

ГОЛОС МОЛОДЕЖИ

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2021-14-2-151-156>

УДК 621.32

Влияние подсветки выключателя освещения на суммарное энергопотребление

Пронин М. А.^{1*}, Чуркина Е. В.²

¹ ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ",

ул. Красноказарменная, д. 14, 111250, г. Москва, Россия

² ФГБОУ ВО "ЛГТУ",

ул. Московская, д. 30, 398055, г. Липецк, Россия

Поступила / Received 09.02.2021

Принята к печати / Accepted for publication 07.04.2021

Рассматривается вопрос актуальности снижения энергопотребления. Выдвигается предположение, согласно которому в случаях, когда в помещениях используются выключатели с подсветкой, управляющие группой светильников, в отключенном режиме в осветительной сети протекают токи величиной порядка микроампер.

Проанализирована нормативная документация, относящаяся к нормативным показателям освещенности, типовой площади помещений и на основании перечисленных данных произведен расчет минимального необходимого светового потока, излучаемого лампами. Нормируемый расчетный световой поток был поделен на световой поток от одной лампы, полученное отношение округлено в большую сторону. Это отношение и определяет ориентировочное количество ламп, которое позволит рассчитать суммарный ток всей осветительной сети. Приняты в расчет нормативы по времени работы осветительной сети. Время работы осветительной сети в режиме «ожидания» определяется разностью между общим количеством часов в сутках и нормативным временем ее работы. Зная потребляемую мощность и время работы сети в режиме «ожидания», можно вычислить энергопотребление осветительной сети в режиме «ожидания».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подсветка выключателя, выключатель с подсветкой, энергопотребление, энергоэффективность, схема подключения

Адрес для переписки:

Пронин М. А.

ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ"

ул. Красноказарменная, д. 14, 111250, г. Москва, Россия,

e-mail: mapronin48@yandex.ru

Address for correspondence:

Pronin M. A.

FGBOU VO "NIU "MEI"

Krasnokazarmennaya str., 14, 111250, Moscow, Russia

e-mail: mapronin48@yandex.ru

Для цитирования:

Пронин М. А., Чуркина Е. В. Влияние подсветки выключателя освещения на суммарное энергопотребление. Надежность и безопасность энергетики. 2021 – Т. 14, №2. – С. 151 – 156.

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2021-14-2-151-156>

For citation:

Pronin M. A., Churkina E. V. [The influence of the illumination of the light switch on the total energy consumption]. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry. 2021. vol. 14, no. 2, pp. 151 – 156 (in Russian).

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2021-14-2-151-156>

Effect of light switch illumination on total energy consumption

Pronin M. A.^{1*}, Churkina E. V.²

¹ FGBOU VO "NIU "MEI"

Krasnokazarmennaya str., 14, 111250, Moscow, Russia

² FGBOU VO "LGTU"

Moskovskaya str., 30, 398055, Lipetsk, Russia

The question of the relevance of reducing energy consumption is considered. An assumption is made that in cases where indoor illuminated switches are used that control a group of lamps, currents of the order of microamperes flow in the lighting network in the switched-off mode.

The regulatory documentation related to the normative indicators of illumination as well as the typical area of premises is analyzed, and on the basis of the listed data, the calculation of the minimum required luminous flux emitted by lamps is made. The normalized calculated luminous flux was divided by the luminous flux from one lamp, with the resulting ratio rounded up. This ratio is the approximate number of lamps. This number of lamps will enable to calculate the total current of the entire lighting network.

The standard rates for the operating time of the lighting network are taken into account. The operating time of the lighting network in the "standby" mode is the difference between the total number of hours per day and the standard operating time of the lighting network.

Knowing the power consumption and the network operation time in the "standby" mode, we can calculate the power consumption of the lighting network in the "standby" mode.

KEYWORDS: switch illumination, illuminated switch, power consumption, energy efficiency, connection scheme

Проблема энергосбережения в настоящее время является актуальной. Одним из способов снижения энергопотребления помещения считается изменение режима работы ожидания осветительной сети, в частности, рассматривается ситуация, когда в комнате имеется выключатель с подсветкой, который управляет группой светодиодных ламп или светодиодной люстрой. При этом происходит потребление в выключенном режиме, которое возможно свести к нулю.

Предполагается, что удаление ветви с подсветкой в выключателе снизит энергопотребление квартиры, что, в конечном счете, позволит экономить на оплате электроэнергии. Объектом исследования является электрическая сеть освещения помещения. Предмет исследования — режимы работы электрической сети. Цель исследования — получение значений расчетной потребляемой электроэнергии схемы с подсветкой, состоящей из одного выключателя и одного осветительного прибора и для осветительной сети совокупности помещений. Помимо значений энергопотребления предлагается методика изменения токов выключателей в отключенном положении с подсветкой во всей осветительной сети.

На рисунке 1 приведена схема замещения подключения светильника через выключатель, оснащенный подсветкой (простейший случай).

На практике соединение выключателя с подсветкой в отключенном положении со светодиодной лампой допускает протекание тока по ветви благодаря напряжению на выходе выключателя (рисунок 2).

С использованием рисунка 1 была составлена схема с одной светодиодной лампой и подсветкой (рисунок 3). С целью защиты электропроводки от возможного короткого замыкания, которое способно произойти при

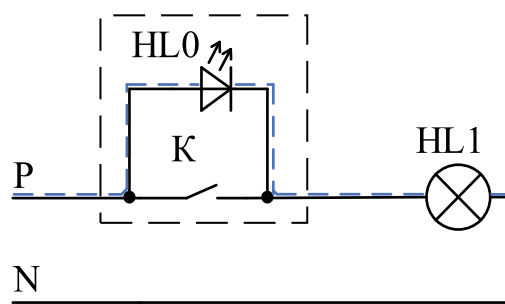


Рисунок 1. Схема подключения осветительного прибора через выключатель, оснащенный подсветкой: P — фазный проводник, напряжением 220 В; N — нейтральный провод; B — выключатель; HL0 — лампа индикации; HL1 — основной светильник (люстра); K — коммутационный элемент. Синяя пунктирная линия — цепь, которая рассматривается далее в статье

Figure 1. Connection diagram of the lighting device via a switch equipped with a backlight: P — phase conductor, voltage 220 V; N — neutral wire; B — switch; HL0 — indicator lamp; HL1 — main lamp (chandelier); K — switching element. Blue dotted line — the chain that is considered later in this article

ошибочных действиях при сборке схемы, принято решение использовать дополнительный автоматический выключатель на входе в схему.

Параметры элементов, используемых в цепи, представлены в таблице 1.

Рассмотрим режим работы при выключенном выключателе. На рисунке 3 на дисплее мультиметра показано напряжение, приложенное к светодиодной лампе.

В таблице 2 приведены параметры режима работы схемы, а также расчетное значение мощности.



Рисунок 2. Светодиодная лампа с эффектом «свечения» [1]

Figure 2. Led light bulb with the effect of "glow" [1]

Таблица 1. Параметры элементов, входящих в состав схемы на рисунке 1

Table 1. Parameters of the elements included in the scheme, shown in Figure 1

Наименование элемента Name of the element		Изображение элемента Image of the element	Наименование и значение параметра Name and value of the parameter
Лампа светодиодная LED lamp			Номинальное напряжение — 170 – 265 В (По факту: напряжение сети — 238 В) Номинальная мощность — 9 Вт Ток (по факту) — 27,5 мА (Прямое подключение в сеть) Сопротивление — $238/0,0275 = 8655 \text{ Ом} = 8,655 \text{ кОм}$ (В номинальном режиме работы) Rated voltage — 170-265 V (In fact: mains voltage — 238 V) Rated power — 9 W Current (in fact) — 27.5 mA (Direct connection to the network) Resistance — $238/0.0275 = 8655 \text{ ohms} = 8.655 \text{ kOhm}$ (In nominal operation mode)
Подсветка Backlighting	Резистор Resistor		Последовательность цветов: коричневый (1X), зеленый (X5), жёлтый (хЮ кОм), золотой (допуск $\pm 5\%$) [2] Номинальное сопротивление — $15 \times 10 \text{ кОм} \pm 5\% = (150 \pm 7,5) \text{ кОм}$ (теоретически), По факту — 154 кОм Ток (по факту) — 27,5 мА (при соединении с лампой индикации в сеть) Color sequence: brown (1 X), green (X5), yellow (xЮ kOhm), gold (tolerance = 5%) [2] Rated resistance — $15 \times 10 \text{ kOhm} \pm 5\% = (150 \pm 7.5) \text{ kOhm}$ (theoretically), in fact — 154 kOhm Current (in fact) — 27.5 mA (when connected to the display lamp in the network)
	Лампа индикации Display lamp		Ток (по факту) — 27,5 мА (при соединении с резистором в сеть) Номинальное напряжение — 230 В, номинальный ток — 500 мА [3]. Current (in fact) — 27.5 mA (when connected to a resistor in the network) Rated voltage — 230 V, rated current — 500 mA [3].



Рисунок 4. Схема соединения светодиодной лампы и подсветки: а — измерение тока в ветви; б — измерение напряжения на блоке индикации выключателя (лампа индикации и резистор); с — измерение напряжения на входе цепи

Figure 4. Connection diagram of the LED lamp and the backlight: a — measurement of the current in the branch; b — measurement of the voltage at the switch display unit (display lamp and resistor); c — measurement of the voltage at the circuit input

Таблица 2. Параметры элементов, входящих в состав схемы на рисунке 1

Table 2. Parameters of the elements included in the scheme, shown in Figure 1

Наименование элемента Name of the element	Напряжение в цепи, В Voltage in the circuit, V	Напряжение на элементе, В The voltage on the element	Ток в ветви, мкА Current in the branch, mkA	Мощность, выделяемая на элементе, мВт Power allocated to the element, mW	Мощность, выделяемая в цепи, мВт Power released from the circuit, mW
Лампа светодиодная LED lamp	237	111	453	50,283	102,831
Подсветка backlighting		116		52,548	

Таблица 3. Расчет суммарного количества лампочек в трехкомнатной квартире

Table 3. Calculation of the total number of light bulbs in a three-room apartment

Наименование помещения [5] Name of the room	Площадь S, м² [5] Area, m²	Нормируемое значение Освещенности E, лк [6] Normalized illumination value E, lux	Световой поток помещения Ф, лм The luminous flux of the room F, lm	Световой поток одной лампы, лм Luminous flux of one lamp, lm	Кол-во ламп Number of lamps
Жилое помещение Living room	12,3	150	2214	750	3
Лоджия Loggia	2,3	150	414	750	1
Жилое помещение Living room	9,20	150	1656	750	2
Жилое помещение Living room	17	150	3060	750	4
Кухня Kitchen	8	150	1440	750	2
Санузел bathtub	1,1	50	66	750	1
Ванная Bathroom	1,8	50	108	750	1
Прихожая — коридор Entrance hall — corridor	8,8	50	528	750	1
Кладовая Storage room	0,9	75	81	750	1
ИТОГО TOTAL	61,40	—	9567	—	16

Согласно [4] среднесуточное время работы осветительных приборов в жилом доме или квартире со-

ставляет 5 часов. Следовательно, время, в течение которого освещение не работает и выключатели с

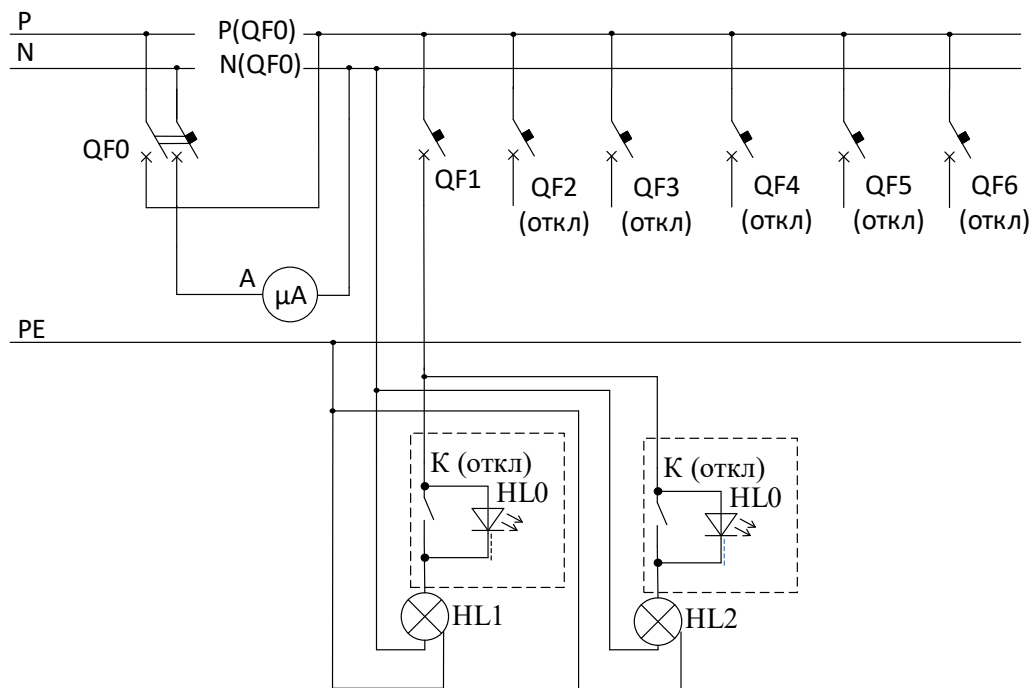


Рисунок 5. Схема измерения токов в осветительной сети: QF0 — вводной автоматический выключатель, QF1 — автоматический выключатель (или их группа), отвечающая за осветительную сеть, в которой содержатся выключатели с подсветкой, QF2 – QF6 — автоматические выключатели, отвечающие за распределение электроэнергии по остальным сетям (силовым, отдельным мощным электроприемникам и т. п. — неосветительной сети), А — мультиметр в режиме микроамперметра

Figure 5. Diagram of measuring currents in the lighting network: QF0 — introductory circuit breaker QF1 — circuit breaker (or their group), fades for a lighting network, which includes switches with backlight, QF2 – QF6 — circuit breakers, which is responsible for distribution of electricity on other networks (power, powerful individual consumers, etc. — newsletterno network), A — multimeter in ammeter mode

подсветкой переведены в выключенное положение, составляет (24 – 5) часов, а именно, 19 часов в сутки. В году 365 суток, следовательно, за год время t_0 «неиспользования» освещения составляет (365х19) часов, то есть 6935 часов.

Энергопотребление схемы, представленной на рисунке 1 и с параметрами, приведенными в таблице 1, составляет:

$$W_{\text{год}} = P \cdot t_0 = 0,102831 \cdot 6935 = 713 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 0,713 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Далее рассмотрим трехкомнатную квартиру, которая включает в себя следующие помещения — см. таблицу 3 (на примере экспликации помещений из источника [5]). Нормы освещенности были приняты по СНиП 23-05-95* [6].

Значения необходимого светового потока Φ , рассчитанного по формуле:

$$\Phi = E \cdot S \cdot Z,$$

где Φ — световой поток помещения, лм; E — нормативное значение освещенности, лк; S — площадь помещения, м^2 ; Z — поправочный коэффициент с учетом высоты потолков, значение которого принято равным 1,2, для потолков высотой 3 метра, приведены в таблице 3.

Для измерения токов всей осветительной сети может быть использована схема, приведенная на рисунке 5.

Вывод

Удаление ветви с подсветкой в выключателе снизит энергопотребление помещения, что, в конечном счете, позволит сэкономить на оплате за электроэнергию.

Список использованных источников

1. Подсветка выключателя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oboiman.ru/ingeneer/pocemu-svetodiodye-lampy-gorat-pri-vyklyuchennom-vyklyuchatele-priciny-i-resenia.html>, свободный (дата обращения: 07-01-2021).
2. Маркировка электронных компонентов. Определитель [Текст]: Москва: Додека-XXI 2016; (1): 386.
3. 1784-0-0057 (8338-1), Лампа подсветки для 2-х клавишных выключателей 230 В, 0.5 А, АBB. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.lampadia.ru/catalog/rozetki_i_vyklyuchateli/abb/spring/mekhanizmy_spring/1784-0-0057-8338-1-lampa-podsvetki-dlya-2-kh-klavishnykh-vyklyuchateley-230-v-0-5-a-abb?r1=yandex&r2=utm_source=market.yandex.ru&utm_campaign=ym_roz&utm_term=208473&ymclid=16108773146917809409900011, свободный (дата обращения: 07-01-2021).
4. Таблица потребления электроэнергии бытовыми приборами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.lampadia.ru/catalog/rozetki_i_vyklyuchateli/abb/spring/mekhanizmy_spring/https://yandex.ru/turbo/hozsektor.ru/s/tablicza-potrebleniya-elektroenergii-bytovymi-priborami, свободный (дата обращения: 07-01-2021).

5. План помещения (11–18). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cspn.ru/pereplanirovka/im/ii18/2.jpg>, свободный (дата обращения: 07-01-2021).

6. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001026>, свободный (дата обращения: 07-01-2021).

References

1. Backlight switch. [Electronic resource]. — Access mode: <https://oboiman.ru/ingeneer/pocemu-svetodiodnye-lampy-gorat-pri-vyklyuchennom-vyklucatele-priciny-i-resenia.html>, free (accessed: 07-01-2021).

2. Marking of electronic components. Determinant [Text]: Moscow: Dodeka-XXI 2016; (1): 386.

3. 1784-0-0057 (8338-1), Illumination lamp for 2-key switches

230 V, 0.5 A, ABB. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.lampadia.ru/catalog/rozetki_i_vyklyuchateli/abb/spring/mekhanizmy_spring/1784-0-0057-8338-1-lampa-podsvetki-dlya-2-kh-klavishnykh-vyklyuchateley-230-v-0-5-a-abb?r1=yandex&r2=&utm_source=market.yandex.ru&utm_campaign=ym_roz&utm_term=208473&ymclid=16108773146917809409900011, free (accessed: 07-01-2021).

4. Table of electricity consumption by household appliances [Electronic resource]. – Pre-stop mode: https://www.lampadia.ru/catalog/rozetki_i_vyklyuchateli/abb/spring/mekhanizmy_spring/https://yandex.ru/turbo/hozsektor.ru/s/tablicza-potrebleniya-elektroenergii-bytovymi-priborami, free (accessed: 07-01-2021).

5. Room plan (11–18). [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.cspn.ru/pereplanirovka/im/ii18/2.jpg>, free (accessed: 07-01-2021).

6. SNiP 23-05-95 * Natural and artificial lighting [Electronic resource]. – Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/871001026>, free (accessed: 07-01-2021).

