



ХI РОССИЙСКО-ГЕРМАНСКИЕ ДНИ ЭКОЛОГИИ
В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ



**ПРОБЛЕМЫ БИОЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ
СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДНЫХ
СВЕТИЛЬНИКОВ**



Белей В.Ф., д.т.н., профессор
Харитонов М.С., аспирант
e-mail: vbeley@mail.ru
engineeringlifestyle@gmail.com
(ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Калининград)

29-30 ОКТЯБРЯ 2014

РАСПРОСТРАНЁННЫЕ ТИПЫ БЫТОВЫХ ЛАМП

На цели освещения в мире расходуется до **20%** от всей производимой электроэнергии

Тип	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Компактная люминесцентная лампа	Светодиодная лампа
				
Характеристика				
Широко используется с, года	1890	1970	1980	2000
Теоретический предел светоотдачи, Лм/Вт	10	22	80	300
Эффективность, %	5	15	30	80
Срок службы, ч	1000	4000	10000	100 000

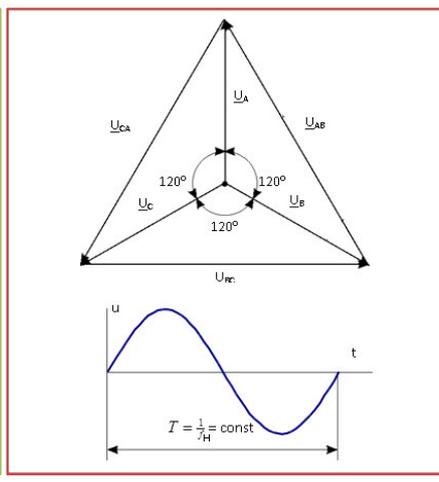
В 2014 году Нобелевская премия в области физики будет вручена за разработки в области светодиодных технологий.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Качество электроэнергии характеризует степень соответствия параметров энергии их установленным значениям

Основные показатели КЭ:

- $U = U_{ном}$ (U_f и U_l)
- $f = f_{ном}$ (50 Гц)
- $U = U_m \cdot \sin \omega t$
- Симметрия систем U_f и U_l



ПРОБЛЕМЫ НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОГО КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

- Увеличение потерь активной мощности и электроэнергии
- Сокращение срока службы электрооборудования
- Возникновение резонансов токов и напряжений в электроэнергетических системах
- Нарушение нормального хода технологического процесса потребителей
- Увеличение капитальных вложений в электроэнергетическую систему

В США ежегодные убытки от пониженного качества электроэнергии (КЭ) составляют около 20 млрд. долларов, причем наибольшая доля убытков от несинусоидального напряжения.

Свойства электрической энергии, показатели качества и наиболее вероятные виновники ухудшения качества электрической энергии

Свойства электрической энергии	Показатель КЭ	Наиболее вероятные виновники ухудшения КЭ
Отклонение напряжения	Установившееся отклонение напряжения δU	Энергоснабжающая организация
Колебания напряжения	Размах изменения напряжения δU_t Доза фликера P_t	Потребитель с переменной нагрузкой
Несинусоидальность напряжения	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения KU Коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения $KU(n)$	Потребитель с нелинейной нагрузкой
Несимметрия трехфазной системы напряжений	Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности $K2U$ Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности $K0U$	Потребитель с несимметричной нагрузкой
Отклонение частоты	Отклонение частоты Δf	Энергоснабжающая организация
Провал напряжения	Длительность провала напряжения Δt_p	Энергоснабжающая организация
Импульс напряжения	Импульсное напряжение $U_{имп}$	Энергоснабжающая организация
Временное перенапряжение	Коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$	Энергоснабжающая организация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Наименование	Издание	Зона действия	Введен
Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks	EN 50160:2010	ЕС	31.08.2010
Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения	ГОСТ 32144-2013	РФ	01.07.2014

EN 50160

СОСТАВ CEN

Характеристики напряжения электрической энергии, питающей общественные распределительные энергосистемы

- Общеввропейский стандарт на качество электрической энергии
- Содержит перечень контролируемых показателей качества электрической энергии и их допустимые значения
- Актуальная редакция: 2010 год
- Разработчик: Европейский комитет по стандартизации (CEN)



■ Участники ■ Аффилиаты

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ

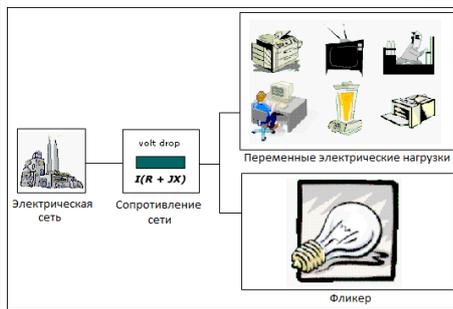
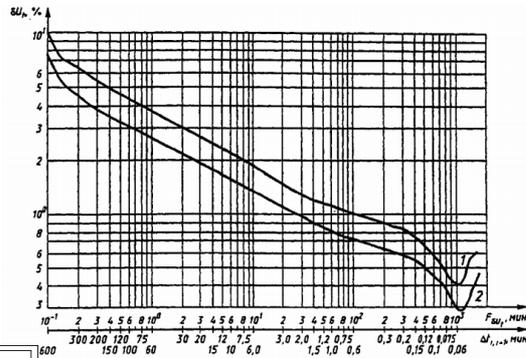
Показатель	EN 50160:2010	ГОСТ 32144-2013
Отклонение частоты	В синхронных системах: ± 1 % (99,5 % времени года) + 4/- 6 % (100 % времени) В изолированных системах: ± 2 % (99,5 % времени недели) ± 15 % (100 % времени)	В синхронных системах: ± 0,2 Гц (95 % времени недели) ± 0,4 Гц (100 % времени недели) В изолированных системах: ± 1 Гц (95 % времени недели) ± 5 Гц (100 % времени недели)
Отклонение напряжения	В синхронных системах: ±10 % В изолированных системах: +10/-15 %	Не более ± 10 %
Коэффициент несинусоидальности	не более 8 %	не более 8 % (Uном = 0,38 кВ) не более 5 % (Uном = 6-25 кВ) не более 4 % (Uном = 35 кВ)
Коэффициент несимметрии	не более 2 % от составляющей прямой последовательности	по обратной и нулевой последовательности не более: 2 % (95 % времени недели) 4 % (100 % времени недели)
Доза фликера	длительная (Plt) не более 1 (95 % времени)	кратковременная (Pst) не более 1,38 длительная (Plt) не более 1 %
Импульсы напряжения	не нормируется	не нормируется

ФЛИКЕР

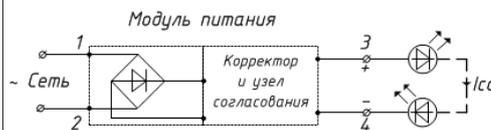
Фликер - субъективное восприятие человеком колебаний светового потока искусственных источников освещения, вызванных колебаниями напряжения в электрической сети, питающей эти источники

Доза фликера

мера восприимчивости человека к воздействию фликера за установленный промежуток времени



УСТРОЙСТВО СВЕТОДИОДНОЙ ЛАМПЫ

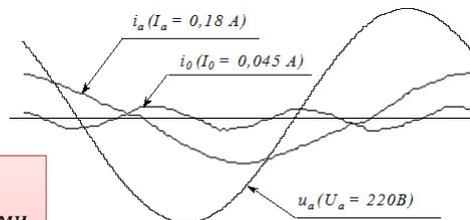


ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Напряжение	I, A	P, Вт	Q _{ЭКВ} ^P , вар	K _U , %	Гармоники тока, %					
					K ₁	K ₁₃	K ₁₅	K ₁₇	K ₁₉	K ₁₁₁
198	0,132	17	20	2,58	10,83	10,5	2,32	1,55	0,86	0,52
220	0,18	21	34	2,18	9,16	9,05	0,86	1,55	0,52	0,52
242	0,23	26	49	2,3	10,48	10,21	0,86	1,82	0,41	0,52

$$Q_{ЭКВ}^P = \sqrt{(U * I)^2 - P^2}$$

$$K_{I(n)} = \frac{I_{(n)}}{I_{(1)}} \cdot 100$$



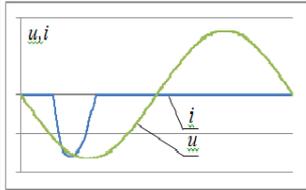
Недостатки

- Содержание паров ртути
- Несовместимость собычными диммерами
- Не рассчитаны на частые включения
- Чувствительность к напряжению питания
- Чувствительность к температуре среды
- Низкий коэффициент мощности
- Бросок тока при запуске
- Линейчатый спектр
- Неправильная цветопередача
- Разбалансировка спектра и усталость глаз

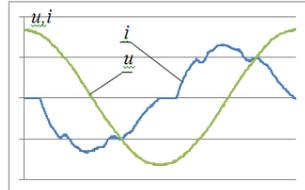


РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

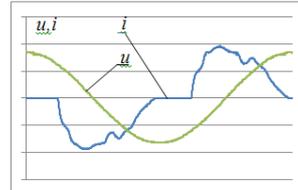
Производитель	Модель	$P_{ном}$, Вт	$I_{ном}$, А	$\Phi_{вид}$, лм/Вт	T_c , К	Срок службы, часов
Osram	A25 5W/827 E27	4,5	-	55,5	3000	15 000
	A40 8W/827 E27	8	-	59	3000	15 000
	A50 10W/830 E27	10	-	65	3000	25 000
Philips	6-32W E27 WW	6	0,05	58	2700	15 000
	9.5-48W E27 WW	9,5	0,08	63	2700	15 000
	10.5-60W E27 WW	10,5	0,08	77	2700	15 000
Хавах	00112170	6	0,037	78,3	2700	25 000
	00112146	9	0,052	89,6	2700	12 500
	00112172	13	0,072	81,5	2700	25 000



Osram



Melitech



Хавах

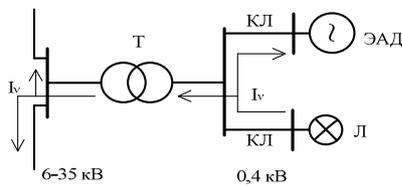
Провиз.	Кол-во	P, Вт	Φ , лм	K_{u1} , %	K_{i1} , %	Коэффициенты гармонических составляющих тока K_{in} , %						$I_{изм}$, мА	$Q^p_{экв}$, вар
						K_2	K_3	K_4	K_5	K_7	K_9		
Osram	1	2	50	1,6	160	92,7	82,2	68,7	53,7	23,7	5,7	15,1	2,8
	2	4	100	1,6	102	2,9	82,6	1,9	54,4	25,3	6,6	33,2	6,1
Melitech	1	2,5	115	1,6	13,6	0	8,2	0	6,8	6,3	2,6	62,9	14,2
Хавах	1	3	100	1,6	31,7	0,1	24,6	0,1	18,4	3,1	4,8	41,6	9,1
	1	9	806	1,6	30	2,7	19,3	1,3	12,3	6,1	6,8	52	6,8

ГАРМОНИКИ ТОКА В СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

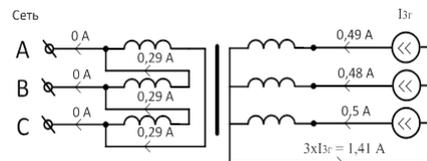
ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЭМИССИИ ГАРМОНИК ТОКА

Номер гармоники	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$13 \leq n \leq 39$
ГОСТ Р 51317.3.2-99	-	3,4	-	1,9	-	1	-	0,5	-	0,35	3,85
OSRAM – 1 лампа	3,77	3,31	2,73	2,1	1,46	0,88	0,41	0,22	0,35	0,45	
OSRAM – 2 лампы	-	2,4	-	1,52	-	0,63	-	0,15	-	0,33	
MelITec	-	2,24	-	1,53	-	1,89	-	0,76	-	0,92	
Хавах	-	3,26	-	2,28	-	0,37	-	0,6	-	0,28	

ПРОХОЖДЕНИЕ ГАРМОНИК ПО СЕТИ

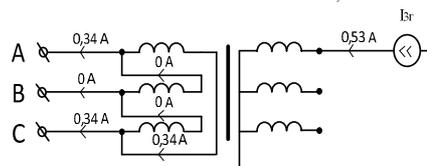


ПРОХОЖДЕНИЕ ГАРМОНИК ЧЕРЕЗ ТРАНСФОРМАТОР



СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТК ТРАНСФОРМАТОРОВ

Y/Y_n	Δ/Y_n	Y/Z_n
---------	--------------	---------



НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Материалы исследований опубликованы в журналах (ВАК, Scopus):

1. Белей, В.Ф. Компактные люминесцентные лампы: электрические характеристики, проблемы электромагнитной совместимости / В.Ф. Белей // Электротехника. – 2002. – № 7. – С. 48-51.
2. Белей, В.Ф. Результаты экспериментальных исследований светодиодных ламп сетевого напряжения / В.Ф. Белей, М.С. Харитонов // Промышленная энергетика. – 2012. – № 9. – С. 9-14.
3. Белей, В.Ф. Некоторые рекомендации для систем освещения на основе энергосберегающих ламп / В.Ф. Белей, М.С. Харитонов // Промышленная энергетика. – 2014. – № 6. – С.41-47.



ХI РОССИЙСКО-ГЕРМАНСКИЕ ДНИ ЭКОЛОГИИ
В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Белей В.Ф., д.т.н., профессор
Харитонов М.С., аспирант
e-mail: vbeley@mail.ru
engineeringlifestyle@gmail.com
(ФГБОУ ВПО КГТУ, г. Калининград)

29-30 ОКТЯБРЯ 2014