

Д. т. н. Д. А. СЕЧЕНОВ, к. т. н. М. Д. СКУБИЛИН,
к. т. н. В. В. ПОЛЯКОВ

Дата поступления в редакцию
13.04–22.07 1999 г.
Оппонент д. т. н. А. Ф. ДЕНИСОВ

Россия, г. Таганрог, Гос. радиотехнический ун-т

ОДНОФАЗНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Использование электронных счетчиков позволит призвать поставщика и потребителя искать пути улучшения качества электрической энергии в сети.

The use of electronical counters allows to call supplier and consumer to look for ways of quality improvement of electrical energy in network.

При сложившихся взаимоотношениях между производителями электроэнергии и потребителями стоимость ее оценивается по количеству потребленной энергии и в зависимости от категории потребителя. В условиях рыночных отношений такой подход неприемлем. Как всякий товар, электроэнергия должна иметь качественные показатели, такие как постоянство напряжения в сети, частоты, $\cos \varphi$ и др.

Решить задачу стабилизации качества электроэнергии невозможно без соответствующих технических средств измерения и учета электроэнергии. Вместе с тем используемые сегодня средства учета электроэнергии не способны в масштабе реального времени реагировать на изменение ряда показателей качества электроэнергии, на изменение спроса, на ухудшение качества по вине поставщика и потребителя.

По имеющимся прикидочным расчетам, замена индуктивных счетчиков только типа СО-2М на электронные счетчики, дифференцированно учитывающие расход (потребление) электроэнергии (с учетом спроса на электроэнергию в течение суток, отклонения напряжения и частоты от номинала, с учетом реактивностей в нагрузках) позволит не только увеличить поступление средств на 10–20%, но и обеспечит сокращение нерационального потребления электроэнергии, а также будет способствовать снижению энергопотребления в часы пиковых нагрузок и повышению спроса на электроэнергию в периоды минимума спроса на нее. Кроме того, применение однофазных и трехфазных электронных счетчиков, способных учитывать ухудшение качества электроэнергии в сети общего назначения, призвано через штрафные санкции дисциплинировать потребителя-нарушителя и компенсировать потери дисциплинированного потребителя.

Примером однофазного электронного счетчика может служить счетчик, схема которого приведена

на рис. 1. Этот счетчик включает в себя генератор (Г) тактовых импульсов (эталонной частоты), датчики напряжения (U) в сети, тока (I) в нагрузке, частоты (f) напряжения в сети, фазы (φ) тока в нагрузке относительно напряжения в сети, счетчики импульсов (СТ), аналого-цифровые преобразователи (АЦП), умножители (\times), сумматоры (Σ), группы элементов И ($n\&$), регистры оперативной памяти (РП), дешифраторы (ДС), элементы ИЛИ (1), индикатор (И), распределитель импульсов (РИ) (здесь одинарной линией показаны цепи аналоговых сигналов, а двойной линией — цифровых).

На рис. 2 приведены диаграммы, поясняющие работу однофазного электронного счетчика. В частности, на рис. 2, а приведена зависимость весового коэффициента $K_1(U)$ — качества электроэнергии в функции текущего значения напряжения $U(t)$ в сети, значения которого $K_{11}=1$ при $U(t)$, не выходящих за поле допустимых значений (U_d), т. е. когда $U_2 < U_d < U_3$. При выходе $U(t)$ за поле допуска значения K_1 становятся меньше K_{11} . Так, K_1 принимает значения K_{12} в интервалах $U_1 \leq U(t) \leq U_2$ и $U_3 \leq U(t) \leq U_4$. В интервалах $U(t) < U_1$ и $U_4 < U(t) \leq U_5$ K_1 принимает значения $K_{13} < 0$. При еще больших отклонениях $U(t)$ от U_d K_1 принимает значения со знаком минус, и даже $|K_{14}| > |K_{13}|$ при $U_5 < U(t)$, причем $K_{14} < K_{13} < K_{12} < K_{11}$. Таким образом, при $K_1 = K_{11}$ и $K_1 = K_{12}$ оплата потребителем за электроэнергию снижается пропорционально ее качеству, а при $K_1 = K_{13}$ и $K_1 = K_{14}$ поставщик компенсирует убытки потребителя.

На рис. 2, б приведены значения коэффициента $K_2(f)$, зависящего от частоты $f(t)$ тока в сети, оцениваемые аналогично $K_1(U)$. $K_2=1$ (K_{21}) только при условии $f_3 \leq f(t) \leq f_4$, его значения K_{2i} понижаются по мере удаления $f(t)$ от номинальной (допустимой) частоты f_d . Так, $K_{22} < K_{21}$ при $f_2 \leq f(t) < f_3$ и $f_4 \leq f(t) < f_5$. K_{23} принимает отрицательные значения при $f_1 \leq f(t) < f_2$ и $f_5 \leq f(t) \leq f_6$, K_{24} — при $f(t) < f_1$ и $f_6 < f(t)$, причем $K_{24} < K_{23} < K_{22} < K_{21}$.

На рис. 2, в представлены значения коэффициента $K_3(\varphi)$, зависящего от сдвига фазы тока $I(t)$ в нагрузке при наличии реактивностей (по вине потребителя) относительно напряжения $U(t)$ в сети. Так, K_3 принимает значения K_{31} при $\varphi(t) \leq \varphi_1$, K_{32} при

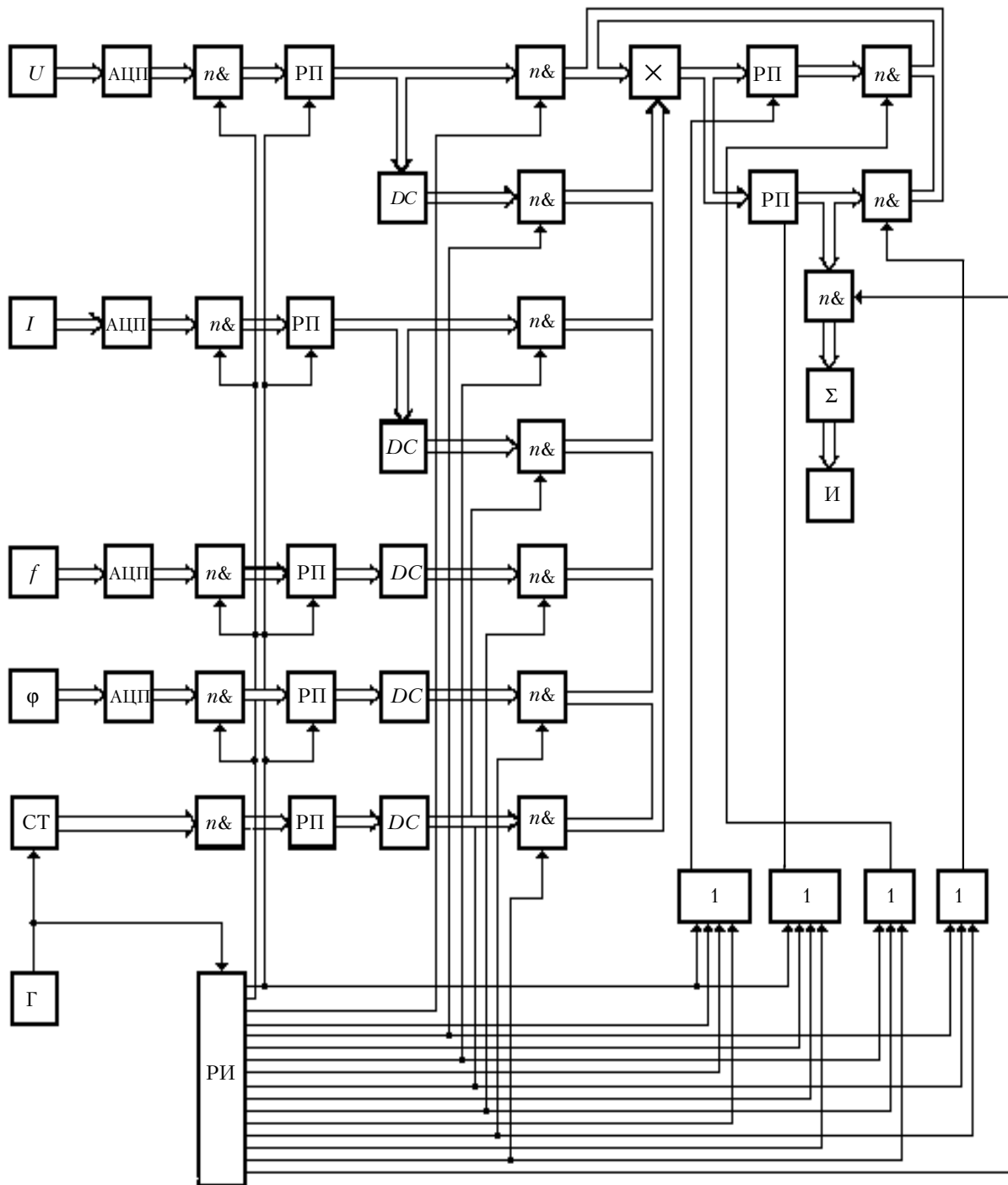


Рис. 1

$\varphi_1 < \varphi(t) \leq \varphi_2$, K_{33} при $\varphi_2 < \varphi(t) \leq \varphi_3$ и K_{34} при $\varphi_3 < \varphi(t)$, причем $K_{31} < K_{32} < K_{33} < K_{34}$.

На рис. 2, з приведены значения весового коэффициента $K_4(P)$, зависящего от фактически присоединенной к сети мощности $P(t)$ в данный момент времени. При этом его значение минимально, если $P(t)$ не превышает P_d , т. е. K_{41} имеет место при $P(t) \leq P_1$, K_{42} при $P_1 < P(t) \leq P_2$ и K_{43} при $P_2 < P(t)$, причем $K_{41} < K_{42} < K_{43}$.

На рис. 2, д приведены значения коэффициента $K_5(t_c)$, зависящего от текущего значения времени

суток t_c , что отражает вариации спроса и предложения на электроэнергию в течение суток. K_5 максимален в периоды максимального спроса и минимален в периоды минимального спроса на электроэнергию. Так, K_5 принимает значение K_{51} в интервале от 8 ч до 18 ч, K_{52} — в интервале от 18 до 22 ч, K_{53} — в интервале от 6 до 8 ч и K_{54} — в интервале от 0 до 6 ч и от 22 до 24 ч, причем $K_{54} < K_{53} < K_{52} < K_{51}$.

Если, например, $U(t)$ в течение суток изменялось как показано на рис. 2, е и даже имелись случаи обесточивания сети (разрывы на графике) по

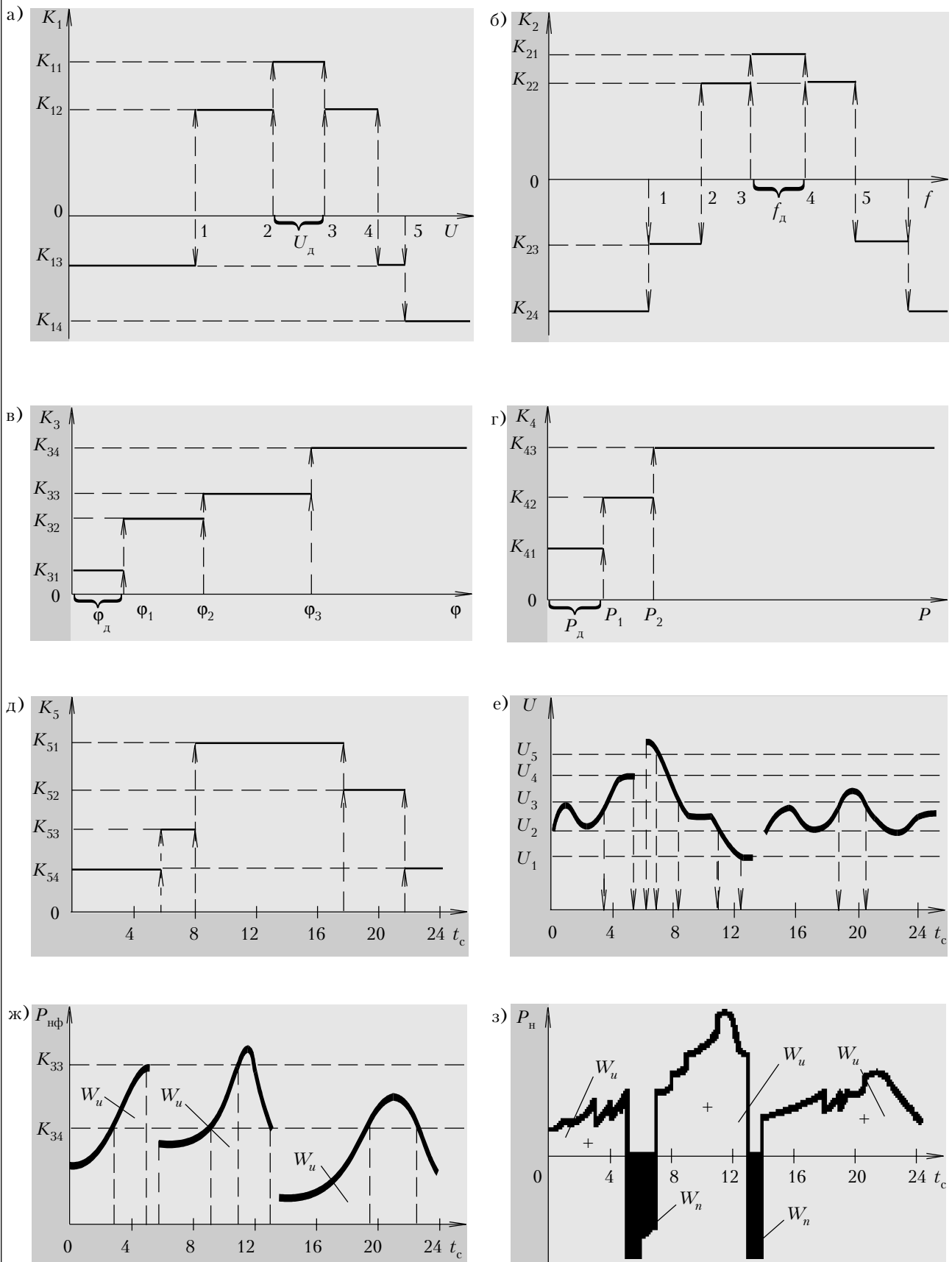


Рис. 2

субъективным или объективным причинам, то K_1 принимает значения от K_{11} до K_{14} . И если потребляемая мощность $P(t)$ в течение суток изменялась как показано на рис. 2, ж, то значения K_4 изменяются от K_{41} до K_{43} . С учетом времени суток, когда коэффициент K_5 принимает значения от K_{51} до K_{54} , зачетное значение присоединенной мощности $P_3(t)$ принимает вид, представленный на рис. 2, з. В условиях, когда учитываются номинальные значения присоединенной мощности P_n , $K_1(U)$, $K_4(P_n)$, $K_5(t_c)$, мгновенные зачетные значения присоединенной мощности P_3 отличаются от значений P_n .

Индукционные счетчики электроэнергии показывают результат потребленной энергии в соответствии с выражением

$$W(P_i) = \sum_{i=1}^m i P_{\text{нф}}(t_i) \Delta t, \quad (1)$$

где i — число дискрет времени Δt ;

$P_{\text{нф}}$ — зачетное (фактическое) значение мощности.

Электронный же счетчик учитывает не $P_n(t)$, а $P_{\text{нф}}(t_i)$ — мощность, присоединенную в данный момент времени к сети. $P_{\text{нф}}$ представляется в цифровом коде и определяется выражением

$$W\{U(t), f(t), \varphi(t), t_c\} \rightarrow \lim_{i=0}^m \sum i P_n(t_i) \Delta t, \quad (2)$$

т. к. $W = \sum i [K_1 U(t) K_2 f(t) K_3 \varphi(t)] K_5 \Delta t = \sum i K_4 P_n(t) K_5 \Delta t$, что отражено на рис. 2, з.

Как видно из рис. 2, ж (отражает показания индукционного счетчика) и рис. 2, з (отражает показания электронного счетчика), количество потребленной энергии W , подлежащей зачету, эквивалентно площади под кривыми $P(t)$ и существенно зависит от всех вышеперечисленных факторов. При этом электронным счетчиком автоматически учитывается качество, количество и стоимость электроэнергии в течение суток. Так, на рис. 2, ж весовые коэффициенты остаются неизменными даже при снижении качества электроэнергии, тогда как на рис. 2, з весовые коэффициенты учитывают качество электроэнергии. Площадь, обозначенная знаком «+», учитывает стоимость потребленной электроэнергии с учетом ее качества, а зачерненная площадь учитывает компенсацию при выходе критериев качества за поля допусков. Тогда зачетное количество потребленной энергии W соответствует разности площадей со знаком «+» (W_u) и зачерненных (W_n) — $W = W_u - W_n$.

Электронные счетчики для трехфазной сети должны учитывать дополнительно несимметричность фаз, импульсные нагрузки энергоемких потребителей электроэнергии и установленную (допустимую) мощность нагрузки потребителя.



**Издательско-полиграфический комплекс
Московского государственного института электронной техники**

**Сорокин И. Н., Акуленок М. В.
Технология электронных средств**

Описана технология электронных компонентов, в частности, базовые процессы технологии микроэлектроники. В основу положен курс лекций для студентов МИЭТ, обучающихся по специальности «Материалы и компоненты электроники».

Учебное пособие включает 6 глав, в каждой из которых представлен один из основных технологических процессов формирования твердотельных компонентов электронной техники и дано современное представление о механизме процесса, его технологических особенностях и способах реализации.

Рассмотрены следующие процессы: автоэпитаксия кремния, формирование диэлектрических пленок методами термического окисления и осаждения, процессы формирования проводящих систем, травления, в том числе жидкостного химического, травления в парогазовых смесях и "сухого" травления, легирования полупроводниковых структур методами термодиффузии, диффузии из легированных пленок оксидов или поликристаллического кремния, ионной имплантации, а также процессы литографии.

Для студентов, обучающихся по специальностям 200.100 и 200.200.

НОВЫЕ КНИГИ



Дополнительная информация по тел. (095) 532-9832, e-mail: ipk@rnd.miee.ru