

Наименование проекта: ИРН №АР09058186. «Разработка методики и компьютерной программы по определению добавочных потерь электрической энергии при ее транспортировке и распределении в электрической сети».

Актуальность: Условия режима работы систем электроснабжения быстро меняются. Причиной является изменения, как со стороны источника питания, так и со стороны нагрузки. Устойчивая работа системы электроснабжения базируется на математических моделях и правилах эксплуатации. При меняющихся условиях возникает вероятность неадекватного описания ситуации и соответственно ошибочной работы электрооборудования и системы электроснабжения в целом. Для предотвращения данной ситуации необходимо производить проверку параметров режима и применяемых методов расчета на адекватность.

Важнейшим критерием работы системы электроснабжения является уровень потерь электроэнергии. При меняющихся условиях величина и составляющие потерь электроэнергии меняются. В текущей ситуации необходимо проводить анализ данных процессов и производить корректировку применяемых моделей.

Для данного исследования предусматривается проведение: обзора документации по вопросам расчета потерь энергии; инструментальных исследований параметров режима; анализ применяющихся методов расчета потерь электроэнергии; учет влияющих факторов на величину и составляющие потерь энергии. По итогам формирования базы данных математическими методами предусматривается их обработка для получения зависимостей от факторов, влияющих на уровень потерь энергии.

Конечным результатом будет разработка усовершенствованной модели расчета потерь электроэнергии и компьютерной программы для расчета типовых случаев, также предусматривается их внедрение в учебный и производственные процессы.

Объект исследования являются электрические сети 110 кВ.

Цель работы - создание усовершенствованной методики по определению добавочных потерь электроэнергии, обусловленных несимметрией и несинусоидальностью токов в ЭС, а также ее реализация в программной среде.

Методы исследования. В ходе исследований были использованы: теория матричного исчисления, методы и приемы математического моделирования, методы физических и вычислительных экспериментов, сопоставление результатов инструментальных обследований с результатами расчетов. Синтез результатов теоретических и экспериментальных исследований позволит оценить адекватность принимаемых решений, достоверность полученных результатов. Проведение инструментальных замеров режимных параметров: напряжение и ток (среднеквадратическое, переменное + постоянное, пиковое, основной частоты); частота (при 50 Гц); мощность (ВА, ВАреакт); коэффициент мощности; гармоники тока и напряжения.

В результате исследований разработано программное приложение, позволяющие оценивать потери электроэнергии от несимметрии и несинусоидальности токов. Составлена «Инструкция по расчету потерь для электросетевых компаний по использованию программы «Расчета потерь на ЛЭП». На основе методики расчета основных и добавочных потерь разработаны рекомендации, в которых изложены учет добавочных потерь при регулировании коммерческих отношений между энергоснабжающей организацией и потребителем, рекомендации по оценке добавочных потерь электроэнергии и их учету при формировании тарифов, а также рекомендации по снижению доли добавочных потерь электроэнергии. Разработаны учебно-методические пособия для внедрения в учебный процесс.

Степень внедрения. Полученные результаты используются на сетевых предприятиях для обработки результатов инструментального обследования при проведении энергоаудита.

Область применения. Электросетевые компании для определения структуры потерь и оценки их количественных характеристик.

Члены исследовательской группы:

1) **Жантлесова Асемгуль Бейсембаевна** (26.12.1982г.) – руководитель, PhD «Электроэнергетика». Принимает участие в подготовке полезной модели и разработке компьютерной программы расчета основных и добавочных потерь электроэнергии от несимметрии и несинусоидальности в системах электроснабжения, в оценке рисков проекта, подготовке и публикации статей. Идентификатор автора: 57195505692. ORCID icon <http://orcid.org/0000-0003-3730-0579>. h-индекс=3.

2) **Акимжанов Темирболат Балтабаевич** – исполнитель, PhD «Электроэнергетика». В проекте занимается разработкой полезной модели и компьютерной программы расчета потерь автоматических устройств компенсации реактивной мощности, подготовкой методического руководства к разработанной программе, подготовкой статей и отчетов, участие в конференциях. Аттестованный энергоаудитор, является руководителем центра «Энергосбережения и распространения знаний», КАЗАТУ. Идентификатор автора: 56485979700. h-индекс:2.

3) **Жумажанов Серик Каратаевич** – ВНС, кандидат технических наук «Электротехнические комплексы и системы». В проекте занимается разработкой полезной модели и компьютерной программы расчета основных и добавочных потерь электроэнергии от несимметрии и несинусоидальности в системах электроснабжения, подготовкой методического руководства к разработанной программе, внедрением разработок по проекту, подготовкой статей и отчетов, участие в конференциях. Идентификатор автора: 54950223000. h-индекс: 2.

4) **Сарсикеев Ермек Жасланович** (26.02.1987 г.) – ВНС, PhD «Электроэнергетика». В проекте занимается подготовкой полезной модели и компьютерной программы расчета основных и добавочных потерь

электроэнергии от несимметрии и несинусоидальности в системах электроснабжения в двигателях, насосах и вентиляторах и написанием методического руководства к разработанной программе, внедрением разработок по проекту, подготовкой статей и отчётов, участие в конференциях. Идентификатор автора: 56252099900. ORCID icon <http://orcid.org/0000-0002-7209-5024>. h-индекс: 5.

5) **Исабеков Жанат Бейсембаевич** – СНС, PhD «Электроэнергетика». В проекте занимается разработкой полезной модели и компьютерной программы расчета основных и добавочных потерь электроэнергии от несимметрии и несинусоидальности в системах электроснабжения в трансформаторных подстанциях, подготовкой методического руководства к разработанной программе, внедрением разработок по проекту, подготовкой статей и отчётов, участие в конференциях. Идентификатор автора: 57194215799. h-индекс: 2.

6) **Исабекова Бибигуль Бейсембаевна** – СНС, PhD «Электроэнергетика». В проекте занимается подготовкой полезной модели и компьютерной программы расчета основных и добавочных потерь электроэнергии, заземления нейтрали электрических сетей и внедрением разработок по проекту, подготовкой статей и отчётов, участие в конференциях.

7) **Амир Ерлан Камалиевич** – МНС, магистрант. В проекте занимается разработкой полезной модели и компьютерной программы расчета основных и добавочных потерь электроэнергии от несимметрии и несинусоидальности в системах электроснабжения и внедрением разработок по проекту, подготовкой статей и отчётов, участие в конференциях.

Информация для потенциальных пользователей:

В результате проведенных работ будут разработаны методика расчета потерь электроэнергии с учетом влияния несимметрии и несинусоидальности, реализованной в виде компьютерной программы и учебно-методическое пособие для внедрения в учебный процесс, а также инструкция для внедрения в электросетевые и прочие организации.

Список опубликованных работ

В 2021 году:

1. Issabekova B., Tokombaev M., Zhantlessova A. Reed Switch Protection Devices with Symmetric Component Filter without Current Transformers //2021 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). – IEEE, 2021. – С. 141-146.

2. Жантлесова А.Б. Электр жабдыктарын пайдалану, диагностикалау және жөндеу: оқу құралы / Жантлесова А.Б. - Нұр-Сұлтан: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің баспасы, 2021. – 220б.

В 2022 году:

3. Исабеков Ж.Б., Исабекова Б.Б., Жантлесова А.Б., Жалмагамбетова У. К., Коммерческие потери электрической энергии в распределительных электрических сетях // Вестник Торайгыров университета. Серия энергетическая. - 2022 - № 3. - С. 70-79. - URL: <https://doi.org/10.48081/JTDY1576>

4. Исабеков Ж.Б., Исабекова Б.Б., Жантлесова А.Б., Акаев А. М., Ордабаев М. Е. Технические потери в распределительных электрических сетях // Вестник Торайгыров университета. Серия энергетическая. - 2022. - № 4. - С. 97-111. - URL: doi.org/10.48081/WBVT1581

5. Акимжанов Т.Б., Жантлесова А.Б., Исабекова Б.Б., Жумажанов С.К., Сарсикеев Е.Ж., Исабеков Ж.Б., Амир Е.К. Инструментальный энергоаудит: учебно-методическое пособие. - Астана: Издательство КазАТУ имени С.Сейфуллина, 2022 - 35 с.

6. Акимжанов Т.Б., Жантлесова А.Б., Исабекова Б.Б., Жумажанов С.К., Сарсикеев Е.Ж., Исабеков Ж.Б., Амир Е.К. Аспаптық энергия аудиті: оқу-әдістемелік құралы. – Астана, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің баспасы, 2022. – 33б

В 2023 году:

7. Zhantlessova, A., Zhumazhanov, S., Akimzhanov, T., Issabekova, B., Issabekov, Z., Mekhtiyev, A., & Neshina, Y.. Instrumental Research on the Voltage Harmonic Distortion Coefficient in the Modern 110 kV Urban Electric Network. International Journal on Energy Conversion (IRECON), - 2023 - № 11(2), С. 56. - URL: <https://doi.org/10.15866/irecon.v11i2.22979>, [процентиль - 52.](#)

8. Zhantlessova, A.B., Zhumazhanov, S.K., Akimzhanov, T.B., Mekhtiyev, A.D., Alkina, A.D., Improving the method of controlling the stress-strain state of steel structures of electromechanical systems //Metalurgija. – 2023. – Т. 62. – №. 2. – С. 303-305, [процентиль - 35.](#)

9. Акимжанов Т.Б., Жантлесова А.Б., Жумажанов С.К., Сарсикеев Е.Ж., Исабекова Б.Б., Исабеков Ж.Б. Рекомендации учета добавочных потерь // рекомендации. - Астана: Издательство КазАТИУ имени С.Сейфуллина, 2023 - 14 с.

10. Жантлесова А.Б., Исабекова Б.Б., Исабеков Ж.Б. Эксплуатация, диагностика и ремонт электрооборудования: учебник / Жантлесова А.Б., Исабекова Б.Б., Исабеков Ж.Б.; Казахский агротехнический исследовательский университет им С.Сейфуллина. – г.Астана: Изд-во Казахского агротехнического исследовательского университета им С.Сейфуллина, 2023. – 225 с.

11. Акимжанов Т.Б., Жумажанов С.К., Исабеков Ж.Б., Амир Е.К., Добавочные потери электрической энергии при ее распределении в электрической сети. // Вестник Торайгыров университета. Серия энергетическая. - 2023. - № 4. - С. 23-35. - <https://vestnik-energy.tou.edu.kz/storage/journals/172.pdf>

12. Akimzhanov, T., Sarsikeev, Y., Zhantlessova, A., Zhumazhanov, S., Baydulla, Z., Issabekova, B., Issabekov, Z., Mekhtiyev, A., & Neshina, Y. (2023). Identifying the influence of the system and mode characteristics on the power loss mode based in 110 kV power grids. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(8 (126), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292253>, [процентиль - 39](#).

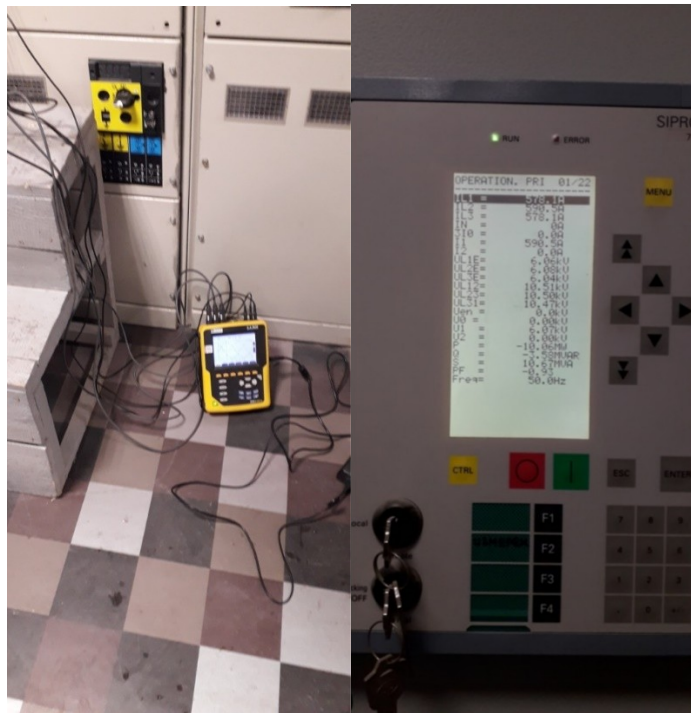
Результаты

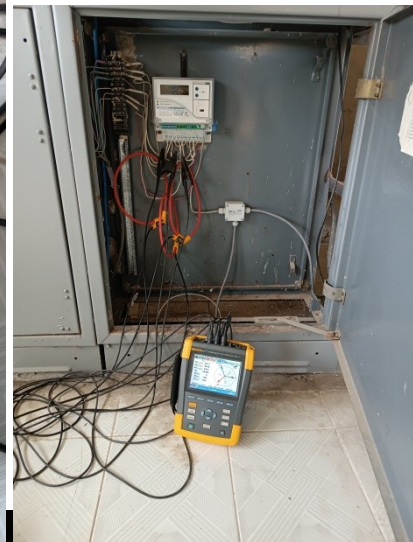
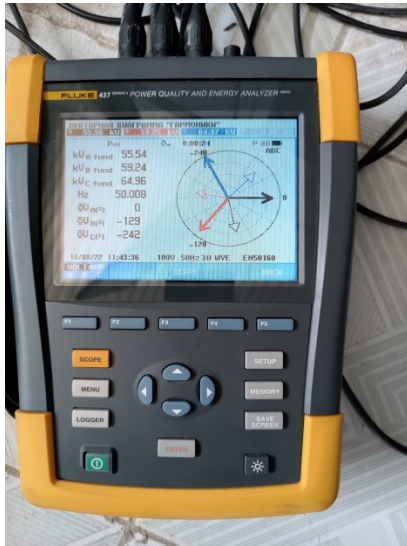
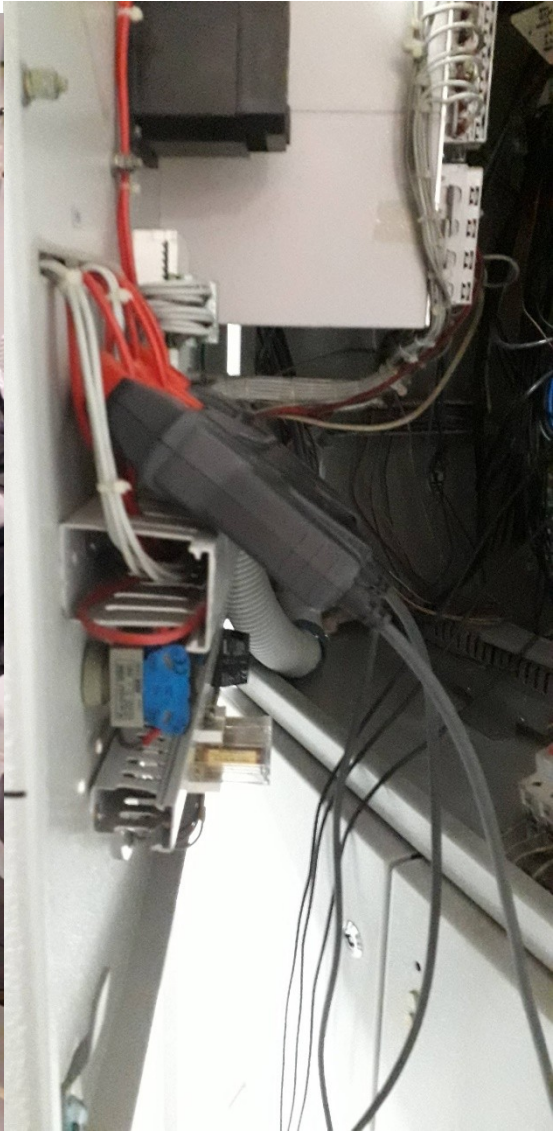
1. Разработанное программное приложение, позволяющие оценивать потери электроэнергии от несимметрии и несинусоидальности токов (получено свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемое авторским правом № 29086-1 от «5» октября 2022 года). Данное программное приложение, позволяет рассчитать потери электроэнергии при учете несимметрии и несинусоидальности токов, также может использоваться при обработке результатов инструментальных энергетических обследований воздушной линии энергосистем, при исследованиях эпюр напряжений и токов, уровней добавочных потерь в зависимости от габаритов опор, проводов и тросов. При оценки уровня добавочных потерь в сети достаточное для этого количество обследованных воздушных линий устанавливается по результатам полного энергетического обследования электрической сети путем исследования коэффициента добавочных потерь в ВЛ энергетической системы.

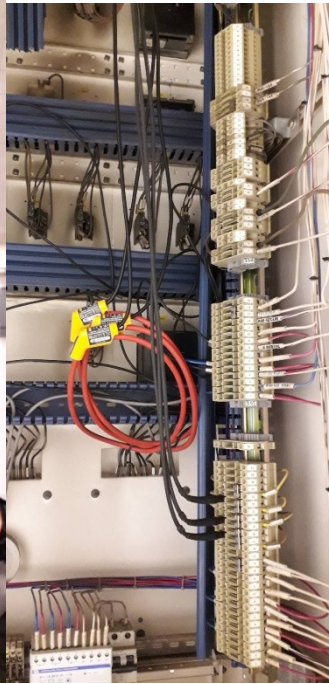
2. В 2021 году были получены результаты экспериментальных исследований показателей качества электроэнергии от ТОО «Energy On Track» получены данные натурных экспериментов в виде результатов суточных инструментальных измерений режимов воздушных и кабельных линий электрической сети 110 кВ АО «Астана РЭК» в количестве 22 линий, в т.ч. одноцепных и двухцепных. В 2022 году были проведены измерения в электрических сетях Южно-Казахстанского региона и Западно-Казахстанского региона. Проведены инструментальные измерения режимных параметров по определению показателей качества электроэнергии для формирования экспериментальной базы данных с использованием Анализатора качества электроэнергии Fluke 437, а также трехфазного анализатора количества и качества электроэнергии марки С.А. 8336 и МІ 2892, приобретенных по проекту.

Полученные экспериментальные данные были обработаны на основе стандарта ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость









Power Log 5.8 - [AERLEV - Карта SD.fprfo]

Файл Правка Вид Инструменты Окно Справка

От 30.11.2020 12:23 до 01.12.2020 05:11		События по СКВ №11: СНГ 02.12.2020 2:54:59 361 мсек												
Дата	Функция	AN(V) / A(A) Min	AN(V) / A(A) Max	AN(V) / A(A) Avg	BN(V) / B(A) Min	BN(V) / B(A) Max	BN(V) / B(A) Avg	CN(V) / C(A) Min	CN(V) / C(A) Max	CN(V) / C(A) Avg	PN	THD	K-factor	Freq
30.11.2020 12:23:55 409мсек	Ульт рн-рн	126,139 kV (f)	128,238 kV (f)	128,37 kV (f)	128,524 kV (f)	128,755 kV (f)	129,063 kV (f)	128,106 kV (f)	128,227 kV (f)	128,403 kV (f)	0	0,67 % (f)	1,54 (f)	49,984 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	Напряжение осн. частоты	73,92 kV (f)	74,03 kV (f)	74,14 kV (f)	74,25 kV (f)	74,36 kV (f)	74,47 kV (f)	74,58 kV (f)	74,69 kV (f)	74,80 kV (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	49,984 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	Ток осн. частоты	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	PN напряжения	0	0	0	-119,96 €	-119,86 €	-119,86 €	-240,18 €	-240,14 €	-240,14 €	0	0,67 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	PH тока	-30,86 €	-27,12 €	-23,58 €	-120,72 €	-115,04 €	-106,7 €	-269,18 €	-264,96 €	-252,14 €	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	Аmps	150 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	150 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	200 A (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	THD напряжения	0,67 % (f)	0,69 % (f)	0,71 % (f)	0,75 % (f)	0,78 % (f)	0,81 % (f)	0,68 % (f)	0,72 % (f)	0,75 % (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	THD тока	6,72 % (f)	9,86 % (f)	20,67 % (f)	2,96 % (f)	6,72 % (f)	15,67 % (f)	7,65 % (f)	10,1 % (f)	15,58 % (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	K-фактор A	1,54 (f)	1,52 (f)	2,99 (f)	1,59 (f)	2,62 (f)	1,42 (f)	1,62 (f)	1,62 (f)	2,25 (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	THD мощности	0,01 % (f)	0,03 % (f)	0,08 % (f)	0 % (f)	0,01 % (f)	0,05 % (f)	0,02 % (f)	0,03 % (f)	0,05 % (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	K-фактор W	0,99 (f)	1 (f)	1,02 (f)	0,98 (f)	1 (f)	1,02 (f)	0,99 (f)	1,01 (f)	1,02 (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:23:55 409мсек	Частота	49,984 Hz (f)	49,995 Hz (f)	50,026 Hz (f)	50,033 Hz (f)									
30.11.2020 12:24:55 409мсек	Ульт рн-рн	128,172 kV (f)	128,359 kV (f)	128,458 kV (f)	128,788 kV (f)	128,876 kV (f)	129,041 kV (f)	128,161 kV (f)	128,304 kV (f)	128,414 kV (f)	0	0,67 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	Напряжение осн. частоты	73,92 kV (f)	74,03 kV (f)	74,03 kV (f)	74,25 kV (f)	74,36 kV (f)	74,47 kV (f)	74,58 kV (f)	74,69 kV (f)	74,80 kV (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	Ток осн. частоты	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	PN напряжения	0	0	0	-119,92 €	-119,82 €	-119,82 €	-240,18 €	-240,16 €	-240,14 €	0	0,67 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	PH тока	-30,34 €	-27,04 €	-23,08 €	-119,96 €	-114,66 €	-105,2 €	-269,96 €	-264,96 €	-260,98 €	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	Аmps	150 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	100 A (f)	150 A (f)	250 A (f)	150 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	THD напряжения	0,67 % (f)	0,7 % (f)	0,74 % (f)	0,75 % (f)	0,8 % (f)	0,8 % (f)	0,67 % (f)	0,7 % (f)	0,73 % (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	THD тока	6,87 % (f)	9,95 % (f)	17,62 % (f)	3,46 % (f)	6,11 % (f)	25,02 % (f)	7,65 % (f)	10,21 % (f)	14,94 % (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	K-фактор A	1,55 (f)	1,86 (f)	2,42 (f)	1,51 (f)	1,75 (f)	3,01 (f)	1,46 (f)	1,66 (f)	2,07 (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	THD мощности	0,01 % (f)	0,03 % (f)	0,09 % (f)	0 % (f)	0,01 % (f)	0,06 % (f)	0,01 % (f)	0,02 % (f)	0,05 % (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	K-фактор W	0,98 (f)	1 (f)	1,02 (f)	0,99 (f)	1 (f)	1,01 (f)	1 (f)	1,01 (f)	1,01 (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:24:55 409мсек	Частота	50,013 Hz (f)	50,023 Hz (f)	50,033 Hz (f)										
30.11.2020 12:25:55 409мсек	Ульт рн-рн	128,161 kV (f)	128,26 kV (f)	128,37 kV (f)	128,81 kV (f)	128,92 kV (f)	129,019 kV (f)	128,216 kV (f)	128,337 kV (f)	128,436 kV (f)	0	0,67 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	Напряжение осн. частоты	73,92 kV (f)	73,92 kV (f)	74,03 kV (f)	74,25 kV (f)	74,36 kV (f)	74,47 kV (f)	74,58 kV (f)	74,69 kV (f)	74,80 kV (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	Ток осн. частоты	100 A (f)	100 A (f)	200 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	PN напряжения	0	0	0	-119,88 €	-119,8 €	-119,74 €	-240,16 €	-240,12 €	-240,1 €	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	PH тока	-30,98 €	-27,26 €	-24,02 €	-122,34 €	-114,66 €	-108,84 €	-270,1 €	-264,92 €	-261,06 €	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	Аmps	150 A (f)	150 A (f)	300 A (f)	100 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	150 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	THD напряжения	0,60 % (f)	0,73 % (f)	0,76 % (f)	0,78 % (f)	0,82 % (f)	0,85 % (f)	0,7 % (f)	0,74 % (f)	0,77 % (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	THD тока	6,94 % (f)	9,93 % (f)	28,37 % (f)	3,5 % (f)	6,59 % (f)	14,88 % (f)	7,87 % (f)	10,41 % (f)	16,03 % (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	K-фактор A	1,45 (f)	1,86 (f)	3,73 (f)	1,56 (f)	1,88 (f)	2,3 (f)	1,48 (f)	1,72 (f)	2,16 (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	THD мощности	0,02 % (f)	0,03 % (f)	0,14 % (f)	0 % (f)	0,02 % (f)	0,04 % (f)	0,01 % (f)	0,03 % (f)	0,08 % (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	K-фактор W	0,99 (f)	1 (f)	1,02 (f)	0,99 (f)	1 (f)	1,01 (f)	1 (f)	1,01 (f)	1,02 (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:25:55 409мсек	Частота	50,019 Hz (f)	50,024 Hz (f)	50,031 Hz (f)										
30.11.2020 12:26:55 409мсек	Ульт рн-рн	127,996 kV (f)	128,117 kV (f)	128,249 kV (f)	128,678 kV (f)	128,843 kV (f)	128,964 kV (f)	128,139 kV (f)	128,271 kV (f)	128,381 kV (f)	0	0,67 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	Напряжение осн. частоты	73,81 kV (f)	73,92 kV (f)	73,92 kV (f)	74,14 kV (f)	74,25 kV (f)	74,36 kV (f)	74,47 kV (f)	74,58 kV (f)	74,69 kV (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	Ток осн. частоты	100 A (f)	100 A (f)	200 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	100 A (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	PN напряжения	0	0	0	-119,8 €	-119,78 €	-119,74 €	-240,14 €	-240,1 €	-240,08 €	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	PH тока	-30,88 €	-27,26 €	-23,98 €	-120,66 €	-114,76 €	-109,3 €	-269,42 €	-264,74 €	-260,98 €	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	Аmps	150 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	150 A (f)	150 A (f)	150 A (f)	150 A (f)	150 A (f)	200 A (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	THD напряжения	0,69 % (f)	0,75 % (f)	0,77 % (f)	0,79 % (f)	0,82 % (f)	0,85 % (f)	0,69 % (f)	0,72 % (f)	0,76 % (f)	0	6,72 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	THD тока	6,65 % (f)	9,88 % (f)	21,09 % (f)	3,15 % (f)	6,25 % (f)	13,99 % (f)	7,81 % (f)	10,37 % (f)	16,33 % (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	K-фактор A	1,58 (f)	1,93 (f)	2,46 (f)	1,51 (f)	1,8 (f)	2,45 (f)	1,47 (f)	1,71 (f)	2,13 (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	THD мощности	0,02 % (f)	0,04 % (f)	0,1 % (f)	0 % (f)	0,01 % (f)	0,03 % (f)	0,02 % (f)	0,03 % (f)	0,07 % (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	K-фактор W	0,99 (f)	1 (f)	1,02 (f)	0,99 (f)	1 (f)	1,01 (f)	1 (f)	1,01 (f)	1,02 (f)	0	0,01 % (f)	1 (f)	50,013 Hz (f)
30.11.2020 12:26:55 409мсек	Частота	50,007 Hz (f)	50,012 Hz (f)	50,024 Hz (f)										
30.11.2020 12:27:55 409мсек	Ульт рн-рн	127,776 kV (f)	128,018 kV (f)	128,216 kV (f)	128,678 kV (f)	128,81 kV (f)	128,92 kV (f)	128,062 kV (f)	128,172 kV (f)	128,271 kV (f)	0	0,67 % (f)	1,55 (f)	50,013 Hz (f)

