

# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОЙ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Венчаков Павел Вячеславович**

Магистрант 2 года обучения направления подготовки

09.04.04 «Программная инженерия» кафедры САПР

Факультета математики и информационных технологий

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

имени Н.П. Огарёва»,

Инженер-программист СОФТ-Центра

Центра проектирования инноваций АУ «Технопарк-Мордовия

**Венчаков Артём Викторович**

Магистрант 1 года обучения направления подготовки

09.04.04 «Программная инженерия» кафедры САПР

Факультета математики и информационных технологий

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

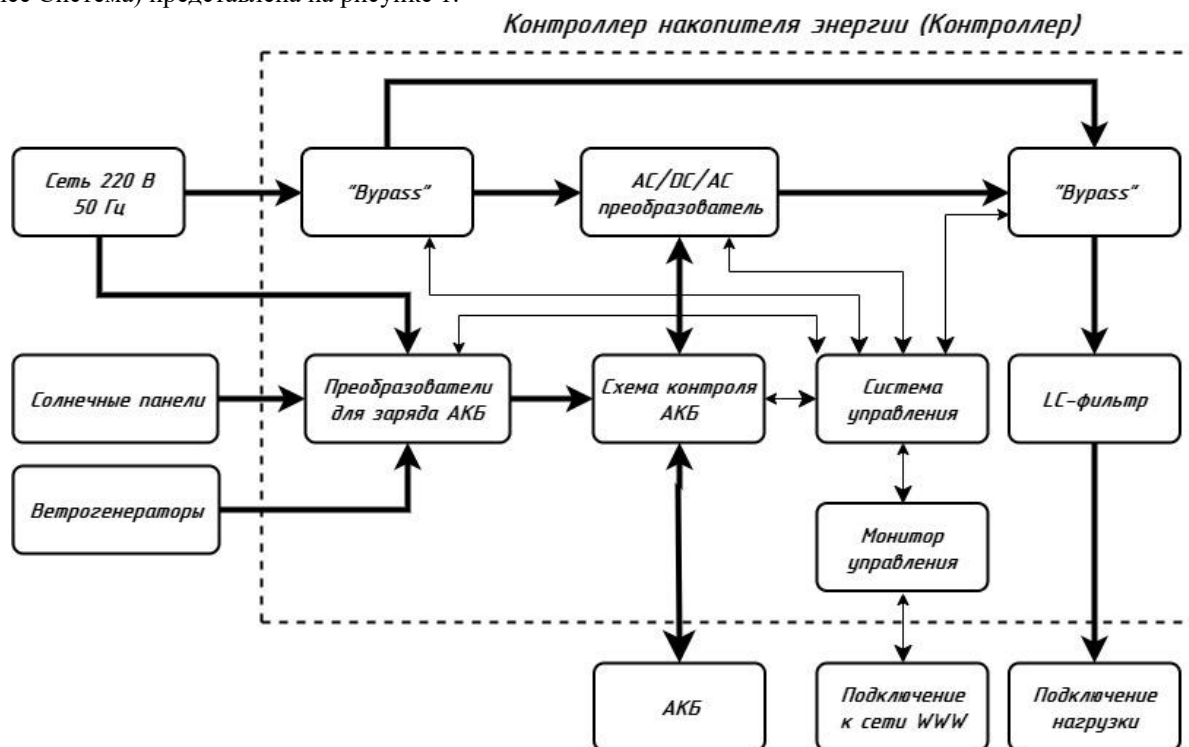
имени Н.П. Огарёва»

В настоящее время созданы технологии, ориентированные на разработку новейших систем преобразования энергии. Эта тематика затрагивает широкий спектр, включающий базовые схемы и вопросы проектирования в условиях предприятия. Настоящая статья представляет общую логику работы системы бесперебойного питания, обмен информационными данными, а также возможность потребления и преобразования энергии от альтернативных источников.

Основные функции системы:

1. Обеспечение стабильных выходных параметров электросети в пределах заданного диапазона (напряжение, ток, частота);
2. Защита выходной сети от перегрузки тока, короткого замыкания;
3. Возможность получения и преобразования энергии от альтернативных источников;
4. Наличие накопителя энергии;
5. Возможность дистанционного управления;
6. Мониторинг параметров в режиме «Online».

Структурная схема взаимодействия блоков системы бесперебойного питания испытательного оборудования (далее Система) представлена на рисунке 1.



*Рисунок 1 – Схема структурная контроллера накопителя энергии*

Контроллер накопителя энергии (далее Контроллер) представляет собой исполнительное устройство для преобразования и передачи энергии потребителю, действующее согласно заданным алгоритмам и с возможностью внесения корректив пользователем.

Жирными линиями на схеме обозначены силовые шины преобразования энергии, тонкими линиями – шины управления и передачи данных.

Блок **«Bypass»** является силовым управляемым переключателем. Блок **«Преобразователи для заряда АКБ»** состоит из преобразователя AC/DC для сети переменного тока и преобразователей DC/DC для альтернативных источников энергии. **«AC/DC/AC преобразователь»** включает в себя схему двойного преобразования энергии для заряда аккумуляторной батареи (далее АКБ). Блок **«Схема контроля АКБ»** выполняет функцию выбора источника энергии для заряда АКБ. **«АКБ»** является аккумуляторной батареей. Блок **«LC-фильтр»** – электронное устройство с четырьмя точками подключения, которое необходимо для беспрепятственного пропускания токов одного диапазона частот. Блок **«Система управления»** – микроконтроллер и периферия, которая обеспечивает функции управления, мониторинга и передачи данных между сервером системы и потребителями энергии при помощи сети World Wide Web (WWW). **«Монитор управления»** представляет собой сенсорную панель на корпусе Контроллера, оснащенную функционалом программного обеспечения. Монитор предназначен для оперативного вмешательства в работу Системы.

Система предусматривает некоторые стандартные алгоритмы, которые обеспечивают стабильную работу устройства в целом. За основу взят алгоритм работы, представленный на рисунке 2.

Тонкими линиями обозначены возможные векторные направления алгоритма в процессе работы Системы.

**«Включение устройства»** подразумевает физическое включение Контроллера. Блок **«Мониторинг данных»** осуществляет опрос и передачу данных с датчиков на исполнительные устройства или микроконтроллер для дальнейшей обработки. **«Система управления»** состоит из *схемы измерения электрических параметров, схемы измерения параметров АКБ и схемы контроля температуры*. Опрос датчиков происходит в режиме заданной частоты и значения некоторых текущих параметров отображаются на **«Мониторе системы»** и в окне программного обеспечения персонального компьютера.

Питание Контроллера и нагрузки возможно от сети переменного тока (основной источник питания) и от аккумуляторной батареи (резервный источник питания). В номинальном режиме работы (питание от основного источника) Системы её полное или частичное отключение возможно в двух случаях: пользовательское или аварийное.

Отключение Системы пользователем подразумевает переключение питания нагрузки от сети переменного тока (с помощью переключателя **«Bypass»**) для сервисного обслуживания Контроллера. Также отключение системы может подразумевать исключение Контроллера из силовой цепи для замены или ремонта.

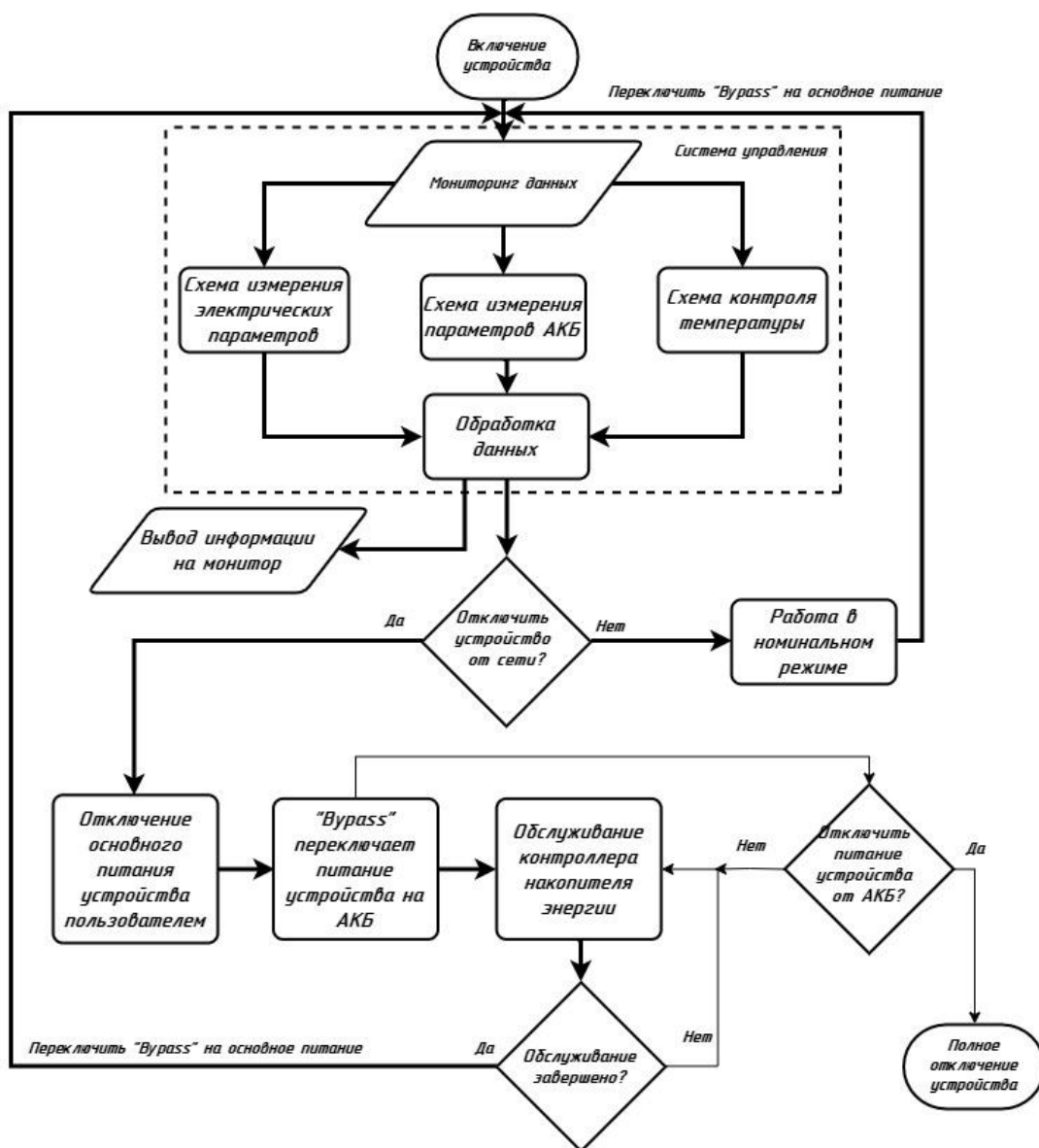


Рисунок 2 – Общий алгоритм работы Системы

Аварийное отключение подразумевает выход из строя (или повреждение) частей Контроллера и, как следствие, переключение энергопотребления на резервное питания. Информация о неисправности передается на компьютер оператора, «Монитор управления» Контроллера и в энергонезависимую память устройства. Повторное включение Контроллера возможно только после устранения всех неполадок и подтверждения действия оператором на «Мониторе управления».

Работа блока «Схема измерения электрических параметров» направлена на появление возможных опасных ситуаций в сети переменного тока. На рисунке 3 представлен алгоритм работы Системы, где

$I_{вх}$  – ток сети переменного тока в момент измерения;

$I_{вх. макс}$  – максимальное допустимое значение входного тока;

$U_{вх}$  – амплитуда переменного напряжения входной цепи;

$U_{вх. мин}$  – минимальная допустимая амплитуда переменного напряжения входной цепи;

$I_{вх. макс}$  – максимальная допустимая амплитуда переменного напряжения входной цепи.

В случае короткого замыкания, перенапряжения, отсутствия тока во входной цепи алгоритм предусматривает мгновенное переключение питания нагрузки на АКБ, а также сообщает о возможной неисправности. После устранения неполадки устройство анализирует входные данные и возвращается в номинальный режим работы.

Окончание заряда аккумуляторной батареи характеризуется выравниванием потенциалов между зарядным устройством и АКБ, а также током заряда порядка мкА. Следовательно, если напряжение АКБ больше или равно напряжению заряда – заряд АКБ завершается.

Для оценки срока службы батареи предлагается при каждом цикле заряда измерять время, напряжение до процесса заряда, напряжение после завершения заряда и время разряда (блок «*Расчет ресурса АКБ*»). Это позволит сделать расчеты и оценить срок службы накопителя энергии.

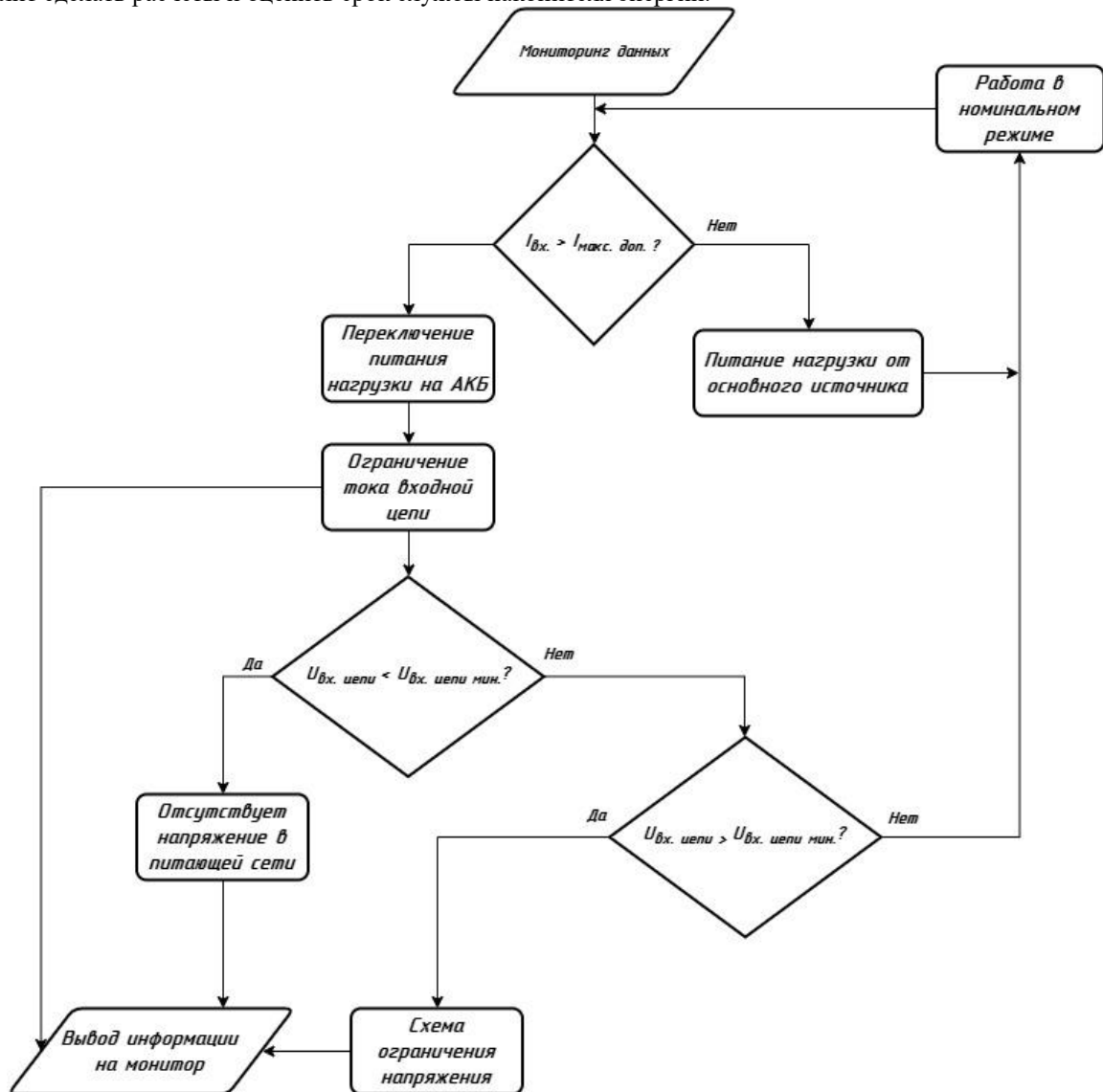


Рисунок 3 – Схема измерения электрических параметров

В процессах заряда, хранения и разряда аккумуляторов большое значение имеет температура, а именно – поддержание диапазона рабочих температур каждого элемента. На рисунках 4–6 предложен алгоритм измерения и контроля температуры (блок «*Схема контроля температуры*» рисунка 2), где

- $T_{\text{разр.}}$  – текущая на момент измерения максимальная температура АКБ при разряде;
- $T_{\text{разр. доп.}}$  – допустимая температура АКБ при разряде ;
- $T_{\text{разр. крит.}}$  – критическая температура АКБ при разряде;
- $T_{\text{зар.}}$  – текущая на момент измерения максимальная температура АКБ при заряде;
- $T_{\text{зар. доп.}}$  – допустимая температура АКБ при заряде;
- $T_{\text{зар. крит.}}$  – критическая температура АКБ при заряде;
- $T_{\text{ключ. эл-ов.}}$  – текущая на момент измерения максимальная температура ключевых элементов;
- $T_{\text{ключ. эл-ов. доп.}}$  – допустимая температура ключевых элементов;
- $T_{\text{ключ. эл-ов. крит.}}$  – критическая температура ключевых элементов.

В качестве измерительных устройств применены цифровые датчики температуры, в качестве исполнительных устройств – силовые ключи и вентиляторы охлаждения. Также обязателен вывод информации на монитор Системы.

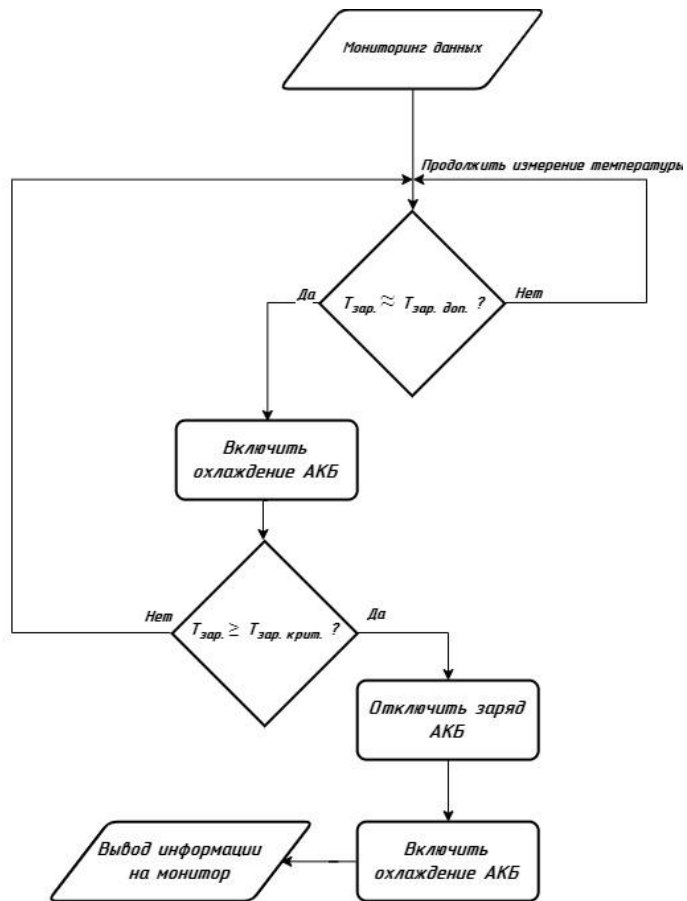


Рисунок 4 – Алгоритм контроля температуры при заряде АКБ



Рисунок 5 – Алгоритм контроля температуры при разряде АКБ

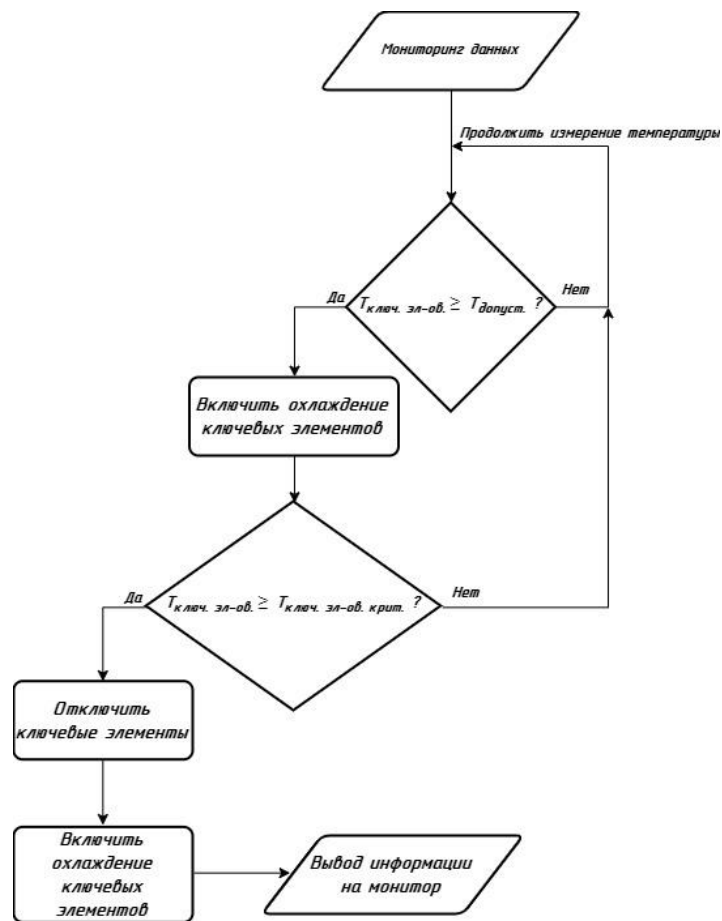


Рисунок 6 – Алгоритм контроля температуры при заряде АКБ

Результаты исследований могут быть применены при проектировании распределенных систем бесперебойного питания в условиях масштабных предприятий. Эти комплексные конструкции могут быть объединены в единую сеть энергообеспечения.

### Список литературы

Белов В.Ф., Буткина А.А., Шамаев А.В. Постановка задачи оптимизации режимов работы микросети с накопителями электрической энергии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35281373> (дата обращения 19.12.2019).

Белов В.Ф., Занкин А.И. Разработка архитектуры энергоинформационной системы на базе промышленных накопителей электрической энергии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35281377> (дата обращения 19.12.2019).

Буткина А.А., Белов В.Ф., Шамаев А.В. Разработка архитектуры программного обеспечения интегрированной системы электроснабжения с накопителями электрической энергии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38254040> (дата обращения 19.12.2019).

ИБП с двойным преобразованием энергии малой и средней мощности: схематехника и технические характеристики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [https://www.ups-info.ru/for\\_partners/library/ibpups\\_s\\_dvoynem\\_preobrazovaniem\\_maloy\\_i\\_sredney/](https://www.ups-info.ru/for_partners/library/ibpups_s_dvoynem_preobrazovaniem_maloy_i_sredney/) (дата обращения 12.12.2019).

Основные характеристики аккумуляторов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://best-energy.com.ua/support/battery/411-features-battery> (дата обращения 17.12.2019).

Фактически тройное преобразование в on-line ИБП. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://blog.ups-systems.com.ua/2011/09/18/фактически-тройное-преобразование-в-on-l/> (дата обращения 17.12.2019).