

СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ЧАСТНОМ ДОМЕ

Кривецкий И.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Адамович В.Е. – зав. учебными лабораториями

Представлена структура комбинированной системы резервного электроснабжения частного дома, объединяющей аккумуляторный буфер (48 В, AGM) и дизельный генератор мощностью 20 кВт. Управление реализовано на программируемом реле ОВЕН ПР200. Описан алгоритм автоматического ввода резерва, обеспечивающий мгновенное переключение на инвертор при пропадании сети и автоматический запуск генератора при разряде батарей. Приведены технико-экономические показатели.

Проблема нестабильного электроснабжения частных домов, особенно в сельской местности и пригородных зонах, приобретает всё большую остроту. Частые аварийные отключения, скачки напряжения, длительные перерывы в подаче электроэнергии приводят к выходу из строя бытовой техники, а зимой – к размораживанию систем отопления. Традиционные решения (бензиновые или дизельные генераторы) имеют существенный недостаток – инерционность запуска, что недопустимо для современных газовых котлов и циркуляционных насосов. Системы на основе аккумуляторных батарей (ИБП) обеспечивают мгновенное переключение, но ограничены по времени автономной работы.

Целью дипломной работы является разработка комбинированной системы резервного и бесперебойного электроснабжения (РБЭ), в которой аккумуляторный буфер мгновенно принимает нагрузку при сбоях сети, а при длительном отключении автоматически запускается дизельный генератор, подзаряжающий батареи. Центральным устройством управления выбрано программируемое реле ОВЕН ПР200-220.2.1.0 благодаря наличию 8 дискретных входов (90...264 В), 4 аналоговых входов, 8 релейных выходов, интерфейса RS-485 (Modbus RTU) и встроенного дисплея.

На рисунке 1 представлена функциональная схема разработанной системы.

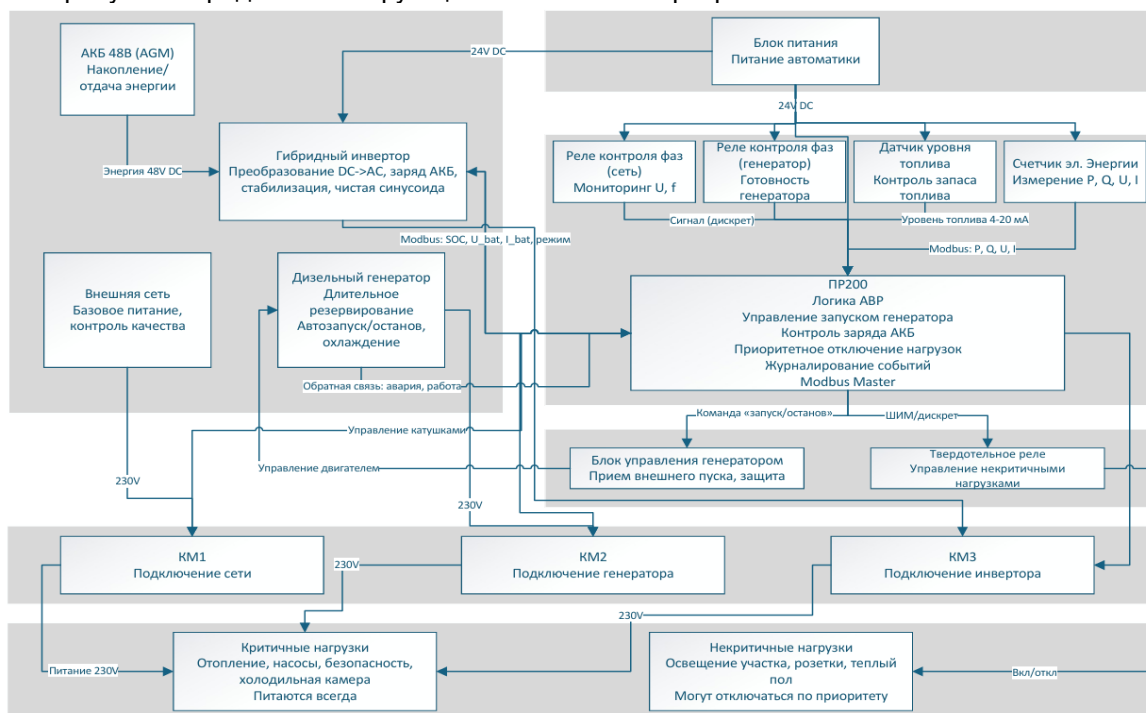


Рисунок 1 – Функциональная схема системы резервного электроснабжения

Основные элементы системы: внешняя сеть ~380 В; дизельный генератор Азимут АД-20С-Т400-1РКМ5 (20 кВт, контроллер SmartGen HGM6120); аккумуляторная батарея 48 В 200 А·ч (AGM); гибридный инвертор 48 В/230 В (чистая синусоида, Modbus); контакторы КМ1 (сеть), КМ2 (генератор), КМ3 (инвертор); контроллер ПР200; реле контроля фаз; многофункциональный счётчик электроэнергии; датчик уровня топлива. Питание автоматики (24 В DC) осуществляется от блока питания Mean Well DR-120-24, подключенного к выходу инвертора. Алгоритм работы ПР200 реализован на языке функциональных блоков (FBD). При наличии напряжения на вводе сети контактор КМ1 включён, нагрузка питается от сети, инвертор заряжает АКБ. При пропадании сети или выходе её параметров за допустимые пределы (контроль по реле контроля фаз) контроллер мгновенно переключает нагрузку на инвертор (контактор КМ3). Если сеть отсутствует более 30 с и уровень заряда

АКБ падает ниже 30 %, ПР200 выдает команду на запуск генератора (двухпроводной интерфейс). После появления стабильного напряжения генератора и прогрева (10 с) контроллер отключает инвертор и включает контактор КМ2, питая нагрузку от генератора. Инвертор переводится в режим заряда АКБ. При восстановлении сети контроллер выдерживает паузу 30 с, затем отключает генератор (с циклом охлаждения 2 мин) и переключает нагрузку на сеть. Для экономии ресурса генератора предусмотрена функция приоритетного отключения некритичных нагрузок (освещение участка, теплые полы, розетки общего назначения) при работе от АКБ или генератора. Все события (отключения сети, запуски генератора, аварии) журналируются во внутренней памяти ПР200 с привязкой к часам реального времени.

Технико-экономическое обоснование показало, что стоимость оборудования для типового дома (критическая нагрузка 3 кВт, резерв 12 ч) составляет около 21 000 BYN (таблица 1). Предотвращаемый ущерб от размораживания отопления, выхода из строя электроники и порчи продуктов в зимний период может достигать 5 000–10 000 BYN за один инцидент. Ориентировочный срок окупаемости системы – 3–5 лет при регулярных отключениях (более 10 раз в год).

Таблица 1 – Сумма затрат на основные компоненты системы

Наименование	Модель	Цена, BYN
Дизельный генератор	Азимут АД-20С-Т400-1РКМ5	15 477
Программируемое реле	ОВЕН ПР200-220.2.1.0	680
Гибридный инвертор + АКБ	48 В / 230 В, 200 А·ч	3 500
Контакторы (3 шт.)	Евроавтоматика ST63-40	450
Реле контроля фаз (2 шт.)	CZF-311	133
Блок питания 24 В	Mean Well DR-120-24	200
Счётчик, датчик, кабель	–	560
Итого		≈21 000

Разработанная система может быть рекомендована для внедрения в частных домовладениях с круглогодичным проживанием, особенно в регионах с нестабильным электроснабжением. Программное обеспечение для ПР200 (прошивка) и руководство оператора передаются заказчику как конечный продукт.

Список использованных источников:

1. ОВЕН. Программируемое реле ПР200 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.ru/product/pr200>
2. Азимут. Дизельный генератор АД-20С-Т400-1РКМ5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://generator-azimut.com>
3. Левченко, М.Т. Автоматическое включение резерва / М.Т. Левченко, М.Н. Хомяков. – М.: Энергия, 1971. – 80 с.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – 7-е изд. – М.: ЭНАС, 2021. – 464 с.
5. Сивков, А.А. Основы электроснабжения учеб. пособие / А.А. Сивков, А.С. Сайгаш, Д.Ю. Герасимов. – 2-е изд. – М.: Юрайт, 2024. – 173 с.