



<sup>1</sup>А.И. Хвостов, <sup>2</sup>А.А. Трешников, <sup>1</sup>Л.С. Зеленко

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЭС И ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

(<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва)

<sup>2</sup> ООО Научно-внедренческая фирма «Сенсоры. Модули. Системы»)

В соответствии с приказом Минэнерго России № 256 от 09.12.2008 г. на всех гидроэлектростанциях (ГЭС) Российской Федерации необходимо проводить ежедневный учет водно-энергетических показателей (ВЭП) их работы, таких как:

- среднесуточный напор воды;
- суточная выработка электроэнергии;
- средняя, минимальная и максимальная нагрузка ГЭС за сутки;
- уровень верхнего и нижнего бьефа;
- расход воды, проходящей через турбину и/или водосброс, затрачиваемый на ирригацию и т.п.

Отсутствие оперативного контроля за данными параметрами со стороны оператора может привести либо к неэффективной работе агрегата, либо к аварийным последствиям (нанесению вреда окружающей среде, затоплению прилегающих территорий и проч.). До настоящего времени контроль параметров осуществлялся оперативным персоналом дежурной смены электростанции по приборам, расположенным на рабочих местах и непосредственно на технологическом оборудовании, мнемосхемах, а также путем визуального осмотра оборудования. Результаты фиксировались вручную в первичных и плановых документах.

Количество водно-энергетических показателей постоянно растет и на текущий момент только для одной ГЭС может достигать сотен или даже тысяч, поэтому появилась необходимость автоматизировать весь процесс сбора ВЭП и их документирования, разработать соответствующую подсистему и интегрировать ее в единую информационную среду ГЭС (см. рис. 1).

Подсистема реализована по клиент-серверной архитектуре на языках JavaScript и C# с использованием технологии создания веб-приложений ASP.NET и MVC Framework. В качестве системы управления базой данных выбрана Microsoft SQL Server 2012.

Демилитаризованная зона предназначена для организации доступа к данным технологической сети из сети предприятия через сервер приложений ВЭП (по требованиям безопасности существует ограничение на доступ к данным технологической сети: данные можно прочитать в сеть предприятия, но передать данные из сети предприятия запрещено). В демилитаризованной зоне производится расчет водно-энергетических показателей, формируются и хра-



нятся отчетные документы, которые предоставляются для специалистов-технологов и обслуживающего персонала на автоматизированных рабочих местах (АРМ).

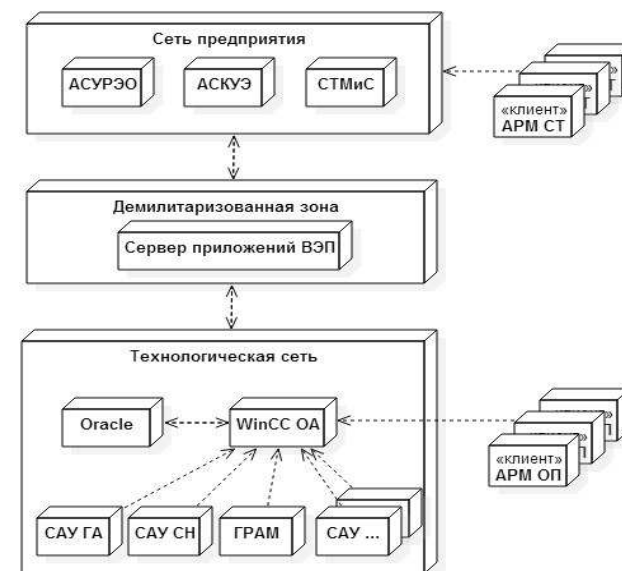


Рис. 1. Диаграмма развертывания подсистемы в информационной среде ГЭС

Структурная схема подсистемы приведена на рис. 2, в ее состав входят:

1 подсистема авторизации, которая отвечает за авторизацию пользователя и проверку правильности введенных данных;

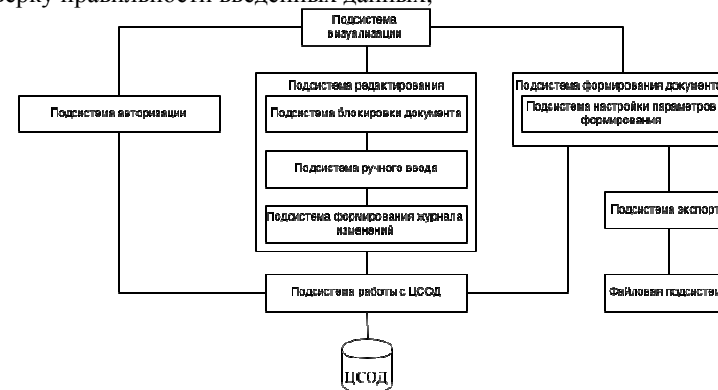


Рис. 2. Структурная схема подсистемы



2 подсистема формирования документов, занимающаяся созданием или получением документов на основании данных, полученных из центра сбора и обработки данных (ЦСОД). Включает в себя подсистему настройки параметров формирования, которая отвечает за выбор даты и дискретности документа, параметров графиков и может быть расширена в дальнейшем.

3 подсистема редактирования, которая отвечает за внесение изменений в сформированный документ и состоит из:

- подсистемы блокирования, которая запрещает изменение документа на время редактирования для всех пользователей, кроме текущего;
- подсистемы ручного ввода, которая отвечает за внесение изменений в документ и их проверку;
- подсистемы ведения журнала изменений, фиксирующей и сохраняющей все изменения;

4 подсистема экспорта, которая позволяет сохранить документ в файловой системе в форматах \*.pdf и \*.xls.

5 подсистема работы с ЦСОД отвечает за получение сформированных документов или значений параметров для их формирования, а также за запись информации обо всех блокировках документов и изменений значений;

6 подсистема визуализации, которая отвечает за отображение процесса работы с подсистемой.

Через главное меню подсистемы имеется доступ к следующим разделам:

- оперативные документы (суточные ведомости (на рис. 3 представлен документ «Суточная ведомость» за 15.02.2016, открыта таблица «Нагрузка ГЭС» и выбраны несколько параметров для отображения на графике), журнал водосброса, ведомость работы ГЭС за месяц);

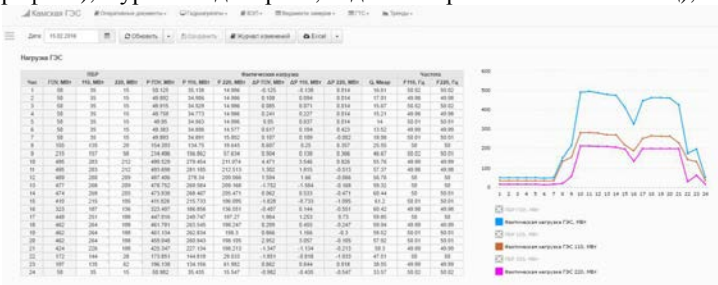


Рис. 3. Настройка параметров суточной ведомости

- гидроагрегаты (мнемосхема, наработка гидроагрегата (ГА), диаграмма наработки);
- водно-энергетические показатели (ВЭП-месяц, электроэнергия (генерация и перетоки по срезам), баланс электроэнергии);
- ведомости замера – месяц (уровень масла в баках, вибрация крестовины и биение вала).



При необходимости можно вводить данные вручную или редактировать значения параметров, в этом случае подсистема формирует журнал изменений, в котором фиксируются все действия пользователя (на рис. 4 представлен журнал изменений документа «Суточная ведомость» на 15.02.2016 с записью измененных значений в базу данных ЦСОД).

Время	Таблица	Параметр	Час	Старое значение	Новое значение	Пользователь
07 марта 2016 16:17:59	Нагрузка ГЭС	Фактическая нагрузка Р 220	13	209.1675587627	123	Администратор
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	10	101	208	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	11	95	283	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	12	93	280	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	13	96	240	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	14	98	244	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	15	107	263	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	16	105	213	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	17	80	246	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	18	113	264	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	19	134	264	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	20	125	264	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	21	257	264	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	22	97	191	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	23	35	132	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	8	35	142	Система
15 февраля 2016 02:00:09	Нагрузка ГЭС	ПБР 110	9	85	157	Система

Рис. 4. Журнал изменений документа «Суточная ведомость» на 15.02.2016 г. Кроме того, подсистема позволяет:

- вести эксплуатационные записи и экспортировать документы в файлы формата \*.xls и \*.pdf;
- кешировать сформированные документы и сохранять их в бинарном виде в файловой системе с целью увеличения скорости открытия документа без необходимости ожидания загрузки;
- просматривать графики по значениям параметров документов (на рис. 5 представлен график по значению параметра  $E_{сут}$  документа ВЭП-месяц);
- по расписанию или по факту подписания отправлять на определенный список почтовых адресов сформированный документ (на рис. 6 приведена форма настроек отправки).

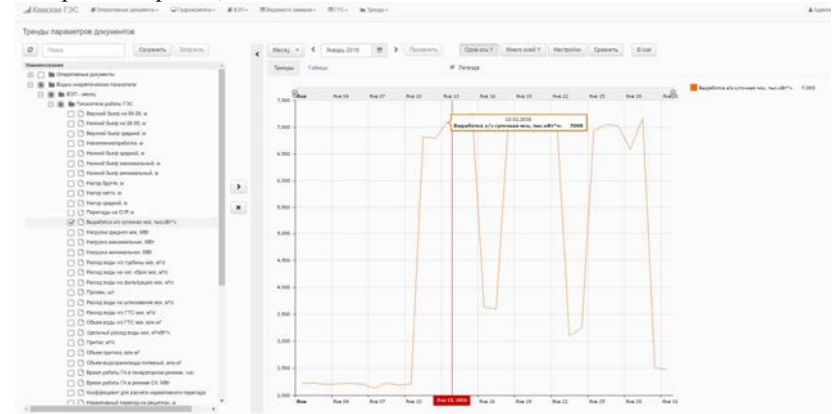


Рис. 5. Просмотр графика по выработке за январь 2016 г.

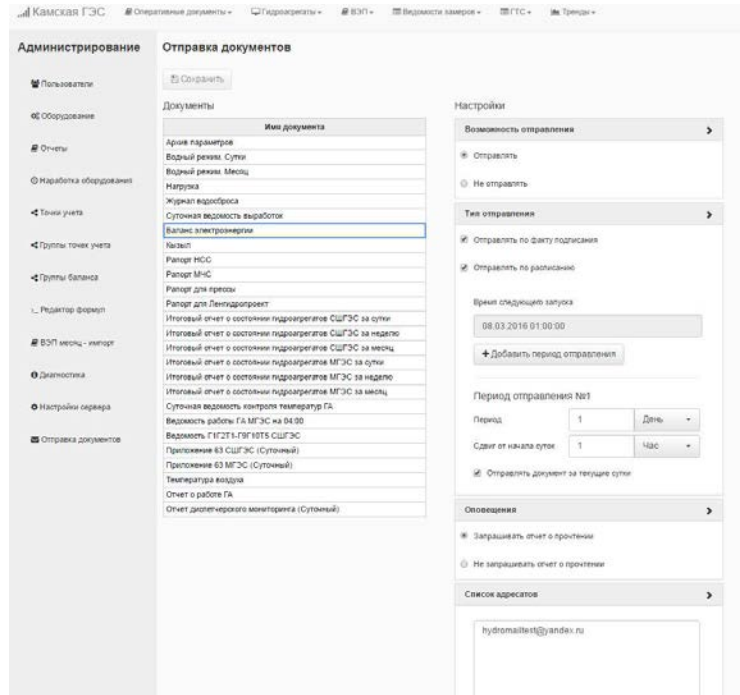


Рис. 6. Настройки отправки по почте

В заключение хотелось бы отметить, что автоматизация всех процессов, связанных с обработкой, формированием и документированием водно-энергетических показателей ГЭС, позволила повысить достоверность и актуальность информации, а также увеличить скорость оперативной реакции на ее изменения.

Н.Н. Хрисанов

## О ПОВЫШЕНИИ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

(Самарский государственный технический университет)

Значительное повышение быстродействия АЦП последовательного приближения возможно за счет применения нескольких ЦАП, а также за счет применения оптимальной стратегии подбора кода, учитывающей как вероятностные характеристики преобразуемого сигнала, так и динамические параметры ЦАП [1].



Возможная структура такого АЦП приведена на рис.1, где:  $CC_1 - CC_k - k$  схем сравнения;  $ЦАП_1 - ЦАП_k - k$  цифро-аналоговых преобразователей;  $\Gamma$  - генератор тактовых импульсов;  $Tr$  - триггер;  $Cч$  - счетчик;  $Pг$  - регистр; ПЗУ - постоянное запоминающее устройство.

Алгоритм подбора кода в процессе аналого-цифрового преобразования определяется содержимым ПЗУ, на старшие адресные входы которого подаются результаты сравнения преобразуемого напряжения с напряжениями, формируемыми с помощью цифро-аналоговых преобразователей  $ЦАП_1 - ЦАП_k$ , а на младшие адресные входы - код с первых выходов регистра  $Pг$  (который подается на вход первого ЦАП). Вместо ПЗУ возможно применение флеш памяти, что позволяет оперативно менять алгоритм аналого-цифрового преобразования.

На рис.2 показан возможный алгоритм подбора кода для АЦП, содержащего 4 ЦАП в виде графа. В вершинах графа на рис. 2 записаны значения выходных кодов (в десятичной системе счисления), подаваемых соответственно с первого по четвертый ЦАП. Самая левая ветвь графа соответствуют случаю, когда  $U_{ВХ} < U_{ЦАП4} < U_{ЦАП3} < U_{ЦАП2} < U_{ЦАП1}$ , эта ветвь графа помечена комбинацией «0000» (результат сравнения на выходах схем сравнения, причем первая цифра соответствует выходу первой схемы сравнения, вторая - второй и т.д.). Следующая ветвь слева соответствует случаю  $U_{ЦАП4} < U_{ВХ} < U_{ЦАП3} < U_{ЦАП2} < U_{ЦАП1}$  и обозначены как «1000» и т.д. Процесс подбора кода производится до достижения высшей вершины. Код, указанный на рис. 2 в прямоугольниках, будет соответствовать входному напряжению  $U_{ВХ}$ . Из рис.2 следует, что выходные коды 6,7,8 могут быть получены за один такт преобразования, коды 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12 за два такта, и коды 0, 1, 13, 14, 15 за три такта работы устройства. В обычном 4-х разрядном АЦП последовательного приближения, требуется 4 такта при любом значении входного напряжения.

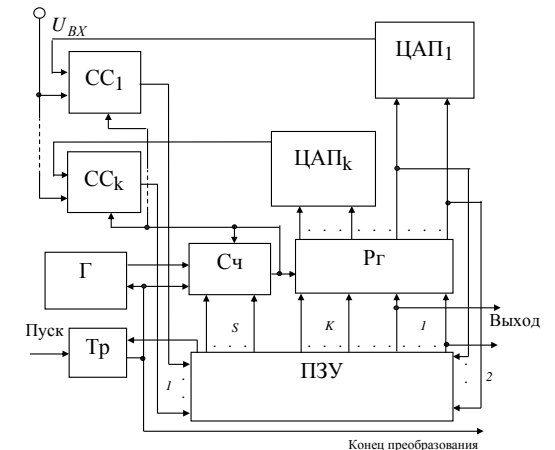


Рис. 1. Структура АЦП