», приведенная на рис. 5), а именно:
 - а) фильтрация дерева объектов и параметров по системе контроля;
 - б) фильтрация значений (сообщений) по времени;
 - в) настройка кривых трендов;
 - г) сохранение (рис. 6) и загрузка (рис. 7) набора выделенных параметров;
 - д) фильтрация сообщений по типу (квитированные, аварийные, неисправные и т.д.);
 - е) выбор отображаемых значений трендов (мгновенное значение, среднее, минимальное, максимальное значение за 1 минуту, 5 минут);
 - ж) сохранение графика в формате *.png;
 - з) сохранение таблицы значений и сообщений в формате *.csv;
- 9) работа с подсистемой ВЭП (водно-энергетические показатели) (рис. 8).

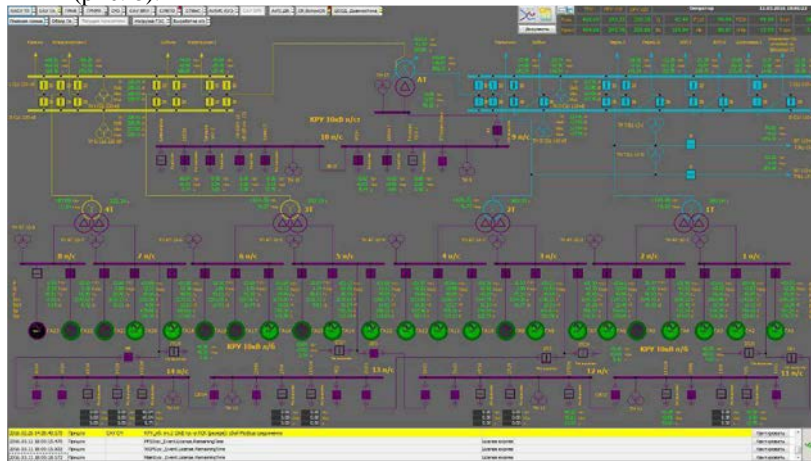


Рис. 1. Главная экранная форма подсистемы



Рис. 2. Окно просмотра трендов

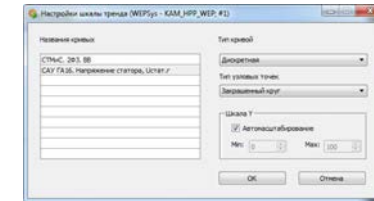


Рис. 3. Окно настроек кривых трендов

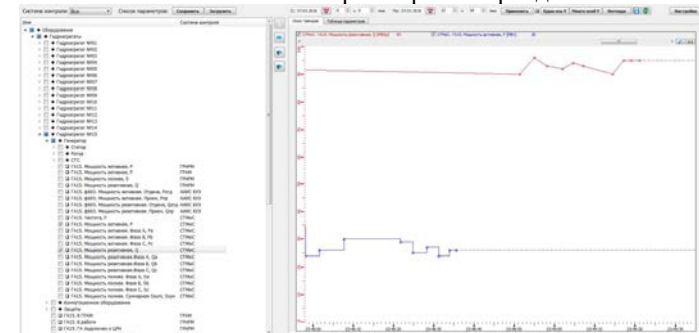


Рис. 4. Экранная форма «Тренды»

Время	Статус	Описание	Значение
01.01.2016 10:00:00	Аварийное	Выход из строя турбины №1	0.0
01.01.2016 10:05:00	Квитированное	Восстановление турбины №1	1.0
01.01.2016 10:10:00	Аварийное	Выход из строя генератора №2	0.0
01.01.2016 10:15:00	Квитированное	Восстановление генератора №2	1.0
01.01.2016 10:20:00	Аварийное	Выход из строя трансформатора №3	0.0
01.01.2016 10:25:00	Квитированное	Восстановление трансформатора №3	1.0

Рис. 5. Экранная форма «Журнал сообщений»

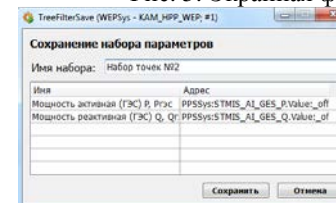


Рис. 6. Окно сохранения набора параметров

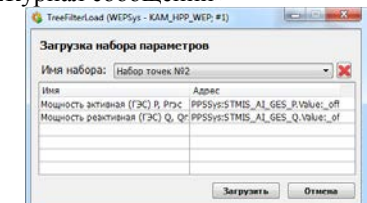


Рис. 7. Окно загрузки набора параметров

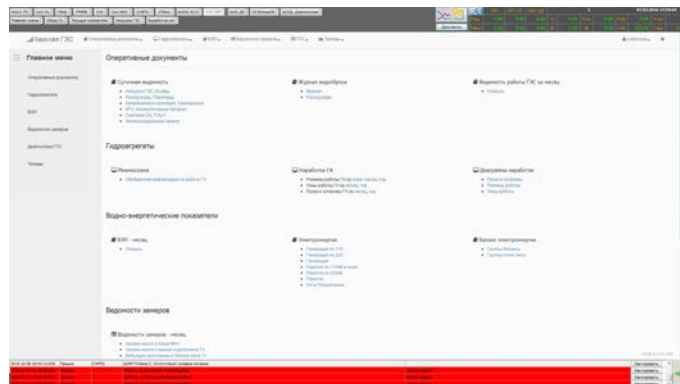


Рис. 8. Экранная форма подсистемы ВЭП

При разработке подсистемы отображения технологической информации о состоянии оборудования ГЭС использовались следующие инструментальные средства и технологии:

- SCADA-система WinCC Open Architecture (OA), которая опирается на объектно-ориентированный подход к формированию экранов отображения процесса и поддерживаемой структуры базы данных;
- язык программирования С#;
- среда разработки VisualStudio 2015.

Разработанная подсистема введена в опытную эксплуатацию в составе единой комплексной АСУ ТП Камской ГЭС для визуализации технологического процесса выработки электроэнергии на автоматизированном рабочем месте оперативного персонала ГЭС.

А.П. Бестужева, И.А. Лёзин

АПРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Постановка задачи

Основная задача разрабатываемого программного комплекса – аппроксимация таблично заданных функций вейвлет-преобразованиями.

Введение

Для решения различных задач часто требуется представить некую зависимость, заданную отдельными точками, в виде гладкой функции. Наличие погрешности в исходных данных приводит к нецелесообразности проводить функцию точно через все точки, поэтому требуется получить упрощенное математическое описание сложной или неизвестной зависимости.



Для решения задач аппроксимации существует ряд программных комплексов: MathLab, MathCad, пакет Mathematica, однако они либо вовсе не имеют в своем составе встроенных функций, позволяющих проводить аппроксимацию вейвлет-преобразованиями, либо не предоставляют возможность выбора вейвлет-функции.

Методы решения

Задача аппроксимации таблично заданных функций решается с помощью различных полиномов, сплайнов, отрезками рядов Фурье, вейвлет-преобразованиями и другими методами. В данной работе реализована аппроксимация таблично заданных функций вейвлет-преобразованиями.

Вейвлет-преобразование может быть выражено следующим уравнением:

$$F(a, b) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \psi_{(a,b)}^*(x) dx$$

где * – символ комплексной сопряженности и функция ψ – некоторая функция [1].

Функция может быть выбрана произвольно, но она должна удовлетворять определенным правилам. Можно использовать ортогональные вейвлеты для разработки дискретного вейвлет-преобразования и неортогональные вейвлеты для непрерывного.

Множество вейвлетов имеет вид [2]:

$$\psi_{ij}(x) = a_0^{-i/2} \psi(a_0^{-i}x - jb_0)$$

где i, j – целые числа, a_0 – параметр сжатия, b_0 – параметр смещения. Функция $y(x)$, $x \in [a, b]$, может быть представлена в виде:

$$f(x) = \sum_{ij} c_{ij} \psi_{ij}$$

где c_{ij} – коэффициенты, которые могут быть найдены по формуле

$$c_{ij} = \int_a^b y(x) \psi_{ij}(x) dx$$

если вейвлеты ортонормированы. В противном случае следует решать линейное алгебраическое уравнение.

Базисный вейвлет Хаара $\psi(t)$ является ступенчатой функцией [3]

$$\psi(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t < 0.5, \\ -1, & 0.5 \leq t < 1. \end{cases}$$

На рисунке 1 приведен пример аппроксимации с помощью вейвлета Хаара при уровне детализации $j=4$.

При увеличении значения уровня детализации качество аппроксимации повышается.

От других известных методов вейвлет-преобразования отличает возможность локализации функций как по частоте, так и по времени, многообразие разнообразных базовых функций, свойства которых ориентированы на решение различных задач [4].