

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

207-1

**12-14 ноября 2020 года**

---

**УДК 621.316**

Н.В. ЗАВЬЯЛОВ, студент гр. ЭРб-171 (КузГТУ)

Научный руководитель В.А. ВОРОНИН, старший преподаватель (КузГТУ)  
г. Кемерово

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ НА  
СИСТЕМУ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

В современное время проблема качества электроэнергии занимает одну из лидирующих позиций. На одном уровне с ней также находится проблема энергосбережения. Основная причина актуальности данной темы – это быстрый и неконтролируемый рост числа используемых повседневно различных промышленных и бытовых потребителей электроэнергии и приборов, содержащих в качестве блоков питания преобразователи. К таким электроприемникам, как правило, можно отнести любую повседневную современную бытовую технику (компьютеры, телевизоры и другие), энергосберегающие источники освещения (люминесцентные, светодиодные лампы и другие).

Особенность работы современных электроприемников, в том числе и осветительных приборов, состоит в потреблении ими из сети электроснабжения импульсных несинусоидальных токов, включающих в себя большой спектр высших гармоник, уровень которых достаточен для того, чтобы повлиять на показатели качества электроэнергии во всей электрической питающей сети.

Данная научно-исследовательская работа заключается в измерении и анализе высших гармоник тока в системах освещения. Измерения проводились в стенах университета ввиду наличия требуемого оборудования, большого набора различных систем освещения, а также с целью достижения наиболее точных расчетов и систематизации полученных знаний. В процессе исследования проводился анализ трех различных типов осветительных ламп: накаливания (95 Вт), светодиодная (15 Вт) и люминесцентная (20 Вт).

Выполнение измерений производилось с использованием прибора для измерений показателей качества и учета электрической энергии РМ175. Данный измерительный прибор имеет встроенный анализатор спектра гармоник (вплоть до пятидесяти гармоники), цифровизированный интерфейс, также он позволяет проводить наиболее точный и интеллектуальный анализ качества электроэнергии, дает возможность наглядно оценить влияние различных промышленных и бытовых нелинейных электроприемников на состояние электрической сети. Полученный в ходе

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»  
207-2**  
**12-14 ноября 2020 года**

измерений спектр гармоник тока поддается анализу и позволяет в дальнейшем смоделировать состояние системы электроснабжения при включении в нее различного количества тех или иных потребителей электрической энергии.

На рис. 1 представлена осциллограмма тока  $i$ , потребляемая из сети осветительным прибором с диодной лампой, и ее гармонические спектры ( $I_{(k)}$  – относительные значения токов  $k$ -х гармоник).

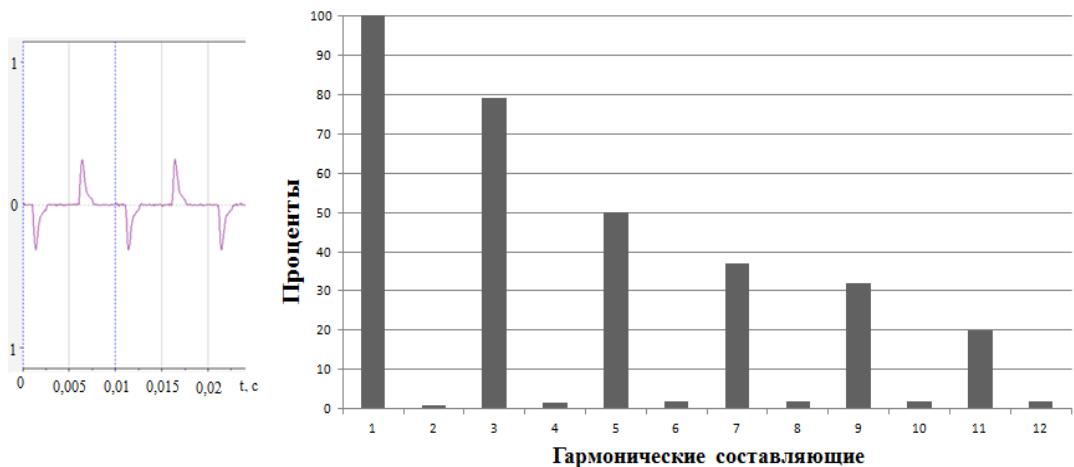


Рис. 1. Осциллограмма и гармонические спектры токов, потребляемых из сети осветительным прибором с диодной лампой мощностью 15 Вт, и ее гармонические спектры.

На рис. 2 представлена осциллограмма тока  $i$ , потребляемая из сети осветительным прибором с люминесцентной лампой, и ее гармонические спектры ( $I_{(k)}$  – относительные значения токов  $k$ -х гармоник).

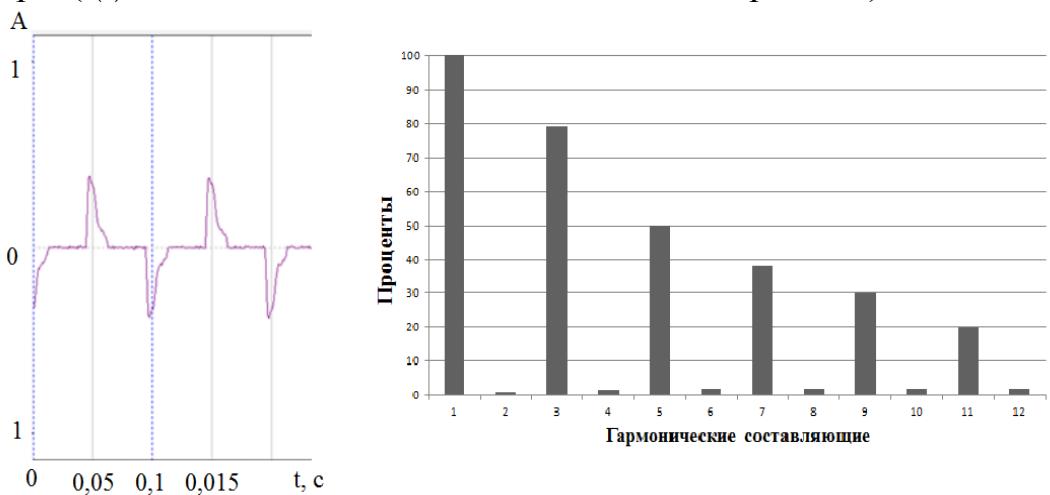


Рис. 2. Осциллограмма и гармонические спектры токов, потребляемых из сети осветительным прибором с люминесцентной лампой мощностью 20 Вт, и ее гармонические спектры.

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»  
207-3**  
**12-14 ноября 2020 года**

---

На рис. 3 представлена осциллограмма тока  $i$ , потребляемая из сети осветительным прибором с лампой накаливания, и ее гармонические спектры ( $I_{(k)}$  – относительные значения токов  $k$ -х гармоник).

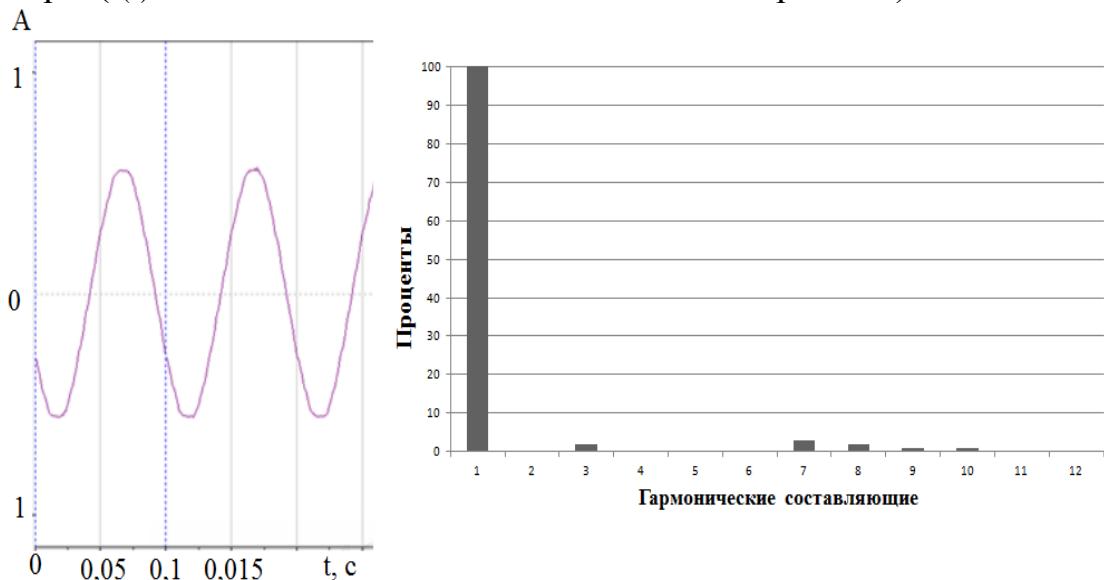


Рис. 3. Осциллограмма и гармонические спектры токов, потребляемых из сети осветительным прибором с люминесцентной лампой мощностью 95 Вт, и ее гармонические спектры.

Из рисунков 1-3 можно сделать вывод, что уровни токов высших гармоник электроприемников с люминесцентной и диодной лампой достаточно высоки и сопоставимы с токами основной частоты. У современных энергосберегающих ламп есть ряд преимуществ:

- высокие показатели энергосбережения,
- увеличенный ресурс,
- низкий уровень теплоотдачи,
- большое значение светоотдачи.

Не смотря на большое количество достоинств, у них имеется и довольно весомый недостаток, выраженный в высоком уровне высших гармонических составляющих и относительно большей цене за единицу товара. Полученного результата измерений достаточно, чтобы оценить влияние несинусоидальной нагрузки на показатели качества электроэнергии в сети электроснабжения.

После выполнения анализа современных осветительных приборов, можно сделать вывод о том, что на данный момент в повседневной жизни мы все чаще используем такие осветительные приборы, которые потребляют из сети несинусоидальный ток. В составе потребляемого тока помимо основной гармоники присутствуют еще несинусоидальные

### **III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

207-4

**12-14 ноября 2020 года**

---

составляющие, последствия присутствия которых зачастую выражены в таких явлениях, как:

- Искашение синусоидальной формы кривой питающего напряжения, что может повлечь за собой преждевременный выход из строя чувствительного к высшим гармоникам токов оборудования;
- Возникновение явлений перегрузки и перегрева питающих силовых трансформаторов, мощность и конструкция которых выбраны без учета возможного присутствия в питаемой сети электроснабжения большого количества электроприемников, генерирующих высокие значения высших гармоник токов;
- Преждевременное старение изоляции проводов и кабелей;
- Снижение точности показаний приборов учета электроэнергии, которые обычно довольно чувствительными к присутствию высших гармонических составляющих токов;
- Появление помех в сети, часто ведущих к некорректной работе потребителей, не снабженных устройствами подавления радиочастотных помех.

Ввиду наличия немалого количества негативных последствий, при проектировании системы электроснабжения обязательно стоит уделять внимание возможному появлению в ней высоких значений высших гармоник токов, во избежание нестабильной работы электрической сети.

В ходе выполнения данной работы были измерены значения и состав различных гармоник тока несинусоидальных потребителей электроэнергии. В качестве электроприемников были исследованы три типа ламп: накаливания, светодиодная и компактная люминесцентная различных мощностей. Наличие высших гармоник токов в современных системах освещения достаточно велико и вполне сравнимо со значением основной. Лампы накаливания значительно уступают по критериям энергосбережения, сроку службы и другим показателям и уже почти не применяются, хоть и оказывают гораздо меньшее влияние на показатели качества электроэнергии в сети. Более того – лампы накаливания стоят немногим меньше, чем их современные аналоги и в дальнейшем планируется полный запрет на их использование с целью энергосбережения.

Проведя анализ влияния несинусоидальных электроприемников на качество электроэнергии можно сделать вывод о том, что негативное влияние несинусоидальных гармоник тока может отразиться на работе других электроприборов, вывести из строя особо чувствительные к высшим гармоникам приборы. При проектировании системы электроснабжения с большим количеством энергосберегающих ламп необходимо предварительно рассчитать влияние высших гармоник на показатели качества

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»  
12-14 ноября 2020 года**

---

207-5

электроэнергии и принять меры по уменьшению последствий, возникающих при питании потребителей, работающих на несинусоидальном токе.

**Список литературы:**

1. Петров, В. М. О влиянии бытовых электроприемников на работу смежных электротехнических устройств / В. М. Петров, Е. Ф. Щербаков, М. В. Петрова // Пром. энергетика. – 1998. – № 4. – с. 30.
2. Петухов, В. С. Энергосберегающие лампы как источник гармоник тока / В. С. Петухов // Новости электротехники. – 2009. – № 5 (59). – с. 66.
3. Янченко С.А. Качество электроэнергии: Анализ гармонической эмиссии распространенных видов современных бытовых нелинейных электроприемников/ Янченко С.А. // Промышленная энергетика. – 2014. – №8. – с. 55.
4. Медведев К.М., Максименко Д.В. Электроэнергетика и электротехника: Моделирование однофазных административно-бытовых электроприемников, потребляющих резко несинусоидальный ток/ Медведев К.М., Максименко Д.В. // ВЕСТИКИ ГГТУ ИМ. П. О. СУХОГО. – 2013. – №1. – с. 54.

**Информация об авторах:**

Завьялов Никита Витальевич, студент гр. ЭРб-171, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, z79000554445@gmail.com

Воронин Вячеслав Андреевич, старший преподаватель, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, voroninva@kuzstu.ru