© Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Калинина Н.И., Панкина Е.Н., 2019

УДК 613.648.2

КОМПАКТНЫЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ КАК ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

В.Н. Никитина, Г.Г. Ляшко, Н.И. Калинина, Е.Н. Панкина

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, ул. 2-я Советская, д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Россия

Объектом настоящего исследования являются компактные люминесцентные лампы с электронным пускорегулирующим аппаратом и гигиеническая оценка их электромагнитных полей. В рамках работы выполнен подбор образцов компактных люминесцентных ламп для экспериментального исследования электромагнитных полей, проведены измерения фоновых уровней электрических и магнитных полей частотой 50 Гц и высокочастотного диапазона. Экспериментальные исследования спектра и интенсивности электромагнитных полей, создаваемых компактными люминесцентными лампами, выполнены при различных вариантах размещения ламп (в патроне без светоарматуры, в светильнике местного освещения, в светильниках общего освещения – люстрах). Исследование показало, что компактные люминесцентные лампы, оснащенные электронными пускорегулирующими аппаратами, создают в окружающем пространстве электромагнитные поля радиочастотного диапазона. У обследованных образцов ламп основная частота излучений составляла от 32 до 58 кГц. Напряженность электрических полей, создаваемых такими лампами, может превышать допустимый уровень, установленный для товаров народного потребления.

***Ключевые слова**: компактные люминесцентные лампы, энергосберегающие лампы, электромагнитные поля, радиочастотный диапазон.*

***Для цитирования:** Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Калинина Н.И., Панкина Е.Н. Компактные люминесцентные лампы как источники электромагнитных полей радиочастотного диапазона (экспериментальное исследование) // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 10 (319). С. 59–62. DOI: http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-319-10-59-62*

V.N. Nikitina, G.G. Lyashko, N.I. Kalinina, E.N. Pankina ❑ COMPACT FLUORESCENT LAMPS AS SOURCES OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF RADIO- FREQUENCY RANGE (EXPERIMENTAL STUDY) ❑ North-West Public Health Research Center, 4 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, 191036, Russia.

The objects of this study are compact fluorescent lamps with an electronic ballast and the hygienic assessment of electromagnetic fields created by compact fluorescent lamps. As part of the work, the selection of samples of compact fluorescent lamps for the experimental study of electromagnetic fields was carried out. The background levels of electric and magnetic fields with a frequency of 50 Hz and high-frequency range were measured. Experimental studies of the spectrum and intensity of electromagnetic fields created by compact fluorescent lamps were carried out with different variants of lamp placement (in a cartridge without a light armature, in a local lighting fixture, in general lighting fixtures – chandeliers). The study showed that compact fluorescent lamps equipped with electronic ballast create electromagnetic fields of radio frequency range in the surrounding space. The main frequency of radiation in the examined lamp samples ranged from 32 to 58 kHz. The intensity of electric fields created by compact fluorescent lamps may exceed the permissible level set for consumer goods.

***Keywords**: compact fluorescent lamps, energy-saving lamps, electromagnetic fields, radio frequency range.*

***For citation**: Nikitina V.N., Lyashko G.G., Kalinina N.I., Pankina E.N. Kompaktnye lyuminestsentnye lampy kak istochniki elektromagnitnykh polei radiochastotnogo diapazona (eksperimental'noe issledovanie) [Compact fluorescent lamps as sources of electromagnetic fields of radio frequency range (experimental study)]. Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya, 2019, no. 10 (319), pp. 59–62. (In Russ.) DOI: http://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-319-10-59-62*

В настоящее время идет процесс широкого внедрения энергосберегающих ламп для освещения жилых и общественных зданий, детских и учебных учреждений, офисных помещений в системах местного и общего освещения. К энергосберегающим источникам света относятся компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), трубка которых изогнута или скручена в спираль. Внутренний объем трубок ламп заполнен инертным газом и ртутью (не более 3 мг), стенки трубки изнутри покрыты люминофором, преобразующим ультрафиолетовое излучение электрического разряда в парах ртути в видимое. Элементы, необходимые для включения и работы лампы, размещены внутри корпуса и около винтового цоколя. Это относится в первую очередь к электронным пускорегулирующим аппаратам (ЭПРА) [1, 5]. Электронный блок преобразует промышленную частоту 50 Гц в высокочастотную электроэнергию, включает зажигание и поддерживает дальнейшее горение лампы. Благодаря этому устройству КЛЛ включается и горит без мерцания, которым «грешат» традиционные люминесцентные лампы.

Эффективность КЛЛ по световой отдаче превышает обычные лампы накаливания более, чем в 5 раз, срок службы таких ламп составляет 1200 ч и выше. Такие показатели позволили считать КЛЛ энергосберегающими источниками света. В настоящее время наблюдается мировая тенденция к удалению с рынка неэффективных источников света, тогда как компактные люминесцентные лампы считаются энергоэффективной альтернативой лампам накаливания [4, 7, 11]. Компактные люминесцентные лампы по светотехническим характеристикам — световая отдача, цветопередача КЛЛ — значительно превосходят лампы накаливания и создают более оптимальную среду [2, 3, 9]. Кроме экономии электроэнергии есть еще одно преимущество — энергосберегающие лампы производят меньше тепла, чем традиционные лампы. Это дает возможность применять небольшие люминесцентные лампы высокой мощности в светильниках общего и местного освещения. Так, ЭПРА позволяют повысить световую отдачу ламп, увеличивают срок службы ламп, а главное снижают пульсации освещенности. Однако ЭПРА являются источниками электромагнитных полей (ЭМП) высокочастотного диапазона. В настоящее время в нашей стране и за рубежом имеются лишь единичные исследования, посвященные измерению

и оценке параметров ЭМП, создаваемых люминесцентными лампами, оснащенными ЭПРА [8, 12–14]. Это и явилось предпосылкой к постановке настоящего исследования.

Цель исследования – гигиеническая оценка ЭМП, создаваемых КЛЛ различных типов.

Материалы и методы. Программа исследования включала следующие этапы:

– подбор образцов КЛЛ для экспериментального исследования ЭМП;

– проведение измерений фоновых уровней электрических и магнитных полей частотой 50 Гц и высокочастотного диапазона в помещении лаборатории;

– экспериментальные исследования спектра электромагнитных излучений и интенсивности ЭМП, создаваемых КЛЛ, при различных вариантах установки ламп (без светоарматуры, в светильнике местного освещения и в светильниках общего освещения (люстрах)).

Измерения уровней ЭМП выполнялись приборами, внесенными в государственный реестр средств измерения и имеющими действующие свидетельства о поверке. В работе были использованы измеритель напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50, измеритель уровней электромагнитных излучений ПЗ-41, анализатор спектра IFR 2399B (прибор предназначен для расширенного анализа спектральных характеристик радиочастотных сигналов в диапазоне частот 9 кГц–3 ГГц), измерительная антенна АИ5-0 с устройством развязки УР-1.6 (частотный диапазон 9 кГц–2 ГГц), осциллограф цифровой Tektronix TDS 2024B.

Оценка уровней ЭМП проводилась в соответствии с МСанПиН 001–96[1]. Согласно СанПиН 2.2.4.3359–16[2] гигиеническая оценка результатов измерений уровней ЭМП 50 Гц и радиочастотного диапазона осуществлялась с учетом неопределенности измерений.

Результаты исследования. Технические характеристики исследуемых типов ламп представлены в табл. 1. Компактные люминесцентные лампы без внешней оболочки имели от двух до шести параллельных каналов, две модели имели полуспиральные конструкции и две лампы – сферическую внешнюю оболочку в виде силиконовой колбы. Мощность КЛЛ составляла от 7 до 20 Вт, световая отдача ламп – от 260 до 1200 лм, цветовая температура ламп (Тц) – 2700–4200 К и по спектральному составу создавали теплую и холодную цветность излучения соответственно.

Измерения уровней электрических и магнитных полей промышленной частоты 50 Гц, создаваемых КЛЛ, были выполнены на расстояниях 0,2 м от ККЛ. Анализ результатов исследований показал, что уровни напряженности электрических полей (ЭП) составили от 0,06 до 0,22 кВ/м и не превышали предельно допустимый уровень (ПДУ) – 0,5 кВ/м. Измеренные значения индукции магнитных полей составляли от 0,13 до 0,22 мкТл.

В табл. 2 представлены результаты измерения уровней напряженности ЭП радиочастотного диапазона, создаваемых КЛЛ, зарегистрированные на основной частоте излучения, при которой интенсивность ЭП была максимальной. Измерения выполнялись на расстояниях 0,2 и 0,5 м от ламп при разных вариантах их размещения: без светоарматуры и при установке лампы в металлическом светильнике местного освещения. Анализ спектральных характеристик радиочастотных сигналов, создаваемых образцами энергосберегающих ламп, был выполнен с применением анализатора спектра IFR 2399B в диапазоне частот 9 кГц–3 ГГц.

Как следует их табл. 2, уровни напряженности ЭП от ламп без арматуры на расстоянии 0,2 м от образца составляли от 10,8 до 55,5 В/м. Максимальные значения напряженности ЭП – 55,5 и 47,2 В/м были зарегистрированы на частотах 44,4 и 45 кГц соответственно. Согласно МСанПиН 001–96 ПДУ ЭП диапазона частот 0,3–300 кГц, создаваемого товарами народного потребления, составляет 25 В/м. Анализ результатов измерения показал, что уровни напряженности ЭП, превышающие ПДУ, регистрировались у 7 из 9 образцов КЛЛ. На расстоянии 0,5 м от КЛЛ напряженность ЭП не превышала допустимый уровень. При размещении образцов энергосберегающих ламп в металлическом светильнике уровни напряженности

Таблица 1. **Характеристики образцов энергосберегающих ламп**

Table 1. **Characteristics of energy-saving lamp samples**

№ образца	Тип лампы	Характеристики лампы			
		Мощность, Вт	Световая отдача, лм	Цветовая температура (Тц), К	Форма
1	GP HSM №044864-ESBERU1	15	820	2700 теплый свет	Полуспиральная
2	Luxtech	15	900	4700 холодный свет	4-канальная
3	Luxtech	15	900	2700 теплый свет	4-канальная
4	2P211 N19574 0703	11	600	4200 холодный свет	4-канальная
5	White Nights DEK LLK-301-20 № 0210707	20	1200	4200 холодный свет	6-канальная
6	GA607 N19161-0521	7	260	2700 теплый свет	Силиконовая колба-шар
7	Camelion LH15 3U	15	900	2700 теплый свет	6-канальная
8	SPS E2742 eco	20	1000	4200 холодный свет	Полуспиральная
9	SLKsm2U T2727 eco	15	700	2700 теплый свет	4-канальная

[1] МСанПиН 001–96 «Санитарные нормы допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях. Межгосударственные санитарные правила и нормы».

[2] СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

ЭП, зарегистрированные на расстоянии 0,2 м от лампы, были существенно ниже ПДУ и составляли от 4,2 до 12,9 В/м.

В работе изучалась электромагнитная обстановка при размещении КЛЛ в светильниках общего освещения. В обследованном помещении были установлены два подвесных светильника прямого света (люстры). В качестве источников искусственного света использовались компактные люминесцентные лампы со встроенными электронными пускорегулирующими аппаратами, в каждом светильнике установлено по 6 ламп. Высота подвеса светильников над поверхностью пола составляла 210 см.

В табл. 3 представлены результаты измерения напряженности ЭП на высоте 2 м от пола.

Анализ результатов исследования показывает, что основная частота излучения КЛЛ составляла 40 и 50 кГц. У разных типов энергосберегающих ламп уровни напряженности ЭП на высоте 2 м от пола составляли на частоте 40 кГц – от 109,2 до 250,6 В/м, на частоте 50 кГц – от 101,5 до 168,3 В/м.

В табл. 4 представлены значения напряженности поля в помещении на высоте 1,7 м от пола.

Из табл. 4 видно, что на уровне головы человека под светильниками общего освещения (люстрами) в некоторых точках регистрируются ЭП, превышающие ПДУ.

Таким образом, результаты исследования показали, что при определенных условиях КЛЛ, оснащенные ЭПРА, могут быть источниками ЭМП, превышающих ПДУ, установленные для населения. При модернизации общего освещения в офисных помещениях для борьбы с коэффициентом пульсации ЭПРА устанавливаются в светильниках с линейными люминесцентными лампами. При оценке условий труда работающих с персональными компьютерами, авторы справедливо отмечают, что уровни всех видов ЭМП не превышают ПДУ [10]. Наш опыт показывает, что на рабочих местах с персональными компьютерами могут регистрироваться ЭМП, создаваемые ЭПРА люминесцентных ламп, которые входят в нормируемый спектр ЭП диапазона 2–400 кГц. Это следует учитывать при гигиенической оценке условий труда.

Заключение. Проведена оценка электромагнитной обстановки при эксплуатации одного из самых распространенных электробытовых приборов – компактных (энергосберегающих) люминесцентных ламп с ЭПРА. Используемые в эксперименте образцы КЛЛ отличались по конструктивным особенностям, мощности, светотехническим характеристикам. Установлено, что при эксплуатации КЛЛ в помещении создается сложная электромагнитная обстановка, характеризующаяся разными параметрами ЭП по частоте и интенсивности излучения.

Таблица 2. **Уровни напряженности электрических полей радиочастотного диапазона**

Table 2. **Levels of intensity of electric fields of radio frequency range**

№ образца	Основная частота, кГц	Напряженность электрического поля лампы, (В/м) на указанном расстоянии			
		без светоарматуры		в металлическом светильнике	
		0,2 м	0,5 м	0,2 м	0,5 м
ПДУ ЭМП в диапазоне частот 30–300 кГц – 25 В/м					
1	52,0	**27,6**	4,3	12,9	3,5
2	50,0	23,2	3,8	11,9	2,7
3	58,0	**38,8**	5,4	11,9	2,8
4	39,9	25,9	4,3	3,5	1,1
5	45,0	**47,2**	5,6	9,1	3,1
6	32,0	10,8	2,1	9,1	0,8
7	33,0	**44,1**	6,8	5,8	2,1
8	44,4	**55,5**	7,2	9,6	2,3
9	40,0	25,7	4,2	4,2	1,5

Таблица 3. **Уровни электрических полей, зарегистрированные в помещении, на высоте 2 м от пола**

Table 3. **Levels of electric fields registered in the room, at a height of 2 m from the floor**

Место, точка измерения, м	Основная частота ЭМП, кГц	Напряженность электрического поля, (В/м)					
Номер лампы в светильнике		1	2	3	4	5	6
Светильник № 1	40,0	123,4	132,4	109,2	142,6	176,0	174,8
	50,0	154,2	168,2	111,8	138,8	127,2	127,2
Светильник № 2	40,0	181,2	199,2	258,3	179,9	250,6	111,8
	50,0	101,5	134,9	168,3	137,5	137,5	120,8

Таблица 4. **Уровни электрических полей, создаваемых компактными люминесцентными лампами на высоте 1,7 м от пола**

Table 4. **Levels of electromagnetic fields generated by CFL at 1.7 m above the floor**

Место, точка измерения, м	Частота (F), кГц	Напряженность ЭП, В/м
ПДУ ЭП диапазона частот 30–300 кГц – 25,0 В/м		
Под светильником № 1	40,0	**28,1**
	50,0	15,3
В центре помещения	40,0	4,0
	50,0	2,4
Под светильником № 2	40,0	**26,7**
	50,0	10,9

Так, КЛЛ создавали в окружающем пространстве электромагнитные излучения низкой частоты (диапазона 30 – 300 кГц). Основная частота излучений, на которой регистрировались максимальные уровни ЭП, составляла от 32 до 58 кГц. Исследования показали, что при размещении КЛЛ с ЭПРА в светильниках местного и общего освещения напряженность ЭП может превышать допустимые уровни, установленные МСанПиН 001–96 при применении товаров народного потребления в бытовых условиях (25 В/м). Возможно, одной из причин высоких уровней ЭП, создаваемых КЛЛ, является низкое качество исполнения ЭПРА [6].

ЛИТЕРАТУРА
(пп. 12–14 см. References)

1. **Айзенберг Ю.Б.** Справочная книга по светотехнике. 3-е изд. М.: Знак, 2006. 972 с.
2. **Ашрятов А.А.** Исследование характеристик компактных люминесцентных ламп со встроенным электронным ПРА // Светотехника. 2009. № 2. С. 41–42.
3. **Бодарт М., Денейер А., Кеппенс А., Рикарт У.Р. и др.** Характеристики компактных люминесцентных ламп со встроенными пускорегулирующими аппаратами и их сравнение с лампами накаливания // Светотехника. 2010. № 2. С. 13–20.
4. **Ван Боммель В.** Лампы для прямой замены ламп накаливания и здоровье людей // Светотехника. 2011. № 2. С. 20–24.
5. **Варфоломеев Л.П.** Компактные люминесцентные лампы / Под общей редакцией проф. Ю.Б. Айзенберга. М.: Знак, 2011. 10 с.
6. **Ильина Е.И., Частухина Т.Н.** Проблемы аттестации рабочих мест в части освещения // Светотехника. 2011. № 4. С. 56–61.
7. **Нечаев В.В., Чиркова А.И.** Перспективы развития рынка КЛЛ и восприятие потребителями их брендов, представленных на рынке // Светотехника. 2010. № 6. С. 50–52.
8. **Озерова Е.С., Евдокимова М.П., Фарафонова Е.А.** Электромагнитные поля компактных люминесцентных энергосберегающих ламп // Мир транспорта. 2016. № 4 (14). С. 224–229.
9. **Табака П.** Анализ светотехнических параметров светорегулируемых аналогов ламп накаливания // Светотехника. 2015. № 1. С. 53–58.
10. **Трошин В.В., Морозова П.Н., Федотова И.В.** Совершенствование мер медицинской профилактики у работающих в контакте с источниками электромагнитных полей // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 3 (276). С. 20–24.
11. **Тэтри Э.** Характеристики ламп прямой замены ламп накаливания // Светотехника. 2015. № 3. С. 37–41.

REFERENCES

1. Aizenberg Yu.B. Spravochnaya kniga po svetotekhnike [Reference book on light engineering]. Ed. 3. Moscow: Znak Publ., 2006, 972 p. (In Russ.)
2. Ashryatov A.A. Issledovanie kharakteristik kompaktnykh lyuminestsentnykh lamp so vstroennym elektronnym PRA [Study of characteristics of compact fluorescent lamps with built-in electronic ballast]. *Svetotekhnika*, 2009, no. 2, pp. 41–42. (In Russ.)
3. Bodart M., Deneier A., Keppens A., Rikart U.R. et al. Kharakteristiki kompaktnykh lyuminestsentnykh lamp so vstroennymi puskoreguliruyushchimi apparatami i ikh sravnenie s lampami nakalivaniya [Characteristics of compact fluorescent lamps with built-in electronic ballast and their comparison with incandescent lamps]. *Svetotekhnika*, 2010, no. 2, pp. 13–20. (In Russ.)
4. Van Bommel' V. Lampy dlya pryamoi zameny lamp nakalivaniya i zdorov'e lyudei [Lamps for direct replacement of incandescent lamps and human health]. *Svetotekhnika,* 2011, no. 2, pp. 20–24. (In Russ.)
5. Varfolomeev L.P. Kompaktnye lyuminestsentnye lampy [Compact fluorescent lamp]. Edited by Yu.B. Aizenberg. Moscow: Znak Publ., 2011, 10 p. (In Russ.)
6. Il'ina E.I.,Chastukhina T.N. Problemy attestatsii rabochikh mest v chasti osveshcheniya [Problems of certification of workplaces in terms of lighting]. *Svetotekhnika*, 2011, no. 4, pp. 56–61. (In Russ.)
7. Nechaev V.V., Chirkova A.I. Perspektivy razvitiya rynka KLL i vospriyatie potrebitelyami ikh brendov, predstavlennykh na rynke [Prospects for the development of the CFL market and consumer's perception of their brands on the market]. *Svetotekhnika*, 2010, no. 6, pp. 50–52. (In Russ.)
8. Ozerova E.S., Evdokimova M.P., Farafonova E.A. Elektromagnitnye polya kompaktnykh lyuminestsentnykh energosberegayushchikh lamp [Electromagnetic fields of compact fluorescent energy-saving lamps]. *Mir transporta,* 2016, no. 4, Iss. 2, pp. 224–229. (In Russ.)
9. Tabaka P. Analiz svetotekhnicheskikh parametrov svetoreguliruemykh analogov lamp nakalivaniya [Analysis of the lighting parameters siterepository analogues of incandescent lamps]. *Svetotekhnika*, 2015, no. 1, pp. 53–58. (In Russ.)
10. Troshin V.V., Morozova P.N., Fedotova I.V. Sovershenstvovanie mer meditsinskoi profilaktiki u rabotayushchikh v kontakte s istochnikami elektromagnitnykh polei [Improvement of measures of medical prevention at working in contact with sources of electromagnetic fields]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2016, no. 3 (276), pp. 20–24. (In Russ.)
11. Tetri E. Kharakteristiki lamp pryamoi zameny lamp nakalivaniya [Characteristics of lamps direct replacement of incandescent lamps]. *Svetotekhnika*, 2015, no. 3, pp. 37–41. (In Russ.)
12. Azizi M., Aliabadi M., Golmohammadi R. The intensity of electromagnetic fields emitted by common compact fluorescent lamps. *Journal of Ergonomics*. 2015. vol. 3, Iss. 2. pp. 76–84.
13. Bakos J., Nagy N., Juhász P., Thuróczy G. Spot measurements of intermediate frequency electric fields in the vicinity of compact fluorescent lamps. *Radiation Protection Dosimetry*. 2010. vol. 142. Iss. 2–4. pp. 354–357.
14. Nadakuduti J., Douglas M., Capstick M., Kühn S., Kuster N. Application of an induced field sensor for assessment of electromagnetic exposure from compact fluorescent lamps. *Bioelectromagnetics*. 2012. vol. 33. Iss. 2. pp. 166–175.

Контактная информация:
Никитина Валентина Николаевна, доктор медицинских наук, заведующая отделением изучения электромагнитных излучений отдела комплексной гигиенической оценки физических факторов ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
e-mail: nikitina@s-znc.ru

Contact information:
Nikitina Valentina, Doctor of Medical Science, Head at the Department of electromagnetic radiation study of the Department of complex hygienic assessment of physical factors of North-West Public Health Research Center
e-mail: nikitina@s-znc.ru