

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

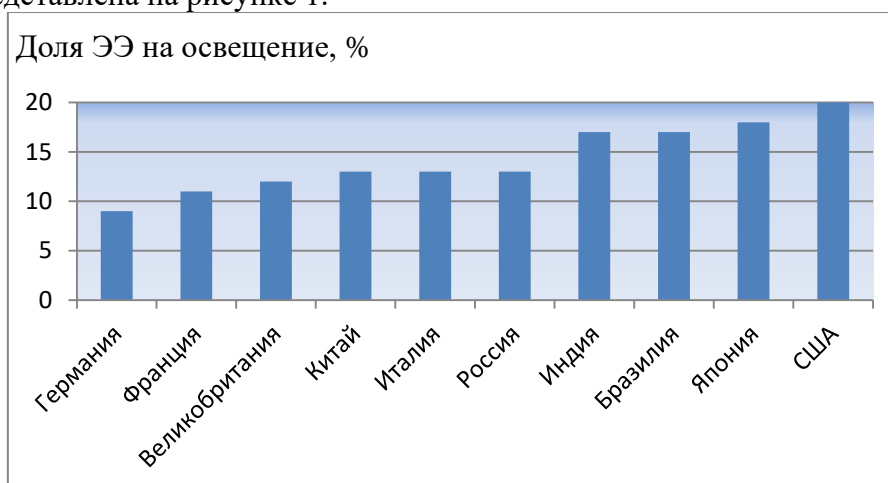
*Королева Т.Г., Филатенко М.А.*

*Россия, г. Орел, Орловский государственный технический университет имени И.С. Тургенева*

*В статье выполнен анализ потребления электрической энергии на нужды освещения в различных странах мира и в различных отраслях экономики подтверждает актуальность экономии электрической энергии в системах освещения. Исследовано влияние отклонения напряжения на величину потребляемой активной мощности и световую отдачу разных типов ламп. Результаты работы позволяют на практике производить энергоэффективный выбор источников света с учетом показателей электропотребления при изменении величины напряжения.*

*Ключевые слова: электрическая энергия, источники света, световая отдача, колебания напряжения, потребляемая мощность.*

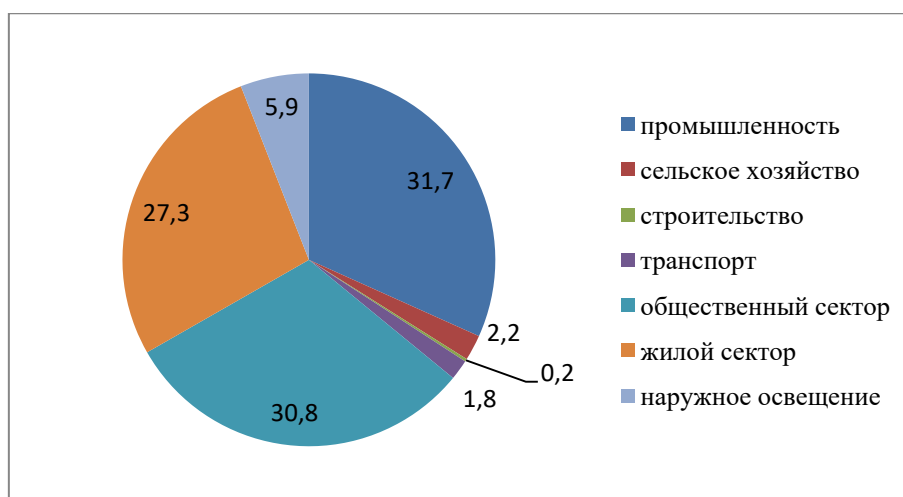
Значительным потребителем электрической энергии (ЭЭ) являются осветительные установки. Доля электроэнергии, затрачиваемой в некоторых странах на нужды освещения, может достигать 20 процентов от общего объема производства. Диаграмма потребления осветительными установками ЭЭ от общего объема вырабатываемой энергии в различных странах мира представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 - Диаграмма потребления электрической энергии осветительными установками в различных странах мира**

Следует учитывать, что в отдельных секторах экономики расход электроэнергии на освещение может существенно отличаться. Например, доля ЭЭ затрачиваемая на освещение в административных и офисных зданиях составляет от 30 до 50% от всего объема потребляемой в них электроэнергии. Наиболее весомая часть от общего потребления ЭЭ затрачивается на освещение в промышленности. В некоторых отраслях промышленности доля электроэнергии, идущая на освещение, может достигать 55 %. В жилищном секторе эта доля составляет около 25 % [2]. Анализ потребления электрической энергии на освещение по отдельным категориям потребителей наглядно представлен на рисунке 2.

Учитывая выше сказанное можно утверждать, что осветительные установки представляют важный объект исследования в области экономии энергетических ресурсов, а система освещения имеет значительный потенциал для повышения энергоэффективности и энергосбережения. При этом следует помнить, что решая вопросы экономии электрической энергии нельзя пренебрегать нормативными требованиями, предъявляемыми к осветительным установкам в части обеспечения комфорта и работоспособности пользователей.



**Рисунок 2 - Диаграмма потребления электрической энергии на освещение по отдельным категориям потребителей**

Промышленностью выпускаются различные источники света. Одним из основных параметров, характеризующих уровень энергоэффективности источника света, является светоотдача. Световая отдача (лм/Вт) определяется как отношение светового потока лампы к ее мощности и характеризует экономичность источника света [3].

Значения потребляемой мощности, светового потока, световой отдачи в справочной литературе указываются для источников света различного типа, работающих при номинальном напряжении. Однако в сети отклонения напряжения согласно ГОСТу 32144-2013 «допускаются в пределах  $\pm 10\%$  номинального значения в течение 100 % времени интервала в одну неделю» [4]. Следовательно, эксплуатационные характеристики ламп при допустимых отклонениях напряжения будут отличаться от указанных в справочнике.

Известно, что отклонения напряжения практически не вызывают изменений световой отдачи ламп типа ДРЛ. Для ламп типа ДРИ характерно практически пропорциональное снижение световой отдачи при отрицательных отклонениях напряжения. Наиболее сильно сказываются отклонения напряжения на световую отдачу ламп накаливания (ЛН). При положительных отклонениях напряжения световая отдача ЛН увеличивается более чем на 20 %, а при отрицательных снижается. При этом надо учитывать, что при эксплуатации ЛН на напряжении выше номинального значительно сокращается и срок их службы. При увеличении напряжения незначительно меняется световая отдача люминесцентных (ЛЛ) и светодиодных ламп. А при снижении напряжения питания световая отдача у этих ламп увеличивается и, достигая максимума при 80-90% от номинального напряжения, начинает снижаться [3].

Проанализируем как будет изменяться величина потребляемой активной мощности  $P$  осветительными устройствами с разными типами ламп в процентах от номинальной мощности лампы  $P_{\text{ном}}$  при изменении напряжения. Такая зависимость называется статической характеристикой электрической нагрузки по напряжению.

Статическая характеристика для осветительной нагрузки с ЛН описывается уравнением

$$\delta P = \left[ \left( 1 + \frac{\delta U_y}{100} \right)^m - 1 \right] \cdot 100,$$

где  $m$  – показатель, характеризующий регулирующий эффект нагрузки освещения. Под регулирующим эффектом нагрузки «понимается изменение потребляемой мощности в процентах при изменении напряжения на 1 %» [5].

Статическая характеристика активной нагрузки с газоразрядными ЛЛ в комплекте с электромагнитными ПРА представляет собой линейную зависимость и изменение электропотребления осветительными установками с ГЛНД и лампами типа ДРИ при отклонении напряжения вычисляется по формуле

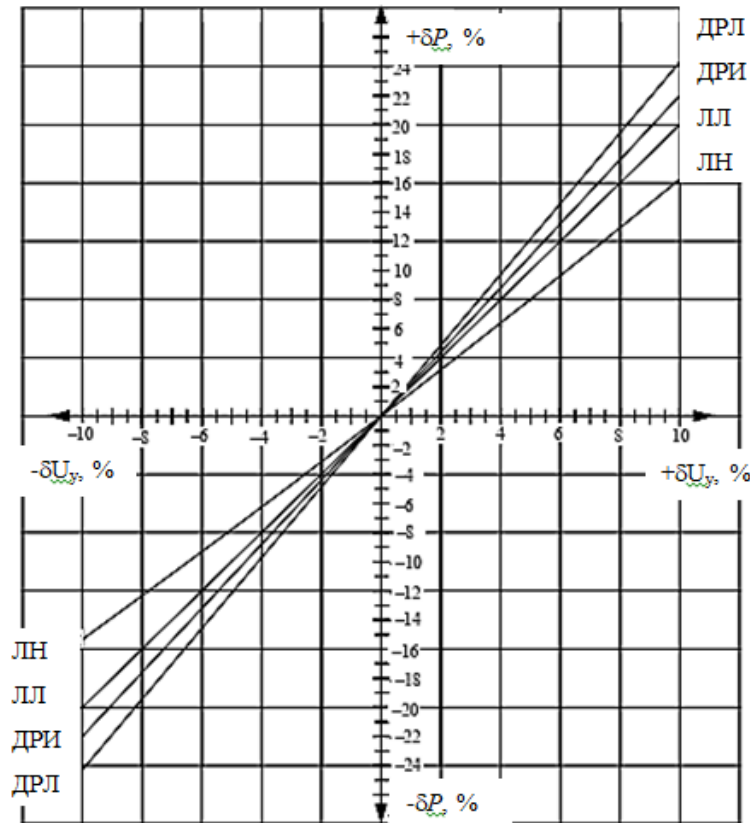
$$\delta P = m \delta U_y,$$

где  $m = 2$  – для ЛЛ низкого давления;  $m = 2,2$  – для ламп типа ДРИ.

Изменение потребления активной мощности газоразрядными лампами высокого давления типа ДРЛ с использованием ПРА в процентах в зависимости от величины отклонения напряжения, определяется по формуле

$$\delta P = 2,43 \delta U_y.$$

На рисунке 3 представлены характеристики, отражающие изменение потребления различными источниками света активной мощности при отклонении напряжения питающей сети в пределах нормируемых ГОСТом 32144-2013.



**Рисунок 3 – Изменения потребления активной мощности различными источниками света при отклонении напряжения питающей сети**

### Выводы

1. Наиболее значительное изменение потребляемой активной мощности при отклонениях напряжения от номинального характерно для ламп типа ДРИ и ДРЛ.
2. При увеличении напряжения световая отдача люминесцентных и светодиодных ламп практически не меняется. А при снижении напряжения на 10-20 % от номинального световая отдача достигает максимального значения.
3. Результаты проведенного анализа позволяют оценивать изменения потребления активной мощности и световой отдачи различных типов ламп при допустимых ГОСТом 32144-2013 отклонениях напряжения от номинального значения.

### Список литературы

1. Вагин Г.Я., Солнцев Е.Б., Малафеев О.Ю. Оценка характеристик систем освещения в России // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2016. №3 (51).
2. Вагин Г.Я., Терентьев П.В., Малафеев О.Ю. О необходимости корректировки нормативных документов по показателям энергетической эффективности источников света // Промышленная энергетика. – 2015. – № 12. – С. 30–33.

3. Вагин Г.Я., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Терентьев П.В. Влияние качества питающего напряжения на параметры искусственного освещения рабочего места // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 3-2. – С. 247-252.

4. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Введ. 2014.07.01. - М. : Стандартиформ, 2013. – 10 с.

5. Козловская В.Б., Радкевич В.Н., Колосова И.В. Влияние напряжения на основные характеристики ламп электрического освещения// *Энергетика. Труды высших учебных заведений и энергетических ассоциаций СНГ*. 2009. № 1.

**Королева Татьяна Геннадьевна**, к.т.н., доцент кафедры ЭиЭ ОГУ имени И.С. Тургенева, 302020, г. Орел, ул. Наугорское шоссе, д.29. E-mail: [tgkoroleva@mail.ru](mailto:tgkoroleva@mail.ru)

**Филатенко Максим Алексеевич**, магистрант ОГУ имени И.С. Тургенева, 302020, г. Орел, ул. Наугорское шоссе, д.29. E-mail: [maksimf000@mail.ru](mailto:maksimf000@mail.ru)

---

UDC 631.192

### ANALYSIS OF THE EFFECT OF VOLTAGE ON THE ENERGY EFFICIENCY OF LIGHT SOURCES

**Koroleva T.G., Filatenko M.A.**

*Russia, Orel, Orel State Technical University I.S. Turgenev Estate*

*In the article, the analysis of electric energy consumption for lighting needs in various countries of the world and in various sectors of the economy confirms the relevance of saving electric energy in lighting systems. The influence of voltage deviation on the amount of active power consumed and the light output of different types of lamps is investigated. The results of the work make it possible in practice to make an energy-efficient choice of light sources, taking into account power consumption indicators when the voltage value changes.*

*Keywords: electrical energy, light sources, light output, voltage fluctuations, power consumption.*

#### Bibliography

1. Vagin G.Ya., Solntsev E.B., Malafeev O.Yu. Assessment of the characteristics of lighting systems in Russia // *Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Technical Sciences*. 2016. №3 (51).

2. Vagin G.Ya., Terentyev P.V., Malafeev O.Yu. On the need to adjust regulatory documents on indicators of energy efficiency of light sources // *Industrial Power Engineering*. - 2015. - No. 12. - pp. 30-33.

3. Vagin G.Ya., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Terentyev P.V. The influence of the quality of the supply voltage on the parameters of artificial workplace lighting // *Fundamental research*. - 2014. - № 3-2. - pp. 247-252.

4. GOST 32144-2013. Electrical energy. Electromagnetic compatibility of technical means. Standards for the quality of electrical energy in general-purpose power supply systems. - Introduction. 2014.07.01. - Moscow : Standartinform, 2013. - 10 p.

5. Kozlovskaya V. B., Radkevich V. N., Kolosova I. V. Influence of voltage on the main characteristics of electric lighting lamps // *Energy. Proceedings of higher educational institutions and energy associations of the CIS*. 2009. No. 1.

**Koroleva Tatiana Gennadievna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of EIE of the I.S. Turgenev OSU, 302020, Orel, Naugorskoe shosse str., 29. E-mail: [tgkoroleva@mail.ru](mailto:tgkoroleva@mail.ru)

**Filatenko Maxim Alekseevich**, Master's student of the I.S. Turgenev OSU, 302020, Orel, Naugorskoe shosse str., 29. E-mail: [maksimf000@mail.ru](mailto:maksimf000@mail.ru)