

## ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Вагин Г.Я., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Терентьев П.В.

*ФГБОУ ВПО Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия (603600, Н. Новгород, ГСП-41, ул. Минина, 24, НГТУ, каф. «ПБиЭ»)*

Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» поставил задачу о постепенной замене ламп накаливания на газоразрядные и светодиодные источники света. Одним из основных источников загрязнения атмосферы является энергетика, а конкретно – процесс сжигания топлива. Поэтому выгоды от мероприятий по энергосбережению для окружающей среды должны быть очевидны: снижение потребления энергии приводит не только к экономии природных ресурсов, но и к сокращению выбросов загрязняющих веществ. Одним из направлений снижения вредных выбросов является реализация мероприятий по энергосбережению в области освещения. В работе приведены результаты экспериментального исследования влияния отклонения электрического напряжения на потребляемую мощность ламп накаливания, газоразрядных и светодиодных источников света и на экологические показатели. Отклонения напряжения изменялись в пределах  $\pm 15$  от номинального напряжения сети для изучения влияния более широкого диапазона, который может быть в реальных условиях. Показано, что стабилизация напряжения является одним из эффективных способов уменьшения загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: энергетика, источники света, отклонение напряжения, атмосферный воздух, вредные вещества, энергосбережение, природные ресурсы.

## EFFECTS ON ENVIRONMENTAL QUALITY PARAMETERS VOLTAGE LIGHTING SYSTEMS

Vagin G.Y., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Terentev P.V.

*FGBOU VPO Nizhny Novgorod State Technical University. RE Alekseev Nizhny Novgorod, Russia (603600, Nizhny Novgorod, GSP- 41, str. Minin , 24, NSTU Univ. «PBiE»)*

Federal Law "On energy saving and energy efficiency improvements and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" posed the problem of the gradual replacement of incandescent bulbs with HID and LED light sources. One of the main sources of air pollution is energy, and specifically, the combustion process. Therefore, the benefits of energy efficiency measures for the environment should be obvious: reduced energy consumption not only leads to save natural resources, but also to the reduction of pollutant emissions. One of the ways to reduce emissions is to implement energy saving measures in the field of lighting. The paper presents the results of an experimental study of the influence on the bias voltage wattage incandescent lamps, HID and LED light sources and environmental performance. Voltage deviations varied within  $\pm 15$  from the nominal voltage to study the effects of a wider range, which can be in the real world. It is shown that voltage regulation is one of the effective ways to reduce air pollution.

Keywords: energy, light sources, voltage fluctuation, air, hazardous substances, energy, natural resources.

### Введение

Основная задача в развитии электро- и теплоэнергетики России, как и во всем мире, заключается в обеспечении в процессе выработки электрической и тепловой энергии высокой экономичности, надежности, экологической безопасности, т.е. минимальных затрат топливно-энергетических ресурсов при оптимальных энергосберегающих технологиях.

Структура производства электроэнергии по видам электростанций в 2011 г. включает в себя: тепловые – 68 %, гидроэлектростанции – 16 %, атомные – 16 %. Основным источником производства теплоэлектроэнергии остаются тепловые станции, сжигающие

органическое топливо. Структура топливопотребления на тепловых станциях составляет: газ – 55 %, уголь – 34 %, мазут – 5 %.

Федеральный закон № 261–ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» поставил задачу о постепенной замене ламп накаливания на газоразрядные и светодиодные источники света. Рациональное использование природных ресурсов, повышение эффективности потребления энергии, развитие возобновляемых источников энергии может обеспечить потребности человечества в энергии и устойчивое развитие в глобальном масштабе. Выгоды от мероприятий по энергосбережению для окружающей среды очевидны: снижение потребления энергии приводит не только к экономии природных ресурсов, но и к сокращению выбросов загрязняющих веществ [3].

### **Характеристика источников света**

В качестве источников света обычно используют лампы накаливания и газоразрядные лампы, в последнее время начали применять светодиодные лампы [1,2].

Преимуществами ламп накаливания являются: низкая цена, небольшие размеры, мгновенное зажигание, низкие пульсации при работе на переменном токе, возможность использования регуляторов яркости. Однако они имеют серьезные недостатки: низкая световая отдача и малый срок службы.

Компактные энергосберегающие лампы предназначены в основном для домашнего освещения. Они являются отличной заменой для административных помещений, где установлены светильники под лампы накаливания. Они экономичны и долговечны.

Самый большой класс ламп, используемых сегодня – это люминесцентные линейные лампы общего освещения.

Люминесцентные лампы Т8 – это наиболее распространенный сегодня тип ламп. Они обладают меньшим диаметром (26 мм), что позволяет создавать более компактные светильники, и характеризуются улучшенными параметрами световой отдачи и цветопередачи. И главное – они более надежны и экономичны в эксплуатации.

Люминесцентные лампы Т5 – более современный тип ламп, применяемых в сфере общего освещения. Диаметр газоразрядной трубки Т5 составляет 16 мм. Это более совершенные осветительные приборы, которые имеют отличную цветопередачу, повышенную световую отдачу, уменьшенное снижение светового потока с течением времени. Немаловажным фактором является значительное сокращение содержания ртути в приборах – практически в 7–10 раз (в сравнении с Т8).

Основными достоинствами светодиодных источников света является их экономичность, высокая световая отдача; малые габариты; высокая долговечность;

отсутствие пульсаций светового потока; возможность получения излучения различного спектрального состава; высокая степень управляемости [4].

Характеристики источников света приведены в таблице 1.

Согласно ГОСТ 13109-97, к основным показателям качества электроэнергии относятся установившееся отклонение напряжения, размах изменения напряжения, доза фликера, коэффициент искажения кривой напряжения, коэффициент  $n$ -ой гармонической составляющей, коэффициент несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности, отклонение частоты, длительность провала напряжения, импульсное напряжение, коэффициент временного перенапряжения.

Таблица 1. Характеристики источников света

Тип источников света	Светоотдача, лм/Вт	Срок службы, ч
Лампы накаливания	10–15	1 000
Люминесцентные лампы (стандарт Т8)	80–95	16 000
Люминесцентные лампы (стандарт Т5)	95–105	16 000
Компактные люминесцентные лампы	60–70	9 000
Светодиодные лампы	До 200	До 50 000

Показатели качества электроэнергии в нормальном режиме работы электрической сети не должны выходить за пределы максимальных значений в течение 95 % времени каждых суток. Согласно [6], устанавливаются два вида норм на качество электроэнергии – нормально допустимые и предельно допустимые величины. Нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выводах приемников электрической энергии равны соответственно  $\pm 5$  и  $\pm 10$  % от номинального напряжения электрической сети.

В новом стандарте на качество электрической энергии ГОСТ Р 54149–2010 [5] отсутствуют сведения о допустимых отклонениях напряжения для источников света, поэтому авторами было также исследовано влияние отклонений напряжения на технические характеристики газоразрядных и светодиодных источников света.

#### **Результаты экспериментального исследования**

В данной работе приведены результаты экспериментального исследования влияния отклонения напряжения на потребляемую мощность ламп накаливания, газоразрядных и светодиодных источников света. Отклонения напряжения изменялись в пределах  $\pm 15$  от номинального напряжения сети для изучения влияния более широкого диапазона, который может быть в реальных условиях.

Исследование проводилось с помощью анализатора качества электроэнергии типа Fluke 434. Для исследования использовались лампы накаливания (75 Вт), люминесцентные

лампы стандарта Т8 (ЛЛ 4x18 Philips TL-D 18W/54-765) и Т5 (ЛЛ 4x54 FHO LuxlinePlus 54W/865), компактные люминесцентные лампы (ASDSpiral-econom 20 Вт), светодиодные (ClassicLed 9 Вт) лампы.

Так как исследуемые лампы однофазные, а подключение датчиков прибора необходимо производить отдельно на фазный и нулевой проводники, была собрана экспериментальная установка для проведения исследований с разделением прямого и обратного проводов.

Результаты экспериментального исследования влияния отклонения напряжения на потребляемую мощность ламп накаливания, газоразрядных и светодиодных источников света приведены в таблице 2.

Сжигание топлива – не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в природную среду загрязняющих веществ. В процессе сжигания топлива (уголь, мазут, газ) образуются CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, пыль. Высокое содержание в атмосферном воздухе различных загрязнителей неблагоприятно сказывается на всем комплексе живой природы.

Отрицательное влияние загрязнения атмосферы выражается в ухудшении здоровья людей и животных, снижении урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных. Воздействию вредных веществ подвержены лесные угодья. Загрязнение атмосферы влияет на коррозионные процессы строительных конструкций, ускорение износа зданий и оборудования. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, и их санитарно-гигиенические характеристики принимаются согласно ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Таблица 2. Результаты исследования влияния отклонения напряжения на потребляемую мощность ламп

Напряжение, В	Потребляемая мощность, Вт				
	ЛН 75	КЛЛ 20	ЛЛ 4*18 (Т8)	ЛЛ 4*54 (Т5)	СД-9
187	53	14,5	42	206	8
190	54	15	57	206	8
193	55	15	60	205,5	8
196	56	15,5	65	205	8
199	58	15,5	66	204,5	8
202	59	15,8	68	204,3	8
205	61	15,9	70	204,2	8
208	62	16	77	204	8
211	64	16,1	76	206	8
214	65	16,5	79	204	8
217	65	16,8	82	204	8

220	67	16,9	86	204	8
223	69	17	89	204	8
226	70	17	92	204	8
229	71	17,5	92	204	8
232	72	17,5	95	204	8
235	74,5	17,8	97	204	8
238	77	18	100	204	8
241	78,5	18,1	103	204	8
244	81	18,1	105	204	8
247	83	18,8	108	204	8
250	84	18,9	108	204	8
253	84,5	19	108	204	8

Для экологической оценки результата влияния отклонения напряжения на потребляемую мощность ламп накаливания, газоразрядных и светодиодных источников света были проведены расчеты загрязнения атмосферного воздуха выбросами, образующимися при сжигании органического топлива.

В табл. 3 приведены средние значения удельных выбросов вредных веществ, образующихся в процессе сжигания топлива на ТЭС.

Таблица 3. Удельные выбросы вредных веществ, образующихся в процессе сжигания топлива

Вредные вещества	Удельные выбросы, г/кВт ч
Твердые частицы	1,54
Диоксид серы	2,26
NO <sub>2</sub>	1,06
NO	0,17
CO	0,85

Исходя из изменения потребляемой мощности от напряжения (табл. 2), были рассчитаны величины удельных выбросов для всех видов ламп. Основными вредными веществами при сжигании угля являются диоксид серы и твердые частицы (сажа), а при сжигании природного газа – диоксид азота. Результаты расчета приведены в виде графиков: рис.1 – для диоксида серы, рис. 2 – для твердых частиц, рис. 3 – для диоксида азота.

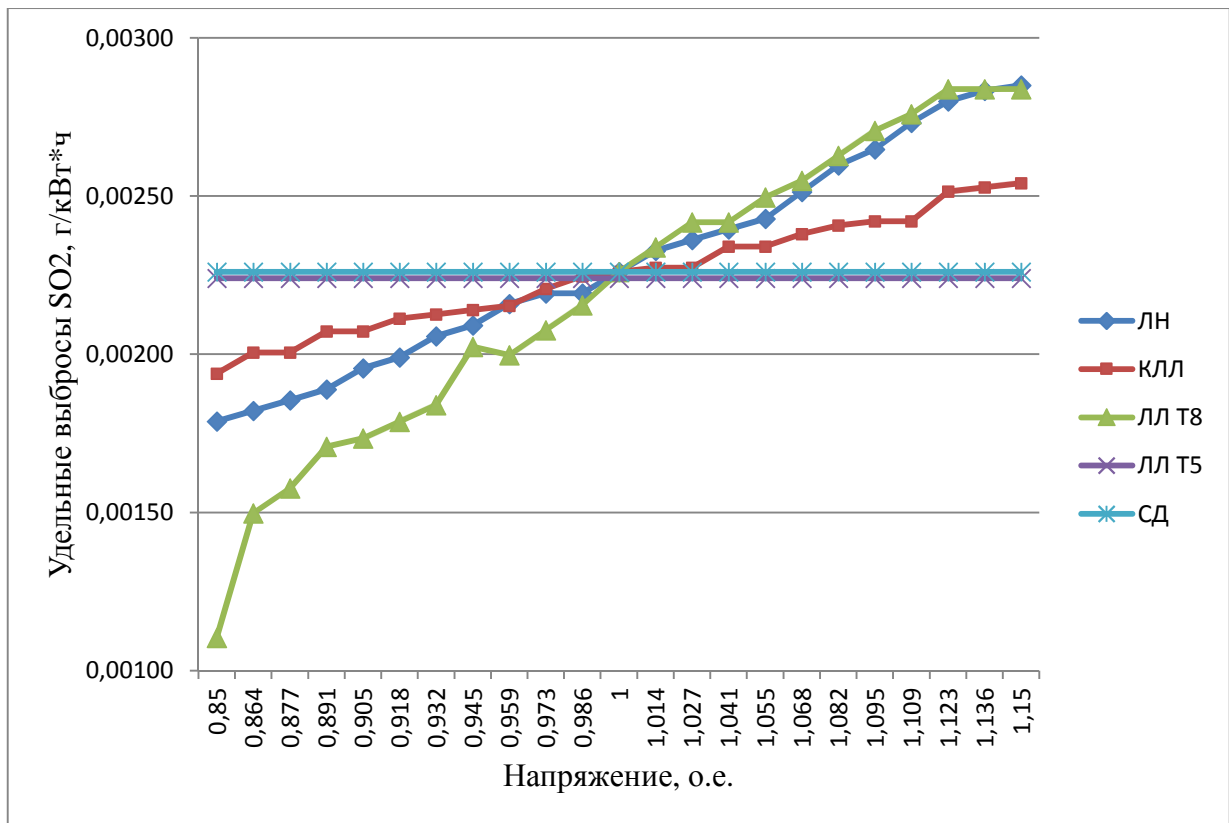


Рисунок 1. Удельные выбросы диоксида серы для различных видов ламп

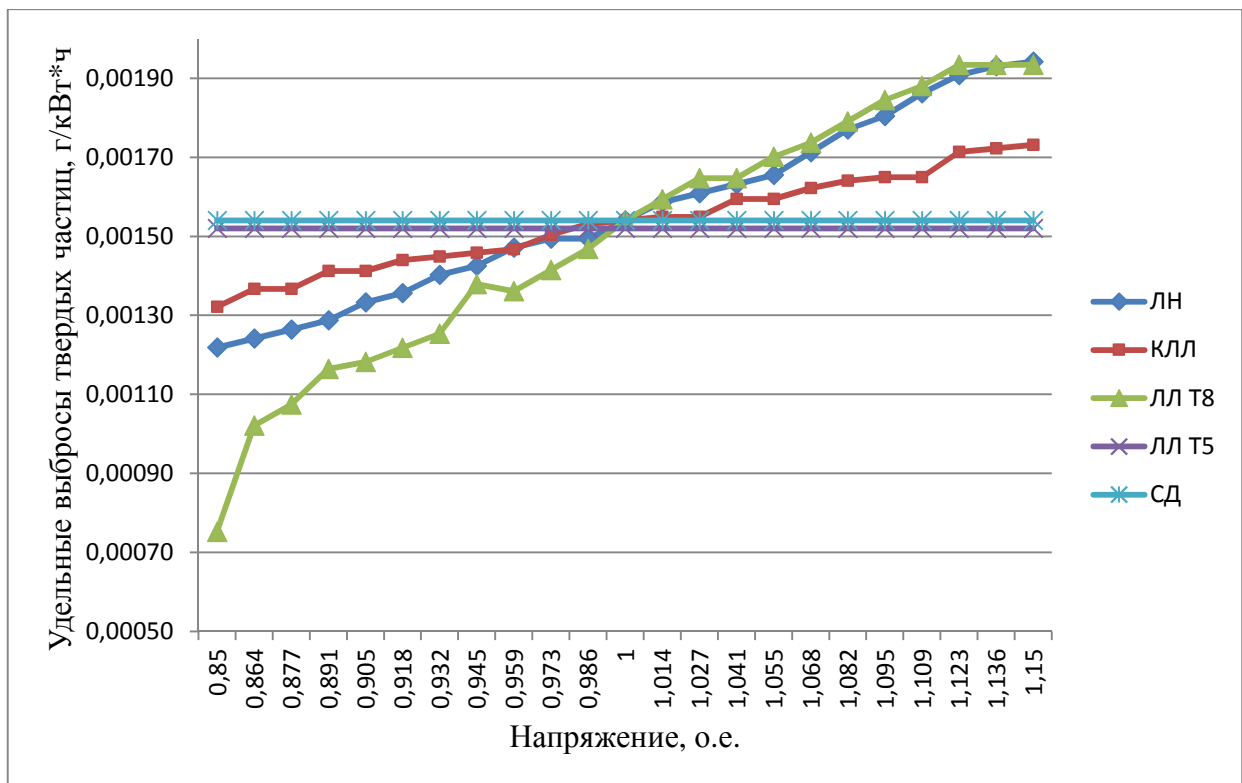


Рисунок 2. Удельные выбросы твердых частиц для различных видов ламп

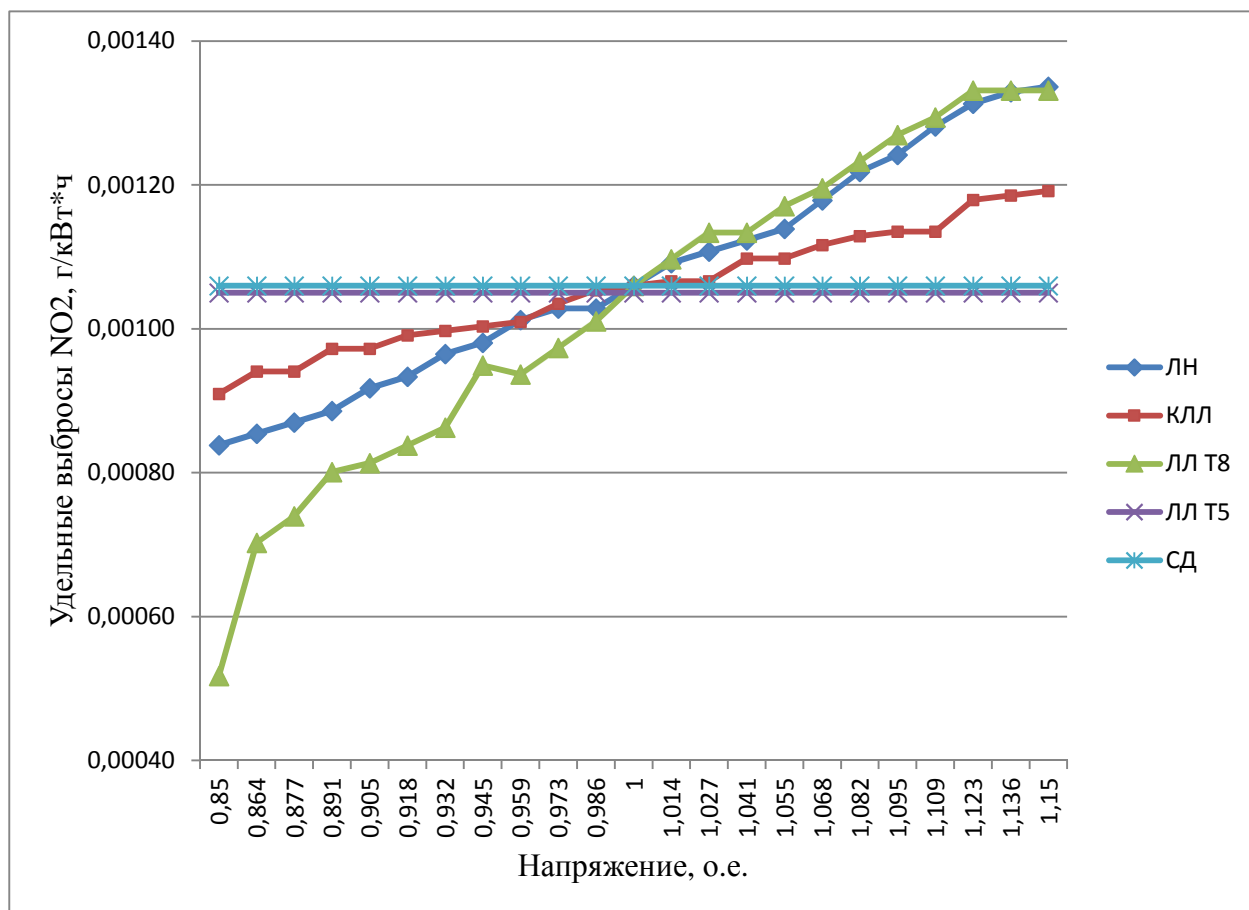


Рисунок 3. Удельные выбросы диоксида азота для различных видов ламп

## Выводы

В результате проведенных исследований установлено:

- 1 – изменение величины питающего напряжения электроприемников оказывает значительное влияние на экологические показатели;
- 2 – при увеличении напряжения выше номинального происходит резкое (до 30 %) увеличение вредных выбросов для ламп накаливания и люминесцентных ламп стандарта Т8;
- 3 – при увеличении напряжения выше номинального для КЛЛ увеличение выбросов происходит на меньшую величину (до 12 %);
- 4 – для люминесцентных ламп стандарта Т5 и светодиодных ламп изменение напряжения практически не сказывается на экологических характеристиках.

Таким образом, стабилизация напряжения является одним из эффективных способов уменьшения загрязнения атмосферного воздуха.

## Список литературы

1. Вагин Г.Я., Маслеева О.В., Малафеев О.Ю. Экономия электрической энергии и снижение выбросов парниковых газов за счет модернизации систем освещения государственных

- образовательных учреждений // Энергоэффективность. Опыт. Проблемы. Решения. – 2012. – Вып. 1–2. – С.58-61.
2. Маслеева О.В. Экологические и экономические выгоды модернизации освещения образовательных учреждений // Энергоэффективность. Опыт. Проблемы. Решения. – 2011 Вып. 3–4. – С.57-58.
3. Маслеева О.В., Севостьянов А.А., Куренкова Т.Е. Программа «Энергосбережения» – как путь решения проблемы парниковых газов // Актуальные проблемы электроэнергетики. – 2011. – Т. 79. – С.95-98.
4. Шуберт Ф. Светодиоды: Пер. с англ. / Под ред. А.Э. Юновича. – М.: Физматгиз, 2008. – 495 с.
5. ГОСТ Р 54149–2010. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
6. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

**Рецензенты:**

Михаленко М.Г., д.т.н., профессор, директор ИФХТиМ, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева (НГТУ), г. Нижний Новгород.

Кузьмин Н.А., д.т.н., профессор, зав.кафедрой «Автомобильный транспорт», Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева (НГТУ), г. Нижний Новгород.