

Новизна результатов. Автор считает, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты:

1. Новаторской является концепция носимого устройства для регистрации электрических сигналов руки человека и определения её функционального состояния. При этом используется исключительно электрические сигналы, регистрируемые с контактных электродов. Не используются другие источники информации;

2. Алгоритм подготовки и выделения из регистрируемых сигналов составляющих, характеризующих движение руки при жестикуляции.

Литература

1. Бобров П.Д., Коршаков А.В., Роцин В.Ю., Фролов А.А. Байесовский подход к реализации интерфейса мозг-компьютер, основанного на представлении движений // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – М., 2012. Т. 62. № 1. С. 1-11.

2. <https://www.thalmic.com/myo/#>

3. <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>

4. http://ru.wikipedia.org/wiki/PlayStation_Move

5. Wasserman P.D. Advanced Method in neural computing. – New York: Van-Nostrand Reinhold, 1993.

Registration of muscle's electrical activity for limb prosthesis control

Alexei Vyacheslavovich Korshakov, PhD., Senior researcher

National Research Centre «Kurchatov Institute»

The paper deals with human forearm gesticulation electric activity patterns processing method for usage in control systems of embedded and portable devices, gaming systems. The considered methods could also be applied in limb prostheses controlling systems.

Key words: registration of bio-objects electrical signals, computer interfaces, portable devices, information input console for interactive computational systems.

УДК 621.311:681.5

К ВОПРОСУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕМ

Александр Михайлович Баин, канд. техн. наук, докторант

Тел: (499)731-18-11, e-mail: evgen_uis@mail.ru,

Олег Иванович Лисов, д-р. техн. наук, проф.

кафедры «Информатика и программное обеспечение вычислительных систем»

Тел: (499) 731 18 11, e-mail: evgen_uis@mail.ru

Национальный исследовательский университет (МИЭТ)

<http://miet.ru>

Рассмотрены технико-экономические аспекты синтеза интегрированных систем управления энергообеспечением. Проанализированы составляющие экономического эффекта при внедрении интегрированных систем, созданных на основе предложенных авторами подходов.

Ключевые слова: системы управления энергообеспечением, экономическая эффективность, диспетчерское управление, распределительные электросети.

Одними из основных задач, стоящими перед автоматическими информационными системами контроля и управления в энергетике, является необходимость повышения степени защиты распределительных электросетей (РЭС), обеспечение устойчивости энергоснабжения потребителей и эффективности функционирования генерируемых мощностей. В настоящее время для обслуживания распределительных электросетей используются автоматические системы диспетчерского управления (АСДУ) и коммерческого учёта потребления электроэнергии (АСКУЭ). Указанные системы, как правило, эксплуатируются независимо друг от друга, изготавливаются разными производителями,



А.М. Баун

используют различное аппаратно-программное обеспечение и арендуют различные каналы связи, хотя функции их элементов зачастую дублируются [1]. Все это приводит к возрастанию затрат на разработку, изготовление, обслуживание и эксплуатацию систем, к значительным трудностям в получении оперативной информации о состоянии РЭС. Таким образом, актуальна задача создания единой интегрированной системы, сочетающей функции диспетчерского управления и учета энергопотребления.



О.И. Лисов

Далее проведён анализ экономического эффекта при внедрении интегрированных систем, созданных на основе предложенных подходов.

Снижение аварийности на объектах.

Интеграция АСКУЭ и АСДУ позволяет использовать в интегрированных системах все средства диагностики для предотвращения нештатных ситуаций, обычно отсутствующие в специализированных АСКУЭ. Это позволяет снизить потери в результате нештатной ситуации (аварии) на объекте. Снижение потерь обеспечивается предотвращением аварийной ситуации и уменьшением времени простоя оборудования объекта. Аварийная ситуация может быть предотвращена за счёт повышения качества и увеличения объема диагностической информации, предоставляемой диспетчеру. Разрабатываемые интегрированные системы обеспечивают получение не только статической, но и динамической информации о состоянии контролируемого объекта [1,2]. В интегрированной системе включаются, кроме традиционного оперативно - информационного контура (ОИК), подсистема регистрации информации (РИ), в том числе аварийной, получаемой от специализированных внешних устройств. По данным подсистемы РИ определяется место короткого замыкания и другие параметры, характеризующие появление нештатного режима работы. В интегрированной системе данные АСКУЭ разделены на оперативную и неоперативную составляющие. По оперативной составляющей с дискретностью 30 – 60 с фиксируется профиль мощности в цепи нагрузки, что позволяет диспетчеру своевременно принять меры по снижению нагрузки в критических зонах и предотвратить развитие нештатной ситуации [3].

Уменьшение времени поиска и устранения причины аварии связано с развитой системой диагностики, введённой в ИСУЭ [4]. Глубокая диагностика обеспечивается тем, что более 35% аппаратных и программных ресурсов интегрированной системы выделяется на проведение диагностических операций.

Проведённый теоретический анализ работы систем управления энергообеспечением показал, что для получения коэффициента готовности комплекса не менее 0,99 требуется проведение непрерывной диагностики, причём диагностика должна быть динамической и обнаруживать практически все неисправности типа «короткое замыкание» и «обрыв». По результатам теоретического анализа разработаны специальные методы кодирования, основанные на использовании биимпульсных условно корреляционных кодов [3]. Благодаря принятым системным, программным и аппаратным реше-

ниям, непрерывно работающая подсистема диагностики ИСУЭ обеспечивает: контроль качества каналов связи. По диагностическим данным определяется текущий, получасовой, часовой, суточный, усреднённый за отчётный период коэффициент качества канала связи. Результат автоматически отображается на мониторах АРМ диспетчера.

Согласно имеющейся статистике, прогнозируемое усреднённое время простоя энергетического оборудования при аварии уменьшается на один час при использовании предложенной ИСУЭ благодаря полноте диагностики. Стоимость системы, включающей 20 устройств контролируемого пункта и пункт управления «соответствует» двум-трем часам простоя основного оборудования. Для определения цифровых показателей могут использоваться формулы определения годовой экономической эффективности ($\mathcal{E}_{AB/ГОД}$) и снижения срока окупаемости ($T_{ок}$) по составляющей – «снижение аварийности»:

$$\mathcal{E}_{AB/ГОД} = \sum_1^S C_{AB}^I \cdot P_{ПРЕД.АВ}^I + \sum_1^m C_{AB/час}^I \cdot T_{AB}^I, \quad (1)$$

$$T_{ок} = \frac{C_{СУМ}}{\mathcal{E}_{AB}}, \quad (2)$$

где C_{AB}^I - «стоимость» предотвращённой аварии; $C_{AB/час}^I$ - экономические потери от простоя оборудования в результате аварии в течение одного часа, исключаемые в результате применения ИСУЭ; S -число предотвращённых аварий; $P_{ПРЕД.АВ}^I$ - вероятность предотвращения аварии I -того типа; T_{AB}^I - уменьшение в часах времени простоя оборудования при возникновении аварии I -того типа. Например, при $C_{AB}^I = 10^6$ рублей, $P_{ПРЕД.АВ}^I = 0,2$, $S=1$, $m=2$, $C_{AB/час}^I = C_{AB/час}^2 = 10^4$ рублей, $T_{AB}^1 = T_{AB}^2 = 1$ час, а $C_{СУМ} = 10^6$ рублей получим: $\mathcal{E}_{AB/ГОД} = 2,2 \cdot 10^5$ рублей, $T_{ок.АВ} = 4,5$ года .

Снижение затрат на проектирование ИСУЭ

Снижению затрат на проектирование способствуют: проведение регулярных обучающих семинаров для представителей проектных организаций; универсальность выполнения внешних связей ИСУЭ, т.е. их инвариантность к конкретным видам и объёмам информации. Опыт создания таких проектов позволил получить усреднённое значение затрат времени на выполнение проекта телемеханизации, выполняемого специалистами, знающими все особенности и преимущества системотехники ИСУЭ. В частности, проектирование ИСУЭ, состоящей из 10 КП и ПУ, включает: предпроектное обследование объектов телемеханизации; выполнение проекта; утверждение проекта Заказчиком.

На предпроектное обследование одного КП затрачивается 6 часов; с учетом времени доставки специалиста на объект указанная составляющая увеличивается до 10 часов. Время выполнения проекта по полученным «предпроектным» данным составляет три часа для каждого КП и ПУ. Таким образом, общее время выполнения проекта (без учета времени на создание баз текущих и ретроспективных данных и других процедур привязки базового программного обеспечения и аппаратуры к объекту) составит:

$$T_{ПР} = 10 \cdot (10 + 3) + 2 = 132 \text{ часа} .$$

Время согласования и утверждение проекта не превышает пять рабочих дней - 40 часов. Таким образом, время, затрачиваемое на проектирование ИСУЭ с учётом отмеченных выше составляющих, способствующих снижению затрат, может быть оценено в 1человеко-месяц. Нормативное время на создание проекта описанной системы телемеханики ($T_{НОРМ}$) составляет не менее трёх человеко-месяцев. Тогда экономическую эффективность от снижения нормативных затрат на проектирование ($\mathcal{E}_{проект}$) можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_{проект} = (T_{НОРМ} - T_{ПР}) \cdot C_{ЧЕЛ/МЕС} \quad \text{где } C_{ЧЕЛ/МЕС} \text{ – стоимость труда одного проектировщика за месяц (с учётом накладных расходов и других затрат предприятия).} \quad (3)$$

При $C_{ЧЕЛ/МЕС} = 45000$ рублей получим $\mathcal{E}_{ПРОЕКТ} = 9 \cdot 10^4$ рублей.

Снижение затрат на организацию и обслуживание каналов связи

При разработке ИСУЭ была теоретически проанализирована возможность построения систем, интегрирующих функции АСДУ, РИ, АСКУЭ. Анализ проводился с использованием математического аппарата теории вероятности, очередей, надёжности и помехоустойчивого кодирования и ставил целью определение: снижения реальной оперативности каналов телесигнализации (ТС), телеуправления (ТУ) и телеизмерения текущих значений параметров (ТТ) при введении РИ и АИИСКУЭ; влияния дополнительно введённых модулей и программ на интегральную достоверность, надёжность и помехоустойчивость как «традиционных», так и вновь вводимых подсистем.

Расчёты показали, что реальная оперативность ТС, ТУ, ТТ снижается не более чем на 8-10 % при введении АСКУЭ и не более чем на 15 % при введении РИ и АСКУЭ. Декорреляция временных параметров подсистем достигается благодаря тому, что используется разделение информации каждого вида на оперативную и неоперативную составляющие. Например, для канала ТС в оперативную составляющую включаются мгновенные значения сигналов от датчиков, а в неоперативную – последовательность переключений ТС с привязкой данных к меткам времени. Разделение всех видов информации на составляющие позволяет оптимизировать приоритеты данных и минимизировать объем информации, передаваемой в канал связи. Таким образом, системотехника ИСУЭ позволяет интегрировать в комплекс новые виды информации практически без снижения оперативности каждого вида информации.

Использование кодирования на основе разработанного для ИСУЭ биимпульсного условно корреляционного кода позволяет перенести формирование основных компонентов используемого протокола передачи информации, в том числе меток времени, из центрального контроллера непосредственно в модули – источники информации [3]. В результате все модули трассы доставки информации от датчика до приемника (кроме модуля – источника информации) превращаются в простые ретрансляторы и практически не влияют на системную помехоустойчивость и достоверность информации. Это позволило перейти в ИСУЭ от определения качества системы по отдельным показателям - быстродействию, надёжности, помехоустойчивости и достоверности, к обобщающему показателю – интегральной достоверности информации. Полученные математические выражения для определения интегрального показателя качества показали, что в ИСУЭ интегральный показатель качества значительно выше, чем регламентируемые стандартами отдельные показатели быстродействия, надёжности, помехоустойчивости и достоверности. Таким образом, без снижения показателей качества информации и оперативности для подсистем АСДУ, РИ, АСКУЭ в интегрированном ИСУЭ может использоваться общий канал связи. С учётом сказанного, экономическая эффективность определяется снижением стоимости каналов связи и их обслуживания:

$$\mathcal{E}_{КС} = 2 \cdot (C_{КС} + C_{ОБСЛ.КС}) . \quad (4)$$

Например, при $C_{КС} = 0,2C_{СУМ}$, $C_{ОБСЛ.КС} = 0,2C_{КС}$, получим: $\mathcal{E}_{КС} = 0,44C_{СУМ}$.

Снижение затрат на обслуживание ИСУЭ

Снижение затрат на обслуживание ИСУЭ обусловлено: идентичностью аппаратуры подсистем АСДУ, РИ, АСКУЭ; наличием глубокой диагностики, позволяющей фиксировать не только вид, но и место неисправности; введением в комплект поставки АРМ телемеханика. Отмеченные особенности ИСУЭ позволяют использовать общую бригаду для обслуживания всех подсистем интегрированного комплекса.

Анализ статистических данных Пользователей показывает, что при переходе к использованию интегрированной системы бригада увеличивается на одного техника, занятого, в основном, обслуживанием АСКУЭ. Таким образом, минимальную эконо-

мическую эффективность можно определить по затратам ($\mathcal{E}_{\text{ОБСЛ.ИУТК}}$) на содержание одной дополнительной бригады (без одного техника). Следовательно:

$$\mathcal{E}_{\text{ОБСЛ.ИУТК}} = C_{\text{РУК}} + 0,5C_{\text{ПРОГР}} + 3C_{\text{ТЕХН}} \quad \text{где } C_{\text{РУК}}, C_{\text{ПРОГР}}, C_{\text{ТЕХН}} - \text{стоимость содержания на предприятии руководителя, программиста и техника.} \quad (5)$$

Снижение затрат на проведение монтажных работ

Снижение затрат на проведение монтажных работ ИСУЭ обусловлено возможностью выполнения всего или части устройства КП по рассредоточенной схеме. В состав ИСУЭ по условиям Заказа, могут вводиться устройства КПМ1-1 микро или КПМ-микро (С), предназначенные для установки, например, в отдельные силовые ячейки. Каждое устройство КПМ1-1 микро обеспечивает: ввод 1-16 ТС, ввод 1-8 ТТ, приём и вывод 1-8 команд ТУ, ввод данных от счётчика, устройства защиты и автоматики, цифрового преобразователя, сопряжение с концентратором информации от устройств КПМ1-1 микро. Размещение устройств КПМ1-1 микро рядом с источниками и приёмниками информации позволяет в 3-5 раз уменьшить расходные материалы и стоимость монтажа. Анализ показывает, что суммарная стоимость устройства КП при рассредоточенном его выполнении увеличивается в 1,5 раза по сравнению с сосредоточенным устройством. Статистически установлено, что стоимость расходных материалов и монтажных работ не менее чем в два раза больше стоимости устройства КП.

Предположим, что стоимость монтажных работ при использовании КПМ1-1 микро, уменьшается в 4 раза. Реальную стоимость устройства КП с учётом выполнения монтажных работ и при использовании конструктивной особенности ИСУЭ ($C_{\text{КП}}^{\text{РЕАЛ}}$) определим по формуле:

$$C_{\text{КП}}^{\text{РЕАЛ}} = C_{\text{КП}} \cdot \frac{1,5C_{\text{КП}} + 0,5C_{\text{КП}}}{C_{\text{КП}} + 2C_{\text{КП}}} = 0,66C_{\text{КП}}. \quad (6)$$

Видно, что реальная стоимость устройства КП с учётом выполнения монтажных работ уменьшается более чем на 30%.

Таким образом очевидна экономическая эффективность созданных интегрированных систем на основе обоснованных авторами подходов.

Литература

1. *Портнов Е.М.* К вопросу создания интегрированных автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии // Микроэлектронные информационно-управляющие системы и комплексы: материалы научной школы. – М.: МИЭТ, 2010. С. 46-53.
2. *Баин А.М., Чжо З.Е., Касимов Р.А.* Методика снижения интенсивности информационных потоков интегрированных информационно-управляющих систем в энергетике // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. 2013. № 3 (119). С. 33-37.
3. *Баин А.М., Дубовой Н.Д., Портнов Е.М., Сидоренко Н.И.* Способ повышения достоверности команд управления распределительными электросетями в теплоэнергетике // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – М.: ФГУП ВИМИ, 2012. № 3.
4. *Чжо Зо Е, Лисов О.И., Баин А.М.* Интеллектуальная обучающая система по диагностике сбоев и отказов многокомпьютерных комплексов // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – М.: ФГУП ВИМИ, 2012. № 2. С. 63-67.
5. *Баин А.М., Портнов Е.М., Касимов Р.А.* Интегральная достоверность как обобщающий критерий качества информационно-управляющих систем в теплоэнергетике // Естественные и технические науки. 2011. № 4. С. 424-425.

On problem economic efficiency creation of integrated energy management

Alexandr Mihaylovich Bain, Candidate of Technical Sciences, Doctoral Candidate

Oleg Ivanovich Lisov, Doctor of Engineering, Professor of Informatics and software of computing systems chair

National Research University

The technical and economic aspects of the synthesis of integrated energy management systems are considered. The components of the economic effect in the implementation of integrated systems, which are based on the approaches proposed by the authors are analyzed.

Keywords: energy management systems, economic efficiency, supervisory control, distribution networks.

УДК 528.8.041.3

ТЕХНОЛОГИЯ БЫСТРОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ИНФРАКРАСНЫХ ЗОНДИРОВЩИКОВ

Валерий Павлович Пяткин, д-р.техн.наук, зав. лабораторией

Тел.: (383) 330 73 32, e-mail: pvpr@ooi.sssc.ru rev@ooi.sssc.ru

Евгений Владимирович Русин, канд.техн.наук, ст.науч.сотр.

Тел.: (383)330-73-32, e-mail: pvpr@ooi.sssc.ru, rev@ooi.sssc.ru

Институт Вычислительной Математики и Математической Геофизики СО РАН
<http://loi.sssc.ru>

Обсуждаются вычислительные технологии быстрого и точного моделирования спектров, измеряемых в инфракрасном диапазоне зондировщиками ИКФС-2 и МСУ-МР, устанавливаемыми на перспективных метеоспутниках серии «Метеор-М». Кратко описываются методологические аспекты построения быстрых моделей переноса инфракрасного излучения. Представлено описание интерфейса и функций разработанного программного обеспечения, оценивается его точность и производительность.

Ключевые слова: вычислительные технологии, дистанционное зондирование, программное обеспечение, моделирование спутниковых измерений, высокопроизводительные вычисления, RTTOV.

Работа выполнена частично при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-07-00068).



В.П. Пяткин

Для обработки и анализа данных измерений инфракрасных зондировщиков ИКФС-2 и МСУ-МР, устанавливаемых на российских метеоспутниках серии «Метеор-М», требуется создание быстрых и высокоточных процедур радиационных расчетов. Указанные процедуры и соответствующие программные комплексы (кратко БРМ – быстрые радиационные модели) предназначены для [1]:

– валидации измеряемых спектров уходящего инфракрасного излучения и мониторинга качества абсолютной калибровки;

– тематической обработки или «обращения» спутниковых данных, т.е. восстановления различных параметров состояния системы «атмосфера-подстилающая поверхность»;

– усвоения спутниковых данных в схемах численного анализа и прогноза погоды.

Создаваемые БРМ должны обеспечить высокое быстродействие моделирования измеряемых спектров при погрешности расчетов на уровне инструментального шума.

Характерной особенностью зондировщика ИКФС-2 является его высокая спектральная разрешающая способность: измеряемый спектр содержит 2701 «узкий» канал, покрывающий полосу 660-2000 см⁻¹; общее время измерения полного спектра ИКФС-2 составляет 0,7 с. Это предъявляет высокие требования к скорости вычислений БРМ: по