

УДК 623.382.2

*А. Г. Солдатов, О. Г. Харламов***ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ УРОВНЕЙ ПУЛЬСАЦИИ СВЕТОВОГО ПОТОКА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП**

Аннотация. В статье изложены результаты исследования коэффициента пульсации светового потока при использовании люминесцентных ламп. Приведен пример технического использования подключения рядов светильников к разным фазам электрической сети для уменьшения уровня пульсации в помещении. Пояснено применение высокочастотных регуляторов для снижения такого вредного фактора как пульсация светового потока.

Ключевые слова: пульсация светового потока, освещенность, люминесцентные лампы, люминофор.

Для цитирования: Солдатов, А. Г. Обеспечение нормативных уровней пульсации светового потока при применении люминесцентных ламп / А. Г. Солдатов, О. Г. Харламов // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 2. – С. 23–27.

Достаточная освещенность рабочих поверхностей всегда была необходимым условием хорошего самочувствия и производительности труда каждого трудящегося [1, 2]. При достижении необходимого уровня освещения часто упускают из вида сопутствующий параметр: пульсацию светового потока. Несмотря на распространение использования светильников со светодиодными лампами, еще широко применяются люминесцентные лампы.

Значительным недостатком ламп низкого давления (люминесцентных) является высокие значения пульсации светового потока, значительно превышающие нормы. При питании лампы от сети переменного тока частотой 50 Гц ее световой поток изменяется 100 раз в секунду от минимального до максимального значения. Наличие на колбе лампы люминофора несколько снижает величину пульсации светового потока. Это происходит потому, что в течение некоторого времени, когда электрический ток прекращает идти через лампу, люминофор продолжает излучать видимый свет. Продолжительность послесвечения зависит от вида люминофора. Люминофор определяет тип лампы по свечению:

- белого света (ЛБ, Б)
- дневной (Д);
- естественный оттенок белого (Е);
- белый с теплым тоном (ТБ);
- белый с холодным тоном (ХБ);
- ультрафиолетовый (УФ);
- холодное естественное свечение (ЛХЕ) и т.д.

Наименьшую пульсацию светового потока создают люминесцентные лампы типа ЛБ, Б (люминесцентная белого света).

Пульсация разрядных ламп оценивается коэффициентом пульсации K_p – это критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока разрядных ламп при питании их переменным током:

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 \cdot E_{\text{ср}}} \quad (1)$$

где K_n – коэффициент пульсации, %

$E_{\max}$ и $E_{\min}$ – соответственно максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк;

$E_{\text{ср}}$ – среднее значение освещенности за этот период, лк.

Пульсация светового потока вызывает частую переадаптацию зрения, что приводит к утомлению зрения, мозга и, как следствие, самого человека. При наличии вращающихся деталей пульсация светового потока может вызвать стробоскопический эффект. Это явление в свою очередь может привести к травмированию работника [3, 4].

Для снижения риска травмирования очень важно уменьшать пульсацию светового потока, как в производственных, так и в административных помещениях.

Снижение коэффициента пульсации люминесцентных ламп может быть достигнуто:

- применением светильников, укомплектованных электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА);
- поочередным присоединением соседних светильников в ряду к разным фазам трехфазной сети;
- питанием различных ламп в многоламповых люминесцентных светильниках от разных фаз трехфазной сети;
- включением люминесцентных ламп по схемам, обеспечивающим питание части ламп в светильнике отстающим, части ламп – опережающим током. Это достигается за счет применения для части ламп индуктивного, для другой части ламп индуктивно-емкостного балластов. Такие схемы получили название схем с расщепленной фазой или антистробоскопических схем.

Если в помещении светильники без ЭПРА, то рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети. При этом способе очень важно, чтобы светильники в ряду и расположенные напротив в смежных рядах были подключены к разным фазам трехфазной сети.

Пример такого подключения представлен на рисунке 1.

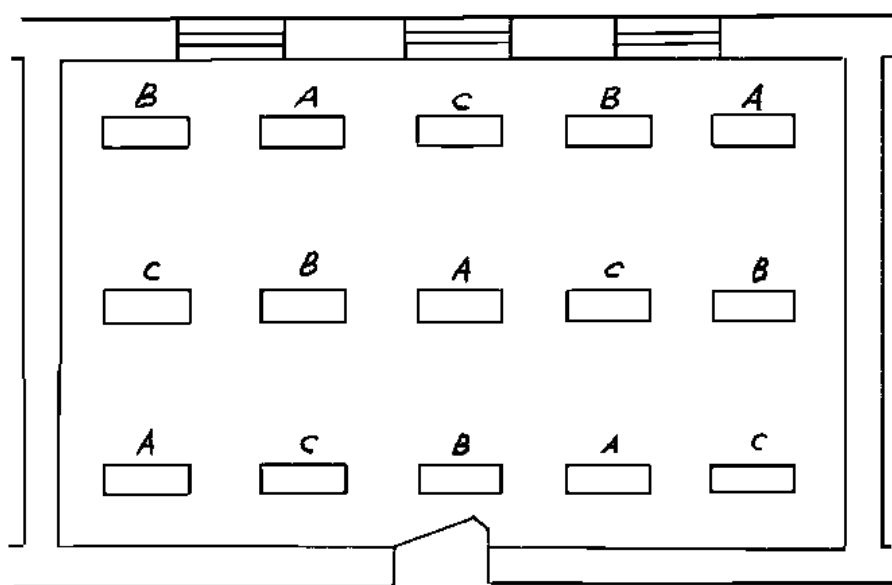


Рис. 1. Подключение люминесцентных светильников к трехфазной сети:

А, В, С – наименования фаз трехфазной сети.

Измеренные значения коэффициента пульсации на рабочих местах с персональными компьютерами в административном помещении до расфазировки и после представлены в таблице 1. Нормативные значения взяты из [5].

Результаты исследования отражены и в построенных графиках рисунка 2. По горизонтальной шкале отложены номера рядов светильников (пять).

По вертикальной – усредненные значения коэффициентов пульсации, по рядам светильников, рассчитанных по формуле (1).

Таблица 1

**Коэффициенты пульсации на рабочих местах в административном помещении
при люминесцентных лампах**

№	Рабочее место	Коэффициент пульсации, %		
		до расфазировки	после расфазировки	нормативное значение [5]
1	Инженер I категории	42.3	2.7	5.00
2	Бухгалтер	36.7	3.5	
3	Научный сотрудник	34.9	1.9	
4	Начальник отдела	44.8	2.2	
5	Заместитель начальника отдела	32.6	3.8	
6	Ведущий инженер	38.2	4.1	
7	Заведующий лабораторией	42.6	3.9	
8	Лаборант	43.5	4.2	
9	Старший научный сотрудник	37.7	4.4	
10	Инженер II категории	35.8	3.6	

На графиках наглядно продемонстрирована эффективность подключения светильников к разным фазам электрической сети с током промышленной частоты. Расфазировкой светильников удалось уменьшить коэффициент пульсации примерно в пятнадцать-двадцать раз.

Максимально повысить эффективность осветительных установок с люминесцентными лампами возможно через использование повышенной частоты для их питания. Для этой цели применяются светильники, укомплектованные электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА).

Питание повышенной частотой обеспечивает ряд технико-экономических преимуществ:

- увеличивается световая отдача и срок службы ламп;
- снижается масса, размеры и потери мощности в пускорегулирующих аппаратах и пульсация светового потока.

При повышении частоты свыше 600 Гц пульсация светового потока ламп настолько уменьшается, что практически ее можно не учитывать.

Отсутствие пульсации объясняется тем, что перезажигание разряда в лампе происходит очень быстро, пауза тока отсутствует, разряд горит непрерывно, следовательно, не происходит колебаний интенсивности излучения во времени.

Применение полупроводниковых преобразователей частоты, встраиваемых в светильник, также способствует снижению значений коэффициента пульсации светового потока.

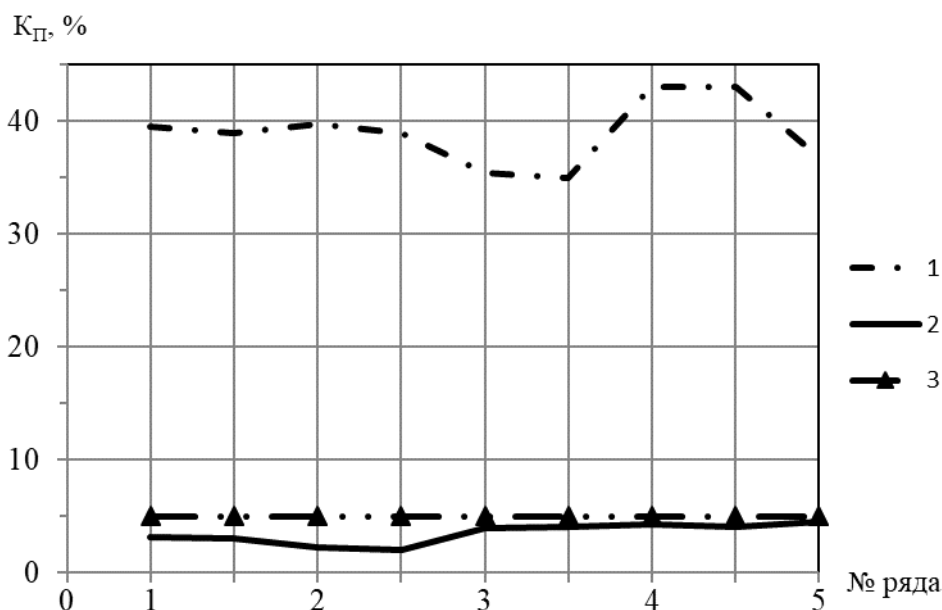


Рис. 2. Значения коэффициентов пульсации по рядам светильников

1 –до расфазировки; 2 –после расфазировки;

3 – нормативное значение

Пульсация светового потока является немаловажным фактором при создании приемлемых условий работы при разных уровнях освещенности в помещениях различного предназначения[6,7]. Наиболее недорогим из способов достижения нормативных уровней коэффициента пульсации является подключение светильников к разным фазам электросети.

Библиографический список

1. **Финоченко, Т. А.** Актуальные проблемы обеспечения охраны труда на производстве / М. Э. Цаболова, А. А. Ташиян, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(66). – С. 100-104.
2. **Чубарь, Е. П.** Риск-ориентированный подход к оценке условий труда на железнодорожных предприятиях / Е. П. Чубарь, И. Г. Переверзев // Сборник докладов: Междунар. научно-практ. конф. «Транспорт-2020»: «Транспорт: наука, образование, производство», том II, Ростов н/Д, РГУПС. – 2020. – С. 44–47.
3. **Рудиков, Д. А.** Обеспечение охраны труда и транспортной безопасности в условиях мультимодальной перевозки / А. В. Борисова, Д. А. Рудиков, В. А. Фирсов [и др.] // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2(59). – С. 49-55.
4. **Хвостиков, А. Г.** Анализ рисков для обеспечения менеджмента качества ремонта тягового подвижного состава / В. Л. Гапонов, Д. М. Кузнецов, А. Г. Хвостиков [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 1. – С. 268-273.
5. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 28.01.2021 N 2) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/573500115>.

6. **Воробинская, Л. И.** Специальная оценка условий труда как информационная база для внедрения риск-ориентированного подхода в сфере охраны труда / В. А. Финоченко, Л. И. Воробинская // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – № 2 (51). – С. 107–110.

7. **Баланов, И. А.** Безопасный труд при эксплуатации железнодорожного подвижного состава / И. А. Баланов, Ю. А. Антонов, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2(67). – С. 19-24.

A. G. Soldatov, O. G. Kharlamov

ENSURING REGULATORY LEVELS OF PULSATION OF THE LUMINOUS FLUX WHEN USING FLUORESCENT LAMPS

Abstract. The article presents the results of a study of the pulsation coefficient of the luminous flux when using fluorescent lamps. An example of the technical use of connecting rows of luminaires to different phases of the electrical network to reduce the level of pulsation in the room is given. The use of high-frequency regulators to reduce such a harmful factor as the pulsation of the luminous flux is explained.

Keywords: pulsation of the luminous flux, illumination, fluorescent lamps, phosphor.

For citation: Soldatov, A. G. Ensuring the Regulatory Levels of Pulsation of the Luminous Flux When Using Fluorescent Lamps / A. G. Soldatov, O. G. Kharlamov // Trudy Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobseniya. – 2025. – № 2. – P. 23–27.

Сведения об авторах

Солдатов Александр Григорьевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: bgd@rgups.ru

Харламов Олег Геннадьевич

Ростовский государственный университет
путей сообщения (РГУПС),
кафедра «Безопасность жизнедеятельности»,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: bgd@rgups.ru

Information about the authors

Soldatov Alexander Grigorievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: bgd@rgups.ru

Kharlamov Oleg Gennadievich

Rostov State Transport University (RSTU),
Chair «Life Safety»,
Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor,
e-mail: bgd@rgups.ru