

УДК. 621.

А. П. ДАВИДЕНКО, канд. тех. наук, проф.

И. А. НЕМИРОВСКИЙ, канд. тех. наук, доцент

А. О. ОСТРОЖИНСКИЙ, инженер

А. А. ВОРОШИЛОВ, магистр

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,  
г. Харьков

М. В. ТРОХИН, «ВКБО Экополитех», г. Харьков

## О РАЦИОНАЛЬНОСТИ ТРЕХЗОННОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ СИСТЕМОЙ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ

*В статье рассматривается один из методов экономического стимулирования электропотребителей к участию в выравнивании графика нагрузки энергосистемы страны. На основании астрономического календаря сформирован график включения и отключения наружного освещения на объектах. Проведен анализ экономической целесообразности установления дифференцированного по времени суток тарифа для наружного освещения.*

*У статті розглядається один з методів економічного стимулювання електроспоживачів до участі в вирівнюванні графіка навантаження енергосистеми країни. За допомогою астрономічного календаря був сформований графік включення та відключення зовнішнього освітлення на об'єктах. Був проведений аналіз економічної доцільності встановлення диференційного по часу доби тарифу для зовнішнього освітлення.*

### Введение

Одним из методов экономического стимулирования электропотребителей к участию в выравнивании графика нагрузки энергосистемы страны является установление дифференцированного по времени суток тарифа на потребляемую электрическую энергию. Суть этого метода сводится к установлению тарифных коэффициентов для периодов времени, соответствующих различной нагрузке энергосистемы.

Трехзонная тарификация электрической энергии предполагает выделение следующих тарифных зон (пик, полупик, ночь) и присвоение им трех тарифных коэффициентов (1,68, 1,02 и 0,35 соответственно). График изменения тарифных зон, согласно с постановлением Национальной комиссии по регулированию электроэнергетики Украины (НКРЭ) от 20.12.2001 г. №1241 [1], приведен в табл. 1.

Таблица 1

График изменения тарифных зон

	Временные зоны				Тарифный коэффициент
	январь, февраль, ноябрь, декабрь	март, апрель, сентябрь, октябрь	май – август		
Пик	с 8-00 до 10-00 с 17-00 до 21-00	с 8-00 до 10-00 с 18-00 до 22-00	с 8-00 до 11-00 с 20-00 до 23-00		1,68
Полупик	с 6-00 до 8-00 с 10-00 до 17-00 с 21-00 до 23-00	с 6-00 до 8-00 с 10-00 до 18-00 с 22-00 до 23-00	с 7-00 до 8-00 с 11-00 до 20-00 с 23-00 до 24-00		1,02
Ночь	с 23-00 до 6-00	с 23-00 до 6-00	с 0-00 до 7-00		0,35

Как видно из табл. 1, основной интерес, с точки зрения применения трехзонного учета электроэнергии, представляют те электропотребители, которые работают преимущественно в ночное время. Такой режим работы характерен для систем наружного освещения.

**Цели и задачи исследования.** Целью данной работы является изучение целесообразности применения трехтарифных счетчиков электроэнергии в системах наружного освещения.

**Основная часть**

Рассмотрим работу системы наружного освещения подробнее. Основная задача, которую должно решать наружное освещение – это обеспечение приемлемой видимости в темное время суток. В связи с этим, является целесообразным включение освещения после окончания гражданских сумерек вечером и его отключение перед наступлением гражданских сумерек утром.

В соответствии с [2] «Гражданские сумерки – наиболее светлая часть сумерек, длящаяся от момента видимого захода Солнца за линию горизонта до момента погружения центра Солнца под линию горизонта на 6°, ... считается, что в эту часть сумерек на открытом месте можно без искусственного освещения выполнять любые работы. Этот фактор учитывается в некоторых законах, таких, как обязательное включение фар после захода Солнца ... В таких случаях, чаще чем «градусный период», используется определенный промежуток времени (обычно 30 минут до рассвета/после заката). Гражданские сумерки также могут быть описаны как период, в течение которого при хороших атмосферных условиях освещения достаточно, чтобы чётко видеть наземные объекты; утром в начале или вечером в конце гражданских сумерек чётко различима линия горизонта и при хороших атмосферных условиях хорошо видны самые яркие звёзды».

График, показывающий наступление вечером и окончание утром гражданских сумерек, а так же зону работы наружного освещения приведен на рис. 1.

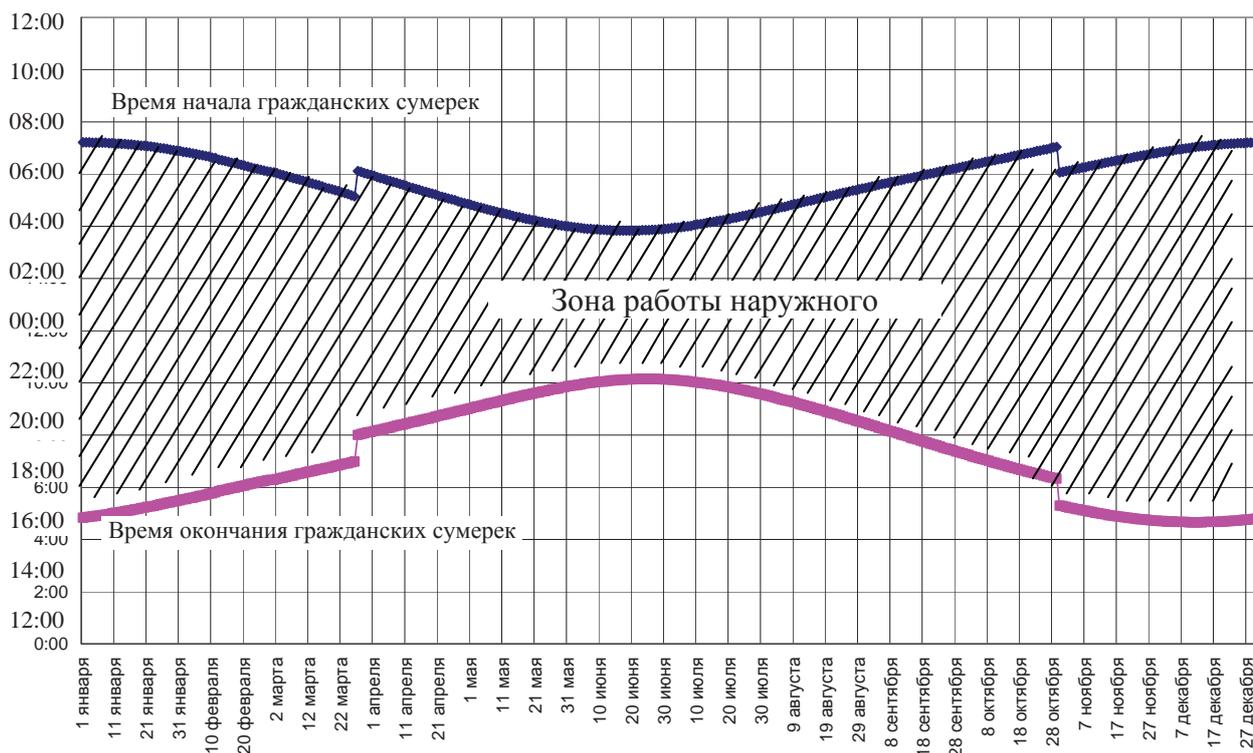


Рис. 1. Время работы систем наружного освещения по декадам

Совместим график изменения тарифных зон с временем работы системы наружного освещения и покажем расчет экономии на примере апреля месяца по следующим формулам:

$$t_{\Sigma} = \sum t_i,$$

где  $t_{\Sigma}$  – суммарное время работы оборудования, часов;  $t_i$  – времени работы оборудования в соответствующей  $i$ -той тарифной зоне, часов.

$$t_i = t_i \cdot K_i,$$

где  $t_i$  – приведенное время работы оборудования (с учетом тарифного коэффициента соответствующих тарифных зон), часов;

$K_i$  – тарифный коэффициент.

$$t_{\Sigma} = \sum t_i,$$

где  $t_{\Sigma}$  – суммарное приведенное время работы оборудования (с учетом тарифного коэффициента соответствующих тарифных зон), часов;

$$E = 1 - (t_{\Sigma} / t_{\Sigma}),$$

где E – относительная экономия.

Сведем данные расчетов в табл. 2.

Таблица 2

Расчет экономии средств на оплату электрической энергии в апреле месяце

Дата в апреле	Время окончания гражданских сумерек вечером	Время начала гражданских сумерек утром	Время работы осветительного оборудования в тарифных зонах, час:минут				
			до 18 (п-пик)	18-22 (пик)	22-23 (п-пик)	23-6 (ночь)	с 6 (п-пик)
1	20:09	5:53	0:00	1:51	1:00	6:53	0:00
2	20:11	5:51	0:00	1:49	1:00	6:51	0:00
3	20:12	5:49	0:00	1:48	1:00	6:49	0:00
4	20:14	5:46	0:00	1:46	1:00	6:46	0:00
5	20:16	5:44	0:00	1:44	1:00	6:44	0:00
6	20:17	5:42	0:00	1:43	1:00	6:42	0:00
7	20:19	5:40	0:00	1:41	1:00	6:40	0:00
8	20:21	5:37	0:00	1:39	1:00	6:37	0:00
9	20:23	5:35	0:00	1:37	1:00	6:35	0:00
10	20:24	5:33	0:00	1:36	1:00	6:33	0:00
11	20:26	5:30	0:00	1:34	1:00	6:30	0:00
12	20:28	5:28	0:00	1:32	1:00	6:28	0:00
13	20:30	5:26	0:00	1:30	1:00	6:26	0:00
14	20:31	5:24	0:00	1:29	1:00	6:24	0:00
15	20:33	5:21	0:00	1:27	1:00	6:21	0:00
16	20:35	5:19	0:00	1:25	1:00	6:19	0:00
17	20:37	5:17	0:00	1:23	1:00	6:17	0:00
18	20:38	5:15	0:00	1:22	1:00	6:15	0:00
19	20:40	5:13	0:00	1:20	1:00	6:13	0:00
20	20:42	5:10	0:00	1:18	1:00	6:10	0:00
21	20:44	5:08	0:00	1:16	1:00	6:08	0:00
22	20:46	5:06	0:00	1:14	1:00	6:06	0:00
23	20:47	5:04	0:00	1:13	1:00	6:04	0:00
24	20:49	5:02	0:00	1:11	1:00	6:02	0:00
25	20:51	5:00	0:00	1:09	1:00	6:00	0:00
26	20:53	4:57	0:00	1:07	1:00	5:57	0:00
27	20:55	4:55	0:00	1:05	1:00	5:55	0:00
28	20:56	4:53	0:00	1:04	1:00	5:53	0:00
29	20:58	4:51	0:00	1:02	1:00	5:51	0:00
30	21:00	4:49	0:00	1:00	1:00	5:49	0:00
Время работы оборудования, часов ( $t_i$ )			0,00	42,92	30,00	190,30	0,00
Суммарное время работы оборудования, часов ( $t_{\Sigma}$ )			263,22				

Продолжение таблицы 2					
Тарифный коэффициент ( $K_i$ )	1,02	1,68	1,02	0,35	1,02
Приведенное время работы оборудования (с учетом тарифного коэффициента соответствующих	0,00	72,11	30,60	66,61	0,00
Суммарное приведенное время работы оборудования (с учетом тарифного коэффициента	169,32				
Относительная экономия (E)	0,36				

Относительная экономия средств на оплату электрической энергии, рассчитанная аналогичным способом, по месяцам и за год приведена в табл. 3.

Таблица 3

Относительная экономия средств по месяцам и за год

Название расчетного месяца	Время работы оборудования, часов	Приведенное время работы оборудования (с учетом тарифного коэффициента соответствующих тарифных зон), часов	Относительная экономия
Январь	432,39	374,06	0,13
Февраль	339,41	274,86	0,19
Март	335,24	267,56	0,20
Апрель	263,22	169,31	0,36
Май	213,19	158,74	0,26
Июнь	173,95	117,98	0,32
Июль	196,90	135,73	0,31
Август	250,67	191,45	0,24
Сентябрь	302,12	212,97	0,30
Октябрь	370,21	299,18	0,19
Ноябрь	407,19	352,95	0,13
Декабрь	446,08	391,45	0,12
Сумма	3730,58	2946,24	0,21

Зная ежемесячную относительную экономию, можно перейти к конкретным примерам по расчету уменьшения оплаты за использованную электроэнергию. Рассмотрим освещение автомобильной стоянки в городе Киеве. Пусть территорию стоянки освещают 32 светильника с лампами накаливания, мощностью по 250 Вт каждая. Произведем расчет средств, необходимых для оплаты электрической энергии, потребляемой системой наружного освещения, по одно и трех тарифной ставке и посчитаем простую окупаемость перехода на трехзонный учет электроэнергии.

Данные расчета сведем в табл. 4.

Таблица 4

Расчет оплаты по одно и трех тарифной ставке

Расчетный месяц	Суммарный платеж, грн	
	по трехзонному тарифу	по однозонному тарифу
Январь	2 715,83	3 139,38
Февраль	1 995,62	2 464,26
Март	1 942,63	2 434,01
Апрель	1 229,26	1 911,12

Продолжение таблицы 3		
Май	1 152,53	1 547,85
Июнь	856,60	1 262,99
Июль	985,45	1 429,62
Август	1 390,06	1 820,00
Сентябрь	1 546,26	2 193,56
Октябрь	2 172,17	2 687,89
Ноябрь	2 562,62	2 956,41
Декабрь	2 842,09	3 238,73
Сумма	21 391,11	27 085,78

Таким образом, расчет показывает, что можно получить экономию в размере 5 694,67 грн в год. Затраты, необходимые для перехода на трехзонный учет электроэнергии, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Затраты, необходимые для перехода на трехзонный учет электроэнергии

Наименование затрат при замене счетчика	Стоимость, грн
Приобретение нового счетчика (Энергия-9 СТК-10Q2Н6Мт)	2400
Оплата ремонтной бригады	200
Другие непредвиденные расходы	400
Итого	3 000

**Выводы**

Проведенный анализ показал рациональность трехзонного учета электроэнергии, потребляемой системой наружного освещения промышленных и гражданских объектов. При этом, в случае работы освещения весь темный период суток, относительная экономия средств на оплату электрической энергии будет составлять 21 %, а срок окупаемости затрат, необходимых для перехода на трехзонный учет будет зависеть от мощности осветительного оборудования и при мощности 8 кВт составит 6–7 месяцев.

**Список литературы**

1. Постановление Национальной комиссии по регулированию электроэнергетики Украины от 20.12 2001 № 1241.
2. Википедия
3. Правила устройства электроустановок. Госэнергонадзор Украины. 2009 г. – 704 с.
4. Астрономический календарь.

**IT IS ABOUT RATIONALITY OF AN ELECTRIC POWER, CONSUMED BY AN EXTERIOR LIGHTING SYSTEM OF AN INDUSTRIAL AND CIVILIAN OBJECTS, THREE-ZONAL ACCOUNTING**

A. P. DAVIDENKO, Cand. Tech. Scie., Pf.

I. A. NEMIROVSKY, Cand. Tech. Scie., associate professor

A. O. OSTROZHINSKY, ingenir, A. A. VOROSCHILOV, Maister, M. V. TROSHIN

*A method of an economical stimulation of electric power customers to participation in a country energy load time-table is described. The inclusion and disconnecting time-table of an exterior lighting at the objects is produced on the ground of astronomical calendar. The economical reasonability analysis of the application of time-differentiated tariff for the exterior lighting is made.*

Поступила в редакцию 18.04 2011 г.