



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
НУПЦ «Опытный завод МЭИ» (ОПЗ МЭИ)**

Россия, 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 17Г, стр. 3 / ОГРН 1027700251644
Тел.: +7 (495) 362 7564 / Факс: +7 (495) 362 7397 / Email: sale@opzmei.ru / www.opzmei.ru
ИНН/КПП 7722019652 / 772231003; ОКПО 71688684; КБК 000000000000000000130
Банковские реквизиты: УФК по г. Москве (ОПЗ МЭИ л/с № 20736Ц59600);
ГУ Банка России по ЦФО; р/с 40501810845252000079; БИК 044525000



УТВЕРЖДАЮ:
Директор
Научно-учебно-производственного центра "Опытный завод МЭИ"



В.А. Фогельгезант

13.09 2022г.

г.Москва

**"Активный фильтр гармоник AFGSG-4N".
(AFGSG-4N)**

Программа, Методика и Протокол испытаний

Стендовые испытания AFGSG-4N

г. Москва
2022 год

Программа и методика испытаний. Стендовые испытания AFGSG-4N	Активный фильтр гармоник AFGSG-4N. (AFGSG-4N)	стр. 2 из 16
--	--	--------------

Содержание

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
1.1. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ	3
1.2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ.....	3
1.3. МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАНИЙ	3
1.4. ЭТАП ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ	3
1.5. УЧАСТНИКИ ИСПЫТАНИЙ.....	4
2. ОБЪЕМ ИСПЫТАНИЙ	5
2.1. ПЕРЕЧЕНЬ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ	5
2.2. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ	8
2.3. ПРИЕМОЧНЫЕ КРИТЕРИИ.....	8
3. УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ.....	9
3.1. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	9
3.2. ГОТОВНОСТЬ И ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ	10
4. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ ПО ПРОГРАММЕ.....	11
5. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ И СВЯЗАННЫЕ ДОКУМЕНТЫ.....	11
6. ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СХЕМА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА	12
7. ПРИЛОЖЕНИЕ 5. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ АФГ К ТРЕХФАЗНОЙ СЕТИ СТЕНДА	13
.....	13
8. ПРИЛОЖЕНИЕ 6. ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ.....	14
9. ПРИЛОЖЕНИЕ 7. АКТ О ЗАВЕРШЕНИИ ИСПЫТАНИЙ	16

Программа и методика испытаний. Стендовые испытания AFGSG-4N	Активный фильтр гармоник AFGSG-4N. (AFGSG-4N)	стр. 3 из 16
--	--	--------------

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Данная программа и методика (далее – ПМИ) стендовых испытаний активного фильтра гармоник AFGSG-4N разработана на основании документов:

- Паспорт изделия AFGSG-4N
- Руководство по эксплуатации AFGSG-4N

предназначен для:

- снижения расходов на электроэнергию;
- высвобождения потребляемой из сети мощности;
- обеспечения показателей качества электроэнергии согласно ГОСТ.

1.1. Объект испытаний

Процедура определяет объем и порядок Стендовых испытаний AFGSG-4N (далее – Испытания). Объектом испытаний является оборудование и программное обеспечение Активного фильтра гармоник.

Работы, выполняемые в рамках данной процедуры, не являются экологически опасными.

1.2. Цель испытаний

Целью испытаний является:

- 1.2.1. Определение влияния AFGSG-4N на работу счетчиков электрической энергии.
- 1.2.2. Определение влияния AFGSG-4N на параметры качества электрической энергии.
- 1.2.3. Определение влияния AFGSG-4N на потребления активной и реактивной мощности из сети

1.3. Место проведения и продолжительность испытаний

Испытания проводятся на ОПЗ МЭИ г. Москва, по адресу: г. Москва, ул. Энергетический проезд, 6

1.4. Этап проведения испытаний

Испытания проводятся после изготовления AFGSG-4N ООО «С-Энергия» на котором производится сборка AFGSG-4N, проверка на функционирование и отгрузка на предприятие ОПЗ МЭИ г. Москва для проведения стендовых испытаний.

Программа и методика испытаний. Стендовые испытания AFGSG-4N	Активный фильтр гармоник AFGSG-4N. (AFGSG-4N)	стр. 4 из 16
---	--	---------------------

1.5. Участники испытаний

Испытания проводятся комиссией. В состав комиссии включаются:

- представители производителя AFGSG-4N ООО «С-Энергия»;
- представители «ОПЗ МЭИ»- ответственный за изготовления испытательного стенда и проведения измерений;
- представители ФГБОУ ВО «МЭИ»-специалисты в области электроснабжения и электропотребления.

«ОПЗ МЭИ» уведомляет Заказчика о предстоящих испытаниях не позднее, чем за 5 дней. Подготовка стенда к работе, обеспечение его работоспособности в течение всего срока проведения испытаний производится персоналом «ОПЗ МЭИ».

2. ОБЪЕМ ИСПЫТАНИЙ

2.1. Перечень и последовательность выполнения испытаний

1.1.1. Проверка комплектности стенда

Для обеспечения корректности испытаний должна быть произведена проверка:

- a. соответствие стенда и комплектности оборудования схеме указанной в разделе 6 Приложение 4;
- b. соответствие схемы подключения AFGSG-4N
- c. к испытательному стенду указанной в разделе 7 Приложение 5;

1.1.2. Проверка комплектности документации

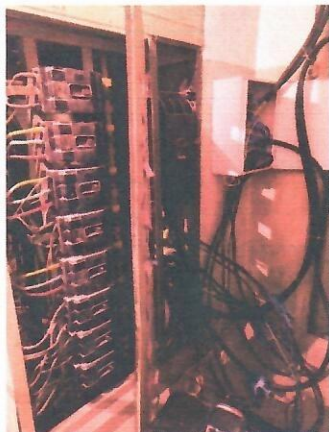
- Производитель AFGSG-4N предоставляет на испытания:
 - Паспорт и руководство по эксплуатации на AFGSG-4N
 - Схему внешних подключений AFGSG-4N

Изготовитель испытательного стенда предоставляет на испытания:

Паспорта на оборудования стенда:

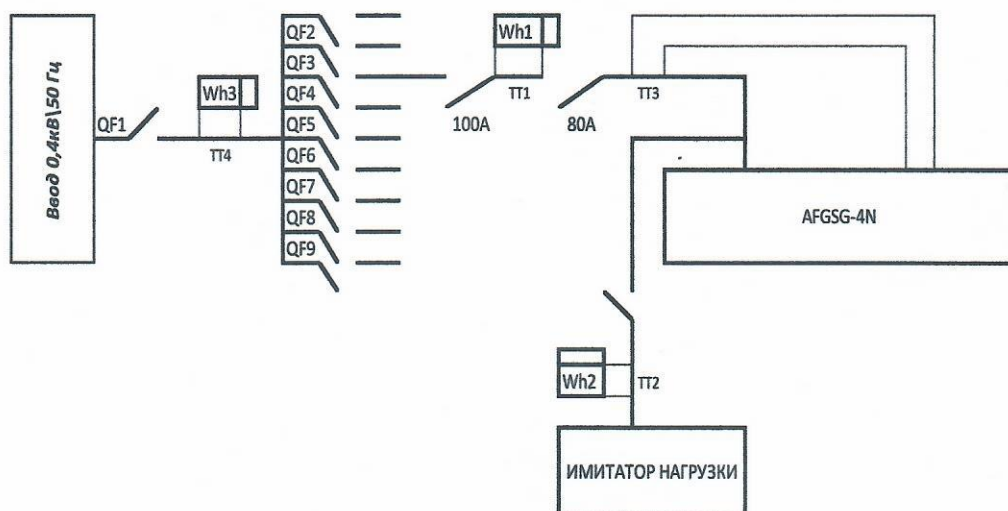
- Электросчетчики Wh1, Wh2 – Меркурий 230ART-03CN,
- Электросчетчик Wh3 - Меркурий 234 ARTM2-03
- Трансформаторы тока: Т-0,66 300/5 кл.0,5
- Автоматические выключатели: 100А, 80А
- Имитатор нагрузки: Тепловентилятор электрический NEOClima, модель: ТПП-30Б
- Руководство по эксплуатации электросчетчиков.
- Исполнительную однолинейную схему стенда с указанием марок используемого оборудования и марки длинны питающего фидера от ввода до нагрузки.

Wh3



Wh1; Wh2



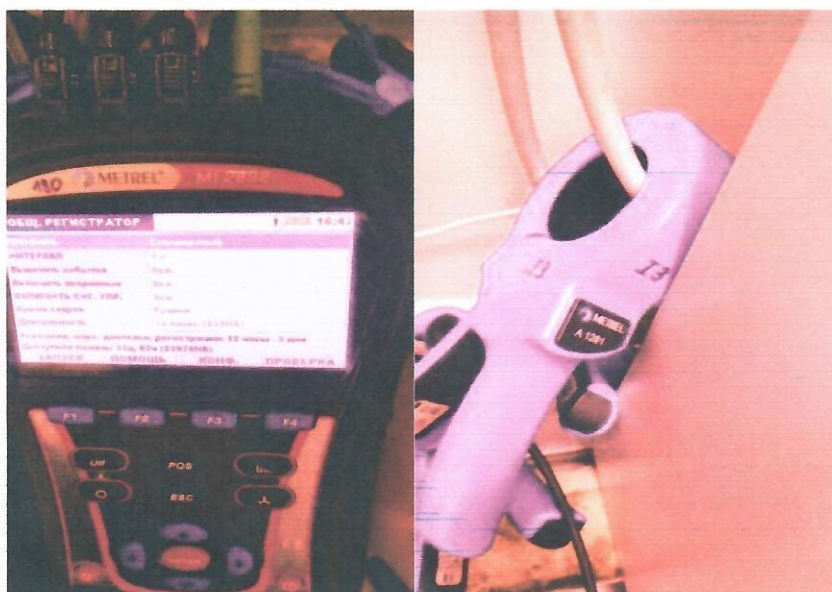


1.1.3. Настройка и проверка системы измерения параметров сети и Показателей Качества Электроэнергии

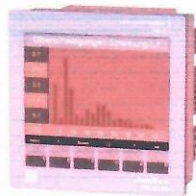
Испытания AFGSG-4N заключается в определении степени влияния AFGSG-4N на параметры электрической сети и показатели качества электроэнергии (ПКЭ) путем их измерения в трех точках Wh1, Wh2, Wh3 указанных на схеме стенда раздел 6 Приложение 4.

Измерения осуществляется многофункциональными эл. счетчиками и приборами:

1. METREL MI 2892



2. JANITZA UMG 512-PRO



ФЛАГМАН БРЕНДА:
JANITZA UMG 512-PRO

Управляющий анализатор
качества электросети с
максимальным классом точности



1.1.4. Степень выполнения требований функционального назначения АФГ

Методика исследований заключается в измерении параметров электросети и значений показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в точках на вводе сети Wh1, на вводе AFGSG-4N - Wh2, на нагрузке Wh3 (далее по тексту в точках Wh1, Wh2, Wh3), при выключенном и включенном AFGSG-4N с последующим проведением сравнительного анализа параметров и определения степени соответствия ПКЭ нормам, приведенных в ГОСТ 32144-2013.

Перечень контролируемых параметров сети и ПКЭ должен соответствовать Таблице 2.1.

Перед началом испытаний степени выполнения функционального назначения AFGSG-4N должна быть проведена проверка отсутствия воздействия на счетчики Wh1, Wh2, Wh3 переменного и постоянного магнитных полей повышенной индукции от испытательного стенда, оборудования AFGSG-4N и других возможных источников внешнего происхождения. Методика проверки описана в п. 3.2.1.2 данных ПМИ (отсутствие влияния фиксируется датчиком магнитного поля установленного внутри счетчика, допустимый пороговый уровень устанавливается заводом-изготовителем счетчика).

1.1.4.1. Испытания влияния АФГ на параметры качества электрической энергии и потребления активной мощности из сети.

Испытания проводятся в следующей последовательности:

- 1) выключатели QF1, QF3 установить в положение «Включено»;
- 2) зафиксировать параметра сети и ПКЭ в точках Wh1, Wh2, Wh3 при выключенном и включенном AFGSG-4N;
- 3) зафиксировать диаграммы получасового профиля активной мощности в точках Wh1, Wh2, Wh3 при выключенном и включенном AFGSG-4N;

Программа и методика испытаний. Стендовые испытания AFGSG-4N	Активный фильтр гармоник AFGSG-4N. (AFGSG-4N)	стр. 8 из 16
--	--	--------------

- 4) зафиксировать диаграммы гармоник напряжений фазных и междуфазных в точках Wh1, Wh2, Wh3 при выключенном и включенном AFGSG-4N;
- 5) зафиксировать диаграммы гармоник тока в точках Wh1, Wh2, Wh3 при выключенном и при включенном AFGSG-4N;
- 6) зафиксировать диаграммы интергармоник фаз и междуфазных напряжений в точках Wh1, Wh2, Wh3 при выключенном и включенном AFGSG-4N;
- 7) зафиксировать диаграммы интергармоник тока в точках Wh1, Wh2, Wh3 при выключенном и включенном AFGSG-4N;
- 8) выключатель QF2 установить в положение «Включено»;
- 9) зафиксировать параметра сети и показатели ПКЭ в точках: на вводе сети Wh1 на нагрузке Wh3, на вводе питания AFGSG-4N;
- 10) зафиксировать диаграммы получасового профиля мощности в точках: на вводе сети Wh1 на нагрузке Wh3, на вводе питания AFGSG-4N.

2.2. Обработка результатов испытаний

По окончании измерений формируются и сохраняются файлы отчета и проводится сравнительный анализ влияния AFGSG-4N на параметры электросети и ПКЭ.

2.3. Приемочные критерии

Результат испытаний признается успешным, если выполнены условия:

- Обеспечена комплектность шкафа
- Обеспечена комплектность документации.
- Не зафиксировано воздействие внешних магнитных полей на работу счетчиков
- Успешно выполнены все тесты, п.п. 2)...п.10).
- ПКЭ соответствуют ГОСТ 32144-2013.
- AFGSG-4N обеспечивает уменьшение потребляемой мощности не менее чем на 20%

Программа и методика испытаний. Стендовые испытания AFGSG-4N	Активный фильтр гармоник AFGSG-4N. (AFGSG-4N)	стр. 9 из 16
--	--	--------------

3. УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Требования безопасности и охраны окружающей среды

3.1.1. Требования по безопасному проведению испытаний

В целях безопасности и безаварийности проведения испытаний необходимо выполнение следующих требований:

- соблюдение правил техники безопасности и пожарной безопасности;
- строгое соблюдение последовательности действий, приведенных в методике проведения испытаний;
- стендовое оборудование должно удовлетворять требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 25861 - 83;
- все внешние элементы стендового оборудования, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а само стендовое оборудование – зануление или защитное заземление, в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и “Правилами устройств электроустановок” (ПУЭ).

3.1.2. Требования к персоналу, проводящему испытания, и порядок его допуска к испытаниям

К работе с оборудованием стенда допускаться специалисты, имеющие допуск к работам в электроустановках до 1000 В с группой по электробезопасности не ниже III.

3.1.3. Граничные условия внешних воздействий

Для проведения стендовых испытаний граничные условия внешних воздействий, при которых обеспечивается безопасность проведения стендовых испытаний, должны соответствовать параметрам, приведенным в Табл. 4.1.

Табл. 4.1

№ п/п	Эксплуатационная характеристика	Диапазон
1.	Фазное напряжение питающей сети переменного тока $U_{\text{ф}}$, В	$220 \pm 10\%$
2.	Межфазное напряжение питающей сети переменного тока $U_{\text{мф}}$, В	$380 \pm 10\%$
3.	Частота питающей электросети, Гц	$50 \pm 0,4$

3.1.4. Требования по охране окружающей среды

Работы, проводимые по данной ПМИ, не являются экологически опасными; проведения специальных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

3.2. Готовность и исходное состояние системы

3.2.1. Требования к техническому состоянию и готовности стенда и испытываемого оборудования

Перед началом стендовых испытаний необходимо:

3.2.1.1. Проверить функционирование стенда и системы измерения параметров сети и показателей качества электроэнергии при максимальной мощности нагрузки, для чего:

выключатели QF1, QF3 перевести в положение «Включено», зафиксировать значения параметров электрической сети в точках ввода питания Wh1 и на нагрузке Wh3. Результаты измерений сохранить в виде отдельного файла и вывести на печать в формате А4. Методом сравнения полученных результатов с паспортными данными нагрузки убедиться в работоспособности стенда и корректности измерений. Показания счетчиков в указанных точках могут отличаться на величину потерь в фидере питания нагрузки (зависит от параметров фидера и его длины между QF1, QF3).

3.2.1.2. Проверить отсутствия воздействия на счетчики переменного и постоянного магнитного поля повышенной индукции внешнего происхождения, превышающей установленное заводом-изготовителем пороговое значение 3 мТл, для чего:

выключатели QF1, QF2 QF3 перевести в положение «Включено» и убедиться в отсутствии факта воздействия на счетчик внешних магнитных полей путем отсутствия на табло ЖКИ курсора «Внимание» - магнитное поле превышает установленное пороговое значение. Время начала и окончания воздействия фиксируется в журнале событий счетчика. Данные журнала зафиксировать в виде отдельного файла и вывести на печать.

Программа и методика испытаний. Стендовые испытания AFGSG-4N	Активный фильтр гармоник AFGSG-4N. (AFGSG-4N)	стр. 11 из 16
--	--	---------------

4. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ ПО ПРОГРАММЕ

В процессе проведения приемки работ в ходе испытаний ведется протокол испытаний. Формы протокола представлены в разделе 8 (Приложение № 6. протокол испытаний). Протокол оформляется в электронном и бумажном виде (4 экземпляра).

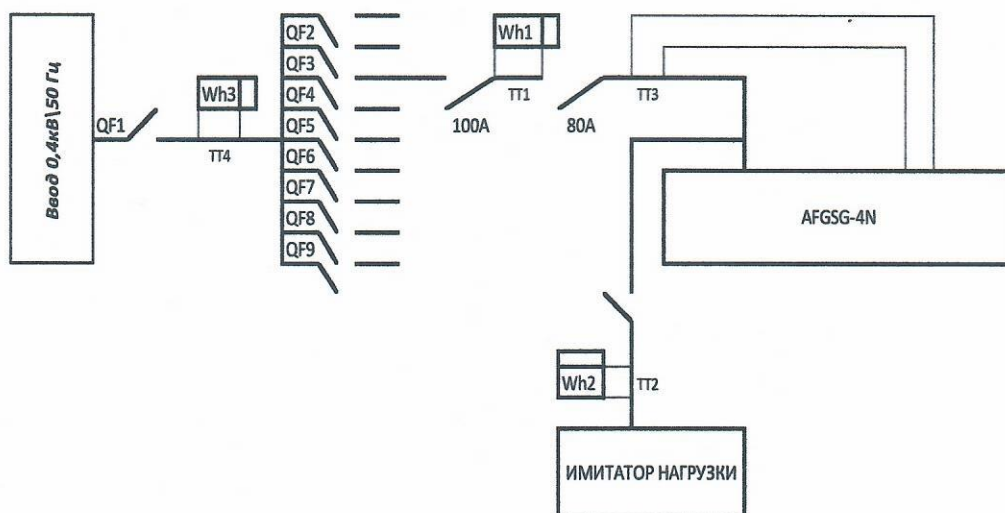
К протоколу испытаний должны быть приложены результаты измерений, проведенных в ходе испытаний. Результаты измерений необходимо представить в форме, допускающей как электронное представление, так и распечатку на бумажном носителе.

Результаты испытаний оформляются Актом о завершении испытаний, который подписывается Председателем и членами приемочной комиссии. Форма Акта представлена в разделе 9 (Приложение № 7. Форма акта о завершении испытаний). В Акте о завершении испытаний отмечается состояние готовности объекта испытаний и, при необходимости, указываются требуемые доработки. Акты о завершении испытаний оформляются в электронном и бумажном виде (4 экземпляра).

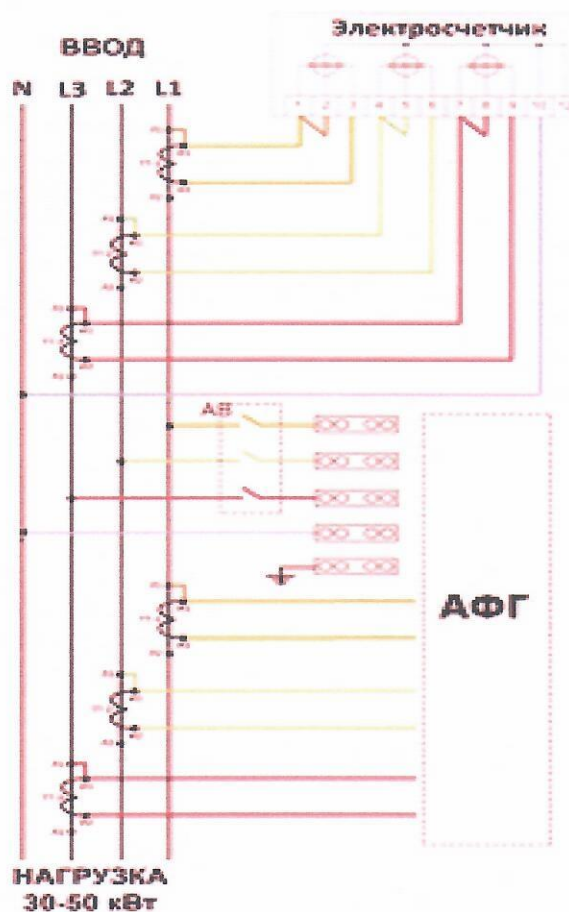
5. Источники разработки и связанные документы

- [1] Паспорт "Активный фильтра гармоник AFGSG-4N".
- [2] Руководство по эксплуатации "Активный фильтра гармоник AFGSG-4N".
- [3] Руководство по эксплуатации СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ – ИЗМЕРИТЕЛЬ

6. ПРИЛОЖЕНИЕ № 4. СХЕМА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА



7. ПРИЛОЖЕНИЕ № 5. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ АФГ К ТРЕХФАЗНОЙ СЕТИ СТЕНДА



8. ПРИЛОЖЕНИЕ № 6. ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ AFGSG-4N

Стендовые испытания AFGSG-4N

1. Документы, определяющие объем и нормы испытаний: ПМИ AFGSG-4N, ГОСТ 32144-2013
2. Дата и время проведения испытаний с 28.03.2022 по 06.04.2022
3. Результаты испытаний:

По результатам проведения тестирования оборудования AFGSG-4N с нагрузкой 30 кВт в качестве нагрузки использовался Тепловентилятор электрический NEOClima, модель: ТПП-30Б



было установлено следующее:

1) После включения AFGSG-4N сделаны замеры:

- в точке Wh2 (данные счетчиков с коэффициентом трансформации - 60) - $508,08 = 30,38$ кВт
- в точке Wh1 (данные счетчика с коэффициентом трансформации - 60) - $353,49 = 21,21$ кВт
- в точке Wh3 (данные счетчика с коэффициентом трансформации - 80) - снижение потребления на 30%.

Падение потребления электроэнергии по активной мощности составило 30 % или 9,17 кВт



- 2) Улучшение показателя гармонических отклонений до уровня ГОСТ
- 3) Улучшение коэффициента мощности $\cos \phi$ с 0,74 до 0,96

Данные $\cos \phi$ после включения AFGSG-4N в точке Wh3 составил 0,96

Программа и методика испытаний. Стендовые испытания AFGSG-4N	Активный фильтр гармоник AFGSG-4N. (AFGSG-4N)	стр. 15 из 16
--	--	---------------

4) Оборудование не оказывает влияние на приборы учета и измерительные трансформаторы тока

5) Оборудование безопасно для энергосети и рекомендовано к использованию

Развернутые результаты испытаний приведены в приложении _____ к протоколу

4. В период испытаний выявлены дефекты _____

(указать дефекты, выявленные в процессе испытаний или № приложений к протоколу)

5. Приложения:

Работы (испытания) провели:

Лопаткин АВ

12.04.2022 г

фамилии, подписи исполнителей испытаний

дата

Протокол проверили:

Технический руководитель работ

Дорошени А.Н.

12.04.2022 г

фамилия, подпись

дата

Руководитель Заказчика

фамилия, подпись

дата