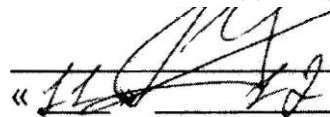


**Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных  
бедствий (МЧС России)**

УТВЕРЖДАЮ

Главный государственный инспектор  
Российской Федерации по пожарному надзору



Б.А. Борзов

2014 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**Проведение профилактических работ в электрических сетях с целью  
снижения пожарной опасности, обусловленной возникновением высших  
гармоник**

Москва 2014

**Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий  
(МЧС России)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**Проведение профилактических работ в электрических сетях с целью снижения  
пожарной опасности, обусловленной возникновением высших гармоник**

ВЫПОЛНЕНО по заданию Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России.

РАЗРАБОТАНО Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский ордена «Знак почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России).

Исполнители: Г.В. Боков, Е.В. Кузнецова, А.И. Рябиков.

Представлены методические рекомендации по проведению пожарно-профилактических работ в электрических сетях жилых и общественных зданий, в которых эксплуатируется значительное количество нелинейной электрической нагрузки, вследствие чего искажается синусоидальная форма напряжения, характеризующая наличием высших гармоник.

Учтено, что развитие электротехники сопровождается расширением применения в зданиях современных электрических и электронных приборов, искажающих синусоидальную форму параметра сети.

Для решения вопроса по снижению пожарной опасности электрических сетей в жилых и общественных зданиях предложено выполнение перечня организационно-технических мероприятий по профилактике воздействия гармоник высшего порядка, которые представлены в виде алгоритма.

Предложен порядок взаимодействия электроэнергетических служб и Федеральной противопожарной службы МЧС России при решении вопросов пожарной безопасности электрических сетей жилых и общественных зданий в случае возникновения в них гармоник высшего порядка.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	5
2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
3. ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСОКЙ СЕТИ ГАРМОНИК ВЫСШЕГО ПОРЯДКА.....	7
4. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ГАРМОНИКАМИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА.....	10
5. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ КОНТРОЛЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ КОТОРЫХ МОГУТ СОДЕРЖАТЬ ГАРМОНИКИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА, ПРЕВЫШАЮЩИЕ КРИТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ.....	11
ЛИТЕРАТУРА.....	13

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы с развитием электротехники существенно изменился характер электрической нагрузки в зданиях. Начинают преобладать потребители нелинейного характера, такие, как энергосберегающие источники света, электронные приборы с импульсными блоками питания, светильники с электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА), нелинейные индуктивные приборы, полупроводниковые преобразователи и т. п. Использование современной компьютерной и офисной техники и других нелинейных нагрузок влияет на синусоидальную форму напряжения сети. Происходит ее искажение, характеризуемое наличием ряда синусоидальных гармонических составляющих, различных по частоте и амплитуде. Их состав зависит от формы кривой напряжения (тока). Несмотря на небольшую единичную мощность суммарный эффект этих нагрузок может быть значительным и может выражаться в искажении питающего напряжения на отдельных участках цепи в питающих кабелях и проводах, а это искажение, воздействуя на другое оборудование, ухудшает его характеристики. В результате могут возникнуть перегрев, сбои в коммуникациях и сетях передачи данных, повреждение аппаратуры вплоть до ее загорания и другие нежелательные проявления, приводящие к пожароопасной ситуации.

Наличие высших гармоник в сетях приводит к увеличению потребляемой мощности относительно расчетного значения, при этом возрастают потери на нагрев в индуктивной нагрузке, возможны пробой диэлектриков (включая изоляцию), перегрев вплоть до взрыва конденсаторных батарей компенсаторов реактивной мощности.

Степень влияния на пожарную опасность будет зависеть от суммарной мощности гармоник высшего порядка, возникающих в сети, их амплитуд и частот, обусловленных количеством и видом электрических приборов, используемых в здании. Широкое использование нелинейных нагрузок

требует изменения отношения к системе электроснабжения с позиции обеспечения пожарной безопасности. Данная проблема становится все более актуальной как в России, так и за рубежом.

Существующие способы ослабления гармоник в процессе электроснабжении сетей в жилых и общественных зданиях практически не применяются, и вопрос снижения или исключения влияния их на пожарную опасность остается открытым.

## **1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

1.1 Настоящие Методические рекомендации (далее - рекомендации) распространяются на электрические сети жилых и общественных зданий с глухо заземленной нейтралью.

1.2. Рекомендации не распространяются на участки электрической сети проложенной до ввода в здание.

1.3. Данные рекомендации должны применяться совместно с Правилами устройства электроустановок, и Правилами эксплуатации электроустановок потребителей. Они определяют для электрооборудования электрических сетей жилых и общественных зданий положения по обеспечению пожарной безопасности в части влияния высших гармоник напряжения и тока, образующихся вследствие нелинейных потребителей электрической энергии и отражают процедуру по контролю пожарной опасности и снижению параметров гармоник до безопасного уровня.

1.4. Рекомендации предназначены для обеспечения пожарной безопасности электрических сетей и проведения пожарной профилактики по исключению возникновения гармоник высшего порядка в электрических сетях жилых и общественных зданий.

## 2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

**Искажение синусоидальности кривой напряжения** - по ГОСТ 13109-97 [1].

**Гармоники напряжения сети высшего порядка** - синусоидальные составляющие напряжения, частота и амплитуда которых определяется степенью отклонения формы напряжения сети от синусоидальной формы основной частоты сети (50Гц).

**Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения** - по ГОСТ 13109-97 [1].

**Несинусоидальность напряжения** - показатель качества электроэнергии определяемый наличием гармоник высшего порядка в составе кривой напряжения.

**Кривая напряжения** - зависимость мгновенного значения напряжения от времени.

**Критический уровень гармоник высшего порядка** - значения амплитуд и частот гармоник, превышение которых сопровождается увеличением температуры на отдельных элементах электрической сети с дальнейшим проявлением признаков опасных факторов пожара (дыма, искр, пламени).

### 3, ПРОВЕРКА НАЛИЧИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ГАРМОНИК ВЫСШЕГО ПОРЯДКА

3.1. Проверка наличия гармоник высшего порядка в электрической сети жилых и общественных зданий проводится энергетическими службами, ответственными за безопасность и работоспособность электрической части здания.

3.2. В состав рабочей группы по проверке наличия высших гармоник в сети включаются специалисты электрики, имеющие допуск к работе с электроустановками до 1000 В и соответствующий уровень профессиональной подготовки. Состав рабочей группы и допуск к работе оформляется приказом (распоряжением) по организации. В состав рабочей группы по согласованию могут быть включены представители Федеральной противопожарной службы МЧС России.

3.3. Рабочая группа должна быть оснащена необходимыми для проведения проверки измерительными приборами, оборудованием, инструментом и спецодеждой.

Перечень измерительных приборов приведен в п.3.15.

3.4. Поступившие в распоряжение рабочей группы измерительные приборы должны быть исправны и метрологически поверены. Работоспособность измерительных приборов должна проверяться до начала измерений.

3.5. Первоначально проводятся измерения формы напряжения на вводе электрической сети в здание, определяется его гармонический состав, а результаты заносятся в таблицу.

При проведении проверки в общественном здании устанавливается вид наиболее характерной нагрузки на отдельных участках сети (лаборатории, офисе и т.п.).

В протоколе осмотра отражается наличие и количество энергосберегающих источников света, компьютеров, преобразователей, источников бесперебойного питания, заряжающихся от электрической сети аккумуляторов. Определяется их суммарная мощность энергопотребления.

3.6. На вводе сети в здание проводится измерение фазных ( $U_{Ao}$ ,  $U_{Bo}$ ,  $U_{Co}$ ) и линейных ( $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$ ) напряжений. По полученным результатам измерения определяется смещение нейтрали. Смещение нейтрали на десятки вольт при симметричной нагрузке свидетельствует о наличии в сети гармоник высшего порядка, что требует проведения более глубоких измерений с помощью анализатора гармоник.

3.7. Необходимо измерить и оформить протоколом параметры гармоник фазных напряжений. С помощью анализаторов гармоник устанавливается количество гармоник ( $n$ ); амплитуды  $n$ -ых гармоник и частоты  $n$ -ых гармоник.

3.8. Аналогично необходимо измерить и внести в протокол параметры гармоник фазных токов и тока нулевого проводника.

3.9. По полученным значениям напряжений и токов определяется  $\cos\varphi_p$  и устанавливается (уточняется) с учетом результатов обследования по п. 3.5 вид наиболее характерной нагрузки по каждому из фазных напряжений. Полученный вывод позволит обосновать технические решения по устранению влияния выявленных гармоник на пожарную безопасность электрооборудования и приборов, находящихся в здании.

3.10. Устанавливается преобладающий характер нагрузки в здании. По индуктивному сопротивлению сети к установленным значениям частот и амплитуд гармоник высшего порядка определяется возможное превышение тока в жилах питающих кабелей и проборов. Если суммарное значение тока на индуктивной составляющей превысит в 2,5 раза длительно допустимое значение тока на частоте 50 Гц, то данное обстоятельство служит основанием для проведения пожарно-профилактических мероприятий.



3.11. При емкостном характере нагрузки критичными в части пожарной опасности будут гармоники напряжения сети. По их амплитудам и частотам определяется с учетом емкостного сопротивления превышение длительно допустимого тока.

3.12. Полученные результаты измерений с указанием пожароопасных гармоник оформляются протоколом.

3.13. Измеренные значения гармоник и частот напряжений и токов на отдельных участках сети анализируются на наличие резонансных контуров для спектра п- гармоник.

3.14. Средства измерений должны быть метрологически поверены в установленном порядке.

3.15. Перечень приборов необходимых для проведения измерений: анализатор гармоник (например - РМ 172 ЕН или S191 НМ , допускается другой аналогичный прибор позволяющий провести соответствующие измерения);

вольтметр переменного тока шк. 0 - 400В;

амперметр переменного тока шк. 0 -100А;

амперметр переменного тока шк. 100 - 1000А;

осциллограф.

3.16. Могут быть использованы и другие измерительные приборы, необходимые для измерения параметров влияющих на уровень пожарной опасности проверяемой сети или отдельных ее участков. Погрешность измерений этих приборов не должна превышать допустимых значений для класса 2,5.

Результаты измерений оформляются протоколами. В протоколы заносятся фактические результаты измерений.

Алгоритм проведения пожарно-профилактических работ по пожарной безопасности гармоник в электрических сетях 0,4 кВ жилых и общественных зданий представлен в Приложении.

#### **4. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ГАРМОНИКАМИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА**

4.1. Разработка мероприятий по профилактике пожарной опасности, обусловленной гармониками высшего порядка, осуществляется по указанию руководителя организации с привлечением специалистов энергетической службы объекта (жилого или общественного здания) или проектных организаций.

4.2. При разработке мероприятий по снижению пожарной опасности электрооборудования электрической сети выделяются гармоники тока и напряжения с наибольшими амплитудами и фиксированными значениями частот.

Если расчетное значение суммарного тока гармоник с учетом тока первой гармоники (50Гц) превышает в 2,5 раза допустимое для сечения жилы, то в сети для гармоник с наибольшими амплитудами необходим фильтр, ограничивающий попадание их на параллельные участки сети. Вторым техническим решением может служить устройство компенсаторов реактивной мощности.

В зависимости от мощности сети и степени искажения кривой напряжения (синусоиды) выбираются параметры компенсаторов и фильтров. Может быть выбрано несколько устройств компенсации реактивной мощности для отдельных участков или одно устройство на вводе сети в здание, если опасные гармоники существуют во всей сети здания.

4.3. Для применения пожарно-профилактических мероприятий на отдельных участках сети всю сеть здания целесообразно разделить на отдельные зоны, классифицировав их по виду (характеру) преобладающей нагрузки и наиболее характерным частотам и амплитудам. Классификация

позволит энергетическим службам оптимизировать объем технических решений по снижению пожарной опасности электрической сети (или отдельных ее участков) и выбрать необходимый фильтр или компенсатор реактивной мощности.

4.4. Разработка и внедрение технических решений по снижению пожарной опасности обусловленной гармониками высшего порядка, возникающими в сети, должна проводиться энергетическими службами под руководством лица ответственного за пожарную безопасность объекта защиты или руководителя энергетической службы (в жилых зданиях).

4.5. Объем и характер технических решений по профилактике возникновения загорания в сети из-за гармоник высшего порядка оформляется соответствующим приказом. После внедрения технических решений оформляется акт выполненных работ, который хранится в составе документации по пожарной безопасности здания.

## 5. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ КОНТРОЛЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ КОТОРЫХ МОГУТ СОДЕРЖАТЬ ГАРМОНИКИ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА, ПРЕВЫШАЮЩИЕ КРИТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

5.1. При осуществлении проверок в части пожарной безопасности электрической сети в жилых и общественных зданиях, обусловленной гармониками высшего порядка, устанавливается наличие и определяется количество энергосберегающих ламп, персональных ЭВМ, полупроводниковых преобразователей представляющих собой источник высших гармоник. Наличие в здании в сумме более 500 шт. энергосберегающих ламп и персональных ЭВМ, относит такие здания в зону риска загорания электрооборудования и электрических приборов из-за возможных гармоник высшего порядка. Присутствие на объекте такого рода потребителей электрической энергии сопровождается появлением гармоник

высшего порядка и служит основанием для контроля наличия у эксплуатационных энергетических служб документов с результатами измерений параметров гармоник напряжения (тока) и сдвига напряжения нейтрали сети. Результаты измерений должны быть оформлены документально в виде протоколов или отчетов за установленный период времени. Значения амплитуд, частот гармоник и значения напряжения сдвига нейтрали не должны превышать допустимых в части пожарной безопасности значений. Эти значения могут быть взяты как предельно допустимые из ГОСТ Р 54149-2010 [2]. Ток в нулевом проводе (нейтрали) не должен превышать длительно допустимое значение для сечения жилы установленное ПУЭ. Амплитудные значения гармоник на всех частотах не должны превышать регламентируемые по ГОСТ Р 54149-2010 [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии системах электроснабжения общего назначения.

2 ГОСТ Р 54149-2010. Нормы качества электрической энергии системах электроснабжения общего назначения.

Алгоритм проведения пожарно-профилактических работ в электрических сетях 0,4 кВ жилых и общественных зданий



