

УДК 621.316.11

УЧЕТ РЕВЕРСА МОЩНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ ПОЛУЧАСА
ПРИ РАСЧЕТЕ РЕЖИМОВ И ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ПО ГРАФИКАМ ЦИФРОВЫХ ПРИБОРОВ УЧЕТА
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ЭНЕРГОСИСТЕМ
ACCOUNTING THE POWER REVERSE WITHIN HALF HOURS WHEN
CALCULATING THE MODES AND LOSSES OF ELECTRIC POWER ON THE
GRAPHICS OF DIGITAL MEASURING DEVICES IN THE INTELLIGENT
ELECTRIC NETWORKS OF POWER SYSTEMS

Фурсанов М.И., д-р техн. наук, профессор, Макаревич В.В., ст. преподаватель,
Гецман Е.М, ст. преподаватель

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь
Fursanov M.I., Doctor of technical Sciences, Professor, Makarevich V.V., Senior
Lecturer, Hetsman K.M., Senior Lecturer
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Аннотация. Разработана модель учета реверса мощности в пределах одного интервала усреднения для использования полученных значений при расчете режимов и потерь электроэнергии по графикам цифровых приборов учета.

Модель основана на анализе информации по смежным интервалам и позволяет свести произвольное распределение реверса мощности внутри рассматриваемого интервала к двум вариантам. Первый вариант – когда предыдущий и последующий интервал имеют одно направление и второй вариант – когда предыдущий и последующий получас имеют разные направления. При наличии на предыдущем или последующем интервале реверса мощности, необходимо эти интервалы добавлять к моделируемому, до нахождения соседних интервалов с одинаковым направлением мощности.

Abstract. A model has been developed for accounting for power reverse within one averaging interval for using the obtained values when calculating the modes and energy losses according to the diagrams of digital metering devices. The model is based on the analysis of information on adjacent intervals and allows one to reduce the arbitrary distribution of the power reverse within the considered interval to two options. The first option is when the previous and next interval have the same direction and the second option is when the previous and next half hour have different directions. If there is a power reverse in the previous or subsequent interval, these intervals must be added to the simulated one, until neighboring intervals with the same power direction are found.

Ключевые слова: учет, реверс мощности, потребление, цифровой прибор учета, интервал.

Key words: metering, power reverse, consumption, digital meter, interval.

ВВЕДЕНИЕ

Для учета электроэнергии в распределительных электрических сетях (6–10)–0,38 кВ энергосистемы Республики Беларусь, как правило, используются цифровые

приборы учета [1], которые в отличие от индукционных, позволяют учитывать график потребления электроэнергии с получасовыми интервалами усреднения.

Цифровой прибор учета хранит за получасовой интервал усреднения четыре вида значений электроэнергии: "E+" – активная энергия потребления (импорт), "E-" – активная отданная энергия (экспорт/генерация), "R+" – реактивная энергия потребления (импорт), "R-" – реактивная отданная энергия (экспорт/генерация). На практике возникают ситуации, когда за получасовой интервал имеются не нулевые значения "E+" и "E-", а так же "R+" и "R-", что приводит к проблеме определения усредненных за полчаса значений активной (P) и реактивной (Q) мощности с учетом их направления.

Рассмотрим пример возможного распределения значений "E+" = 20 кВт·ч и "E-" = 20 кВт·ч по минутам. На рисунке 1 показаны граничные значения распределения. Первый случай (рисунок 1а) когда активная энергия потребления прошла за 1 мин, а активная энергия отдачи отдавалась в течение 29 минут и наоборот рисунок 1б. На рисунке 2 показано равномерное распределение, когда 15 минут электроэнергии потреблялась и столько же отдавалась.

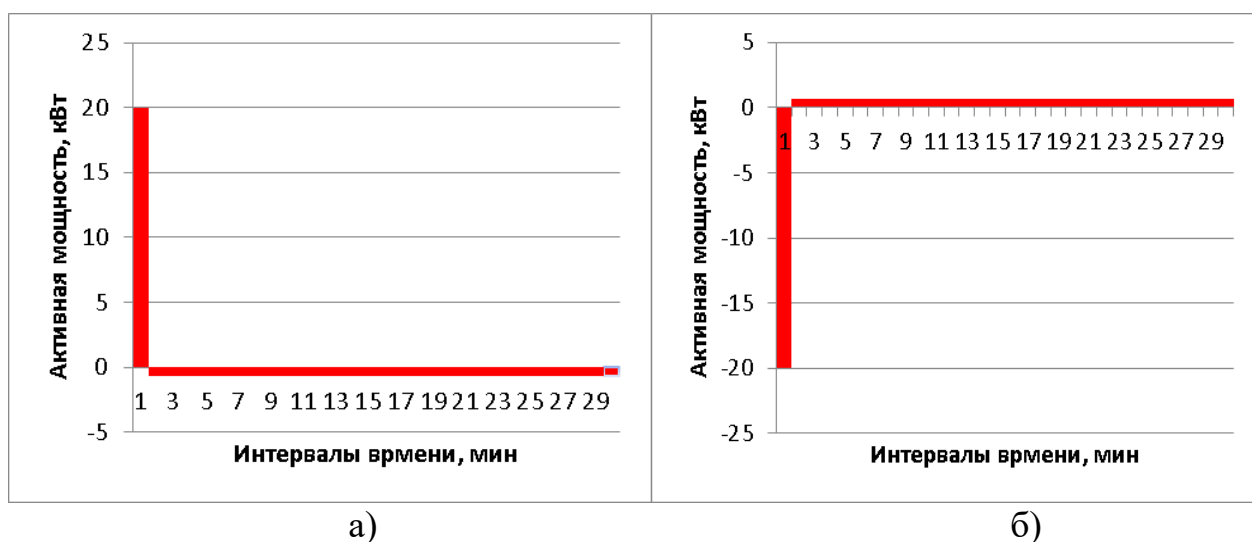


Рисунок 1 – Граничное распределение получасовых замеров электроэнергии по минутам



Рисунок 2 – Равномерное распределение получасовых замеров

Из показанных примеров видно, что возможные режимы при различных распределениях потребленной и отданной электроэнергии за получасовой интервал будут сильно отличаться. Поэтому возникла необходимость в разработке модели учета реверса мощности в пределах получаса при расчете режимов и потерь электроэнергии по графикам цифровых приборов учета.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Реальная картина реверса мощности в пределах рассматриваемого интервала (получаса) может иметь произвольный характер, представленный на рисунке 3, однако имея, в наличие только зарегистрированные цифровыми приборами учета значения электроэнергии потребления и генерации не позволяют судить о величине и продолжительности протекания мощности в каждом направлении.

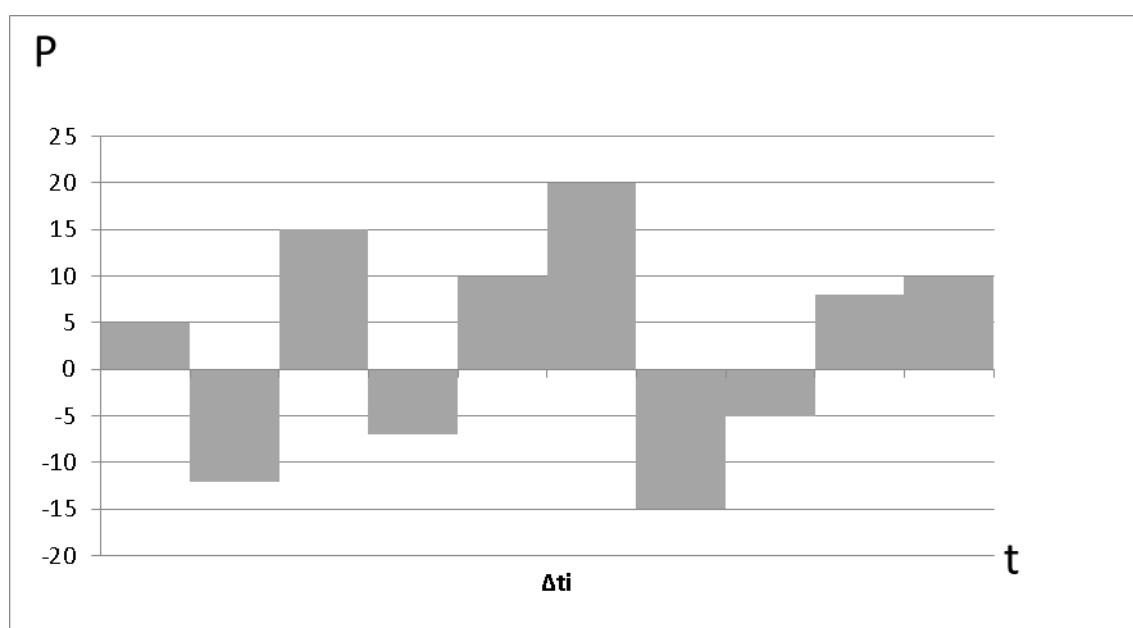


Рисунок 3 – Произвольный характер распределения реверса мощности в течение получасового замера электроэнергии

Для решения этой задачи предлагается учесть значения соседних i -х интервалов (получасов), зная в них направление потоков мощности можно произвольное распределение мощности внутри моделируемого интервала свести к двум вариантам.

Первый вариант – когда предыдущий ($i - 1$) и последующий получас ($i + 1$) имеют одно направление, например, положительное ("E+" – активная энергия потребления (импорт)), то получим три i -х интервала, рисунок 4.

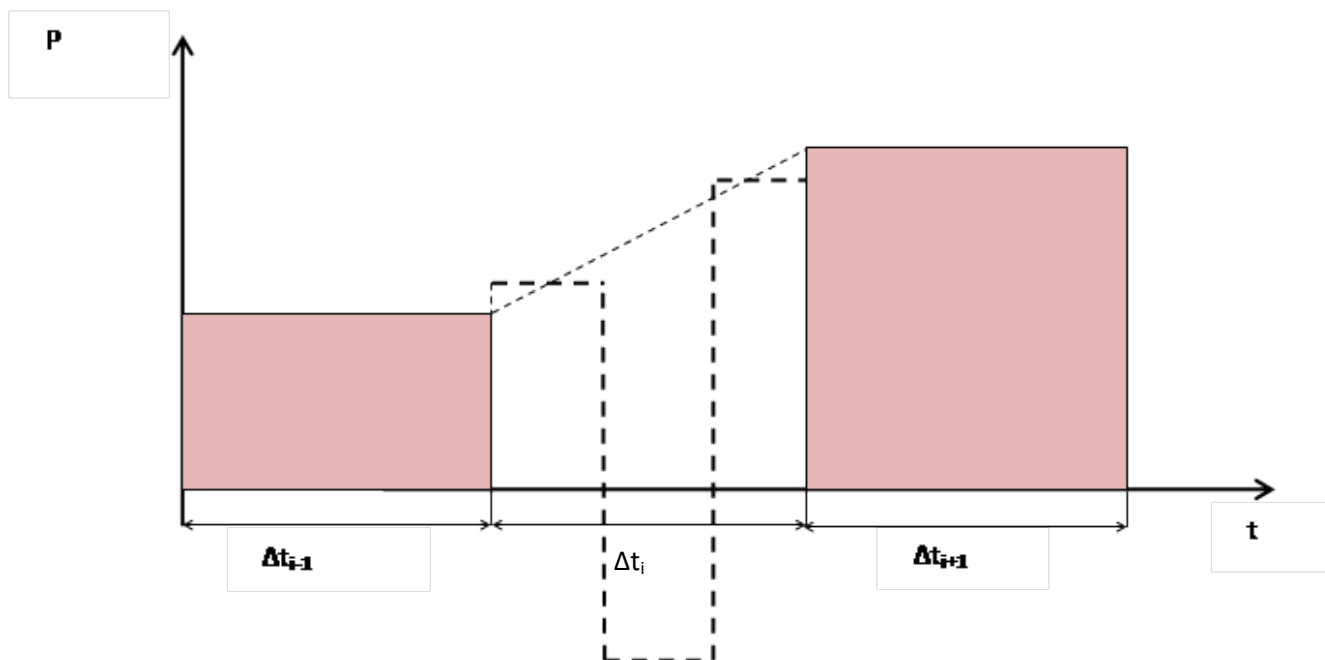


Рисунок 4 – Первый вариант моделирования распределения реверса мощности в течение получасового замера электроэнергии

Определение величин активной мощности и времени ее протекания внутри моделируемого (i -го) интервала производится следующим образом:

$$P_{cp_{i-1}}^{(+)} = \frac{W_{i-1}^{(+)}}{\Delta t_{i-1}}; \quad (1)$$

$$P_{cp_{i+1}}^{(+)} = \frac{W_{i+1}^{(+)}}{\Delta t_{i+1}}; \quad (2)$$

$$P_{cpi}^{(+)} = \frac{P_{cp_{i-1}}^{(+)} + P_{cp_{i+1}}^{(+)}}{2}; \quad (3)$$

$$P_{cpi}^{(-)} = \frac{W_{pi}^{(-)}}{\Delta t_i^{(-)}}; \quad (4)$$

$$\Delta t_i^{(+)} = \frac{W_{pi}^{(+)}}{P_{cpi}^{(+)}}; \quad (5)$$

$$\Delta t_i^{(-)} = \Delta t_i - \Delta t_i^{(+)} \quad (6)$$

Второй вариант – когда предыдущий ($i - 1$) и последующий интервал ($i + 1$) имеют разные направления, например предыдущий ($i - 1$) имеет отрицательное направление ("Е-" – активная отданная энергия (экспорт/генерация)), а последующий полчаса ($i + 1$) – положительное, рисунок 5.

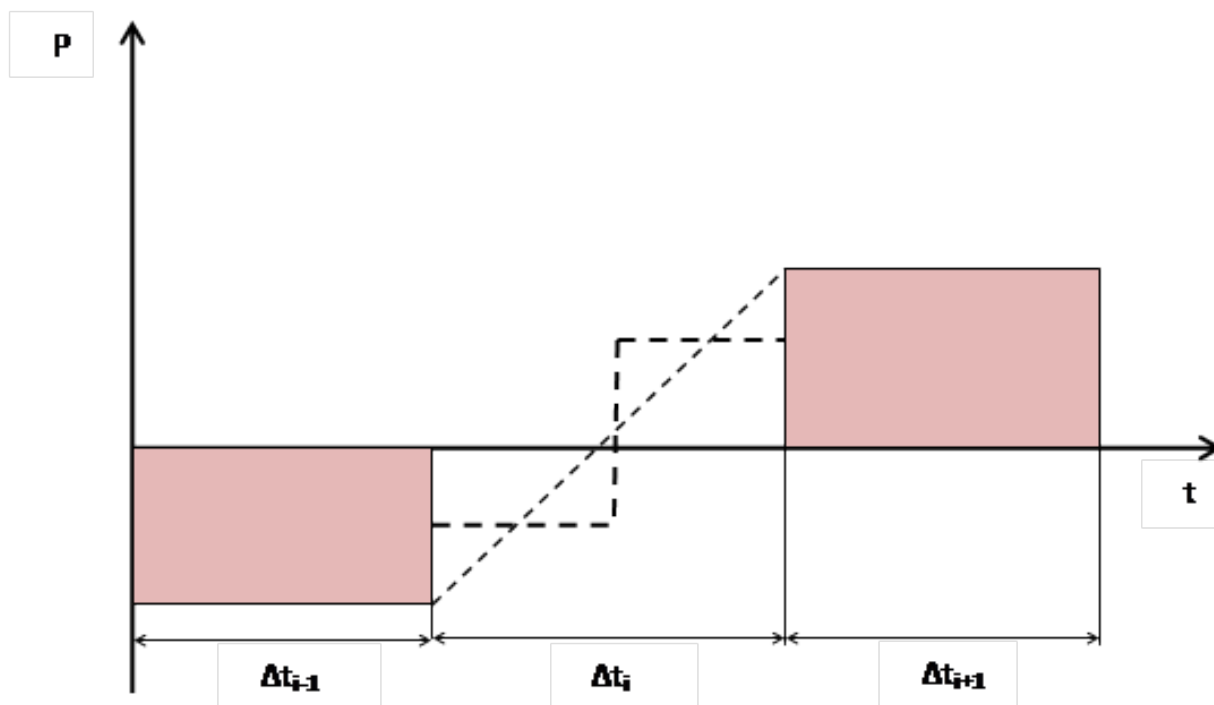


Рисунок 5 – Второй вариант моделирования распределения реверса мощности в течение получасового замера электроэнергии

Определение величин активной мощности и времени ее протекания внутри моделируемого (i -го) интервала производится по формулам (1–4):

$$P_{\text{ср}i}^{(-)} = P_{\text{ср}i-1}^{(-)} = \frac{W^{(-)}_{P_{i-1}}}{\Delta t_{i-1}}; \quad (1)$$

$$P_{\text{ср}i}^{(+)} = P_{\text{ср}i+1}^{(+)} = \frac{W^{(+)}_{P_{i-1}}}{\Delta t_{i+1}}; \quad (2)$$

$$\Delta t_i^{(-)} = \frac{W^{(-)}_{P_i}}{P_{\text{ср}i}^{(-)}}; \quad (3)$$

$$\Delta t_i^{(+)} = \frac{W^{(+)}_{P_i}}{P_{\text{ср}i}^{(+)}}. \quad (4)$$

При наличии на предыдущем ($i - 1$) или последующем интервале ($i + 1$) реверса мощности, необходимо эти получасы добавлять к моделируемому, до нахождения соседних получасов с одинаковым направлением мощности.

Аналогичным образом производится построение модели учета реверса реактивной мощности в пределах получаса при расчете режимов и потерь электроэнергии по графикам цифровых приборов учета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана модель учета реверса мощности в пределах интервала усреднения (получаса). Модель основана на анализе значения и направления мощности в соседних интервалах, зная в них постоянную величину и направление потоков мощности можно с достаточной достоверностью, произвольное распределение мощности внутри моделируемого интервала свести к двум вариантам.

Данная модель позволяет учитывать реверс мощности в пределах интервала усреднения в методиках расчета режимов и потерь электроэнергии по графикам цифровых приборов учета [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Фурсанов М.И., Золотой А.А., Макаревич В.В. Расчет технологического расхода (потерь) электроэнергии в современных распределительных электрических сетях 0,38–10 кВ // Энергетика. Известия высших учебных заведений. – 2018. – № 5. – С. 408 – 423.
2. Фурсанов М.И., Макаревич В.В. Методика современного расчета потерь электроэнергии в электрических сетях 0,38–10 кВ // Ташкент. Проблемы энерго- и ресурсосбережения. № 3–4, 2018. – С. 76–81.