

Список использованных источников

1. <http://www.findpatent.ru/patent/70/704519.html>© FindPatent.ru – патентный поиск, 2012-2020, доступ 01.09.2025
2. Машина первичной очистки ЗВС-20А// Руководство по эксплуатации/ ОАО Воронежсельмаш по ТУ 4735-013-05785750-2002.
3. Дубодел И.Б., Заяц Е.М., Кардашов П.В., Корко В.С., Городецкая Е.А. Электротехнологии. – Минск: БГАТУ, 2014. – 251 с.

УДК 621.31: 004.94

М.В. Чкалова, канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет»,

г. Оренбург

e-mail: chkalovamv@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕТОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ДОМЕ

Ключевые слова: электричество, энергоснабжение, интеллектуальная система управления, учет и мониторинг.

Key words: electricity, energy supply, intelligent control system, accounting and monitoring.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы проектирования, разработки и внедрения интеллектуальной системы для мониторинга в реальном времени и автоматизированного учета потребления электроэнергии на примере двух домовладений в сельской местности. Актуальность исследования обусловлена необходимостью оптимизации энергопотребления в условиях роста тарифов на электроэнергию. Авторская разработка интеллектуальной системы учета и мониторинга энергопотребления в среде CODESYS реализует комплексное решение по управлению энергонагрузкой с учетом временных тарифов и предназначена для совместного использования несколькими домовладениями. Тестирование системы проводилось в селе Ивановка Оренбургского района Оренбургской области.

Summary: The article discusses the issues of designing, developing and implementing an intelligent system tools for real-time monitoring and automated metering of electricity consumption using the example of two households in rural areas. The relevance of the study is due to the need to optimize energy consumption in the context of rising electricity tariffs. The author's development of an intelligent energy accounting and monitoring system in the CODESYS environment implements a comprehensive energy management so-

lution based on time tariffs and is intended for joint use by several households. The system was tested in the village of Ivanovka, Orenburg region.

Введение. В условиях постоянного роста тарифов на электроэнергию и необходимости оптимизации энергопотребления актуальной задачей становится разработка интеллектуальных систем учета и мониторинга, которые смогут обеспечить не только точный учет, но и интеллектуальное управление нагрузкой с учетом временных тарифов и защитой от перегрузок, что позволит значительно снизить затраты на электроэнергию и повысить надежность электроснабжения домовладений в сельской местности.

Целью исследования является разработка программного модуля интеллектуальной системы управления нагрузкой электрической сети для мониторинга и учета электроэнергии в сельском домовладении.

Материалы и методы. Программа была разработана на языке программирования Structured Text, соответствующем международному стандарту IEC 61131-3, и предназначена для выполнения в программной среде CODESYS, начиная с версии 3.5. Архитектурное решение построено на принципах модульности и четкого разделения ответственности между компонентами, что обеспечивает высокую степень надежности и удобство сопровождения. Система функционирует на программируемом логическом контроллере (ПЛК), оснащенный необходимым набором дискретных и аналоговых модулей ввода-вывода [1,2].

Основные программные модули системы включают в себя:

- модуль управления временем и тарифами, который отвечает за взаимодействие с системными часами реального времени ПЛК через специализированные функции библиотеки SysTime. Его ключевая задача – определение текущего времени суток и автоматическое применение соответствующего тарифного коэффициента;

- модуль обработки сигналов ввода-вывода, который управляет физическими интерфейсами ПЛК. Он обрабатывает состояния 16 дискретных входов (по 8 на каждое из двух домовладений), реализуя алгоритм защиты от дребезга контактов с помощью таймеров типа TON, настроенных на 50 мс. На основе этой обработки модуль формирует управляющие сигналы для 16 дискретных выходов и вычисляет значения для двух аналоговых выходов [1,2,3].

Принцип работы интеллектуальной системы реализован в виде непрерывного циклического алгоритма с основным тактом 100 мс. В каждом цикле программа последовательно выполняет следующие операции: опрос и фильтрация дискретных входов, подсчет количества активных приборов и расчет их суммарной потребляемой мощности, проверка условий для срабатывания защит от перегрузки, применение тарифного коэф-

фициента и пересчет значений для аналоговых выходов, обновление состояния дискретных выходов [3].

Для минимизации нагрузки на вычислительные ресурсы и снижения износа носителя информации RTC, операции чтения системного времени выполняются с пониженной частотой – один раз в секунду.

Результаты и обсуждение. Программа успешно реализует все поставленные задачи с высокой степенью надежности. Основные достижения разработанной интеллектуальной системы включают функциональные и диагностические возможности [3,4].

К расширению функциональных возможностей следует отнести:

- двухтарифный учет в виде автоматического переключения между дневным (1.0) и ночным (0.5) коэффициентами (рис.1);
- интеллектуальная защита, реализующая отключение при одновременной работе более 6 приборов;
- аналоговый выход как линейное преобразование потребления в сигнал 4-20 мА;
- автоматическое восстановление через самовключение пробок при нормализации нагрузки.

```
// Проверяем, не перешли ли мы через полночь
IF (CurrentHour:15 = 0) AND (LastProcessedHour:15 = 23) THEN
    MidnightCrossedFALSE := TRUE;
    StatusMessage: System.ini := 'Midnight crossed - night tariff activated';
END_IF;

...

IF (CurrentHour:1 >= NIGHT_TARIFF_START:0) AND (CurrentHour:1 < NIGHT_TARIFF_END:6)
    IsNightTimeTRUE := TRUE;
    TariffFactor:0.5 := NIGHT_TARIFF_FACTOR:0.5;
ELSE
    IsNightTimeTRUE := FALSE;
    TariffFactor:0.5 := DAY_TARIFF_FACTOR:1;
END_IF;
```

Рисунок 1. Фрагмент кода программы «проверка перехода на ночной тариф»

К расширению диагностических возможностей относится:

- контроль корректности отслеживания времени (рис.2);
- мониторинг состояния пробок;
- счетчик ошибок и текстовые сообщения о состоянии;
- отладка некорректностей через строковые переменные.

CurrentDateTime	RTS_SYSTIMEDATE	
wYear	UINT	2025
wMonth	UINT	12
wDay	UINT	28
wHour	UINT	15
wMinute	UINT	47
wSecond	UINT	9
wMilliseconds	UINT	0
wDayOfWeek	UINT	7
wYday	UINT	362
CurrentHour	UINT	15
CurrentMinute	UINT	47
CurrentSecond	UINT	9
TimeIsValid	BOOL	TRUE
DebugTimeString	STRING(20)	Time: 15:4

Рисунок 2. Фрагмент интерфейса программы «контроль параметров в реальном времени»

Сравнительная характеристика параметров традиционного счетчика и разработанной интеллектуальной системы представлена в таблице 1 [3.4].

Таблица 1. Сравнительная характеристика параметров традиционного счетчика и разработки

Контрольный параметр	Традиционный счетчик	Разработанная система
Тарифный учет	Ручное переключение	Полностью автоматический
Защита от перегрузки	Механический автомат	Программно-аппаратная
Мониторинг онлайн	Отсутствует	Полный в реальном времени
Гибкость настроек	Ограниченная	Полная программируемость

Разработанная интеллектуальная система демонстрирует стабильную работу при различных сценариях нагрузки и автоматически адаптируется к изменяющимся условиям. Механизм определения перехода через полночь обеспечивает своевременное переключение тарифов, а встроенная диагностика позволяет оперативно выявлять и устранять возможные проблемы.

Заключение. Разработанное программное обеспечение представляет собой законченное, готовое к промышленному применению решение для задач автоматизированного коммерческого и технического учета электроэнергии в сельских домовладениях. Его ключевыми конкурентными преимуществами являются достижение прямой финансовой экономии за счет использования ночного тарифа, существенное повышение уровня пожарной

и электробезопасности благодаря интеллектуальным алгоритмам защиты, а также открытость и легкая интеграция в существующие или проектируемые системы АСУ ТП. Предложенная архитектура обладает высокой степенью масштабируемости и может быть адаптирована для объектов с большим количеством учетных точек или другими специфическими требованиями.

Список использованных источников

1. МЭК 61131-3:2013 Программируемые контроллеры - Часть 3: Языки программирования (IEC 61131-3:2013, «Programmable controllers – Part 3: Programming languages», IET)
2. OWEN. CODESYS 3.5 FAQ – Руководство пользователя версия 2.4 [Электронный ресурс]. – URL: https://ftp.owen.ru/CoDeSys3/11_Documentation/03_3.5.11.5/CDSv3.5_Faq_v.2.4.pdf (дата обращения 18.04.2026).
3. W. Bolton, Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering (Paperback). - London: 2003, 592p.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025684583 РФ. Программа для оптимизации информационных потоков в системах управления: опубл. 16.09.2025 / В. Д. Павлидис, М. В. Чкалова, Е. В. Яковлева, А. С. Иноземцев.

УДК 004.94

В.Д. Павлидис, канд. физ.-мат. наук, профессор

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», г. Оренбург
e-mail: pavlidis@mail.ru*

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ БПЛА ДЛЯ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ АЭРОСЪЕМКИ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты (БПЛА), планирование маршрута, многозональная аэросъемка, адаптивный алгоритм, региональный мониторинг

Key words: unmanned aerial vehicles (UAVs), route planning, multi-zone aerial photography, adaptive algorithm, regional monitoring

Аннотация: Статья посвящена решению актуальной задачи адаптивного планирования полетов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для проведения многозональной аэросъемки сельхозугодий. Целью исследования является разработка и верификация интеллектуального алгоритма, обеспечивающего максимальное качество данных съемки в условиях переменных атмосферных явлений и разнообразного рельефа Оренбурга-