МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Радиотехнический

Кафедра «Электроника»

Направление подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ:

Заведующий кафедрой _____

подпись

Захаренко Владимир Андреевич

« ____ » _____ 2020 г.

# ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Мониторинг систем электроснабжения зданий

тема работы

Шифр МР-02068999-47-04-00.00.000 ПЗ

Студент ЭНм-181 Глушаков А.А. _____ _____
группа ФИО подпись дата

Руководитель Сурков А.Ю. _____ _____
ФИО подпись дата

Консультант Лобов Д.Г. _____ _____
ФИО подпись дата

Нормоконтролер Вальке А.А. _____ _____
ФИО подпись дата

Омск 2020

**ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»**

Кафедра «ЭЛЕКТРОНИКА»

**УТВЕРЖДАЮ:**
Заведующий кафедрой «Электроника»,
д.т.н., профессор
_____ Захаренко В.А.
«_____» _____ 2020 г

# ЗАДАНИЕ

## на выпускную квалификационную работу

Студенту Глушакову Александру Андреевичу

Группа ЭНм-181
Направление подготовки «Электроника и наноэлектроника»
Код квалификации 11.04.04 Квалификация магистр

Тема ВКР: Мониторинг систем электроснабжения зданий

Руководитель**:** Сурков Андрей Юрьевич _____
должность, уч.степ., звание Ф.И.О. (подпись)

Срок сдачи полностью оформленной работы на кафедру «___»_____ 2020 г.
Задание на ВКР (перечень вопросов для разработки): _____
1. Оценка параметров качества электропитания
2. Анализ данный полученных в процессе работ выполненных на объектах УФССП России по Омской области.
3. Разработка технического задания на создание программного обеспечения для мониторинга систем электроснабжения зданий и контроля качества потребляемой электроэнергии.

Задание консультанта по спецразделу _____

Перечень графического (формат А1) или иллюстрационного материала:

Задание принял к исполнению_____ _____
Ф.И.О. (подпись)

## Аннотация

В данной магистерской работе, рассматривается применение измерительных преобразователей серии АЕТ и АЕМТ, с точки зрения рядового конечного пользователя. При написании, использовались данные полученные при оперативном мониторинге объектов УФССП России по Омской области. Мониторинг проводится с 2018 года до текущего момента. Результатом проводимого мониторинга является разработанное техническое задание, на создание нового программного обеспечения, которое положительно повлияет на процедуры сбора, обработки и формализации, полученных данных в виде готовых отчетов. Та же будет повышена скорость реакции конечного потребителя, на изменения параметров потребляемой электроэнергии, что благотворно скажется на безопасности на объектах и способствует повышению показателей отказоустойчивости как технологических процессов так и информационной инфраструктуры.



## Annotation

In this master's work, the use of measuring transducers of the AET and AEMT series is considered, from the point of view of the ordinary end user. When writing, we used the data obtained from the operational monitoring of the objects of the Bailiff service of Russia in the Omsk region. Monitoring is carried out from 2018 to the current moment. The result of the monitoring is the developed terms of reference for the creation of new software that will positively affect the collection, processing and formalization of data received in the form of ready-made reports. The same will increase the speed of reaction of the end user to changes in the parameters of the consumed electricity, which will have a beneficial effect on the safety at the facilities and will increase the fault tolerance of both technological processes and information infrastructure.

## Содержание

Введение ..... 5
Глава 1 ..... 7
1.1 Качество электроэнергии ..... 7
1.2 Методы повышения качества электроэнергии ..... 12
Глава 2 ..... 13
2.1 Обследование объектов УФССП России по Омской области ..... 13
2.2 Обследование объекта адресу: ул. Ялтинская, д. 47. ..... 14
2.3 Обследование объекта по адресу: пр.Мира, стр. 74 ..... 28
2.4 Обследование объекта по адресу: ул. 1-я Затонская, стр. 17 ..... 49
2.5 Обследование объекта по адресу: ул. Лагоды, стр. 1д ..... 62
2.5 Обследование объекта по адресу: с.Азово ул.Советская, стр. 30 ..... 73
Глава 3 ..... 76
3.1 Описание бизнес процесса ..... 78
3.2 Особенности эксплуатации ..... 80
3.3 Недостатки аппаратной части ..... 82
3.4 Техническое задание на разработку ПО ..... 85
Заключение ..... 92
Список литературы ..... 93
Приложение А ..... 95
Приложение Б. ..... 96

# Введение

Характеристики качества электроэнергии отличаются от характеристик качества других товаров и услуг. Качество электроэнергии проявляется через качество работы электроприёмников. От него зависит, не только безопасность потребителя, но и стабильность его работы. Основными характеристиками электроэнергии являются надежность и качество. Качество электроэнергии (качество напряжения) регламентируется ГОСТ 32144-2013. Надежность электроэнергии нормируется на основании ПУЭ-7 п.1.2.17-1.2.21.

Под термином "качество электроэнергии" понимается соответствие основных параметров энергосистем установленным нормам производства, передачи и распределения электроэнергии. Мониторинг параметров регламентированных в ГОСТ 32144-2013 производится с помощью различной измерительной аппаратуры и программно-аппаратных комплексов.

Основные требования, к системам измерения мониторинга качества электроэнергии, регламентируются ГОСТ 33073-2014. Настоящий стандарт устанавливает основные положения по организации и проведению мониторинга качества электроэнергии в электрических сетях потребителей электроэнергии в целях наблюдения, для оценки и управления качеством электроэнергии.

Предметом исследования являются: процедура и механизм контроля качества получаемой электроэнергии на объектах конечного потребителя. Обзор состояния инфраструктуры исследуемых объектов и качество электроэнергии получаемой на данных объектах.

Целью данной работы является: модернизация процедуры контроля качества электроэнергии, и управление надежностью механизма электроснабжения объектов. Конкретизация поставленной цели отражена в следующих задачах:

- Проведение анализа качества получаемой электроэнергии на объектах УФССП России по Омской области.
- Выработка прикладных решений по повышению качества получаемой электроэнергии на объектах УФССП России по Омской области.
- Выработка технического задания на модернизацию прикладного программного обеспечения измерительного преобразователя.
- Объектом исследования являются: несколько подразделений УФССП России по Омской области. Выбор обусловлен, наличием множества территориальных подразделений и высокоразвитой информационной инфраструктурой данных объектов. Критериями выбора объектов для проведения исследовательской работы являются:
- Высокая нагрузка, со стороны потребителя на сети электроснабжения.
- Наличие потребителей вносящих различные низкочастотные помехи в сети электроснабжения и медленные изменения.
- Наличие нарушений связанных с качеством систем электрораспределения на стороне потребителя.

Требования к используемым средствам измерения: используемые средства измерения и программно-аппаратные комплексы соответствуют ГОСТ 30804.4.30-2013 и ГОСТ 32144-2013. Средства измерения предназначены для установки в местах, где визуальное считывание информации невозможно или нецелесообразно.

# Глава 1

## 1.1 Качество электроэнергии

Термин «качество электроэнергии» в ГОСТ 30804.4.30-2013 определяется как набор параметров, определяющих параметры качества электроэнергии, доставляемой потребителю в нормальных условиях работы, с точки зрения бесперебойности и характеристик напряжения (симметрии, частоты, амплитуды, формы). В ГОСТ 32144-2013, качество электроэнергии определяется как «степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы, совокупности нормированных показателей качества электроэнергии». Как следует из этих определений, понятие «качество электроэнергии» включает в себя все аспекты электроснабжения. Составляющие качества электроэнергии могут быть разделены на 3 категории:

- Стабильность напряжения;
- Бесперебойность подачи питания;
- Форма напряжения.

На основании этой классификации определены два критерия оценки качества электроэнергии.

Первый предполагает большую важность стабильности амплитуды напряжения, то есть предотвращение провалов и выбросов напряжения, повышенного и пониженного напряжения.

Второй критерий предполагает наибольшую важность бесперебойности электроснабжения.

Системы бесперебойного электроснабжения классифицируются по схемам подключения к потребителям электроэнергии, разделению их по роду тока,

перерывах в электроснабжении (время реакции), типу коммутационной аппаратуры и так далее, регулируется ГОСТ 27699-88.

Согласно ГОСТ 32144-2013 основными измеряемыми характеристиками электроэнергии являются:

- Медленные изменения напряжения (более 1 мин);
- Значение основной частоты электропитания;
- Колебания напряжения и фликер;
- Несинусоидальность напряжения;
- Несимметричность напряжений в трехфазных системах;
- Случайные события.

Для анализа, контроля и управления качеством электроэнергии необходима, оценка показателей, установленная таким образом, чтобы качество можно было измерить, сравнить и оценить доступным образом, его влияние на электрооборудование. Согласно приказу Ростехнадзора от 10.07.2017 N 254 (ред. от 14.02.2019) и части 2-ой РД 153-34.0-15.502-2002, анализ качества электрической энергии проводят при наличии претензий или замечаний от потребителей, а также в случае выявления несоответствий ГОСТ 32144-2013, при проведении различных мероприятий, таких как:

- Диагностический контроль;
- Инспекционный контроль;
- Оперативный контроль;
- Коммерческий контроль;
- Технологический контроль.

**Диагностический контроль качества электроэнергии** − основной целью, является контроль на границе раздела электрических сетей потребителя и элек-

троснабжающей организации, обнаружение «виновника» ухудшения качества электроэнергии, нормализация качества электроэнергии.

**Инспекционный контроль качества электроэнергии** – осуществляется органами сертификации для получения информации о состоянии сертифицированной электроэнергии в электрических сетях электроснабжающей организации, о соблюдении условий и правил применения сертификата, с целью подтверждения того, что качество электроэнергии в течение времени действия сертификата продолжает соответствовать установленным требованиям.

**Оперативный метод контроля качества электроэнергии** – необходим в условиях эксплуатации в точках электрической сети, где имеются и в ближайшей перспективе не могут быть устранены искажения напряжения. Результаты оперативного контроля должны поступать по каналам связи на контрольные пункты электрической сети электроснабжающей организации и системы электроснабжения потребителя.

**Коммерческий метод контроля качества электроэнергии** – подразумевает осуществление учета на границе раздела электрических сетей потребителя и электроснабжающей организации и по результатам его определяются скидки (надбавки) к тарифам на электроэнергию за ее качество.

**Технологический метод контроля качества электроэнергии** – это контроль, допускающий снижения требований к погрешности и длительности по сравнению с требованиями ГОСТ 32144-2013.

На данный момент для контроля качества электроэнергии применяются различные аппаратные и программно-аппаратные комплексы. Основой данных комплексов является – измерительный преобразователь. Согласно РМГ 29-2013 ГСИ, измерительный преобразователь – это техническое средство, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или сигнал измерительной информации, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразо-

ваний, индикации или передачи и имеющее нормированные метрологические характеристики. Условно разделяются на несколько типов.

- Первый позволяет производить измерения качества потребляемой электроэнергии здесь и сейчас, путем измерения и фиксации полученных параметров на текущий момент. Зачастую в данных комплексах, отсутствует функционал, сохранения полученных данных для дальнейшей обработки. Применяется в основном для проведения технологического контроля.
- Второй позволяет производить измерения качества потребляемой электроэнергии, на ответственных узлах и объектах в долгосрочной перспективе с периодическим съёмом и обработкой полученных данных. Применяется в качестве регистратора данных на узлах и объектах не несущих жизненно важных функций. Так же, может применяться в качестве регистратора аварийных событий.
- Третий позволяет не только производить измерения качества потребляемой электроэнергии, но и передавать полученные данные с минимальными задержками по интерфейсам RS-485 и Ethernet. Могут быть оснащены внешними устройствами вывода и отображения информации. Применяются для проведения любых видов контроля. При использовании в составе программно-аппаратных комплексов, позволяют вести оперативное наблюдение и статистическую обработку полученных данных за длительные периоды, для выявления негативных трендов и событий.

На данный момент рынок измерительных преобразователей наполнен моделями всех трех типов с параметрами укладывающимися в ГОСТ 30804.4.7-2013. Основными различиями являются алгоритмы обработки первичных значений измеряемых величин и частота обработки сигналов. Основными поставщиками измерительных преобразователей принято считать следующие предприятия:

- Компания «ПАРМА» - Санкт-Петербург.
- «Metrel d.d. »- Словения.

- «Fluke» - США.
- «Hioki» Япония.
- ОАО «Электроприбор» - Чебоксары.
- ООО « ГП «Алекто» - Омск.
- «SONEL» - Польша.
- «Kyoritsu» - Япония.

Основными функциональными характеристиками современных измерительных преобразователей, которым соответствует, большинство представленных на рынке моделей являются:

- Возможность перенастройки, для приведения параметров в соответствие с действующими (применяемыми) стандартами на нормы качества электроэнергии;
- Высокая частота обработки данных;
- Online доступ к измеряемым величинам для визуального контроля;
- Интерфейс Ethernet;
- Интерфейс RS-485;
- Удаленное конфигурирование;
- Защита от несанкционированного доступа;
- Использование в режиме неразрушающего контроля;
- Внесение в Государственный реестр средств измерений РФ;
- Монтаж на 35-мм DIN-рейку;
- Высокий межповерочный интервал.

## 1.2 Методы повышения качества электроэнергии

Существует несколько способов повышения показателей качества электроэнергии:

- Уменьшение сопротивлений элементов системы электроснабжения;
- Изменение напряжений симметричных составляющих;
- Ограничение токов симметричных составляющих основной и высших гармонических частот в местах их возникновения;
- Компенсация посадок напряжения.

**Первый** способ заключается в использовании установок продольной компенсации реактивной мощности, быстродействующих токоограничивающих устройств. Эти способы позволяют осуществить параметрическую стабилизацию режима напряжений, но не устраняют несимметричность токов и несинусоидальность напряжения.

**Второй** способ – использование фазосдвигающего трансформатора, путём создания симметричной системы напряжений на зажимах многофазного электроприемника, подключенного к несимметричной системе. Его реализация, как правило, сопряжена со значительными затратами и ограничивается индивидуальными электроприемниками. При этом несимметричность входных токов и напряжений не устраняется.

**Третий** способ - заключается в использовании установок, поперечной компенсации реактивной мощности, путем изменения эквивалентного сопротивления нагрузки. Принципиальное отличие этого способа от двух предыдущих заключается в том, что его использование устраняет причину возникновения несимметричности (токов), а не ее следствие (напряжение).

**Четвертый** способ - для защиты маломощных потребителей ответственного назначения целесообразно применение автономных преобразователей.

# Глава 2

## 2.1 Обследование объектов УФССП России по Омской области

В следствии, получения многочисленных жалоб на качество электроэнергии и постоянные сбои в работе офисной и компьютерной техники, было принято решение провести диагностический контроль качества электроэнергии. Для проведения мониторинга был выбран многофункциональный преобразователь АЕТ421-11СЕ с выносными сенсорами тока. Выбор обусловлен тем, что производитель ГП «Алекто», расположен по месту проведения мониторинга. В качестве объектов мониторинга были выбраны:

- Объект по адресу: г. Омск, ул. Ялтинская стр. 47;
- Объект по адресу: г. Омск, Пр. Мира, стр. 74;
- Объект по адресу: г. Омск ул.1-я Затонская, стр. 17;
- Объект по адресу: г. Омск, ул. Лагоды , стр. 1д;
- Объект по адресу: Омская обл., с. Азово ул. Советская, стр. 30.

Все работы по монтажу многофункционального преобразователя, производились квалифицированным персоналом при, полном авторском надзоре. Для подключения многофункционального преобразователя, в режиме неразрушающего контроля использовались:

- Преобразователь АЕТ421-11СЕ/АЕМТ-С22-V44-1;
- Комплект разъемных измерительных трансформаторов тока до 100 А;
- Комплект зажимов силовых до 100 А;
- Подключение к ЛВС.

Блочная схема измерительного преобразователя в Приложении А.

## 2.2 Обследование объекта адресу: ул. Ялтинская, д. 47.

**Объект обследования:** Трехэтажное административное здание по адресу г. Омск ул. Ялтинская, д. 47 (рис. 1).

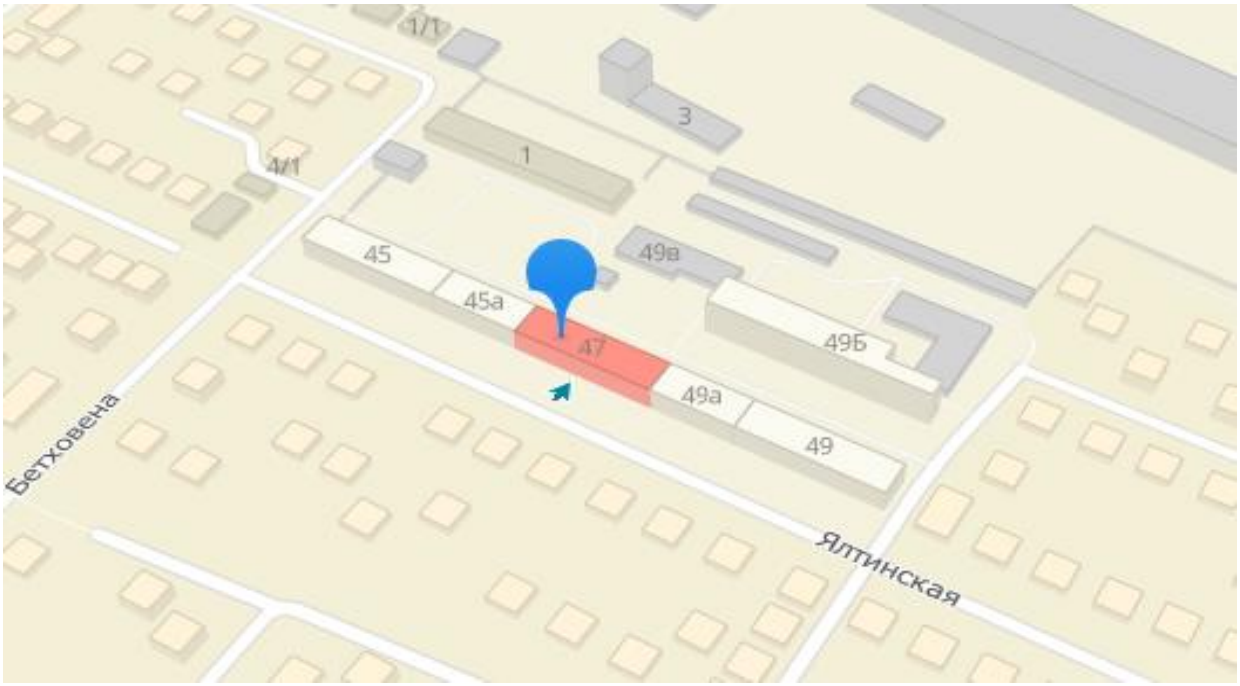



Рисунок 1. - Здание по адресу: ул. Ялтинская, д. 47.

**Сложности объекта:** Кроме обследуемого объекта к распределительному шкафу подключены еще 5 объектов, часть помещений административного здания по адресу ул. Бетховена стр.1 и 4 жилых здания по адресу ул. Ялтинская 45, 45а, 49, 49а.

**Объект запитан от**: Распределительного шкафа РП-15, находящегося в 60 метрах от вводного шкафа объекта. Распределительный шкаф запитан кабелем АВБбШв 4х70 (около 400 метров) от подстанции элеватора (ОАО «Омскхлебопродукт»).

**Период наблюдения:** Октябрь 2018 – Настоящее время.

На вводе в здание, был установлен многофункциональный преобразователь АЕТ421-11СЕ с комплектом разъемных измерительных трансформаторов тока. Измеренные преобразователем параметры трехфазной сети записывались на

компьютер в режиме реального времени. Результаты измерений представлены на графиках, представленных ниже.

Основное, что видно на данных графиках – провалы по напряжению одновременно по трем фазам (рис. 2-4). Характер нагрузки при этом не меняется, что говорит о внешнем влиянии.

Рисунок 2. - График от 25.09.2018.

Из представленных графиков, так же видно что, в разные дни провалы напряжения по всем трем фазам – $\Delta U = 10 \div 15$ В. В часы минимальной нагрузки на линии (утро-вечер) напряжение с 235 В падает до 220 В, но в рабочие часы напряжение с 225 В падает ниже 207 В (нижний порог допустимого напряжения в сети с номинальным напряжением 230 В - ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения»).

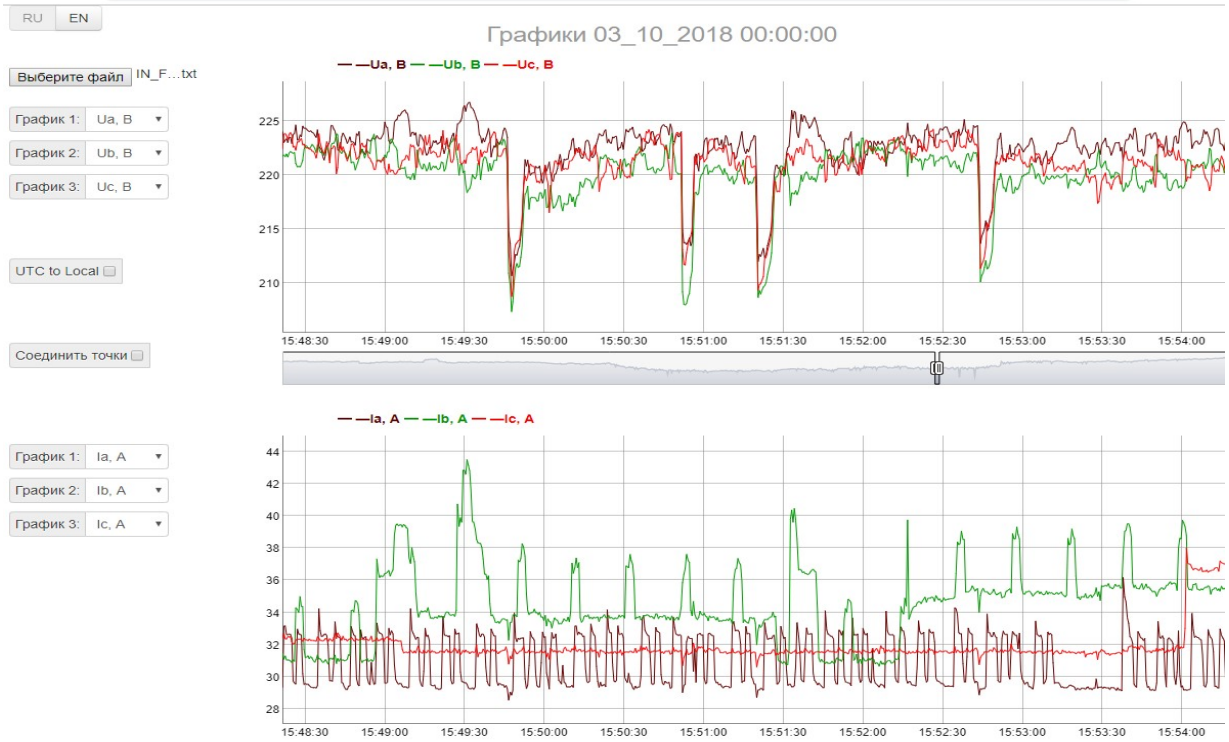



Рисунок 3. - График от 03.10.2018.

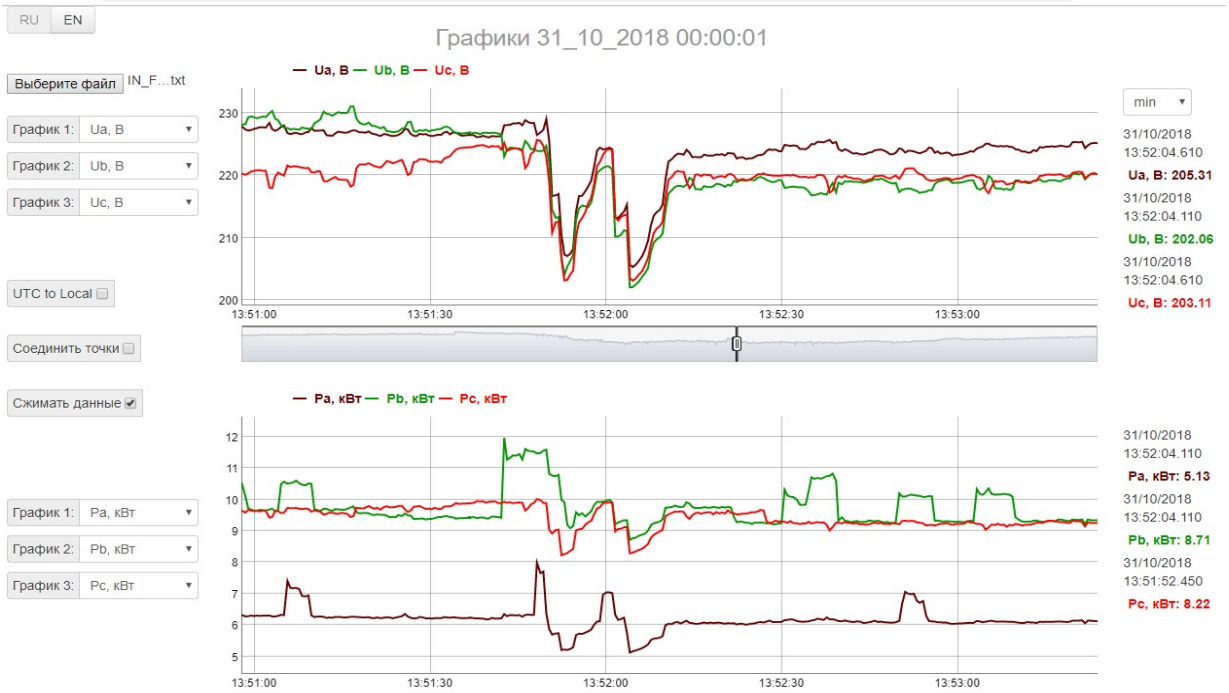



Рисунок 4. - График от 31.10.2018.

На следующем графике (рис. 5) видна нелогичность поведения напряжения по фазам при различной загрузке фаз. При равной нагрузке по фазам (период времени до 11:14:00) напряжение фазы "С" отличается от напряжения фазы "А" на

15 В, а от фазы "В" – на 20 В. Дальнейшие изменения характера нагрузки не приводят к существенному изменению значений напряжений по фазам.

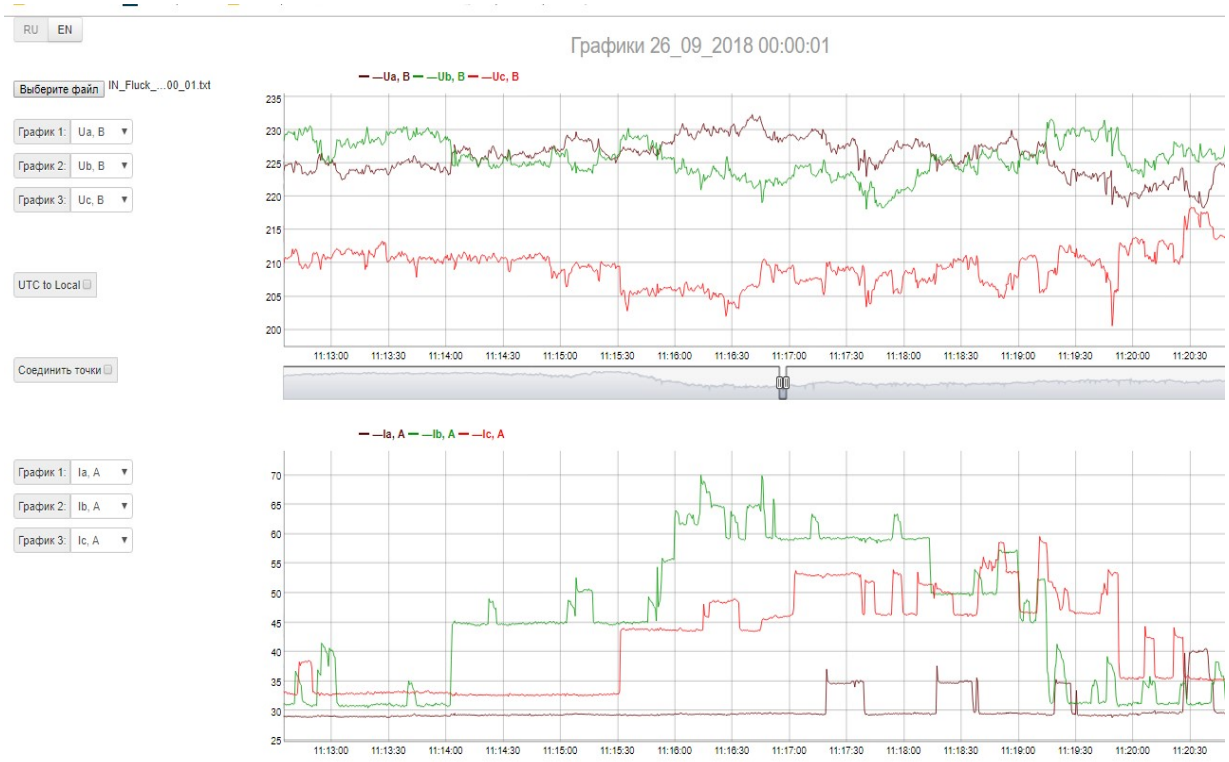



Рисунок 5. - График от 26.09.2018.

В период максимальной нагрузки (период времени с 11:15 до 11:20) напряжение фазы "С" падает ниже 207 В (нижний порог допустимого напряжения в сети с номинальным напряжением 230 В - ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения»).

На следующем графике (рис. 6) хорошо видно изменение значения напряжения фазы "С" (падение напряжения на 10 В) при отсутствии изменений характера нагрузки.

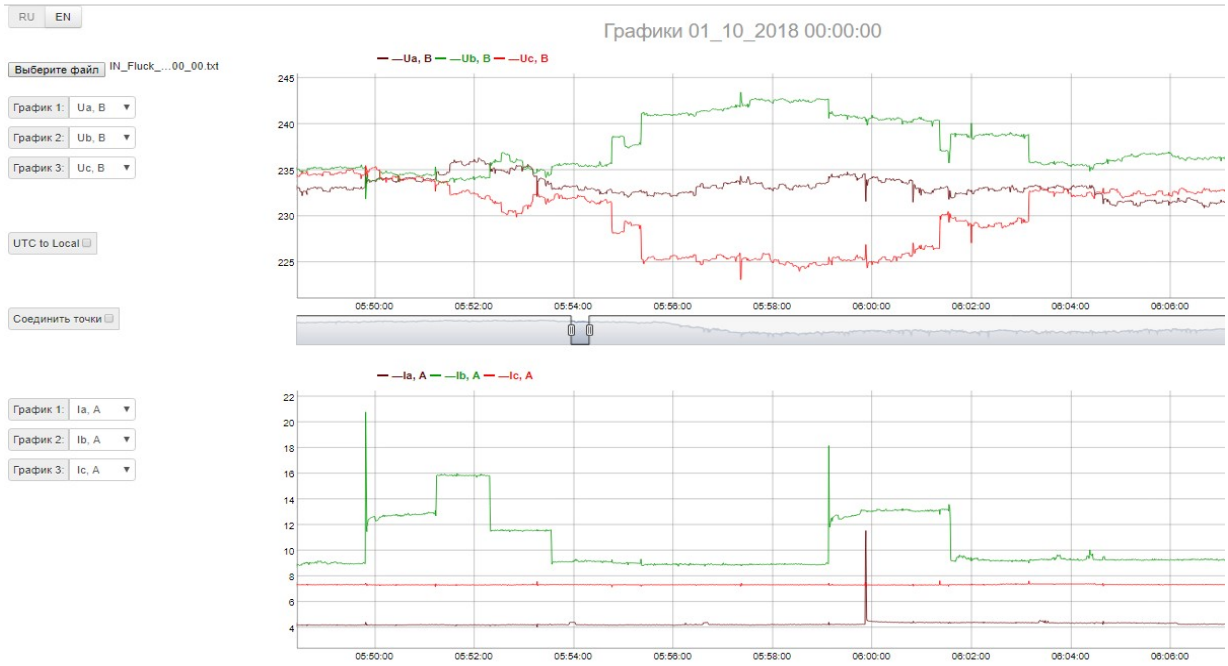



Рисунок 6. - График от 01.10.2018.

На следующем графике (рис. 7) хорошо видно изменение значения напряжения фазы "С" (падение напряжения на 10 В) при отсутствии изменений характера нагрузки.

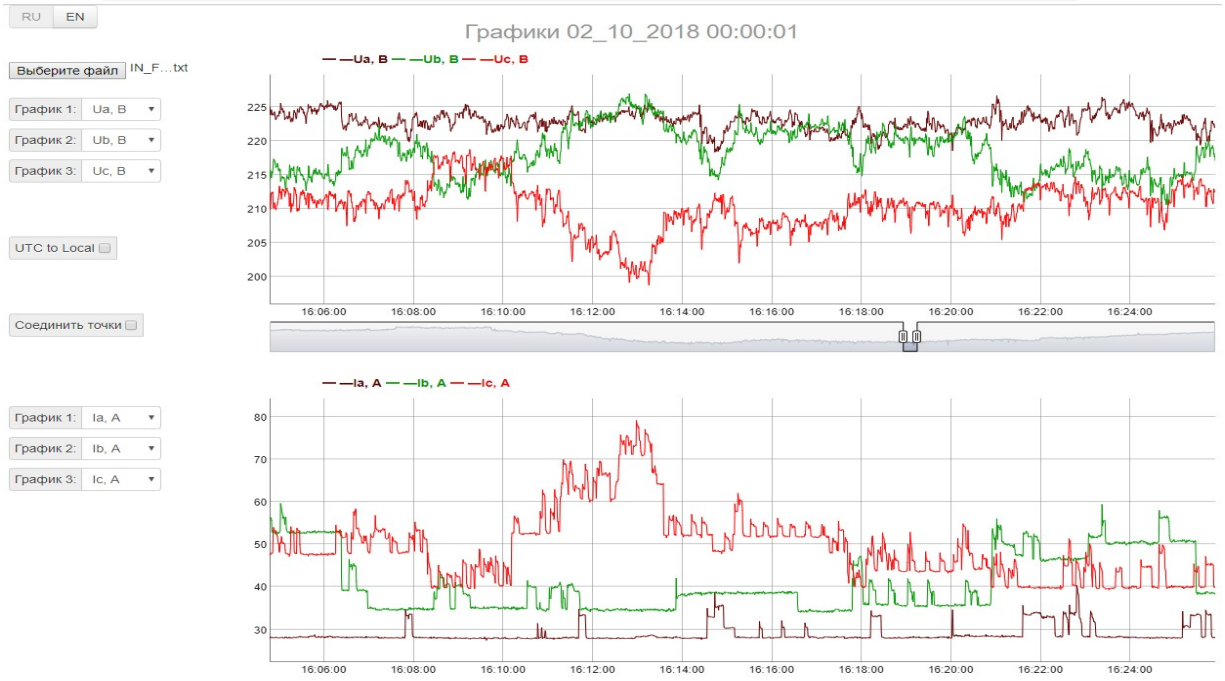



Рисунок 7. - График от 02.10.2018.

Из графиков (рис. 7) видно, что при изменении тока нагрузки по фазе "С" на 35 А (в период времени с 16:09 до 16:13) напряжение падает на 15 В – это 6,5% от

номинального напряжения 230 В. Напряжение фазы "С" падает ниже 207 В (нижний порог допустимого напряжения в сети с номинальным напряжением 230 В - ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения»). Это происходит при существенном увеличении нагрузки фазы «С» самого объекта. Прослеживается «зеркальная» зависимость величины напряжения по фазам «В» и «С», что является признаком проблем с нейтральным проводом или высокого сопротивления проводов (контактных соединений). Для проверки этих предположений осуществлены расчеты.

Используя полученные данные, был проведен расчет допустимого падения напряжения. Согласно СП 31-110-2003 "Суммарные потери напряжения от шин 0,4 кВ ТП до наиболее удаленного осветительного прибора общего освещения в жилых и общественных зданиях не должны, как правило, превышать 7,5 %". Причем, из них 3,5-5% – на участке от ТП до ВРУ, и 1-2,5% – на участке от ВРУ до самого удаленного потребителя.

Согласно ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения», номинальное напряжение трехфазных четырехпроводных систем должно составлять 230/400 В, и при нормальных условиях напряжение питания не должно отличаться от номинального напряжения больше чем на ±10%. От РП-15, расположенной на расстоянии 60 м, электроэнергия поступает по кабельной линии, состоящей из кабеля АВБбШв 4х70:

| | |
|---|---|
| Сечение жилы | 70 мм2 |
| Номинальное напряжение | 0,66 кВ |
| Допустимый ток при прокладке в земле | 184 А |
| Активное сопротивление жилы | 0,46 Ом/км |
| Удельное индуктивное сопротивление одной жилы | 0,026 Ом*мм2/м |

Из графиков измеренных параметров сети возьмем значения для расчета падения напряжения в данном кабеле.

1. Усредненные величины напряжения и мощности по фазам в период минимальной нагрузки:

Ua = 232,5 В Pa = 0,63 кВт

Ub = 231,1 В Pb = 2,21 кВт

Uc = 233,9 В Pc = 1,42 кВт

2. Усредненные величины напряжения и мощности по фазам в период работы учреждения (время с 9:00 до 18:00):

Ua = 231,7 В Pa = 5,9 кВт ΔUa = 0,8 В (0,3%) ΔUa(расч) = 0,70 В

Ub = 227,7 В Pb = 9,57 кВт ΔUb = 3,4 В (1,49%) ΔUb(расч) =1,16 В

Uc = 224,3 В Pc = 9,49 кВт ΔUc = 9,6 В (4,28%) ΔUc(расч) = 1,17 В

3. Усредненные величины напряжения и мощности по фазам в период максимальной нагрузки:

Ua = 230,6 В Pa = 11,17 кВт ΔUa = 1,9 В (0,8%) ΔUa(расч) = 1,34 В

Ub = 211,9 В Pb = 16,31 кВт ΔUb = 19,2 В (9,1%) ΔUb(расч) =2,12 В

Uc = 204,9 В Pc = 19,79 кВт ΔUc = 29,0 В (14,2%) ΔUc(расч) = 2,67 В

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что падение напряжения на линии от РП-15 до потребителя по фазам “B” и “C” в период работы учреждения находятся в пределах допустимых 5%, но превышает расчетные значения для данного типа кабеля. В период максимальной нагрузки падение напряжения по фазам “B” и “C” превышает допустимые 5% и значительно отличается от расчетных для данного типа кабеля.

Для дальнейшего обследования было принято решение установить еще один многофункциональный преобразователь АЕТ421-11СЕ с комплектом разъемных измерительных трансформаторов тока, на подстанции (ведомство ОАО «Омск-

хлебопродукт», назначение - элеватор). Оба преобразователя (на выводе с подстанции и на вводе в административное здание) были синхронизированы по RTC (часы реального времени).

На приведенных ниже графиках следует обратить внимание на различие в поведении напряжений на выходе с подстанции (рис.8) и напряжений на вводе в административное здание (рис. 9).

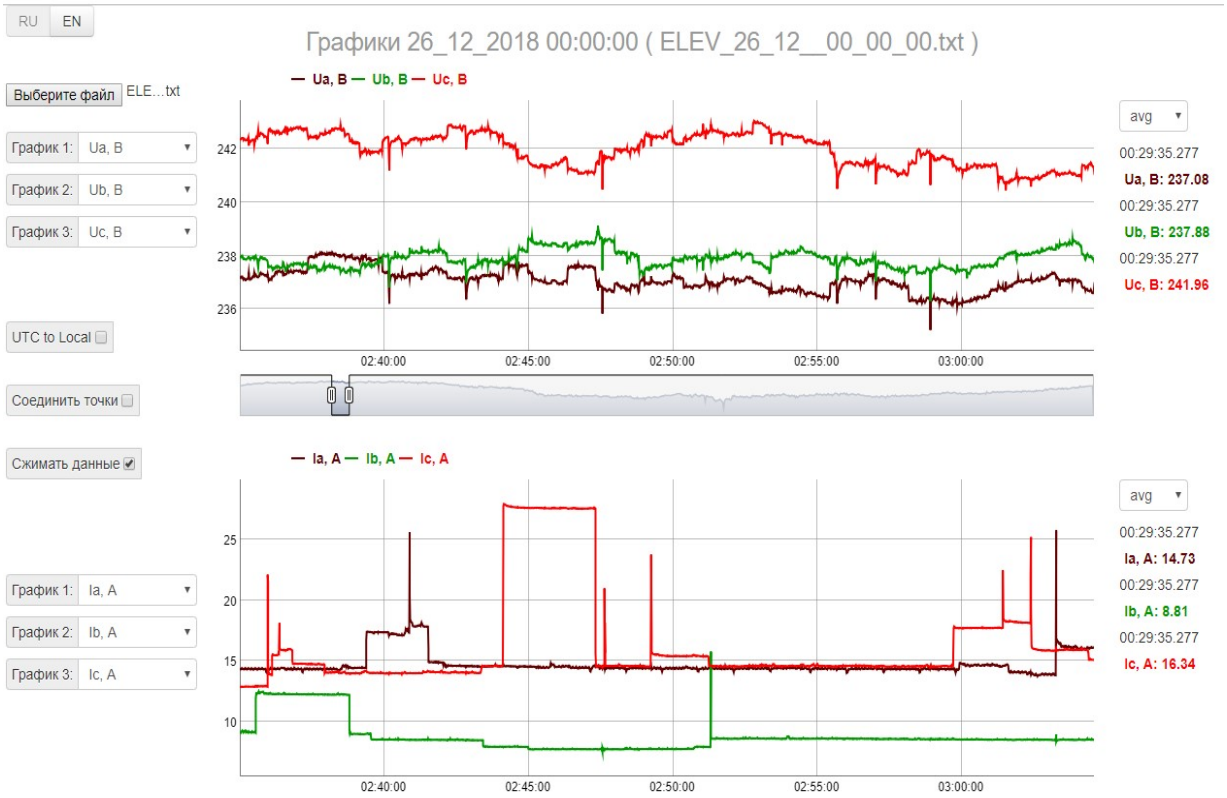



Рисунок 8. - График от 26.12.2018 (сторона элеватор).

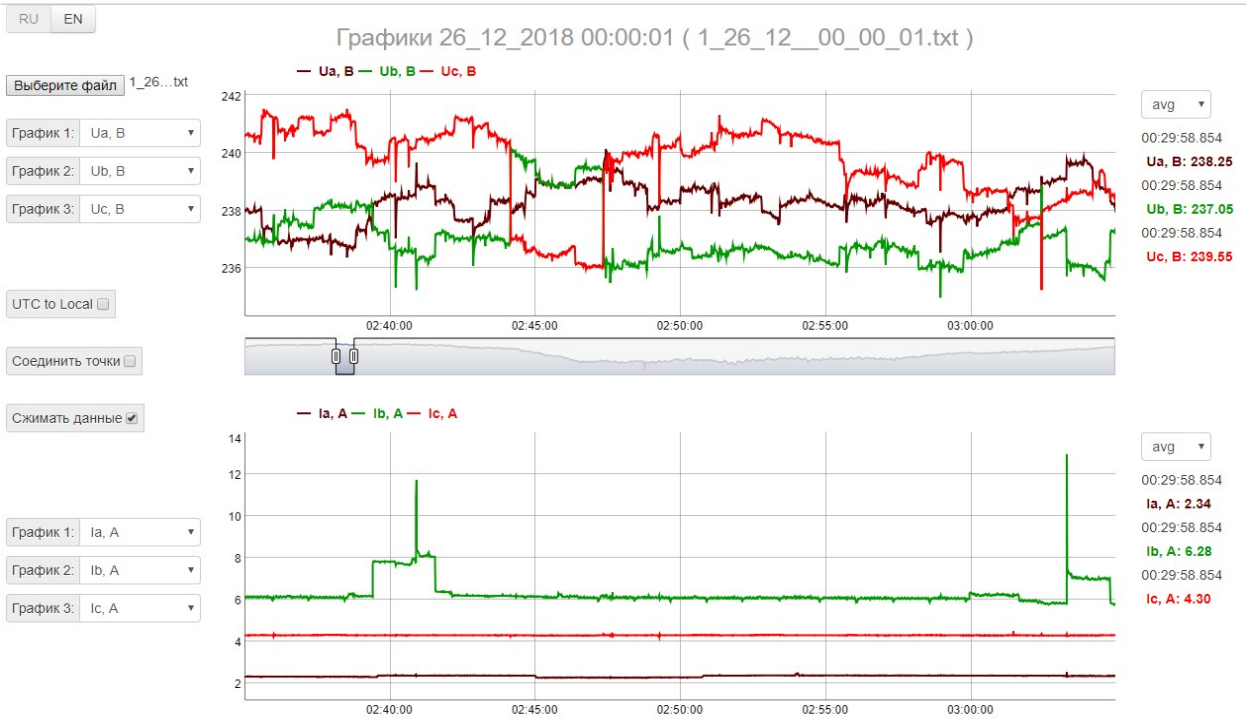



Рисунок 9. - График от 26.12.2018 сторона объект.

При анализе данных полученных, с двух синхронизированных преобразователей (рис. 10-11), установлено, что фазы на выводе с РП-15 и вводе в здание не совпадают, при этом чередование фаз правильное.

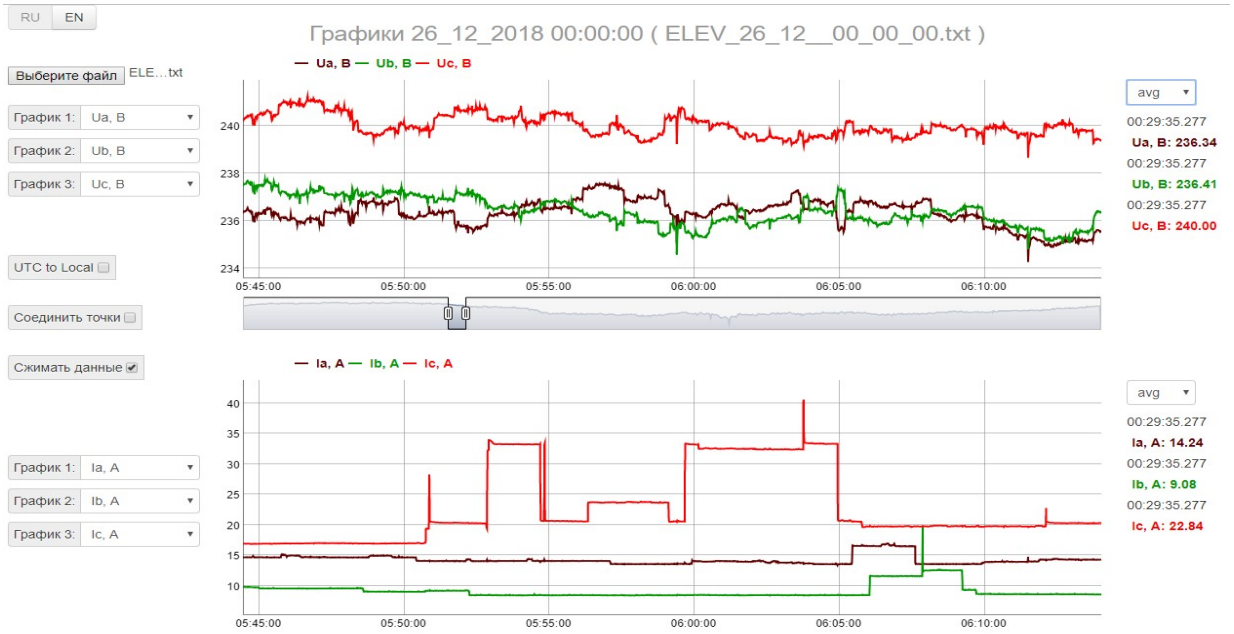



Рисунок 10. - График 26.12.2018 (сторона элеватор).

Фазы на вводе в здание были перекоммутированы для обеспечения достоверности получаемых данных. В период времени с 02:44 до 02:47 изменение

нагрузки на 13 А (с 15 А до 28 А) приводит к падению напряжения на входе кабеля на 1 В (с 242 В до 241 В), а на выходе кабеля - на 4 В (с 240 В до 236 В).

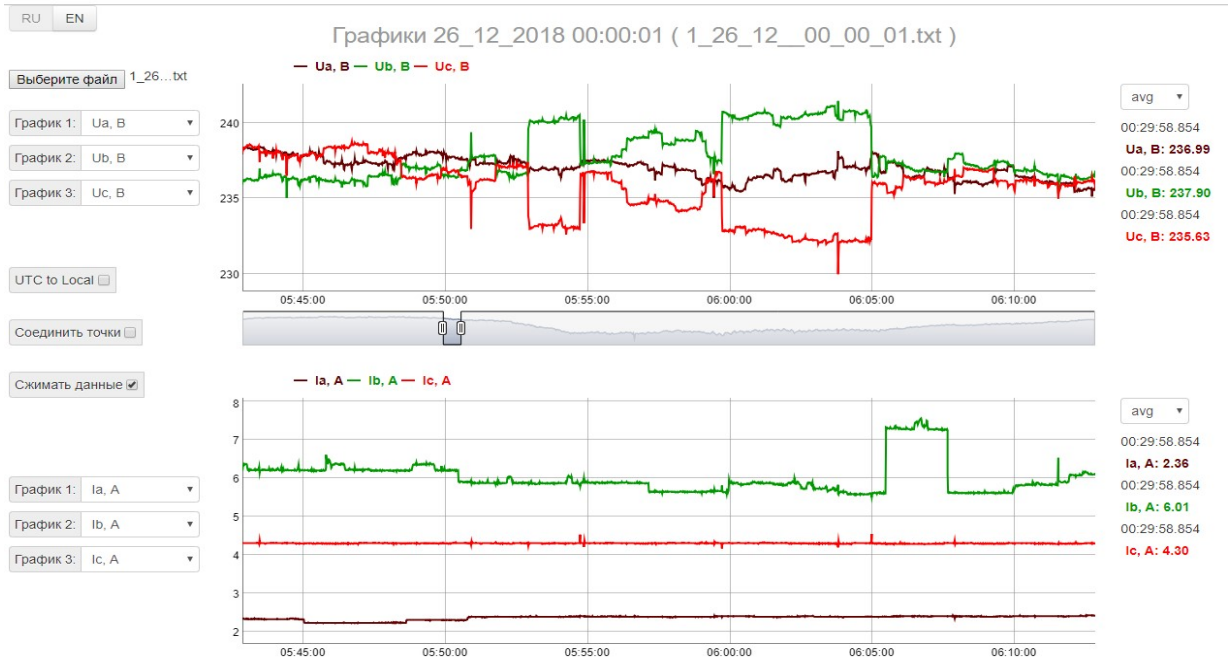



Рисунок 11. - График 26.12.2018 (сторона объект).

На русунке 12, в период времени с 05:52 до 05:54 изменение нагрузки на 13 А (с 20 А до 33 А) приводит к падению напряжения на входе кабеля на 0,5 В (с 240,7 В до 240,2 В), а на выходе кабеля - на 4 В (с 237 В до 233 В).

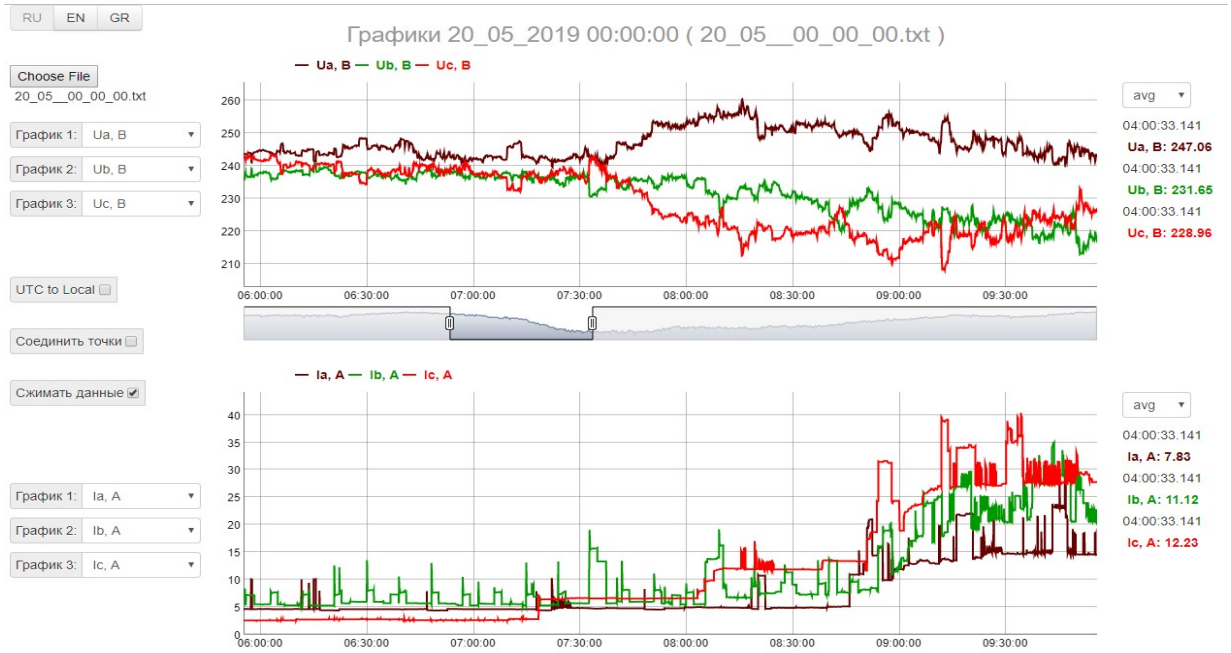



Рисунок 12. - График 20.05.2019.

На русунке 12 наблюдается сильная несимметричность токов и напряжений. В период времени с 07:30 до 08:00 при отсутствии изменений в характере нагрузки, образуется несимметричность напряжений фаз "A" и "C" (ΔU = 30 В). В период времени с 07:50 до 08:20 напряжение фазы "A" превышает 253 В (верхний порог допустимого напряжения в сети с номинальным напряжением 230 В - ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения»).

На русунке 13, в период времени с 11:59 до 12:48 напряжение фазы "A" неоднократно превышает 253 В (верхний порог допустимого напряжения в сети с номинальным напряжением 230 В - ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения»). Максимальное значение достигает 261,56 В.

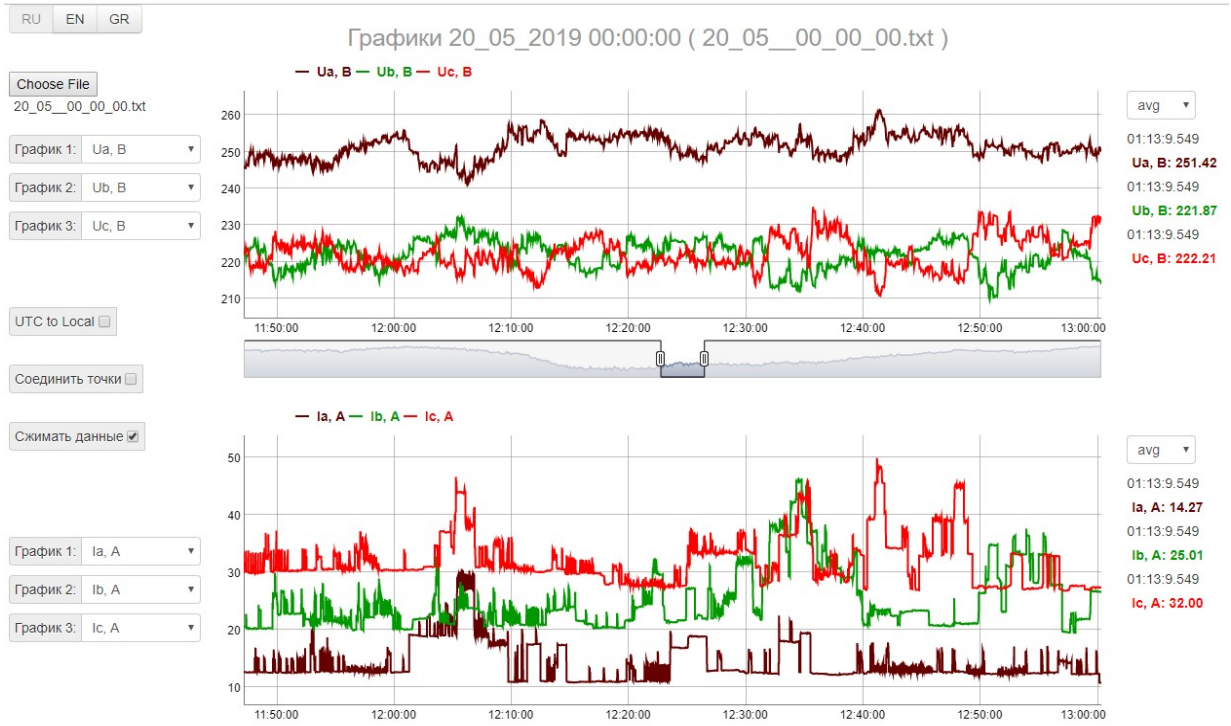


Рисунок 13 - График 20.05.2019.

На русунке 14, в период времени с 07:35 до 13:20 напряжение фазы "A" неоднократно превышает 253 В (верхний порог допустимого напряжения в сети с номинальным напряжением 230 В - ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения»). Максимальное значение достигает 261,21 В.

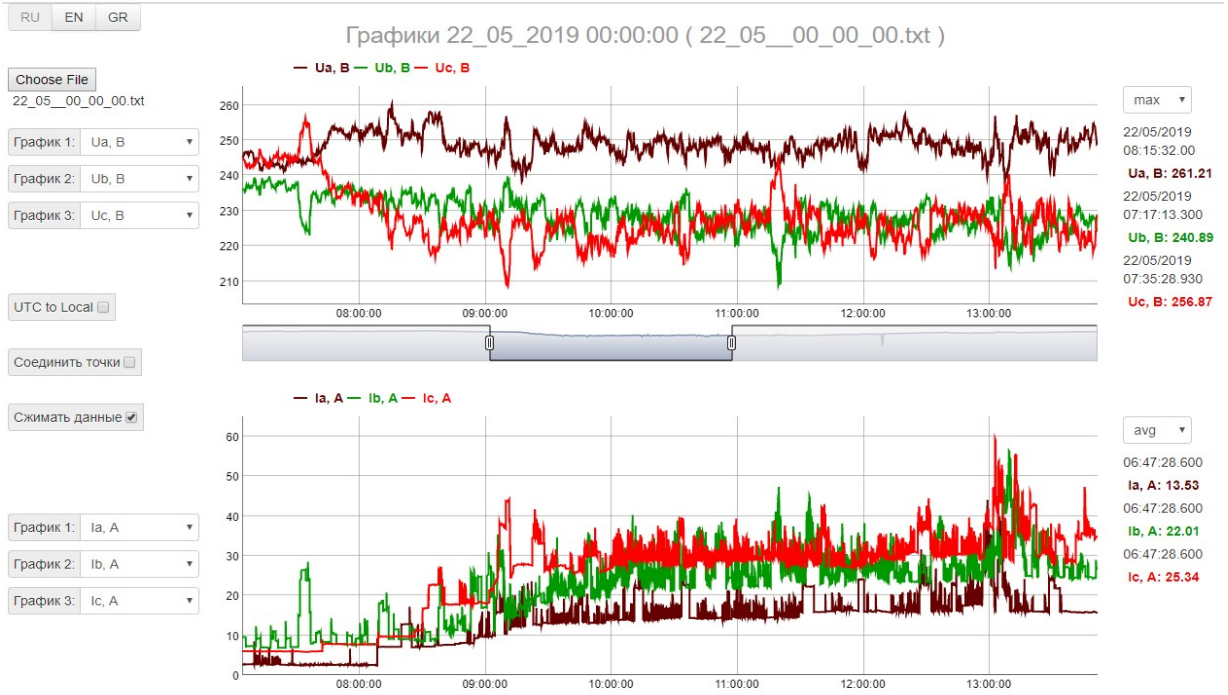



Рисунок 14. - График 22.05.2019.

На русунке 15, в период времени с 09:00 до 16:20 напряжение фазы "А" неоднократно превышает 253 В (верхний порог допустимого напряжения в сети с номинальным напряжением 230 В - ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения»). Максимальное значение достигает 264,72 В.

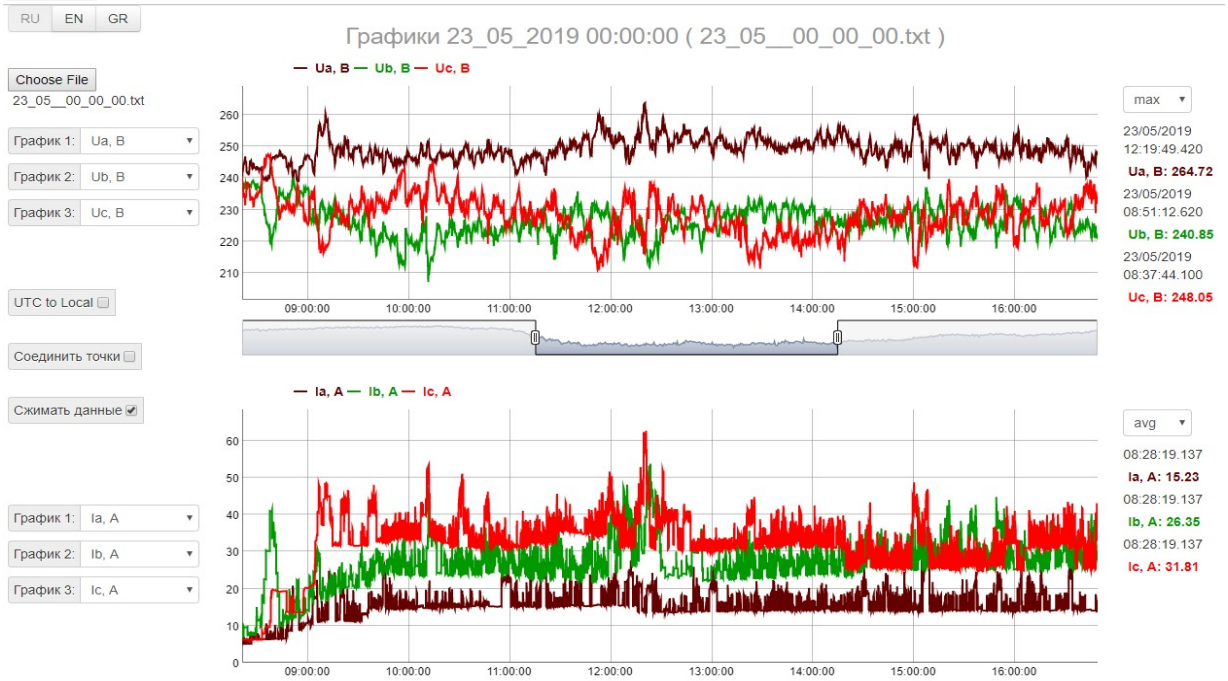



Рисунок 15. - График 23.05.2019.

Результат**:** Поведение напряжения на вводе в здание не соответствует поведению напряжения на выводе подстанции. Это может быть объяснено плохим состоянием (или полным отсутствием) нейтрального проводника в кабеле, идущем от подстанции до РП. А так же, состоянием соединений в РП-15.

Обследование подстанции ОАО «Омскхлебопродукт» показало, что ее состояние, несмотря на возраст, очень хорошее. Никаких проблем в распределительном устройстве, от которого запитано РП-15, не обнаружено.

Однако: именно из-за отсутствия нейтрального проводника в питающем кабеле, наблюдаются провалы напряжения порядка 10÷15 В на вводе в здание, при отсутствии собственного потребления. Отсутствие, нейтрального проводника, приводит к тому, что во время падения напряжения в одной из фаз в другой возникает скачок напряжения. В результате несимметричности напряжения у потребителя может привести к выходу из строя оборудования и созданию пожароопасной обстановки.

После обращения к собственнику, были проведены работы по устранению проблем в РП-15. Непосредственно на обследуемом объекте, был проведен комплекс мероприятий согласно СТО МИ 71.12.19, проведено перекоммутирование фаз на вводе в объект и распределение нагрузки по фазам внутри обследуемого объекта. Эти меры несколько улучшили обстановку на объекте, но радикальных изменений не произошло. Требуется замена питающего кабеля или установка трансформатора на РП-15.

Однако силами УФССП России по Омской области это провести невозможно.

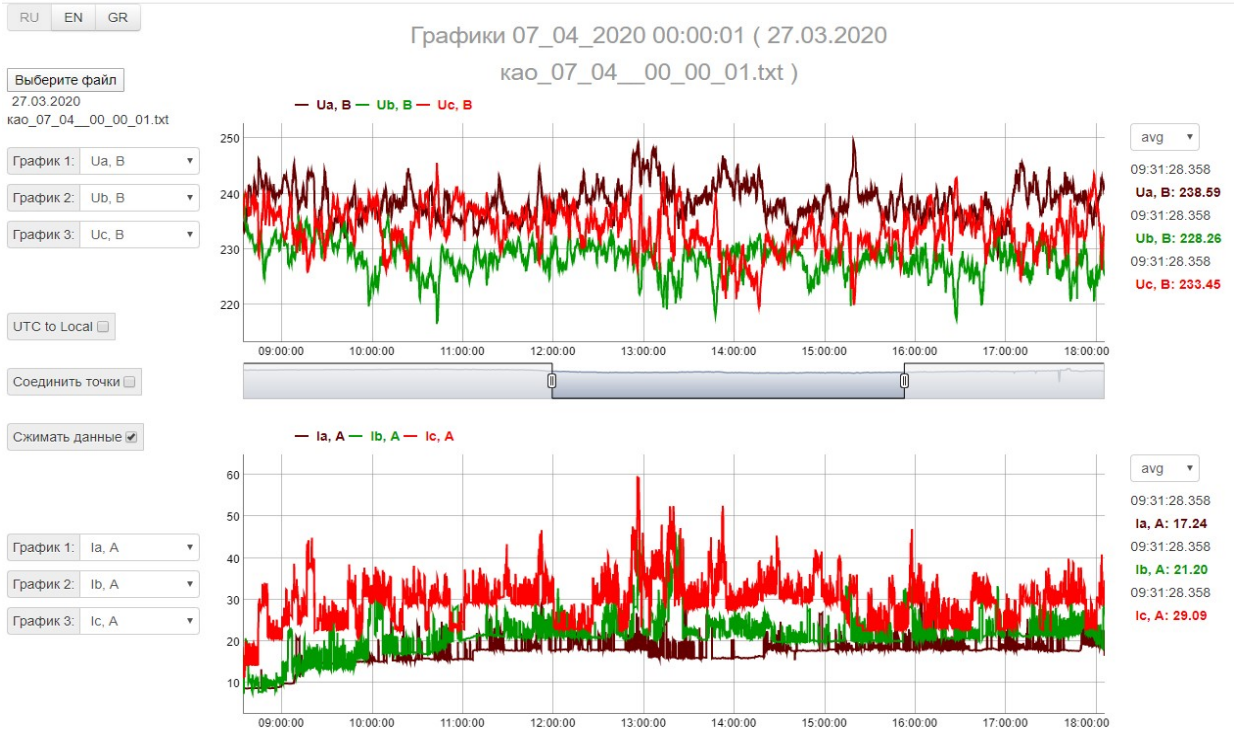



Рисунок 16. - График 07.04.2020.

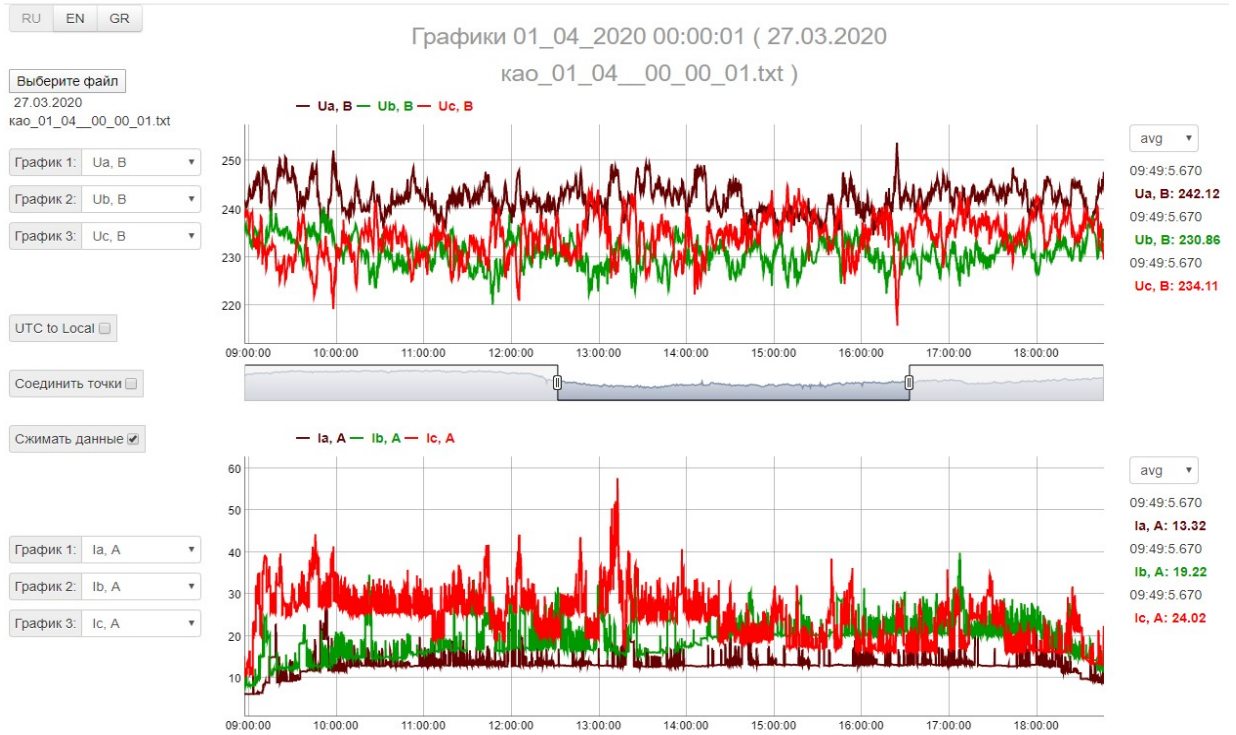



Рисунок 17. - График 01.04.2020.

На приведенных выше графиках (рис. 16-17) хорошо видно, что профилактические работы, проведенные электроснабжающей организацией, привели к уменьшению несимметричности напряжения в системе. Это положительно сказалось на работе электрооборудования клиента.

## 2.3 Обследование объекта по адресу: пр.Мира, стр. 74

**Объект обследования:** Двухэтажное отдельностоящее административное здание по адресу: г.Омск, пр.Мира, стр. 74 (рис. 18).

Рисунок 18. - Здание по адресу: пр. Мира, стр. 74.

**Сложности объекта:** Кроме обследуемого объекта к трансформаторной подстанции подключен объект Министерства образования Омской области по адресу: г. Омск, Пр.Мира, стр. 74а.

**Объект запитан от**: трансформаторной подстанции-1031, кабелем АСБ 3*70+1*35 длинной 240 метров. Распределительный щит и счетчик электроэнергии расположены в помещении объекта.

**Причина обследования**: выход из стоя оборудования связи, компьютерной техники, светотехнических изделий, выход из строя климатического оборудования.

**Период наблюдения:** Январь 2018 – Март 2019.

Схема установки измерительного преобразователя в Приложении Б.

На вводе в здание, был установлен многофункциональный преобразователь АЕТ421-11СЕ с комплектом разъемных измерительных трансформаторов тока. Измеренные преобразователем параметры трехфазной сети записывались на компьютер в режиме реального времени. Результаты измерений представлены на графиках, представленных ниже.

На русунке 19, в период времени с 18.00 до 18.25 наблюдается несимметричность напряжения фаз «В» и «С» при незначительном различии значений токов этих фаз. Несимметричность по фазам достигает 50 В. Величина напряжения фазы «В» на этом участке существенно превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»).

Рисунок 19. - График 29.01.2018.

Напряжение на фазе «А» выше, чем напряжение на фазе «С», при том, что ток фазы «А» почти в два раза выше, чем ток фазы «С». Значит, зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, несимметричность напряжений имеется со стороны электроснабжающей организации. Четко прослеживается зависимость напряжения фаз «В» и «С».

На русунке 20, в 05.53 часов наблюдается провал напряжения по фазам «А» и «В» при отсутствии изменений величин токов по этим фазам. В этот момент, происходит выброс напряжения по фазе «С» до значения 261,43 В. Величина напряжения фазы «С» на этом участке превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). Важно, что при этом никакого увеличения потребляемого тока по фазам «А» и «В» не происходит, что подтверждает наличие выброса со стороны электроснабжающей организации (до распределительного шкафа обследуемого объекта). Одновременно величина напряжения фазы «А» резко уменьшается. Несимметричность напряжения в момент времени составила 40 В, в то время как за минуту до этого составляла 10 В.

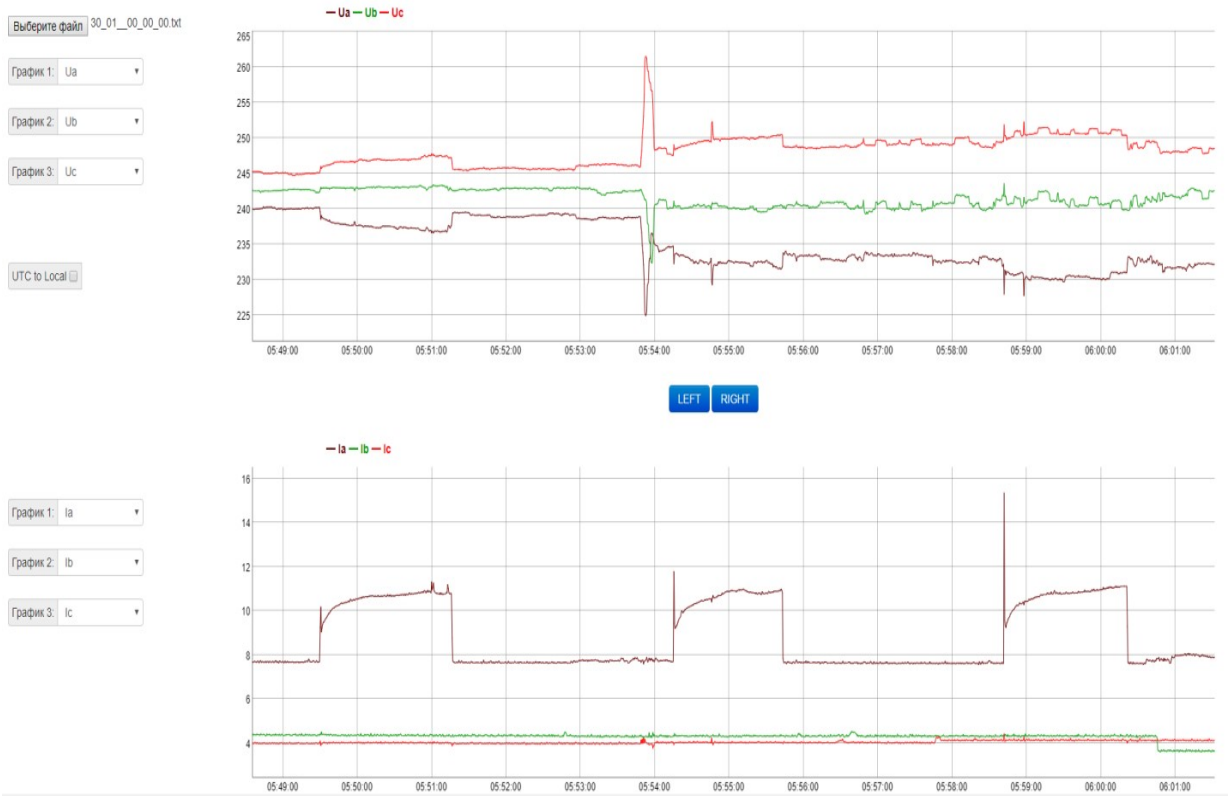


Рисунок 20. - График 30.01.2018.

Далее, на русунке 21, при отсутствии изменений значений токов по всем фазам увеличивается несимметричность напряжений по фазам. Примерно с 6:27 происходит снижение напряжения по фазе «В», сопровождающееся фактически зеркальным увеличением напряжения на фазе «С», при этом вновь никакого

изменения по величине тока со стороны потребителя не происходит. Четко прослеживается зависимость напряжения фаз «В» и «С».

Рисунок 21. - График 30.01.2018.

Обрабатывая данные за 01 февраля 2018г. (на рис. 22), в 06.06 часов наблюдается провал напряжения по фазам «А» и «С», совпадающий с повышением напряжения на фазе «В» при отсутствии изменений величин тока по этим фазам. Далее при отсутствии изменений значений токов по всем фазам увеличивается несимметричность напряжений по фазам.

Рисунок 22. - График 01.02.2018.

Далее, на русунке 23, в период времени с 06.45 до 06.55 наблюдается провал напряжения по фазе «В» при отсутствии изменений величины тока данной фазы. В этот же период, происходит зеркальное увеличение напряжения по фазе «С» до значения 256,51 В. Величина напряжения фазы «С» на этом участке превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). Важно, что при этом никакого увеличения потребляемого тока на исследуемом объекте не происходит.

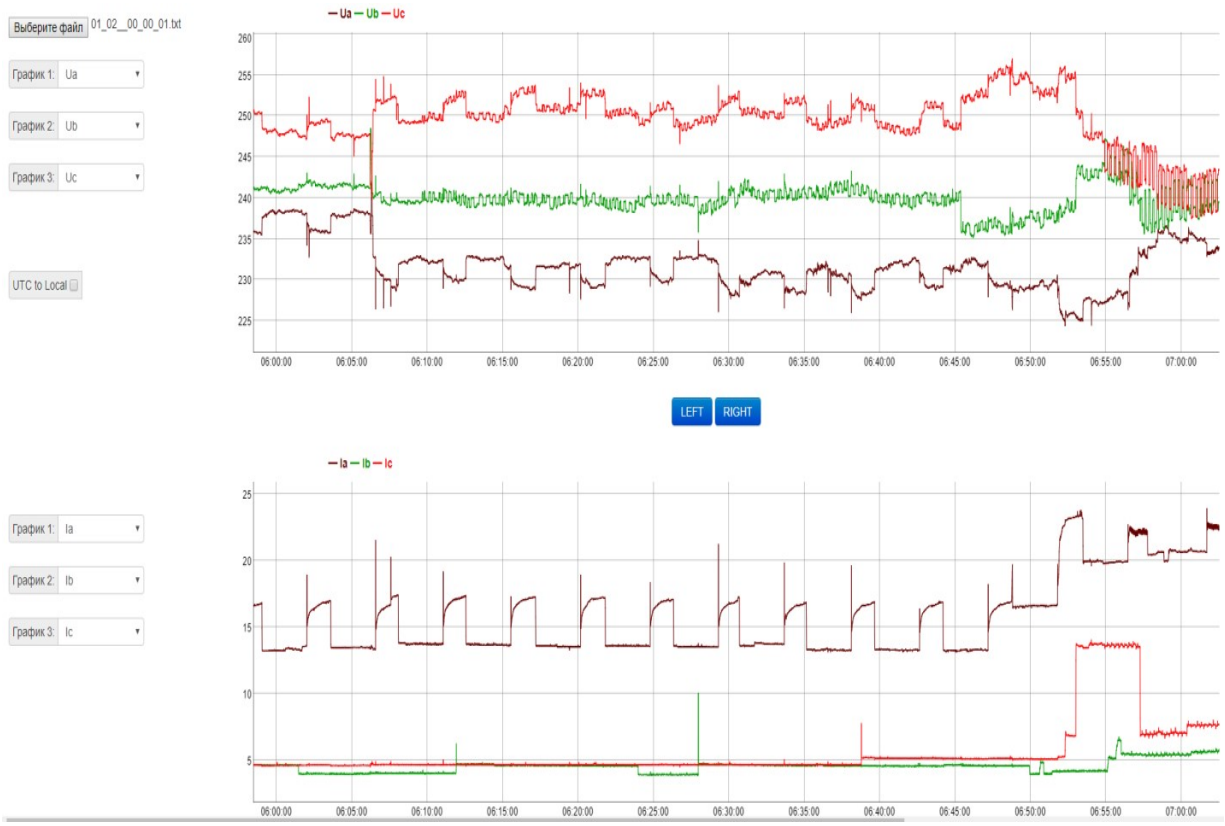



Рисунок 23. - График 01.02.2018.

На рисунке 24, в 06.06 часов наблюдается провал напряжения по фазе «С», и одновременно с этим повышение напряжения по фазам «А» и «В» при отсутствии изменений величин тока по этим фазам. Ток фазы «А» почти в два раза выше, чем ток фазы «С», а ток фазы «В» немного выше, чем ток фазы «С». Значит, зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, несимметричность имеется со стороны электроснабжающей организации. Далее при отсутствии изменений значений токов по всем фазам увеличивается несимметричность напряжений по фазам.

Необходимо отметить, что ситуация повторяется в указанное время каждый день, что позволяет сделать вывод о наличии достаточно большой, несогласованной по фазам или однофазной, нагрузки, которая находится между подстанцией и вводом объекта. При этом четкая зависимость напряжения фаз «В» и «С» говорит о вероятной проблеме с нейтральным проводом в трехфазном кабеле, которым запитан объект.

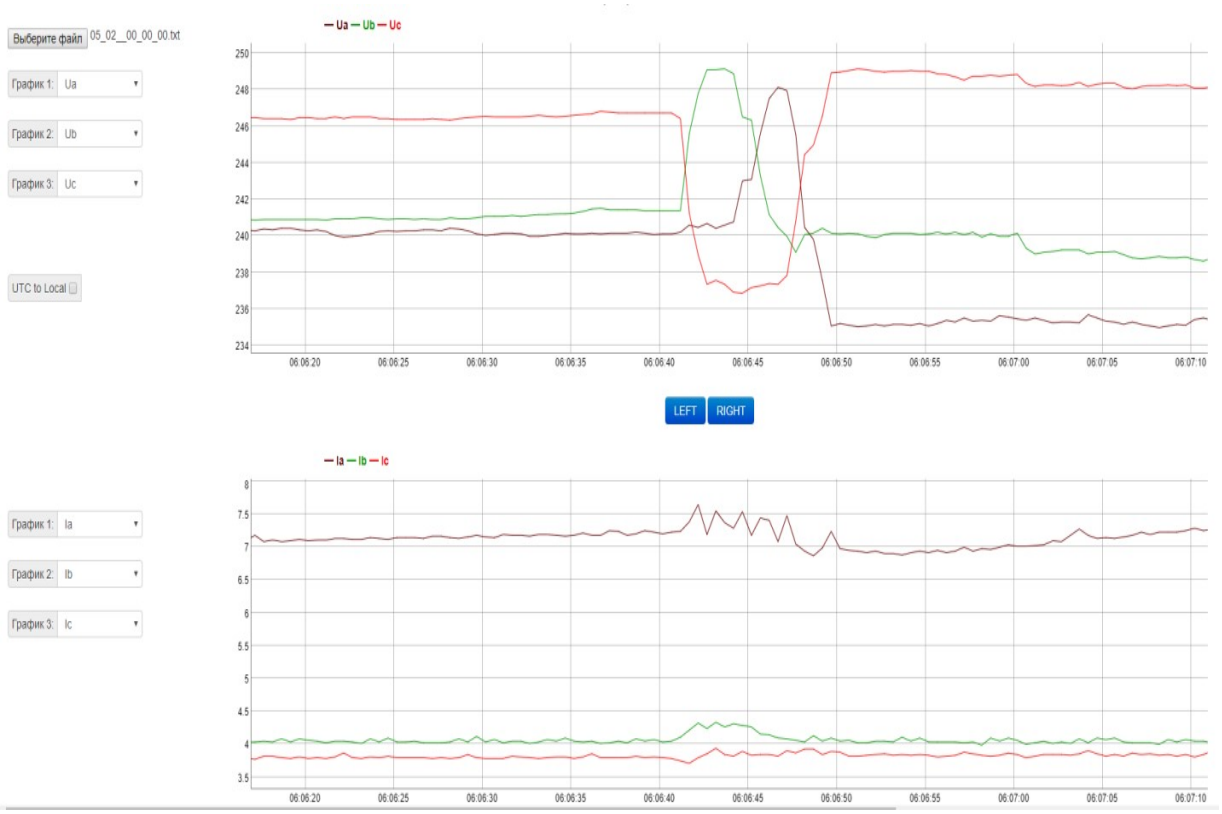



Рисунок 24. - График 05.02.2018.

На рисунке 25, в 06.24 часов наблюдается снижение напряжения по фазе «С», сопровождающееся фактически зеркальным увеличением напряжения на фазе «А», при этом вновь никакого изменения по величине тока со стороны потребителя не происходит.

Рисунок 25. - График 05.02.2018.

На рисунке 26, в период времени с 06.54 до 08.43 величина напряжения фазы «В» превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). Максимальное значение напряжения на этом участке достигает значения 270,07 В. На участке времени с 06.54 до 08.10 хорошо видно, что ток фазы «А» почти в два раза выше, чем ток фазы «С», а ток фазы «В» практически равен току фазы «С». Значит, зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжения, имеется со стороны электроснабжающей организации.

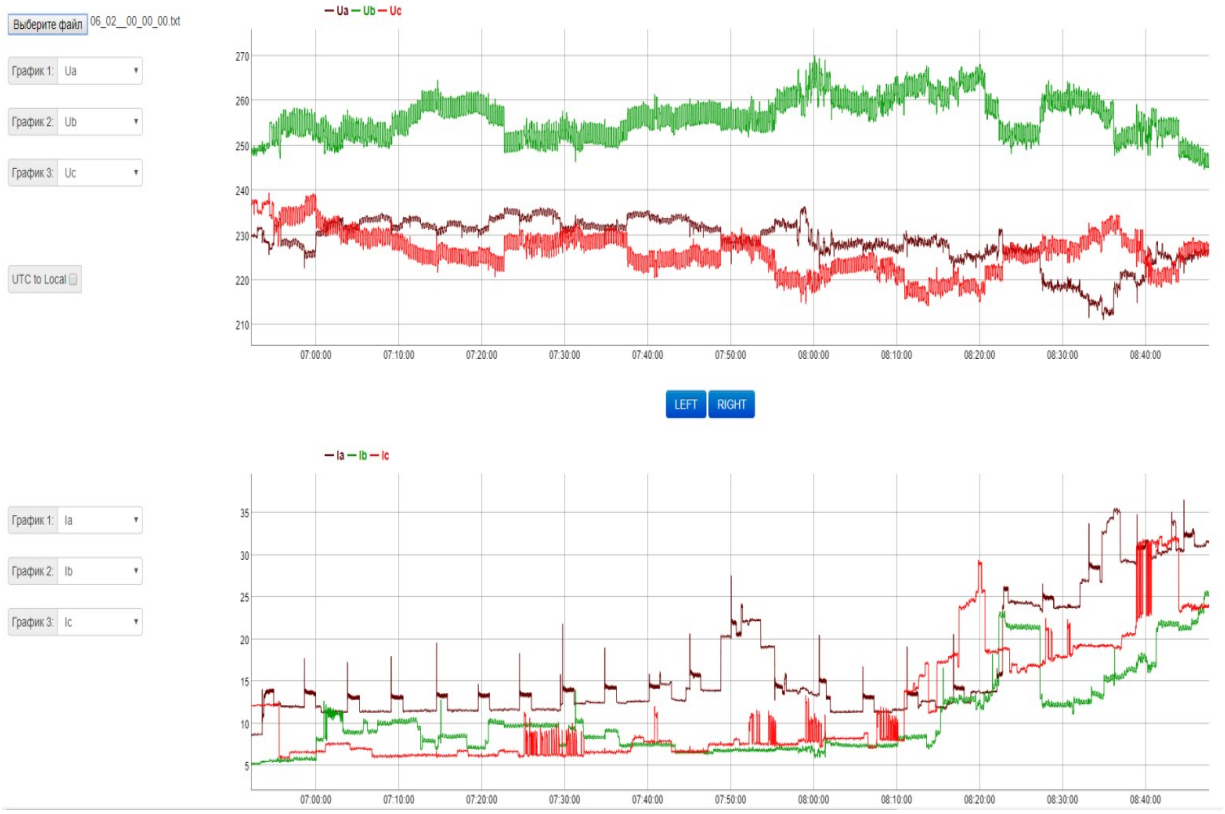



Рисунок 26. - График 06.02.2018.

На рисунках 27-28, в 06.16 часов наблюдается провал напряжения по фазе «С», и одновременно с этим повышение напряжения по фазам «А» и «В» при отсутствии изменений величин тока по этим фазам. Ток фазы «А» почти в два раза выше, чем ток фазы «С», а ток фазы «В» немного выше, чем ток фазы «С». Т.е. зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжения, имеется со стороны электроснабжающей организации. Далее при отсутствии изменений значений токов по всем фазам увеличивается разбалансировка напряжений по фазам.

Рисунок 27. - График 07.02.2018.

Рисунок 28. - График 07.02.2018.

Так же, после 06.16 часов и до 06.33 часов наблюдается снижение напряжения по фазам «А» и «В», сопровождающееся фактически зеркальным увеличени-

ем напряжения на фазе «А», при этом вновь никакого изменения по величине тока со стороны потребителя не происходит.

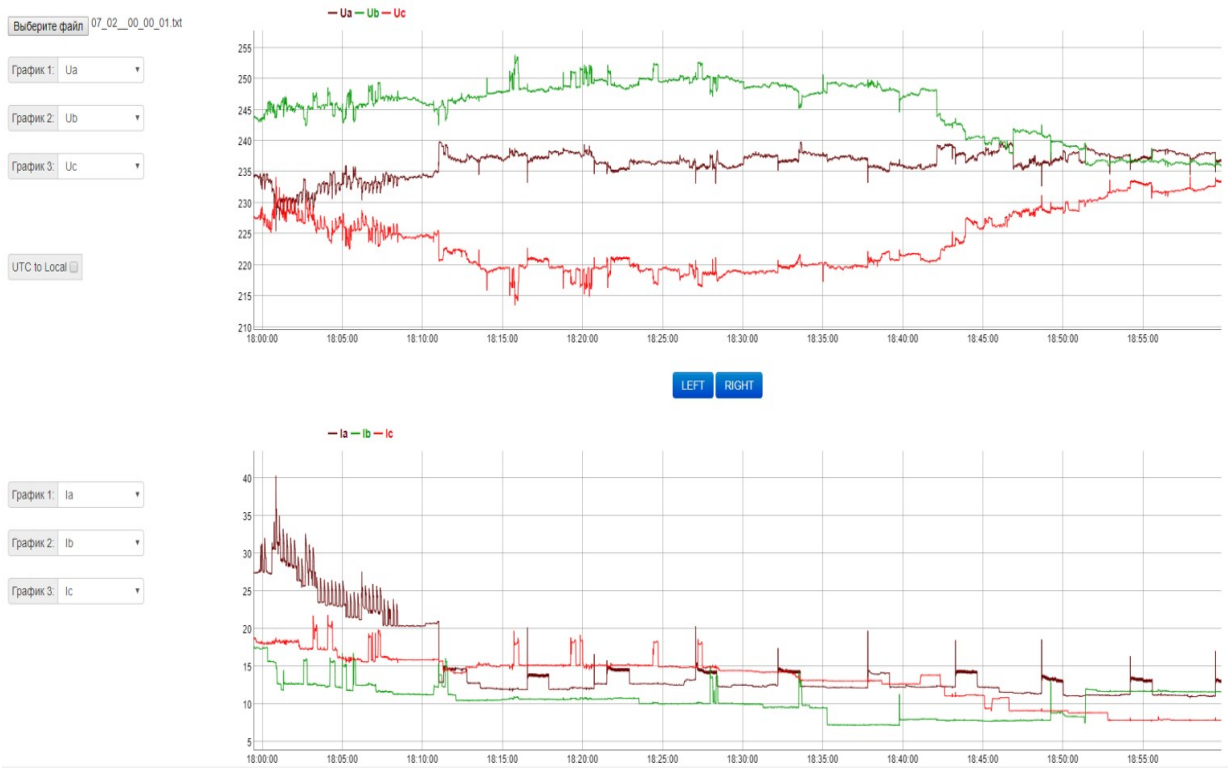



Рисунок 29. - График 07.02.2018.

При рассмотрении участка времени с 18.00 до 19.00 (рис. 29), хорошо видно отсутствие зависимости напряжения фаз от загрузки их потребителем. В момент снижения и выравнивания величин токов по всем фазам (период времени с 18.00 до 18.12), разбалансировка напряжения по фазам должна уменьшиться. Мы же видим обратное, что говорит о наличии разбалансировки напряжения со стороны электроснабжающей организации или о наличии несогласованных нагрузок на участке между подстанцией и распределительным шкафом обследуемого объекта. В этот период величина напряжения по фазе «В» почти достигает максимально допустимого значения в 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). К 19 часам разбалансировка напряжения по фазам существенно снижается, из чего можно сделать вывод об отключении этих несогласованных нагрузок и примерно определить объект, оказывающий влияние на состояние электросети. На этом объекте к 19 часам потребление электроэнергии становится минимальным. Это не жилой дом. Между распределительным шкафом обследуе-

мого объекта и подстанцией находится только один объект, отвечающий этим условиям. Это объект Министерства образования Омской области, расположенный по адресу: пр. Мира, строение 74а.

В процессе обработки данных полученных 01.03.2018 (рис. 30), хорошо видно отсутствие зависимости напряжения фаз от загрузки их потребителем. В момент снижения и выравнивания величин токов по всем фазам (период времени с 10.50 до 11.40), разбалансировка напряжений по фазам должен уменьшиться. Мы же видим обратное, что говорит о наличии разбалансировки со стороны электроснабжающей организации. В этот период величина напряжения по фазе «В» почти достигает максимально допустимого значения в 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»).

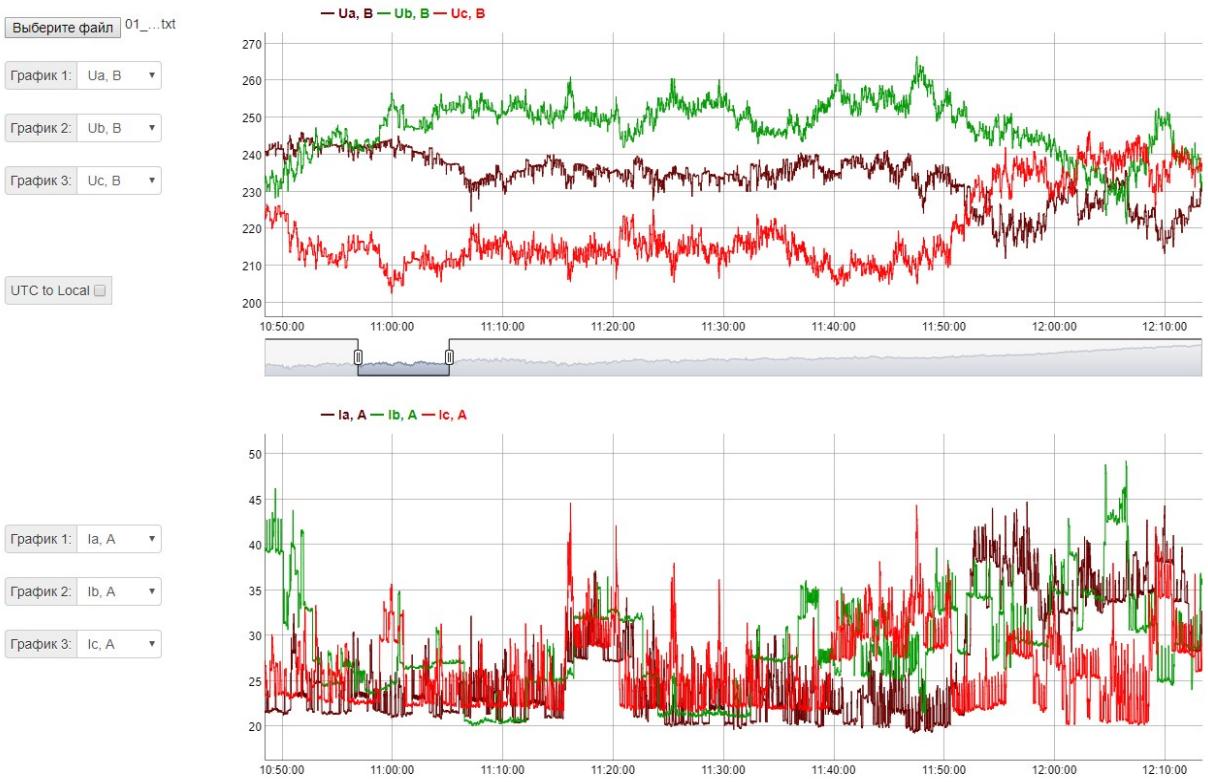



Рисунок 30. - График 01.03.2018.

На рисунке 31, в период времени с 07.30 до 08.50 величина напряжения фазы «В» превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). Максимальное напряжение на этом участке достигает значения 265,25 В. На участке времени с 07.30 до 08.05 хорошо видно, что

ток фазы «А» почти в два раза (а на участке времени с 07.50 до 08.00 в четыре раза) выше, чем ток фазы «С», а ток фазы «В» практически равен току фазы «С». Т.е. зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжений имеется со стороны электроснабжающей организации.

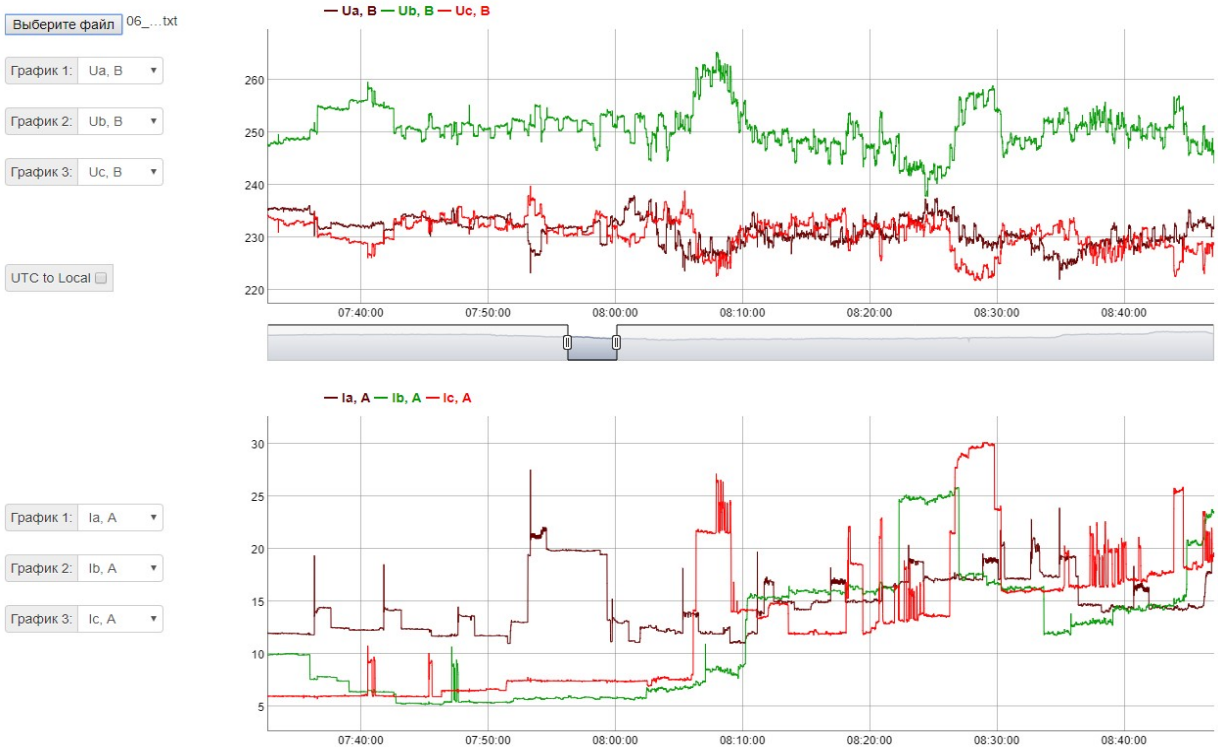



Рисунок 31. - График 06.03.2018.

На рисунке 32, в период времени с 15.00 до 16.20 хорошо видно, что ток фазы «А» ниже, чем ток фазы «С», а ток фазы «В» практически равен току фазы «С». Разбалансировка по фазам достигает 63 В. При этом зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжений имеется со стороны электроснабжающей организации.

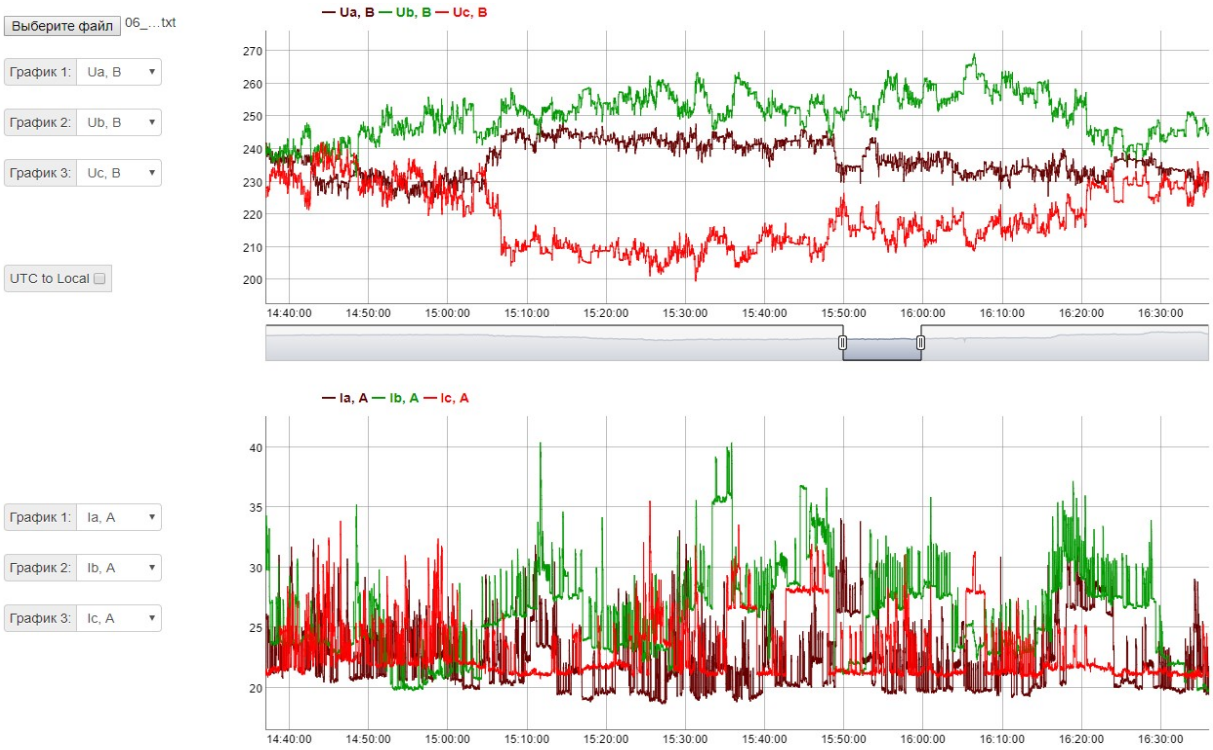



Рисунок 32. - График 06.03.2018.

На рисунках 33-34, в период времени с 19.09 до 19.10 и с 20.42.10 до 20.42.20 наблюдаем падение напряжения по всем фазам. Хорошо заметно, что при восстановлении подачи электроэнергии напряжение выше поднимается на наименее загруженной фазе.

Рисунок 33. - График 06.03.2018.

Рисунок 34. - График 06.03.2018.

При обработке данных полученных 07.03.2018 (рис. 35-36), в 06.04 часов наблюдается провал напряжения по фазе «С», и одновременно с этим повышение напряжения по фазам «А» и «В» при отсутствии изменений величин тока по этим фазам. В период времени с 06.05 до 06.06 ток фазы «А» почти в два раза выше, чем ток фазы «В», но это не отражается на напряжениях фаз. Т.е. зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжений имеется со стороны электроснабжающей организации. Далее при отсутствии изменений значений токов по всем фазам увеличивается разбалансировка напряжений по фазам.

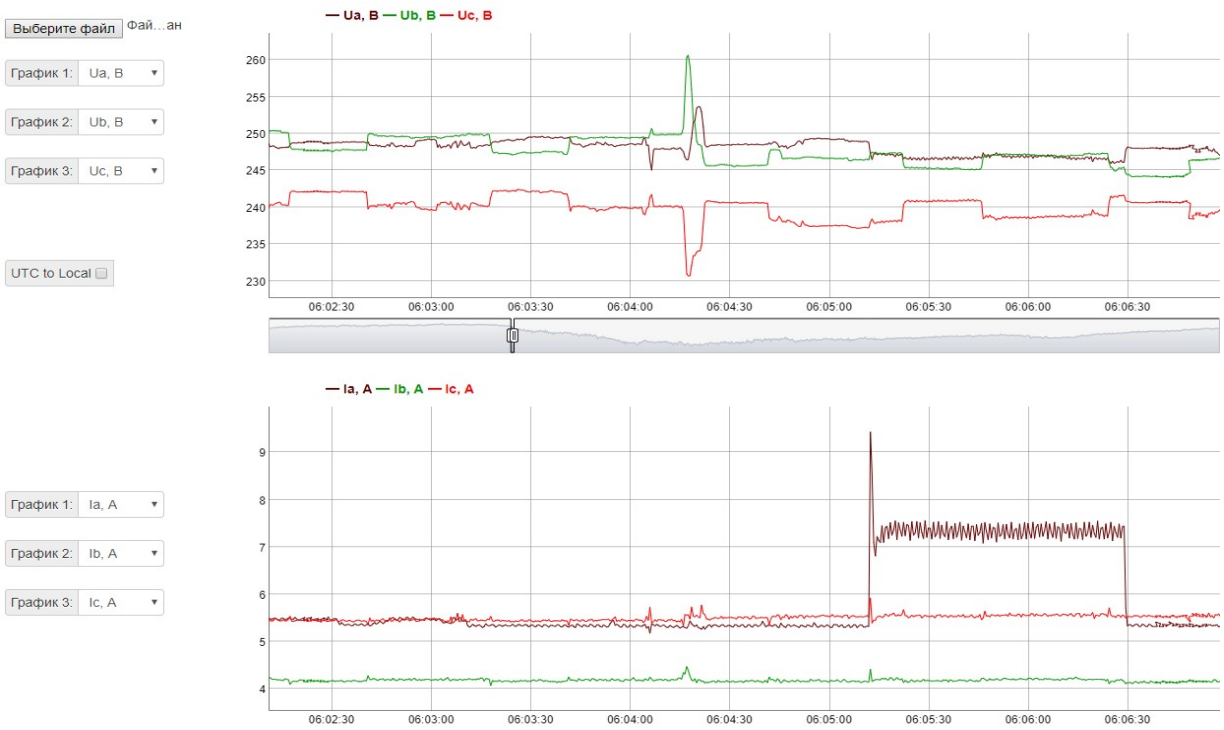



Рисунок 35. - График 07.03.2018.

Рисунок 36. - График 07.03.2018.

Далее на рисунке 37, в период времени с 07.45 до 08.20 величина напряжения фазы «В» превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-

2014. «Стандартные напряжения»). Максимальное напряжение на этом участке достигает значения 266,30 В. На участке времени с 08.10 до 08.15 хорошо видно, что ток фазы «В» практически равен току фазы «С» при этом зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжений имеется со стороны электроснабжающей организации.

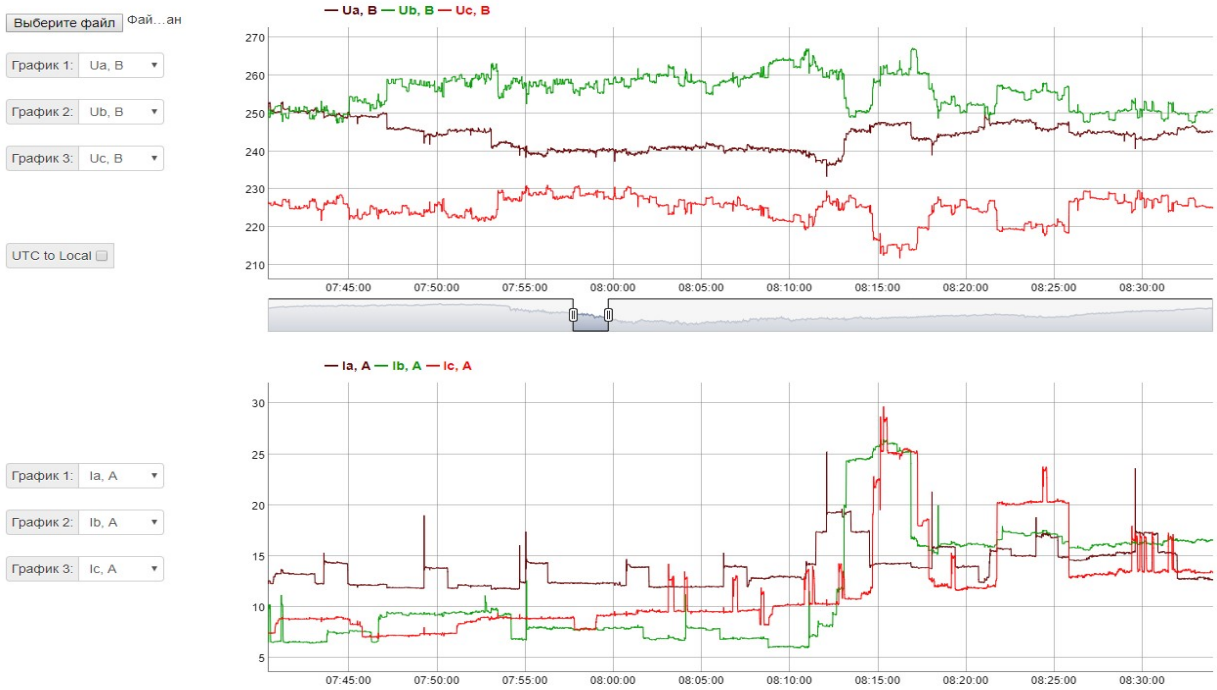



Рисунок 37. - График 07.03.2018.

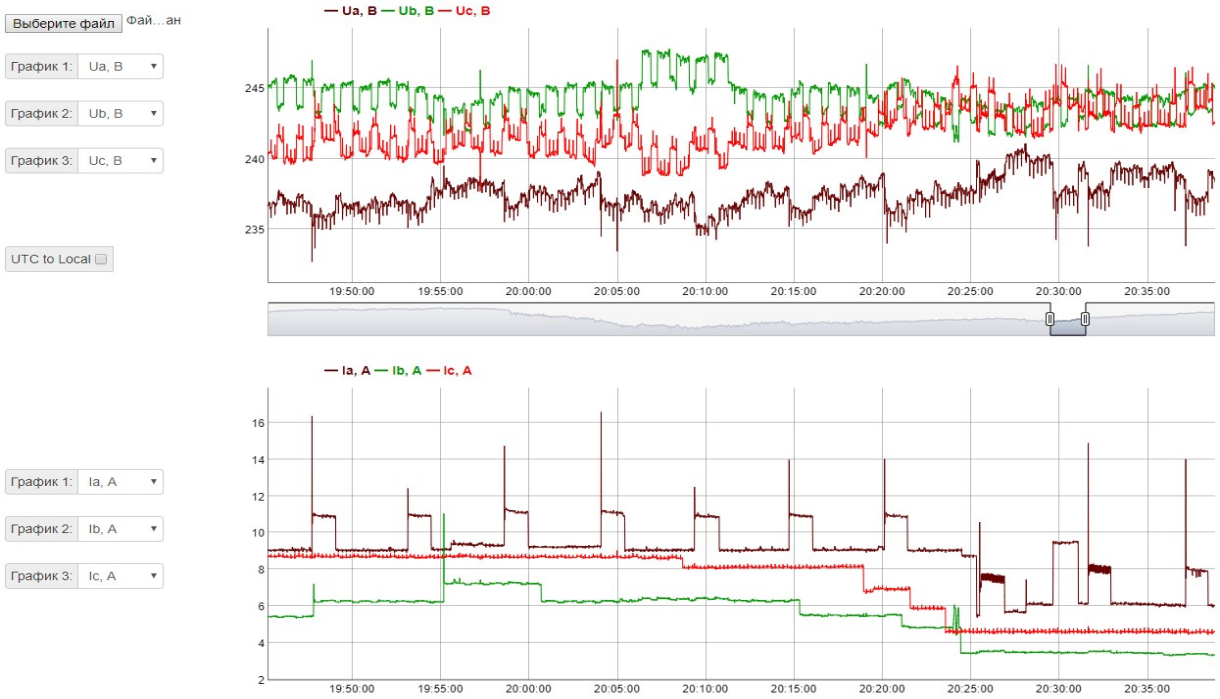



Рисунок 38. - График 15.03.2018.

На рисунке 38, после 19.45 хорошо видны периодические провалы напряжения по фазам «B» и «C» при равномерной нагрузке на этих фазах.

При обработке данных полученных 15.03.2018 (рис. 39), в период времени с 13.40 до 15.30 величина напряжения фазы «B» превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). При этом хорошо видно, что ток фазы «C» выше тока фазы «A» и зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжений имеется со стороны электроснабжающей организации.

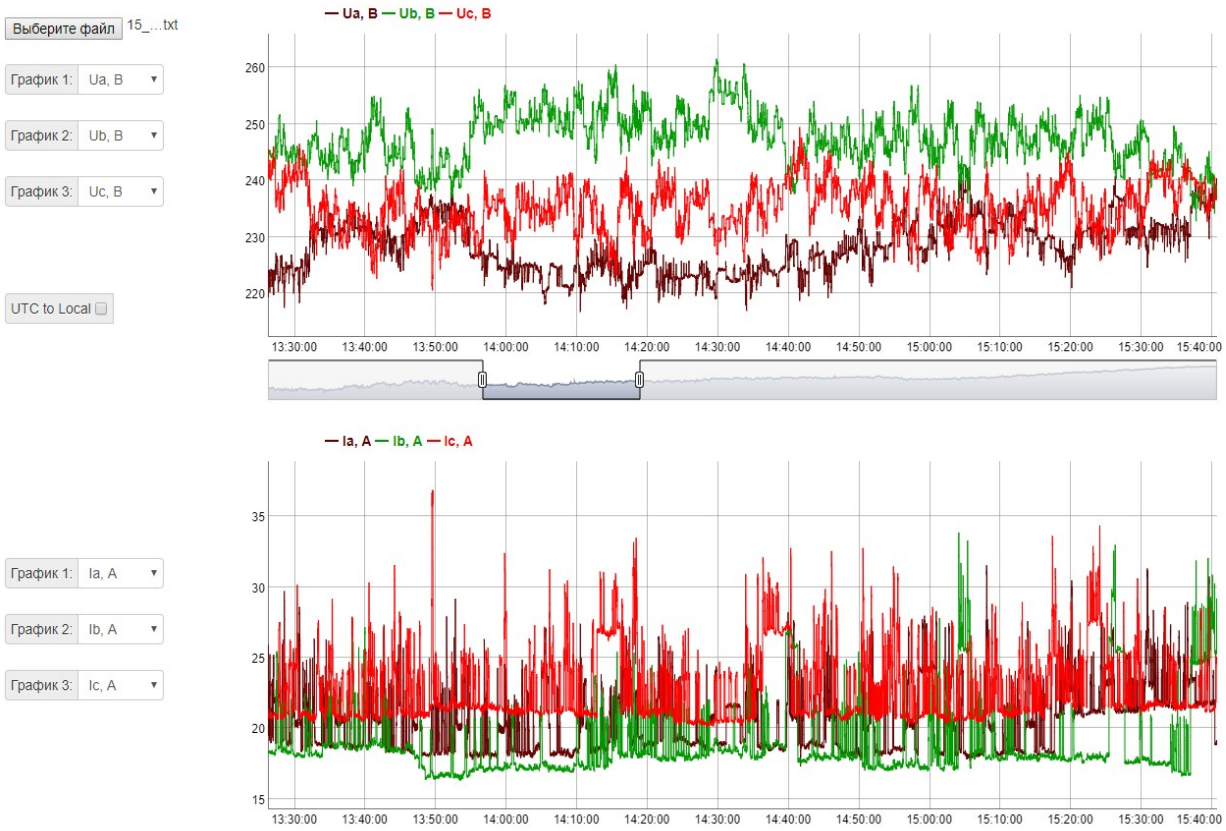



Рисунок 39. - График 15.03.2018.

При обработке данных полученных 15.03.2018 (рис. 40), в 05.35 наблюдаем появление разбалансировки напряжений фаз при неизменном токе. При этом величина напряжения фазы «C» доходит до допустимого значения 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). Зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжений имеется со стороны электроснабжающей организации.

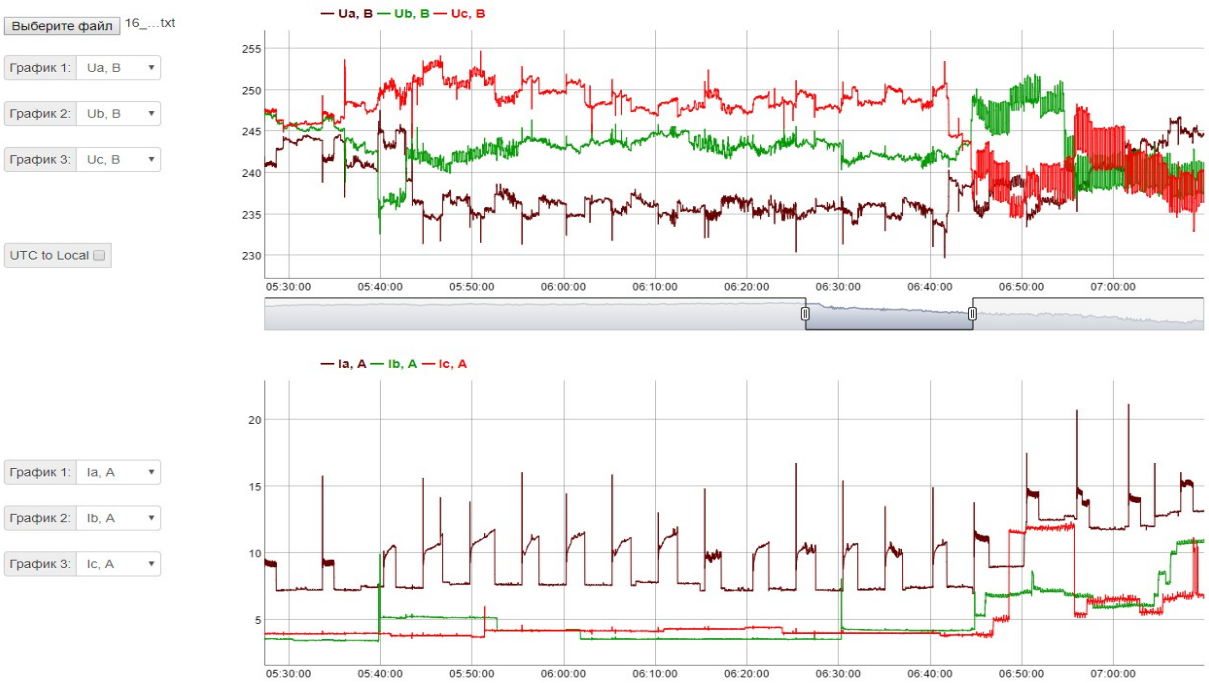



Рисунок 40. – График 16.03.2018.

На рисунке 10, в период времени с 07.50 до 09.00 величина напряжения фазы «В» превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). Максимальное напряжение на этом участке достигает значения 273,67 В.

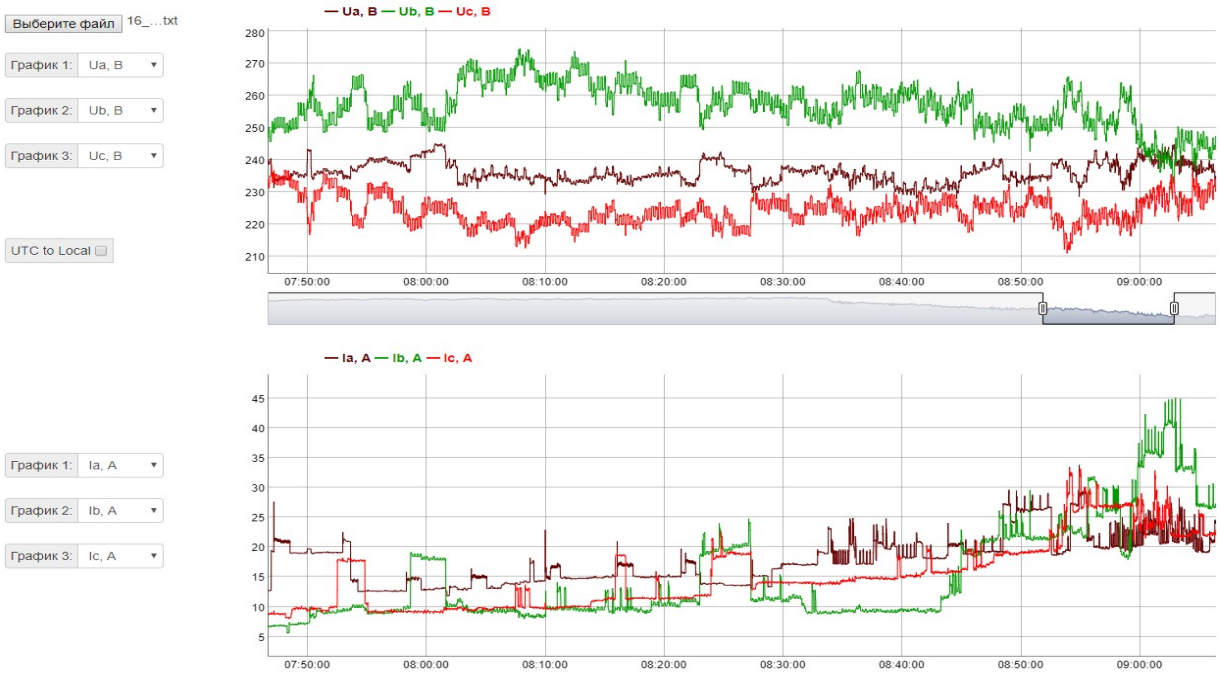



Рисунок 41. – График 16.03.2018.

При обработке данных полученных 27.03.2018 (рис. 42), в период времени с 06.38 до 06.47 наблюдаем появление разбалансировки напряжений фаз при неизменном токе. При этом величина напряжения фазы «С» доходит до допустимого значения 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»).

Рисунок 42. – График 27.03.2018.

1 марта 2018 подготовлены требования к электроснабжающей организации об устранении проблем с питание объекта с приложением временных трендов напряжений и токов, с разъяснением позиции УФССП России по Омской области.

Причиной нарушения качества электроснабжения послужил обрыв либо термическое повреждение нулевого провода на подстанции, питающей объект. От той же подстанции питается и объект Министерства образования Омской области, расположенный по адресу пр. Мира, строение 74а. Провалы напряжения в 06.10 – 6.30 часов наблюдались из-за включения мощных однофазных электроприемников, хотя первоначально устанавливались многофазные электроприёмники. Работы по перераспределению возникшей нагрузки по фазам не производились.

При наличии неисправности в линии электроснабжения, включение мощной однофазной нагрузки приводило к разбалансировке напряжения по фазам. Претензия была принята.

Проблемы были устранены электроснабжающей организацией в течении 48 часов. Величина питающего напряжения была приведена к нормативной.

Выход из строя оборудования на объекте прекратился.

## 2.4 Обследование объекта по адресу: ул. 1-я Затонская, стр. 17

**Объект обследования:** Двухэтажное отдельностоящее административ-ное здание по адресу: г. Омск, 1-я Затонская, строение 17 (рис. 43).

Рисунок 43. - Здание по адресу: ул. 1-ая Затонская, стр. 17.

**Сложности объекта:** В этом же здании находится «Сибирское войсковое казачье общество», далее СВКО.

**Объект запитан от**: РУ-0,4 Кв трансформаторной подстанции-8406, кабелем АВВГ4*25 длинной 100 метров, до навесного щита в помещении абонента.

**Причина обследования**: выход из строя компьютерной техники, светотехнических изделий, выход из строя источников бесперебойного питания.

**Период наблюдения:** Апрель 2018 – Июнь 2018.

На вводе в здание, был установлен многофункциональный преобразователь АЕТ421-11СЕ с комплектом разъемных измерительных трансформаторов тока. Измеренные преобразователем параметры трехфазной сети записывались на компьютер в режиме реального времени.

**Преобразователь был установлен в период:**

- С 12.04.2018 по 19.04.2018 (до 09:15) на общем вводе в здание;

- С 19.04.2018 (с 09:15) по 26.04.2018 (до 09:10) на вводе обследуемого объекта;
- С 26.04.2018 (с 09:10) по 20.06.2018 (до 16:00) на вводе СВКО;
- С 20.06.2018 (с 16:10) по 26.06.2018 (до 16:00) на вводе обследуемого объекта.

Результаты измерений представлены на графиках, представленных ниже.

На рисунке 44, в течение всего дня видно, что напряжение на фазах «А» и «С» выше, чем напряжение на фазе «В», при том, что токи фазы «А» и фазы «С» почти в два раза выше, чем ток фазы «В». В момент вечернего максимума потребления (19:00 – 19:30) напряжение на фазе «Б» снижается, на фазе «А», соответственно, растет. При этом потребление по этим фазам минимально. Разбалансировка напряжения по фазам составляет 23 – 25 В. При этом зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует.

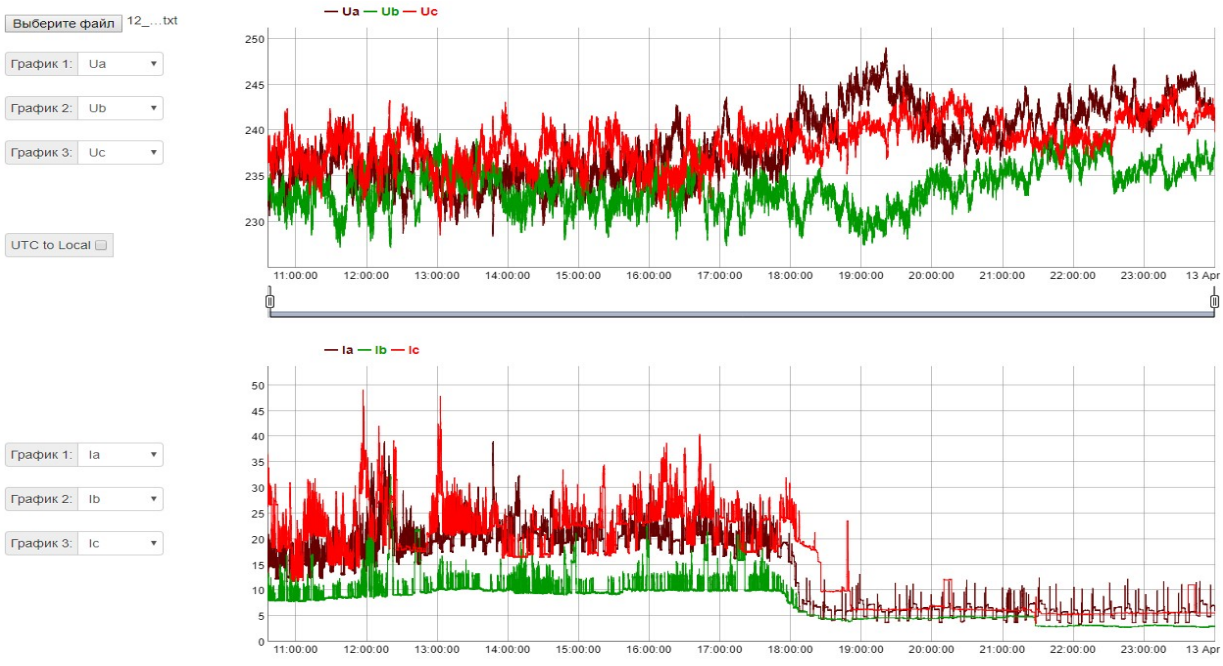



Рисунок 44. - График от 12.04.2018

Следовательно, разбалансировка напряжения имеется со стороны электроснабжающей организации. Подтверждение этому мы получаем на следующий день. Специфическая форма, кривой тока потребления по фазе «А» является

следствием периодического включения кондиционера серверного помещения обследуемого объекта.

На рисунке 45, в период времени с 06:00 до 06:44 наблюдается отсутствие реакции напряжения фазы «С» на увеличение тока этой фазы почти в два раза. Величина тока фазы «В» ниже значений токов по другим фазам. При этом, значение напряжения по фазе «В» самое низкое. Значит, зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Эти данные подтверждают, что Разбалансировка напряжения имеется со стороны электроснабжающей организации.

Рисунок 45. - График от 12.04.2018

На рисунке 46, в 17:02 наблюдается кратковременный провал напряжения одновременно по всем трем фазам при отсутствии изменений нагрузки. Следовательно, провал напряжения имеется со стороны электроснабжающей организации. Значение напряжения после провала на фазе «В» - выше, чем до провала, без изменения значения нагрузки.

Рисунок 46. - График от 13.04.2018.

На рисунке 47, в период времени с 01:55 до 02:40 наблюдается зеркальное изменение напряжения фаз «B» и «C» при отсутствии изменений характера нагрузки этих фаз. Значит, зависимость напряжения от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжения имеется со стороны электроснабжающей организации.

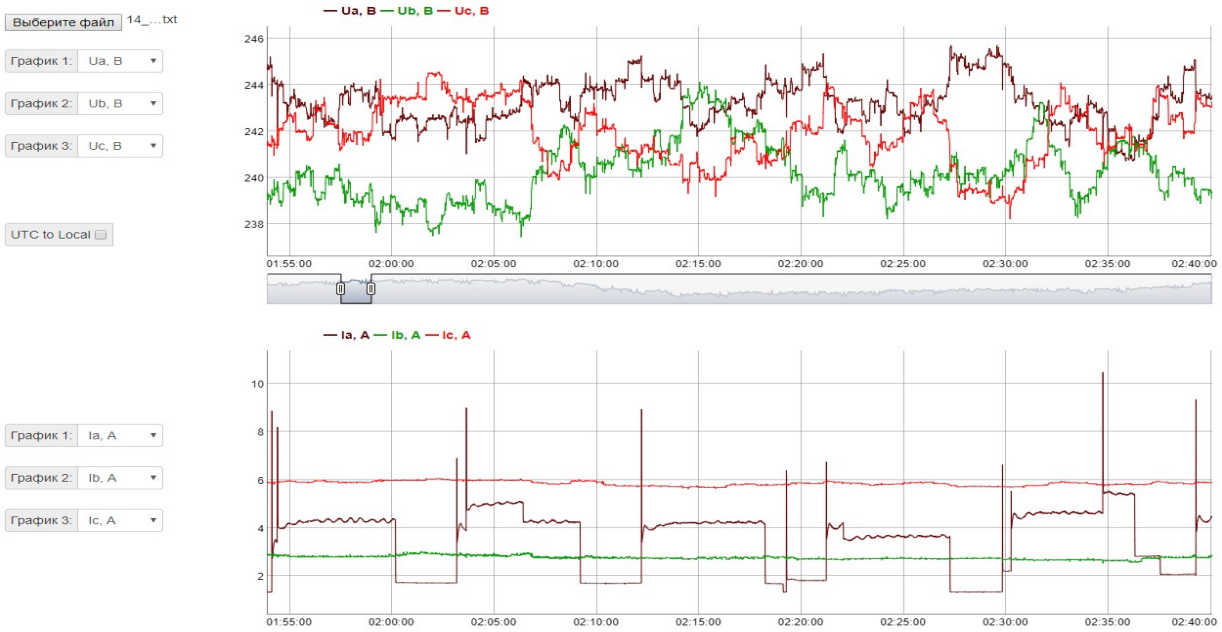



Рисунок 47. - График от 14.04.2018

На рисунке 48, в период времени с 05:56 до 06:08 наблюдается изменение напряжения фаз «B» и «C» при отсутствии изменений характера нагрузки этих фаз. При этом кратковременные пики (2-3 секунды) потребления при включении компрессора кондиционера совпадают с небольшими провалами напряжения по той же фазе, причем величина напряжения восстанавливается мгновенно. Значит, зависимость напряжения на протяжении более 20 – 30 секунд от нагрузки фазы отсутствует. Следовательно, разбалансировка напряжения имеется со стороны электроснабжающей организации.

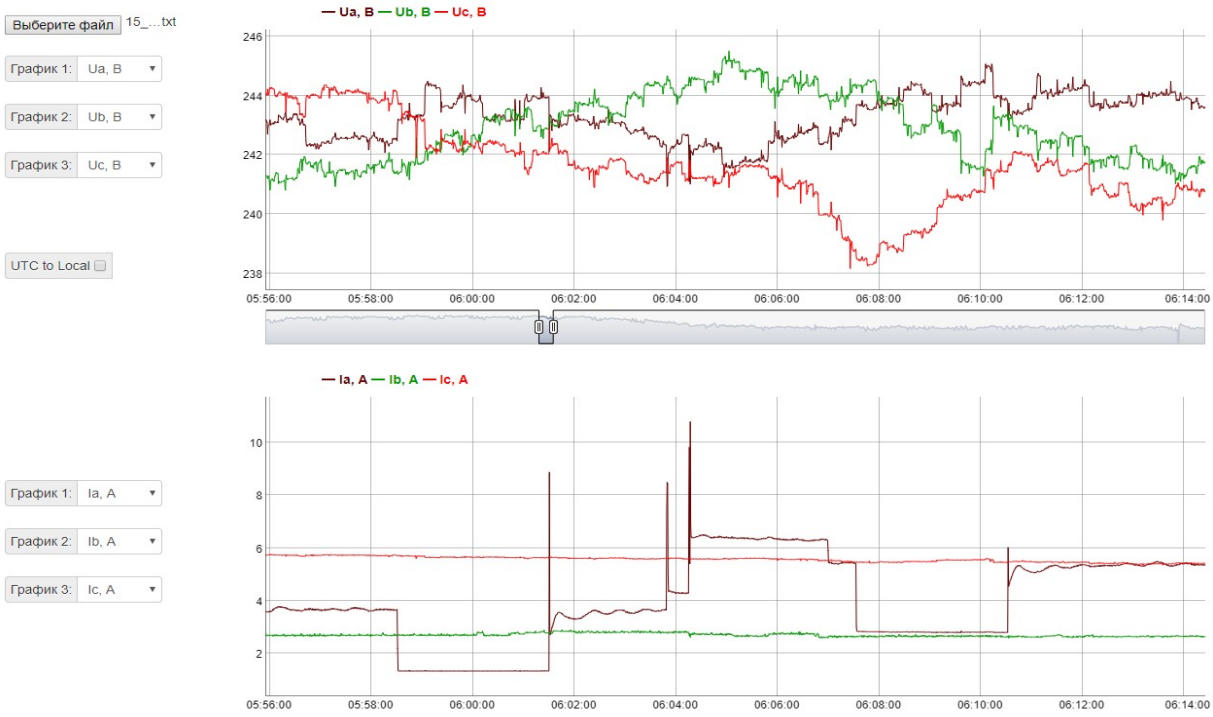



Рисунок 48. - График от 15.04.2018.

При анализе данных полученных 18 апреля 2018 г., было обнаружено, что после 18:05 появляются периодические, примерно 1 раз в минуту, выбросы тока по фазе «C». Величина выбросов – 5 А ,нагрузка около 1 кВт. Ситуация сохранялась до 09:13 часов 19 апреля 2018 г. (рис. 49-50).

При натурном обследовании было выявлено что, причиной выбросов тока, послужила неисправность электромеханического замка входной двери.

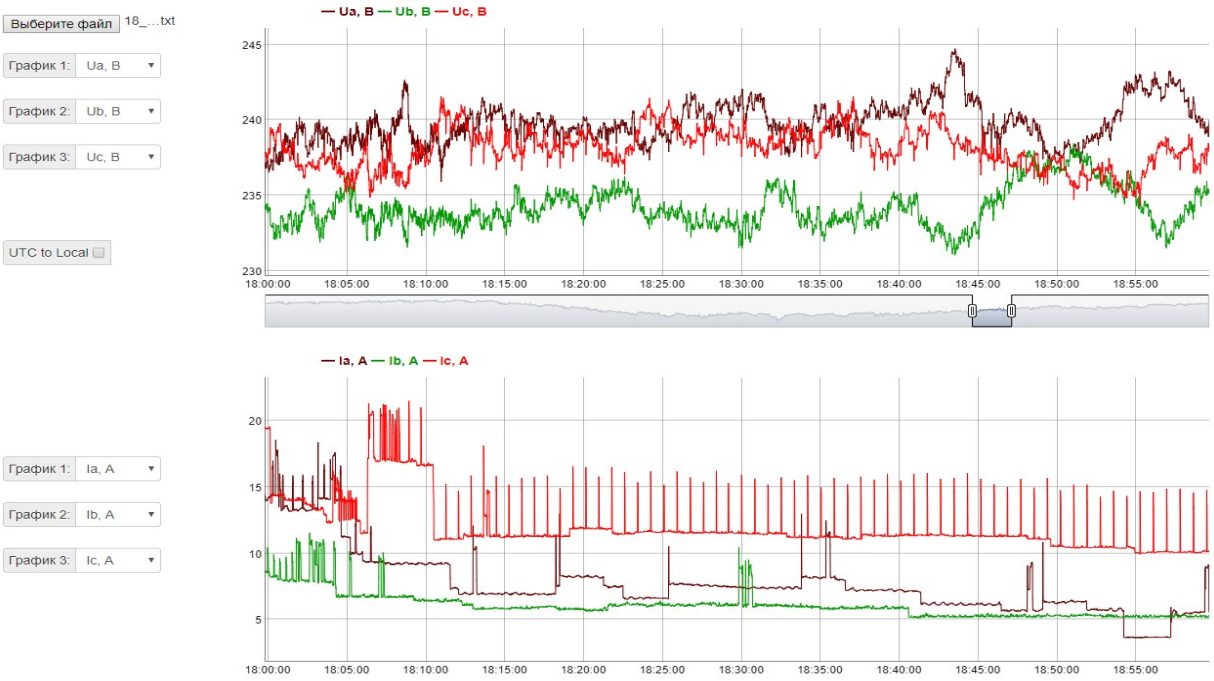



Рисунок 49. - График от 18.04.2018.

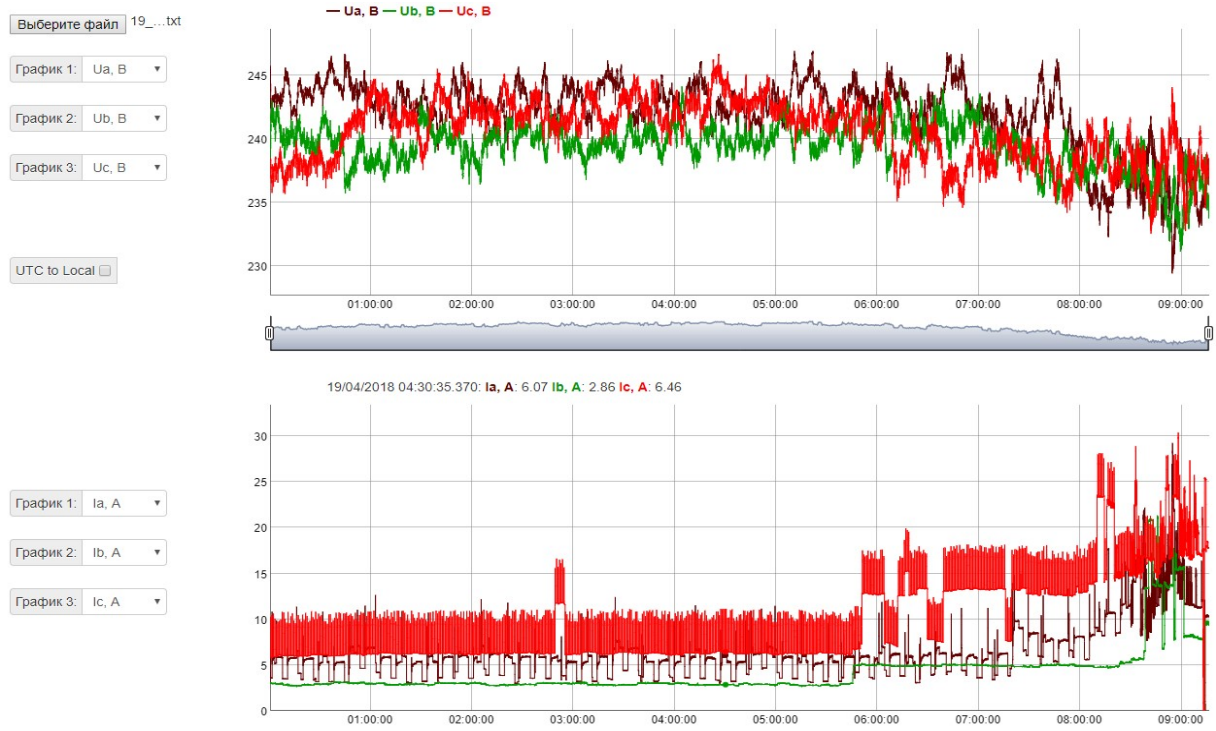



Рисунок 50. - График от 18.04.2018.

В это время система контроля была перенесена с общего ввода в здание, на ввод обследуемого объекта.

После переноса системы контроля, результаты измерений представлены на графиках ниже.

При обработке данных полученных 23 апреля 2018 г., (рис. 51) на участке времени с 12:16 до 12:25 хорошо видно отсутствие зависимости значений фазных напряжений от загрузки фаз.

Рисунок 51. - График от 23.04.2018г.

В дальнейшем, 26.04.2018 система контроля была перенесена с ввода обследуемого объекта, на ввод СВКО.

На рисунке 52, в период времени с 14:27 до 14:29 видны провалы напряжения по фазе «А» при отсутствии изменений характера нагрузки. При этом наблюдается зеркальное изменение напряжения фазы «С». На данном вводе нагрузки на фазе «В» нет.

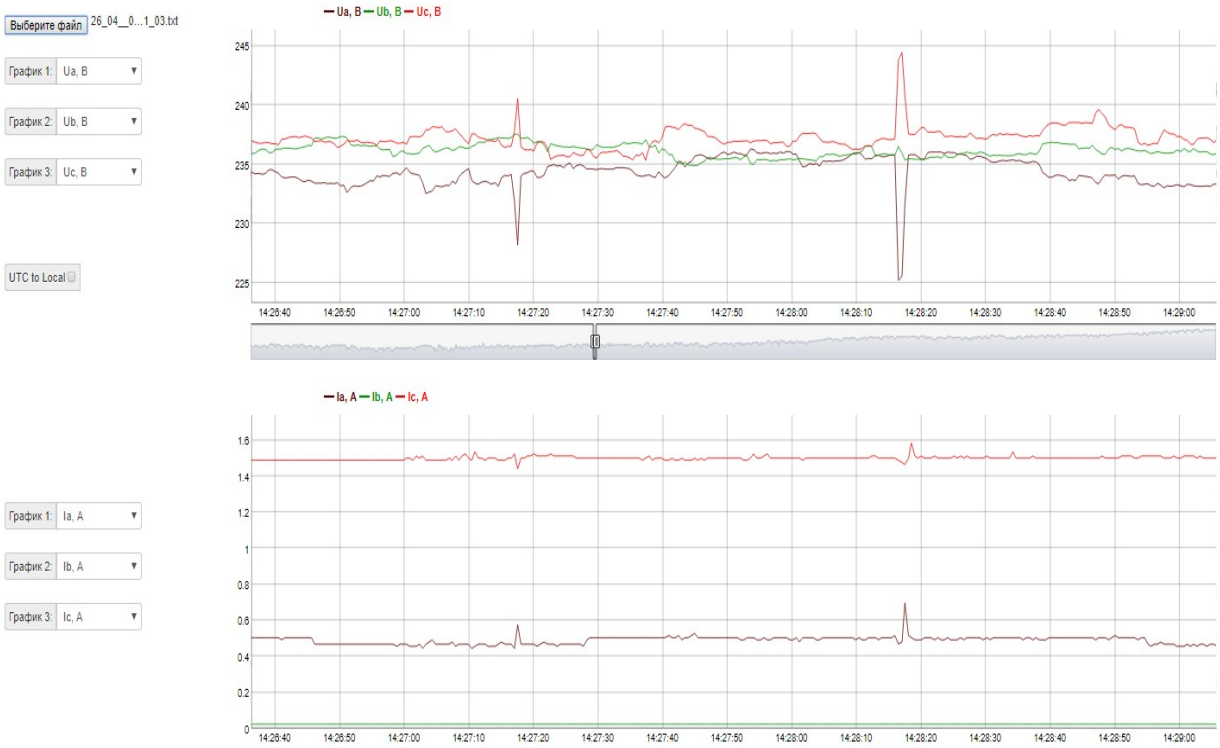



Рисунок 52. - График от 26.04.2018г.

На рисунке 53, в 10:15 наблюдается кратковременный провал напряжения, одновременно по фазам «А» и «В». Нагрузка в этот момент присутствовала только на фазе «А», поэтому мы видим реакцию на падение напряжения – выброс тока по фазе «А». Вновь на данном вводе нагрузки на фазе «В» нет.

Рисунок 53. - График от 27.04.2018г.

Рисунок 54. - График от 27.04.2018г.

На рисунке 54, в 20:56, наблюдается кратковременный провал напряжения одновременно по фазам «B» и «C». Это второй инцидент за сутки.

На рисунке 55, в 04:56 наблюдается провал напряжения одновременно по фазам «А», «В» и «С». Это третий провал напряжения за 24-х часовой период наблюдения.

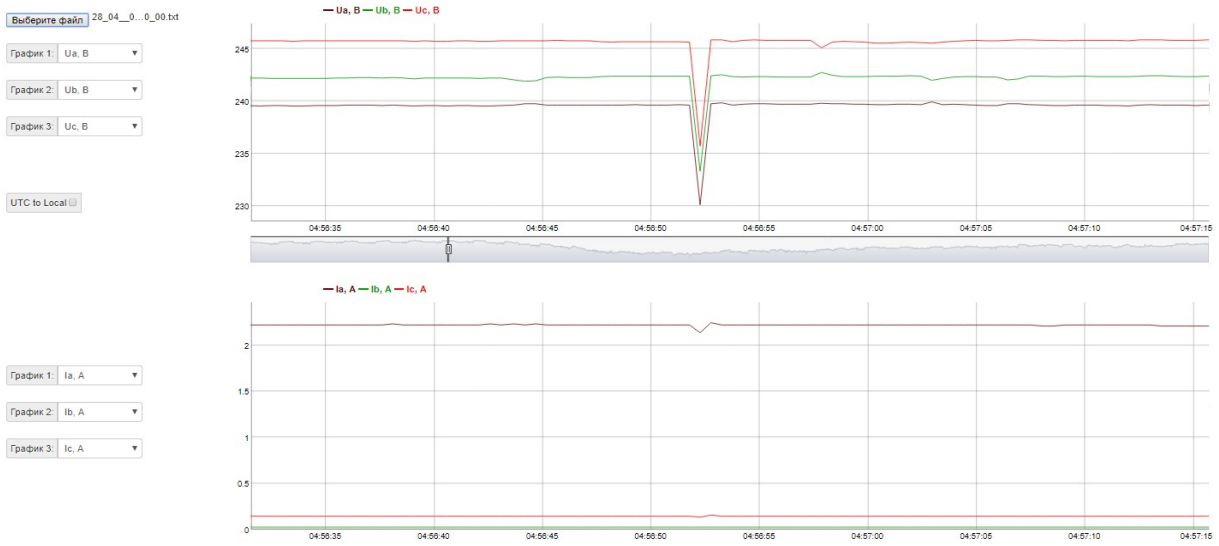



Рисунок 55. - График от 28.04.2018г.

Для повышения стабильности работы, на обследуемом объекте, был проведен комплекс мероприятий согласно СТО МИ 71.12.19, проведено перекоммутирование фаз на вводе в объект и распределение нагрузки по фазам внутри обследуемого объекта. Поскольку у СВКО отсутствуют трехфазные нагрузки, то для соблюдения формальностей, были повторно промаркированы фазные провода на указанном отводе. Эту операция была осуществлена своими силами, время отключения для ВКО составило 30 минут.

После выполнения вышеозначенных мероприятий, сбор данных был продолжен, и в дальнейшем будут сравниваться данные за период до 19 апреля с данными за период после 20 июня, и в первом и во втором случае измерительный преобразователь был установлен на общем вводе в здание. Сравнение было проведено за несколько дней. Чтобы убедиться в корректности полученных данных.

Сравнивая данные, полученные за 13 апреля 2018 (рис. 56) и 21 июня 2018 (рис. 57), приходим к выводу что, загрузка фаз стала более ровной: до внесения изменений разбалансировка по токам фаз составлял от 36% до 52,3%. после внесения изменений - разбалансировка по токам фаз составлял от 11,7% до 32,8%. Напряжение по фазам снизилось на 3.9%.

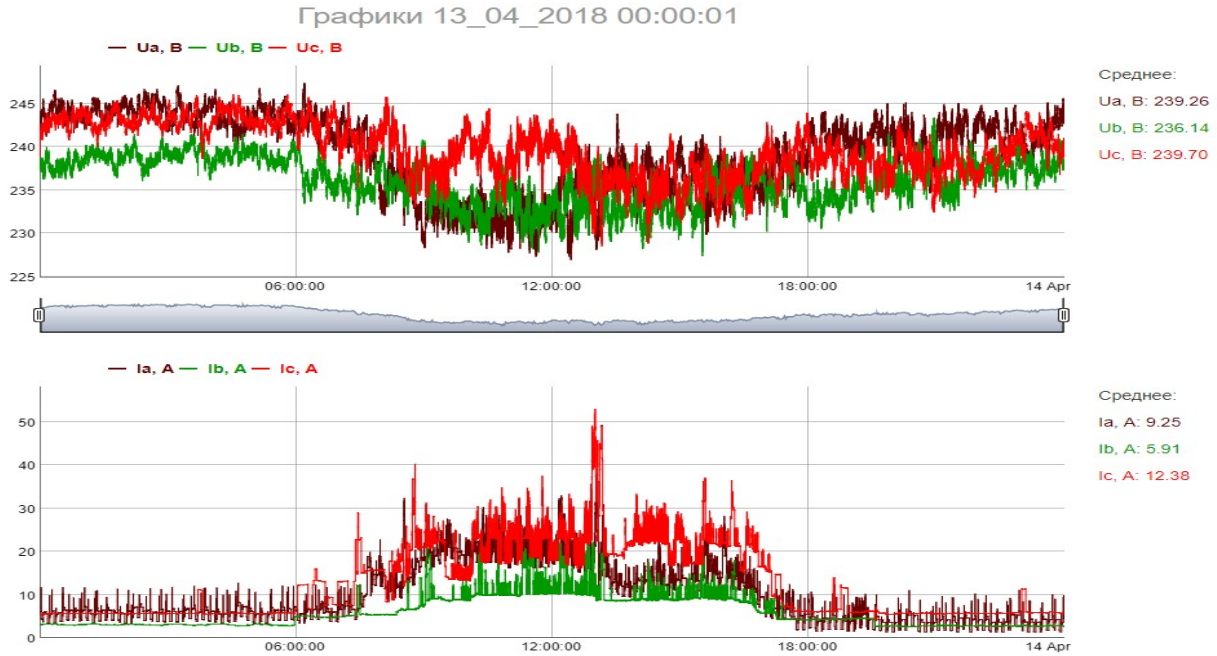



Рисунок 56. - График от 13.04.2018г.

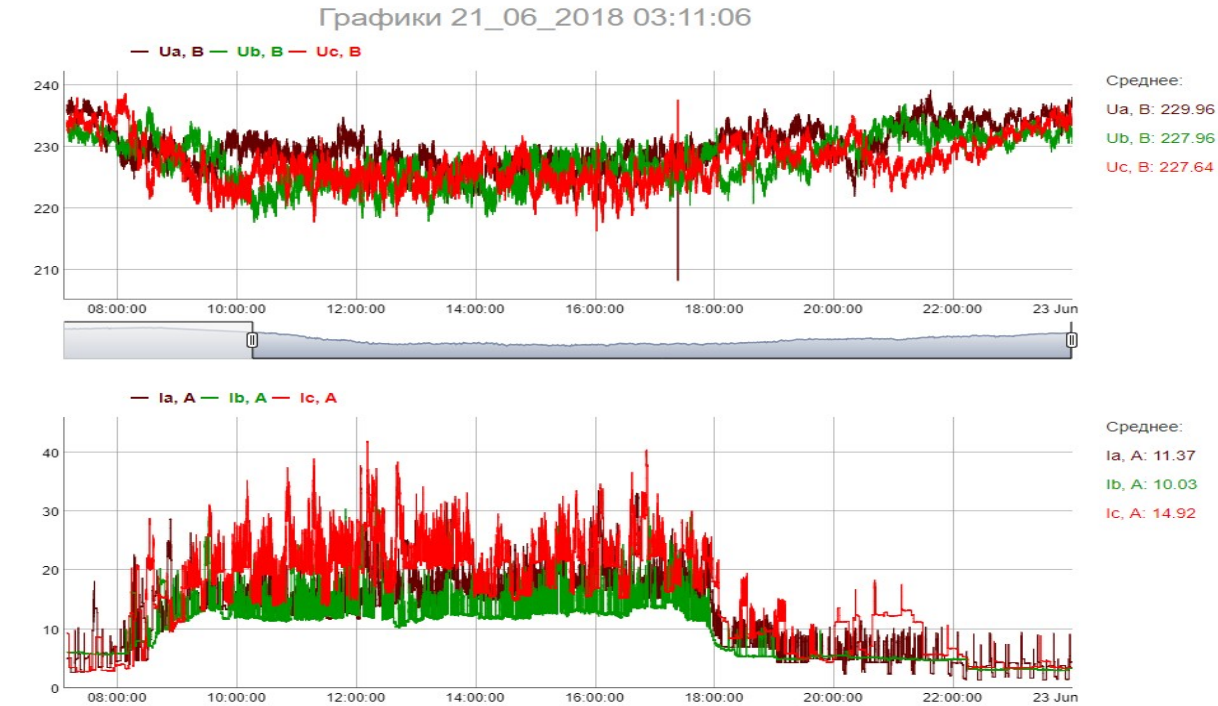



Рисунок 57. - График от 21.06.2018г.

Сравнивая данные полученные за 18 апреля 2018 (рис. 58) и 26 июня 2018 (рис. 59), приходим к выводу что, загрузка фаз стала более ровной: Загрузка фаз стала более ровной: до внесения изменений разбалансировка по токам фаз составлял от 26,5% до 48,2%. После внесения изменений – разбалансировка по токам фаз составлял от 16,6% до 28,8%. Напряжение по фазам снизилось на 3,16%.

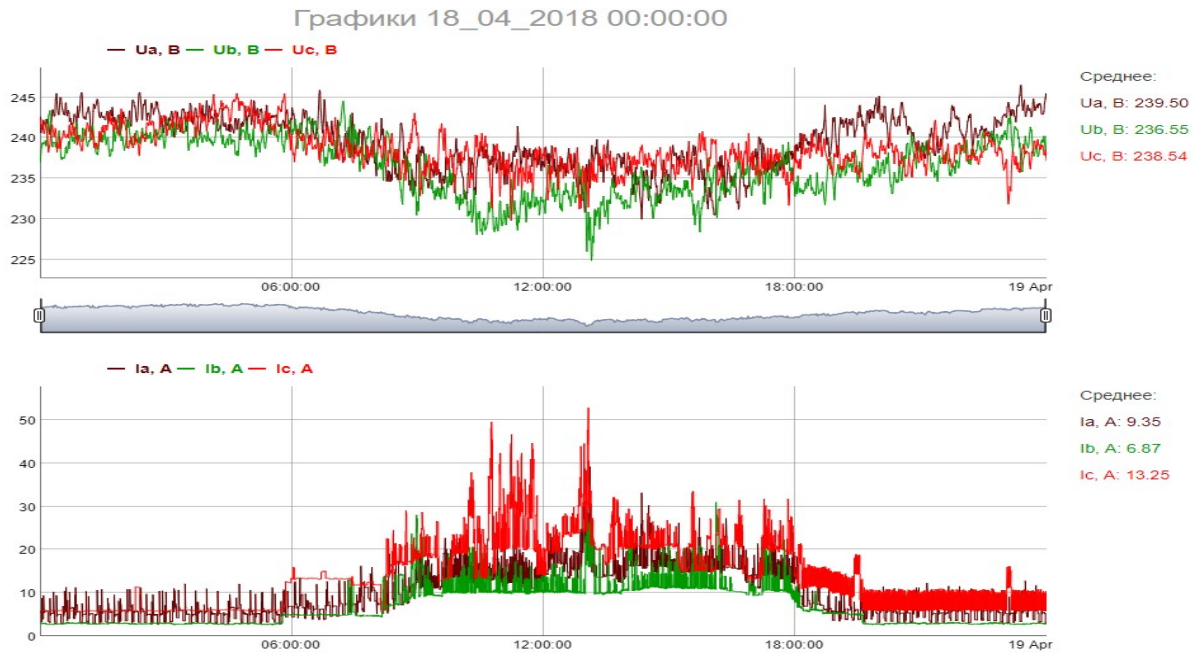



Рисунок 58. - График от 18.04.2018г.

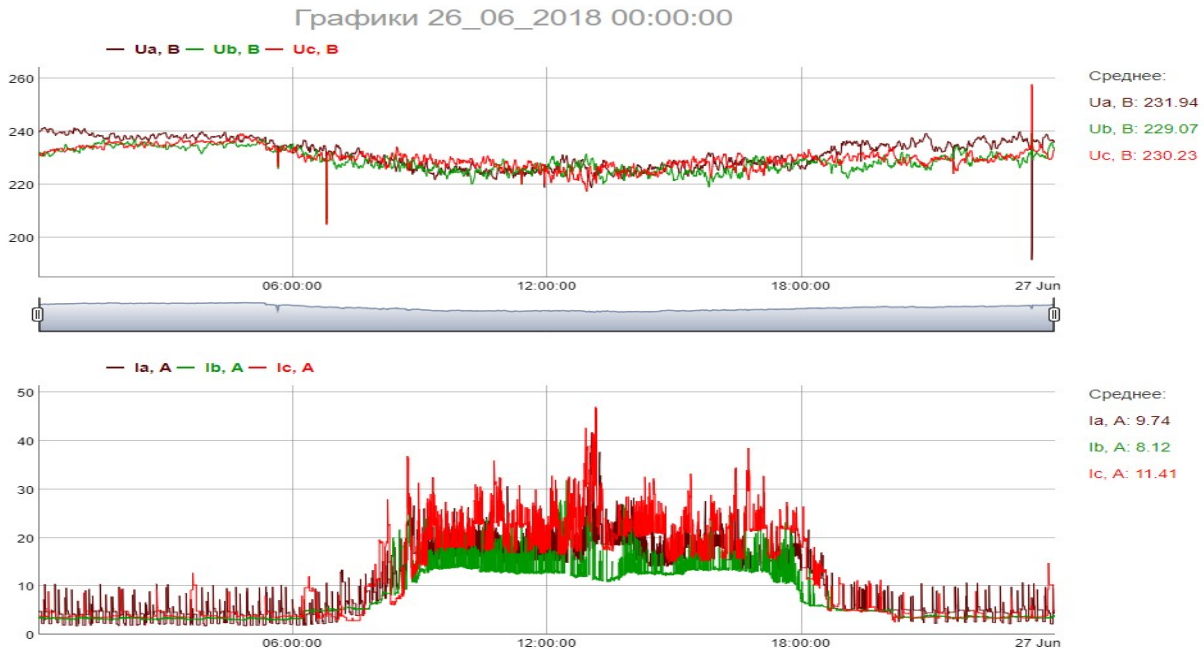



Рисунок 59. - График от 26.06.2018г.

В период времени с 23.27:10 до 23.27:45 (рис. 60), наблюдается провал напряжения фазы «А» до значения ниже допустимого 207 В (230 ±10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения») и напряжения фазы «С» на этом участке превышает допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»). В данном случае проблемы со стороны электроснабжающей организации, однако, с учетом того, что обследуемый объект, имеет третью категорию надежности электроснабжения, допустимое число часов отключений в год составляет 72 часа, но не более 24 часов подряд, включая срок восстановления электроснабжения.

Предъявлять претензии по коротким пропаданиям напряжения не целесообразно. Данная проблема должна нивелировать использованием источников бесперебойного питания.

Рисунок 60. - График от 26.06.2018г.

После проведения работ по обеспечению равномерной нагрузки по фазам объекта, по адресу: 1-я Затонская, стр. 17 - выходы из строя источников бесперебойного питания прекратились, а по светотехническим приборам стали пренебрежимо малы. Все измерения производились без отключения потребителей.

## 2.5 Обследование объекта по адресу: ул. Лагоды, стр. 1д

**Объект обследования:** Трехэтажное отдельностоящее административное здание по адресу: г.Омск, ул. Лагоды, стр. 1д (рис. 61).

Рисунок 61. - Здание по адресу: ул. Лагоды, стр. 1д

**Сложности объекта:** В здании расположены несколько подразделений УФССП России по Омской области. На момент проведения измерений резервный ввод поврежден.

**Объект запитан от**: распределительного устройства трансформаторной подстанции-3345 кабелем СБ 3*35+1*16 длинной 180 метров, двумя кабелями ААБ-3*95+1*50 длинной 220 метров каждый.

**Причина обследования**: выход из строя светотехнических изделий, выход из строя источников бесперебойного питания.

**Период наблюдения:** Январь 2018 – По настоящий момент.

На трансформаторной подстанции и на вводе в здание были установлены многофункциональные преобразователи АЕТ421-11СЕ с комплектом разъемных измерительных трансформаторов тока. Преобразователи были синхронизированы по RTC (часы реального времени).

Результаты измерений электрических параметров трехфазной сети как на подстанции, так и на вводе обследуемый объект, фиксировались в памяти компьютеров в реальном времени. Результаты измерений можно видеть на графиках, представленных ниже.

При обработке данных полученных 21 января 2019г. (рис. 62), видно что зависимость напряжения от нагрузки фазы очень слабая. Поведение напряжения зависит от внешних воздействий. Величина напряжения фазы «С» на этом участке превышает максимально допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»).

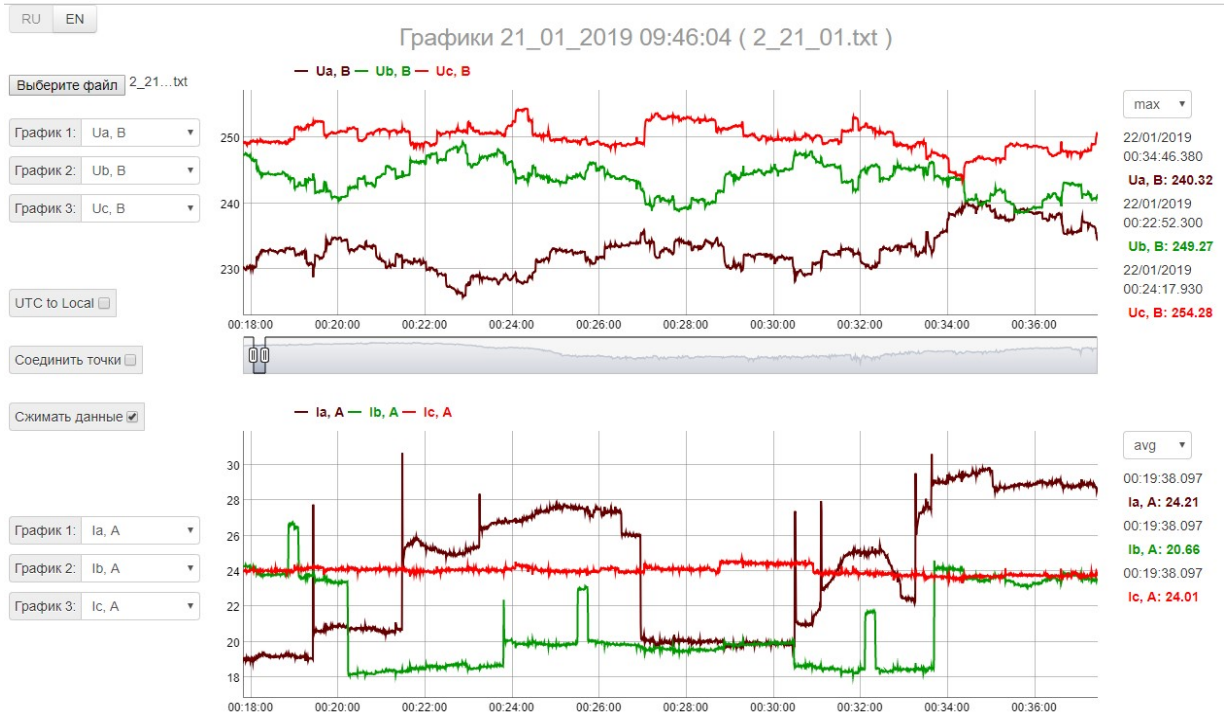



Рисунок 62. - График от 21.01.2019г.

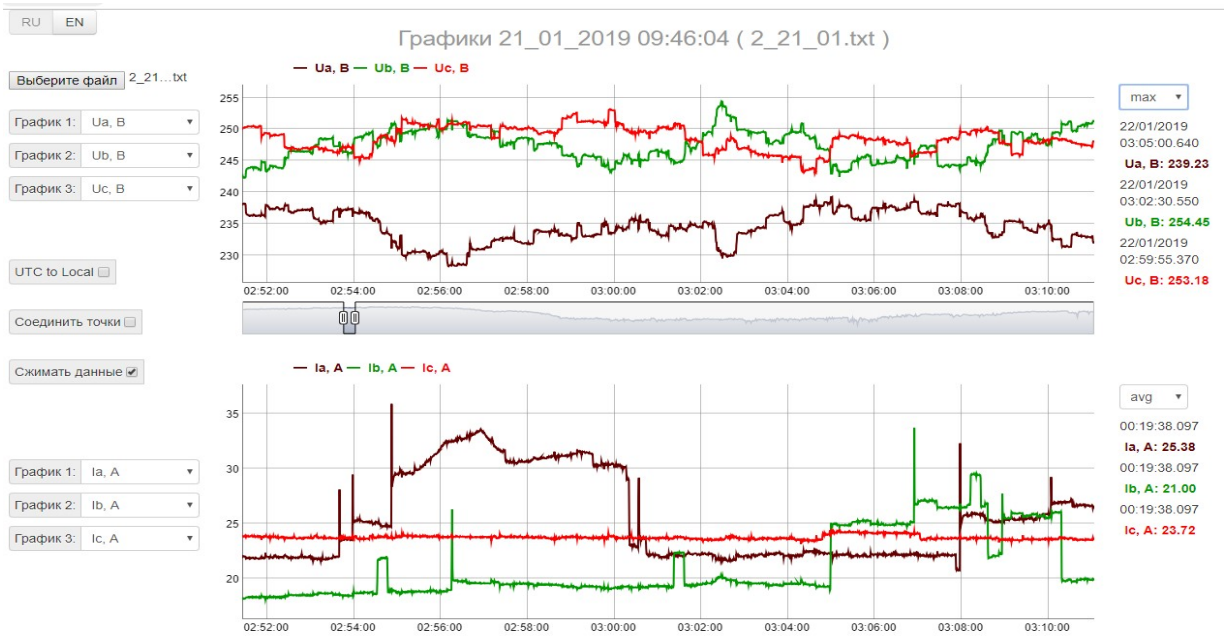



Рисунок 63. - График от 21.01.2019г.

На рисунке 63, видно что, поведение напряжения зависит от внешних воздействий. Величина напряжения фазы «В» на этом участке превышает максимально-допустимое значение 253 В (230 +10% ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»).

Рисунок 64.- График от 23.01.2019г

При обработке данных полученных 23 января 2019г., видно наличие быстрых изменений напряжения, на линии по всем трем фазам. Из графика (рис. 64)

хорошо видно, что около 5:37 запускается неизвестный многофазный электроприемник. При этом происходит просадка напряжения по всем трем фазам на 3,47% и появляются быстрые изменения напряжения по всем трем фазам.

Продолжая обработку полученных данных, видим что запуск неизвестного многофазного электроприемника происходит в разное время суток, каждый день (рис. 65-66).

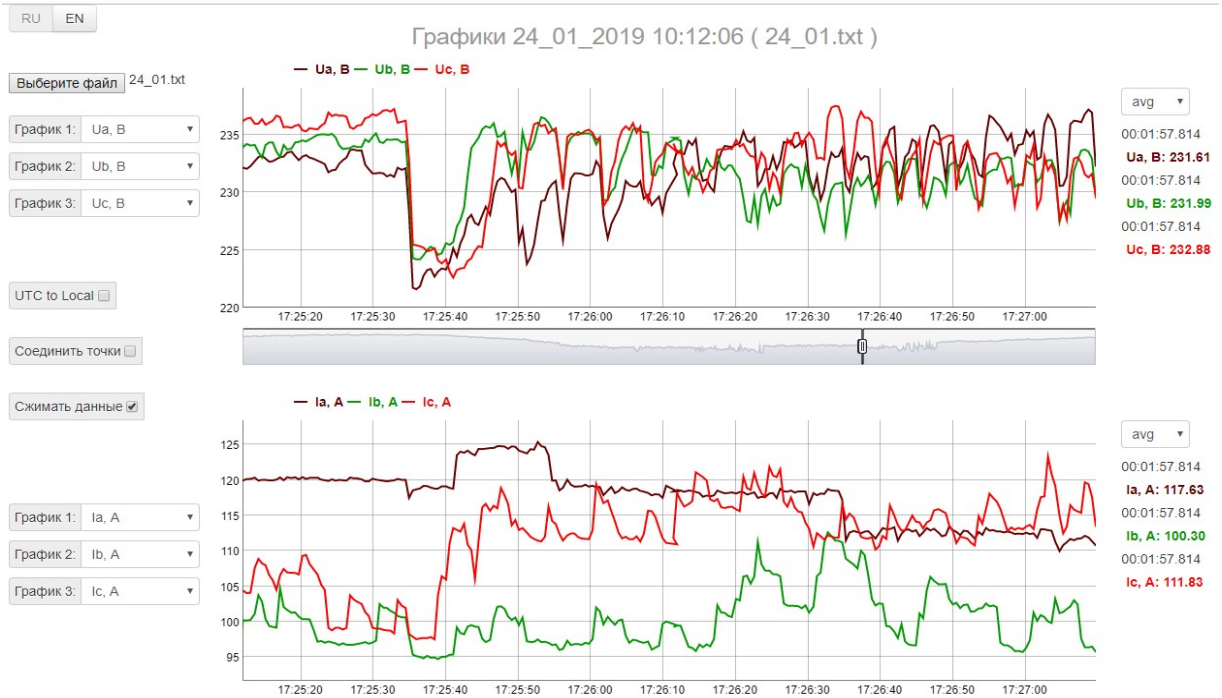



Рисунок 65.- График от 24.01.2019г

Из графика (рис. 65) хорошо видно, что около 17:25 происходит просадка напряжения по всем трем фазам и появляются быстрые изменения напряжения по всем трем фазам.

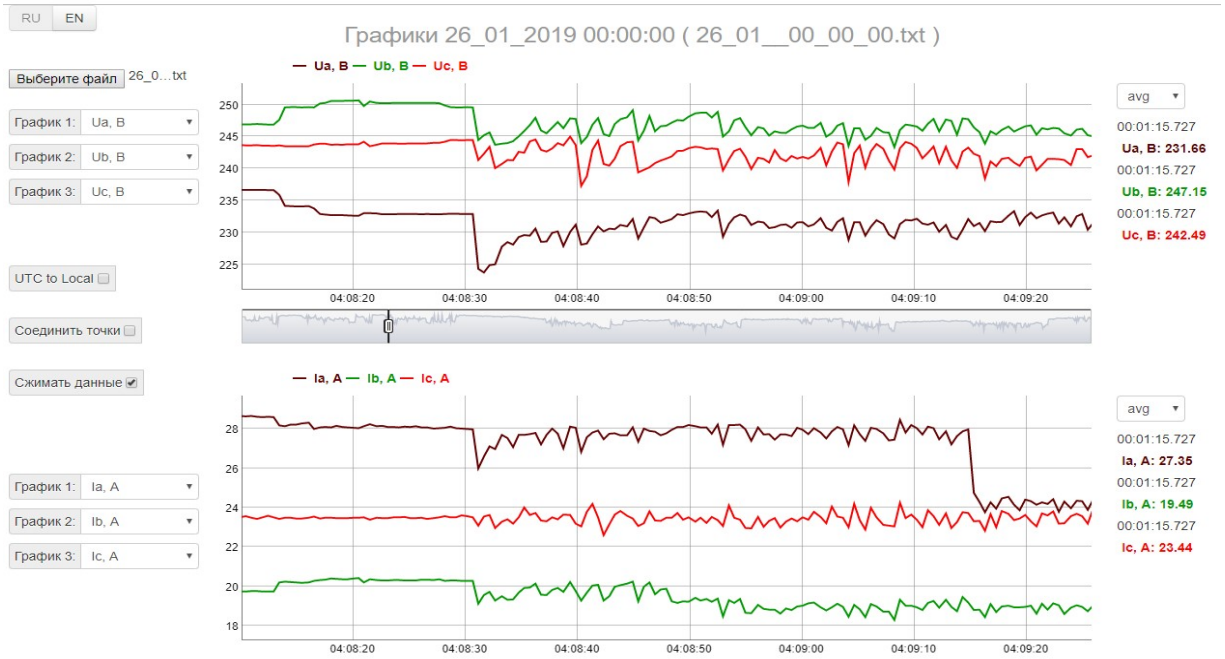



Рисунок 66. - График от 26.01.2019г

Из графика (рис. 66) хорошо видно, что около 4:08 происходит просадка напряжения по всем трем фазам и появляются быстрые изменения напряжения по всем трем фазам.

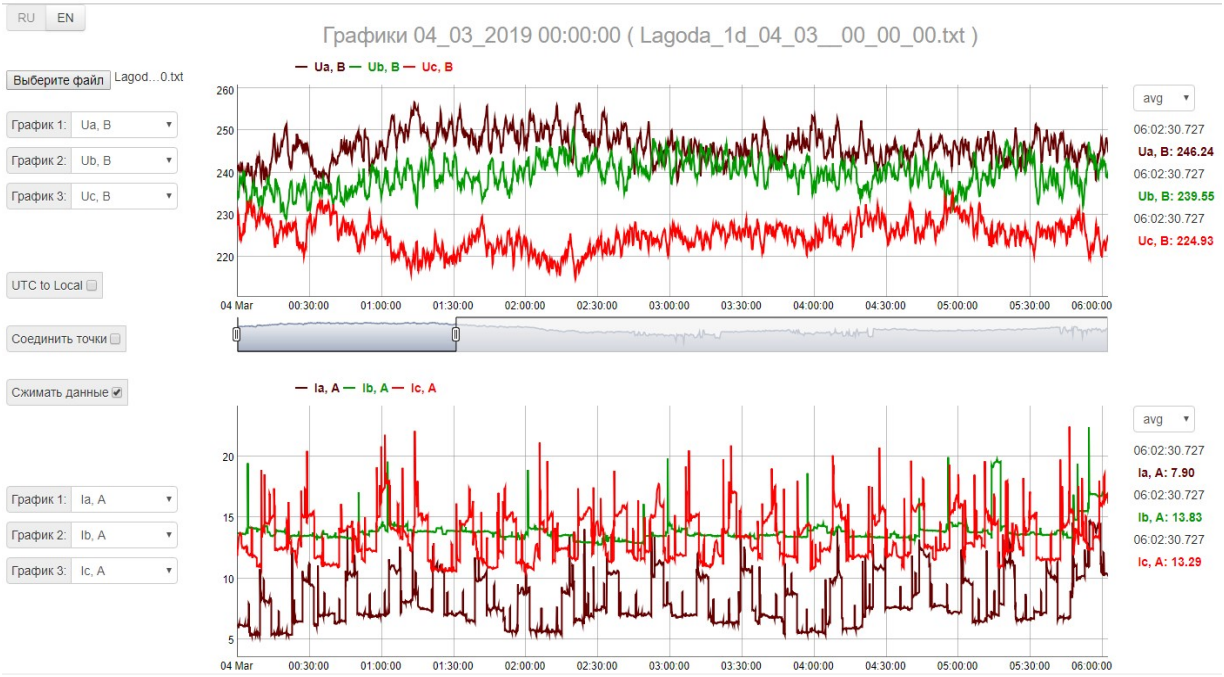



Рисунок 67. - График от 04.03.2019г сторона подстанции.

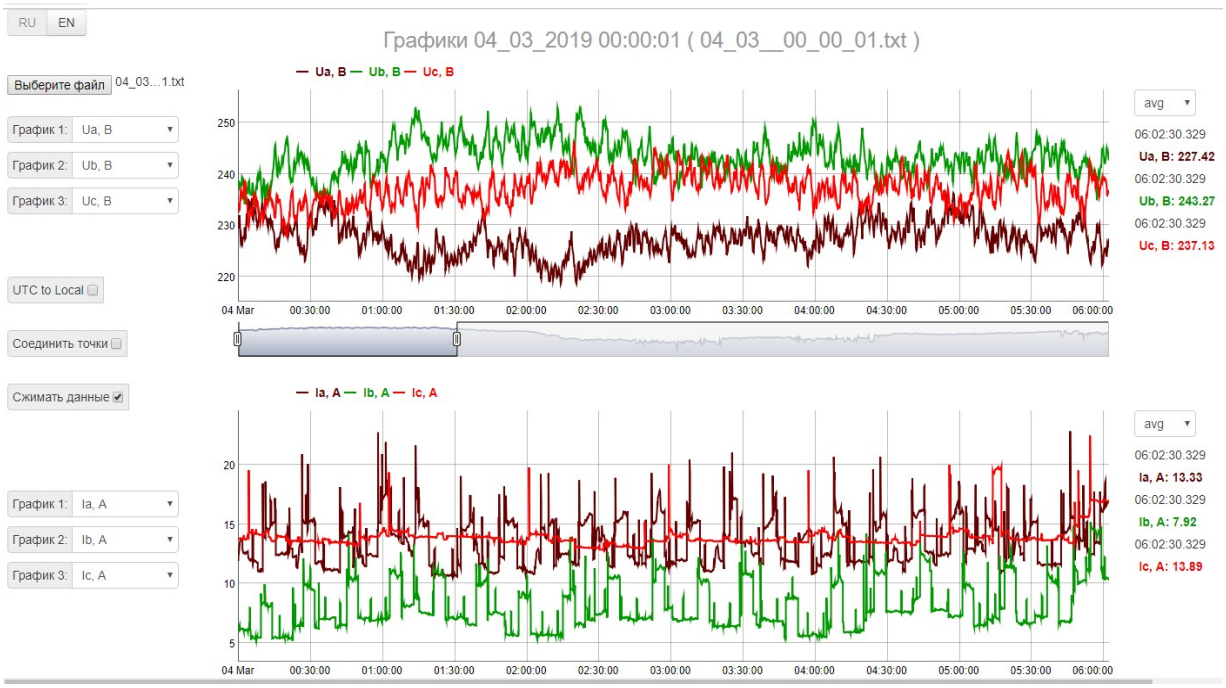



Рисунок 68. - График от 04.03.2019г сторона потребителя.

При дальнейшей обработке полученных данных, было принято решение провести анализ в разрезе нагрузки по времени суток. Было выявлено, что на входе кабеля на стороне подстанции, последовательность чередования фаз – «А» «В» «С» (рис. 67-68), а на выходе кабеля, на вводе в здание, последовательность чередования фаз – «В» «С» «А» (рис. 68). Далее была составлена, сравнительная таблица напряжений (таб. 1), полученных в утренние ненагруженные часы работы.

Таблица 1. - Сравнительная таблица напряжений

| На входе в кабель | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ua:246,24V | Ia:7,90A | Pa:1,66кВт | Qa:0,77квар | |
| Ub:239,55V | Ib:13,83A | Pb:3,11кВт | Qb:0,07квар | |
| Uc:224,93V | Ic:13,29A | Pc:2,71кВт | Qc:1,01квар | |
| Uo:15,15V | Io:2,15A | | | |
| На выходе кабеля | | | | |
| Ub:243,27V | Ib:7,92A | Pb:1,64кВт | Qb:0,78квар | **ΔU= 2,97V** |
| Uc:237,13V | Ic:13,89A | Pc:3,09кВт | Qc:0,04квар | **ΔU= 2,42V** |
| Ua:227,42V | Ia:13,33A | Pa:2,74кВт | Qa:1,04квар | **ΔU= -2,49V** |
| Uo:12,59V | Io:2,15A | | | |

На рисунке 69, в период времени от 9:00 до 11:00 напряжение фазы «А» достигает значения 254,45 В, а напряжение фазы «С» падает до 194,56 В. Разбалансировка напряжения достигает 59,89 В.

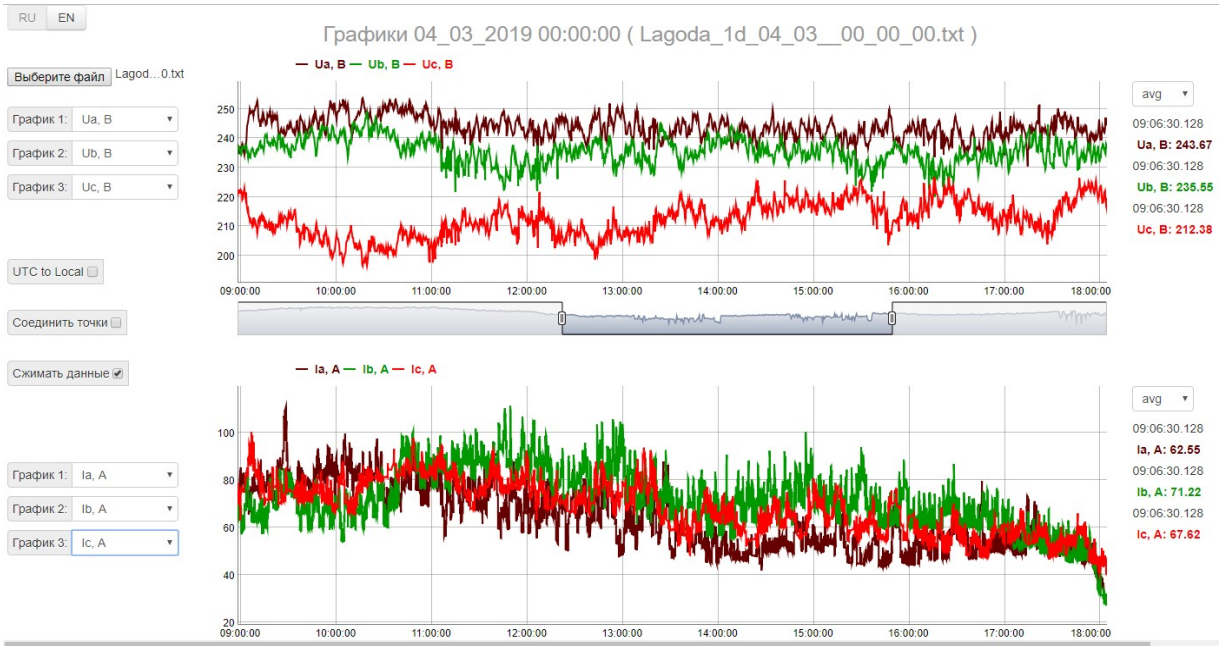



Рисунок 69. - График от 04.03.2019г сторона подстанции.

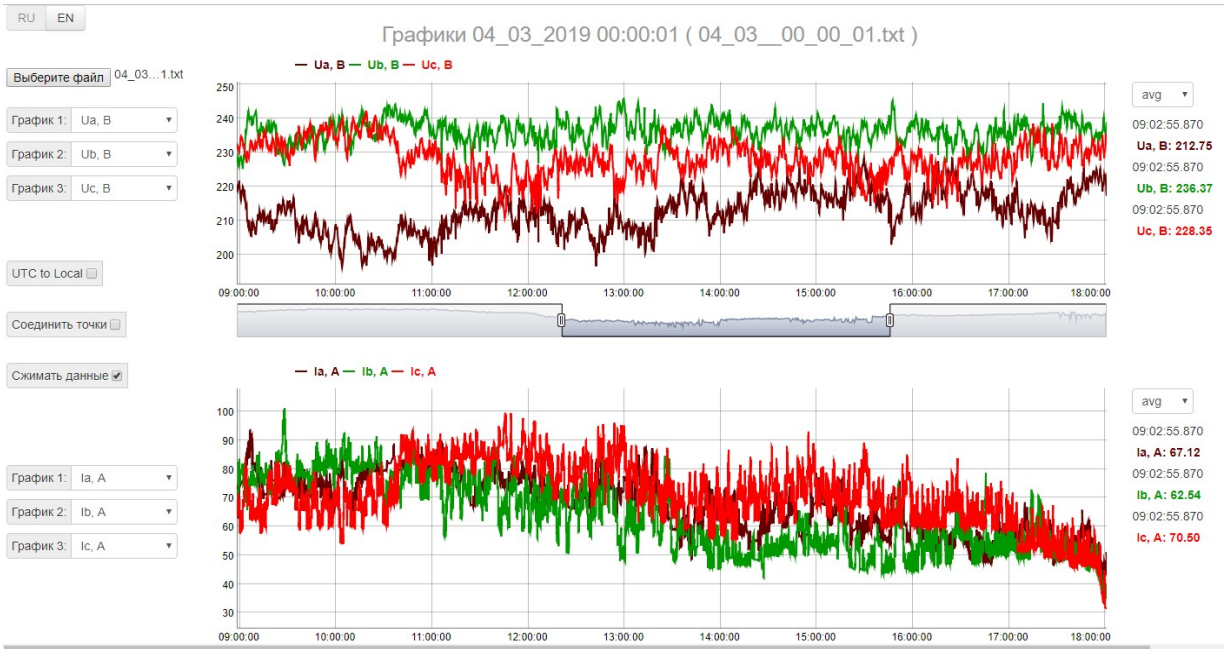



Рисунок 70. - График от 04.03.2019г сторона потребителя.

Далее была составлена, сравнительная таблица напряжений (таб. 2), полученных в дневные часы работы, с наибольшей нагрузкой.

Таблица 2. - Сравнительная таблица напряжений.

| На входе в кабель | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ua:243,67V | Ia:62,55A | Pa:14,85кВт | Qa:0,78квар | |
| Ub:235,55V | Ib:71.22A | Pb:16,32кВт | Qb:0,70квар | |
| Uc:212,38V | Ic:67,62A | Pc:14,05кВт | Qc:0,77квар | |
| Uo:23,95V | Io:9,86A | | | |
| На выходе кабеля | | | | |
| Ub:236,37V | Ib:62,54A | Pb:14,34кВт | Qb:0,94квар | **ΔU= 7,3V** |
| Uc:228,35V | Ic:70,50A | Pc:15,63кВт | Qc:0,32квар | **ΔU= 7,2V** |
| Ua:212,75V | Ia:67,12A | Pa:13,94кВт | Qa:0,74квар | **ΔU= -0,37V** |
| Uo:23,31V | Io:9,15A | | | |

После проведения собственником (ООО «ОЭК»), профилактических работ на трансформаторной подстанции. Повторно, было установлено оборудование на вводе кабеля и получены новые данные с параметрами трехфазной сети. Результаты обработки данных, можно видеть на графиках, представленных ниже.

Данные полученные в период наименьшей нагрузки (рис. 71-72).

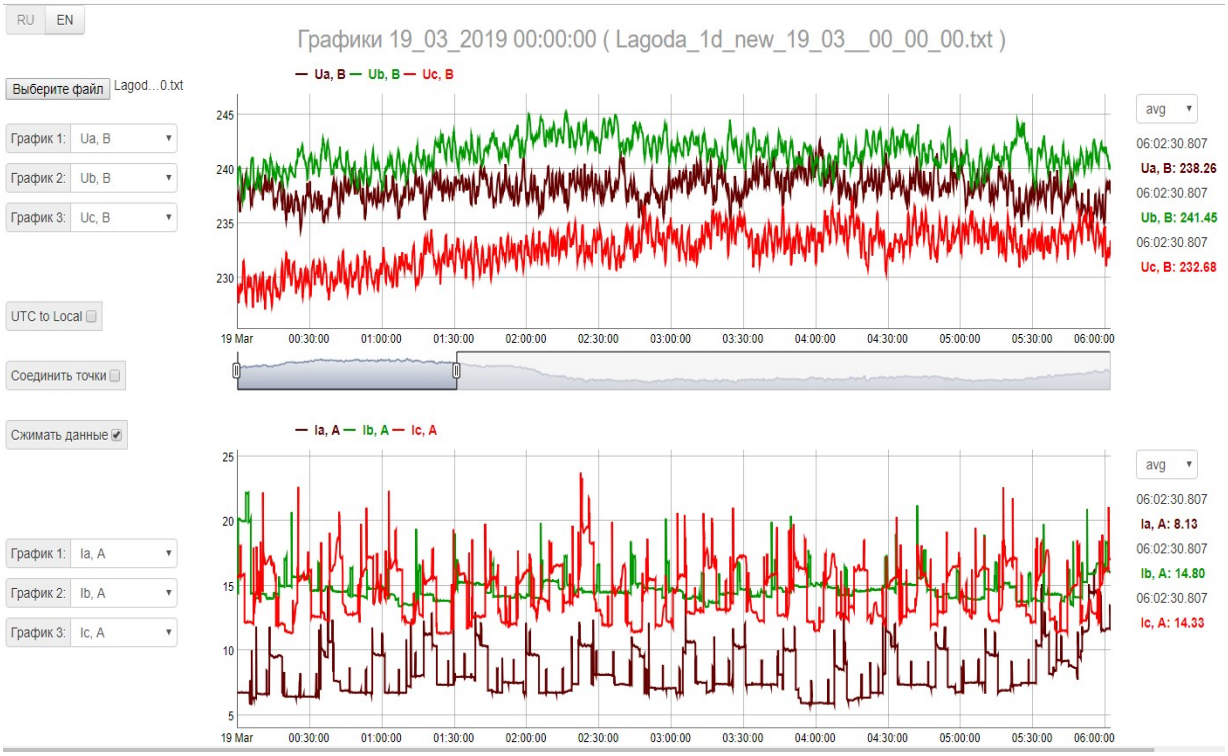



Рисунок 71. - График от 19.03.2019г сторона подстанции.

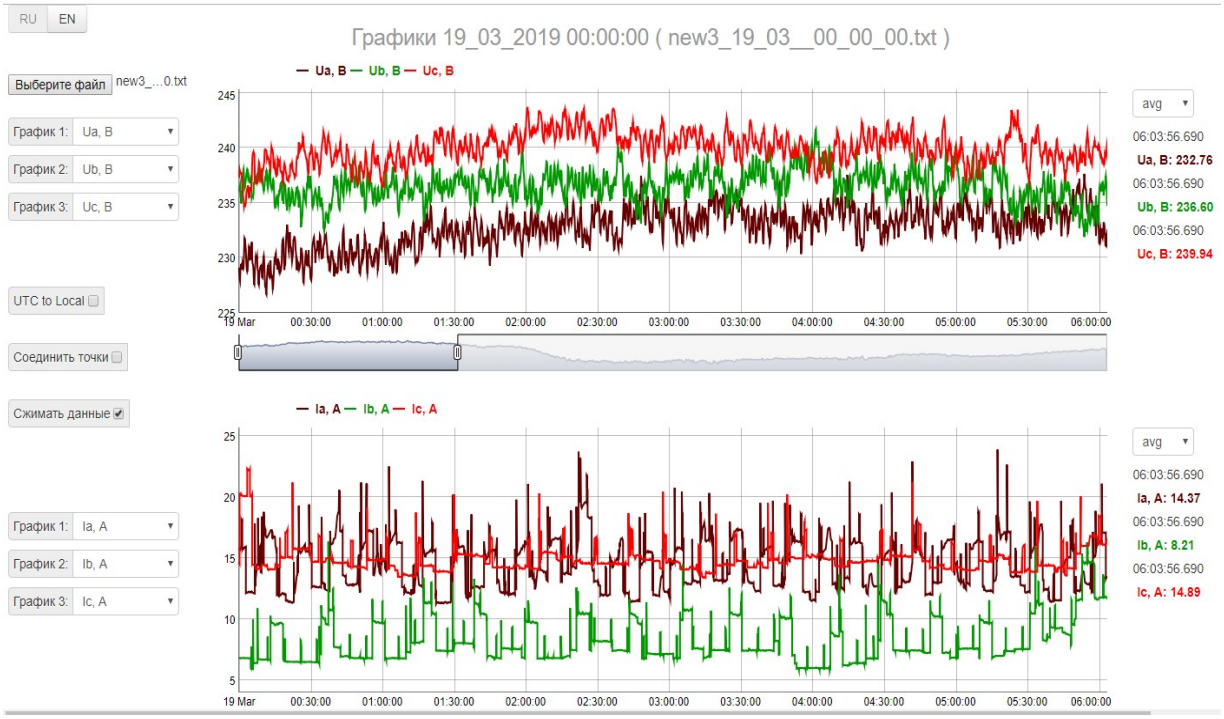



Рисунок 72. - График от 19.03.2019г сторона потребителя.

Далее была составлена, сравнительная таблица напряжений (таб. 3), полученных в утренние ненагруженные часы работы.

Таблица 3. - Сравнительная таблица напряжений.

| На входе в кабель | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ua:238,26V | Ia:8,13A | Pa:1,69кВт | Qa:0,58квар | |
| Ub:241,45V | Ib:14,80A | Pb:3,34кВт | Qb:0,41квар | |
| Uc:232,68V | Ic:14,33A | Pc:3,00кВт | Qc:1,15квар | |
| Uo:6,21V | Io:2,58A | | | |
| На выходе кабеля | | | | |
| Ub:236,60V | Ib:8,21A | Pb:1,70кВт | Qb:0,59квар | **ΔU= 1,66V** |
| Uc:239,94V | Ic:14,89A | Pc:3,34кВт | Qc:0,40квар | **ΔU= 1,51V** |
| Ua:232,76V | Ia:14,37A | Pa:3,00кВт | Qa:1,16квар | **ΔU= -0,08V** |
| Uo:6,02V | Io:2,58A | | | |

Данные полученные в период наибольшей нагрузки (рис. 73-74).

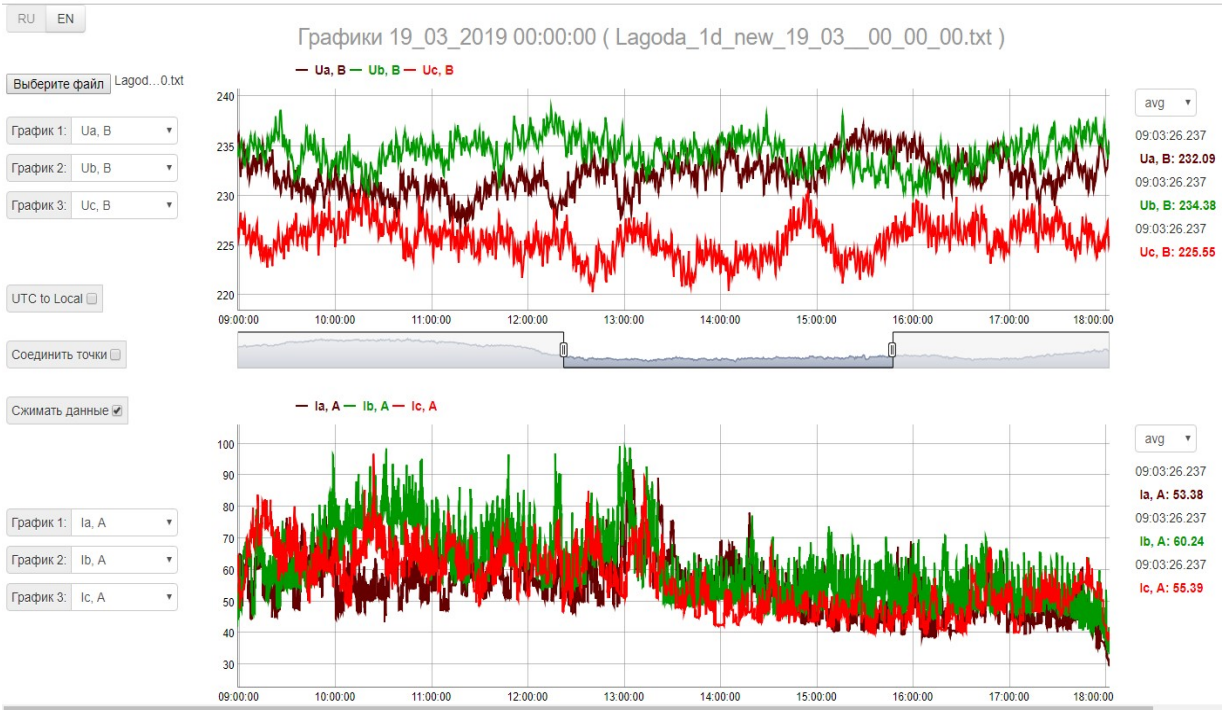



Рисунок 73. - График от 19.03.2019г сторона подстанции.

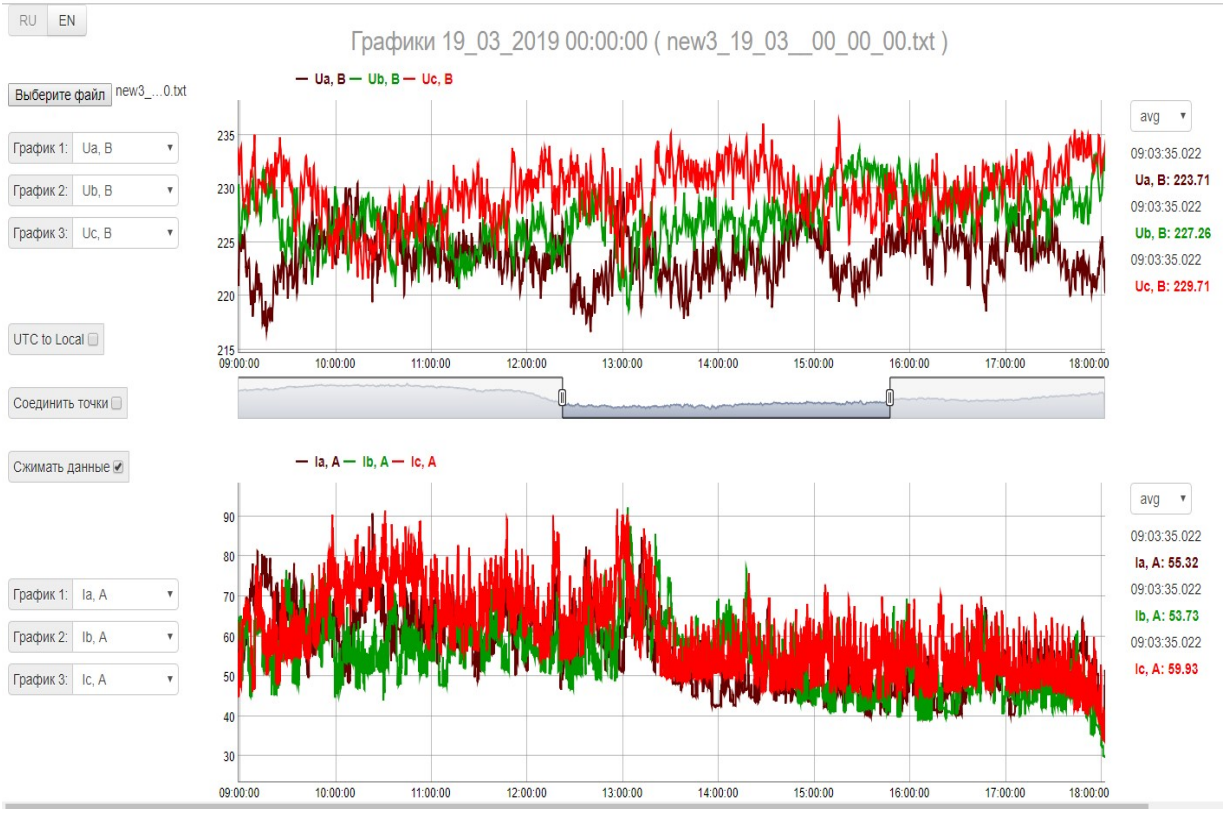



Рисунок 74. - График от 19.03.2019г сторона потребителя.

Далее была составлена, сравнительная таблица напряжений (таб. 4), полученных в утренние ненагруженные часы работы.

Таблица 4. - Сравнительная таблица напряжений.

| На входе в кабель | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ua:238,26V | Ia:8,13A | Pa:1,69кВт | Qa:0,58квар | |
| Ub:241,45V | Ib:14,80A | Pb:3,34кВт | Qb:0,41квар | |
| Uc:232,68V | Ic:14,33A | Pc:3,00кВт | Qc:1,15квар | |
| Uo:6,21V | Io:2,58A | | | |
| На выходе кабеля | | | | |
| Ub:236,60V | Ib:8,21A | Pb:1,70кВт | Qb:0,59квар | **ΔU= 1,66V** |
| Uc:239,94V | Ic:14,89A | Pc:3,34кВт | Qc:0,40квар | **ΔU= 1,51V** |
| Ua:232,76V | Ia:14,37A | Pa:3,00кВт | Qa:1,16квар | **ΔU= -0,08V** |
| Uo:6,02V | Io:2,58A | | | |

По результатам проведенных исследований можно однозначно сказать, что профилактические работы на подстанции дали положительный результат:

- Уменьшилась разбалансировка напряжения в энергосистеме;
- Значение напряжения всех фаз находятся в пределах допустимых значений 230В±10%;
- Падение напряжения в системе от подстанции до потребителя снизились до, допустимых 2,1%;
- Значение напряжение в нейтральном проводнике снизилось в 2÷3 раза, в зависимости от нагрузки в момент времени.

## 2.5 Обследование объекта по адресу: с.Азово ул.Советская, стр. 30

**Объект обследования:** Одноэтажное отдельностоящее административное здание по адресу: Омская обл., с.Азово ул.Советская, стр. 30 (рис. 75).

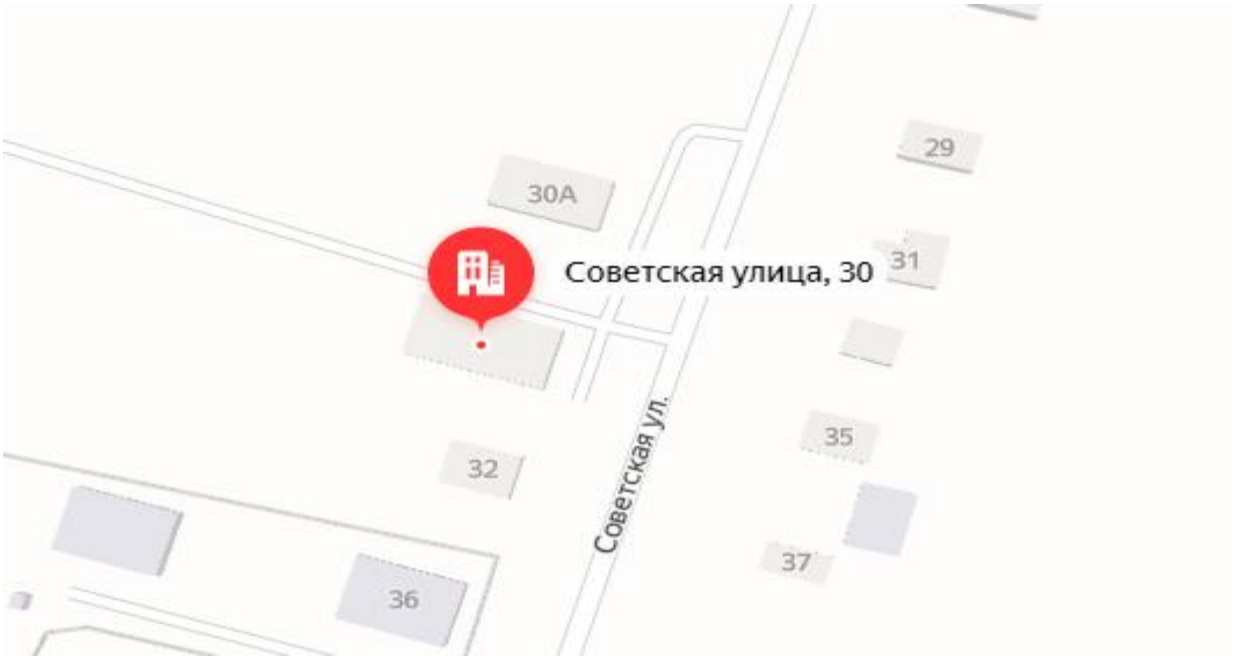



Рисунок 75. - Здание по адресу: с.Азово ул.Советская, стр 30.

**Сложности объекта:** Отсутствуют.

**Объект запитан от**: опоры №11ВЛ 0,4кВ. Распределительный щит и счетчик электроэнергии расположены в помещении объекта. На объект заходит одна фаза электропитания.

**Причина обследования**: Выход из стоя оборудования связи, компьютерной техники, светотехнических изделий.

**Период наблюдения:** Декабрь 2018 – Март 2019.

На вводе в здание был установлен преобразователь электрический измерительный АЕМТ-С22-V44-1 с комплектом разъемных измерительных трансформаторов тока. Измеренные преобразователем параметры однофазной сети записывались на компьютер в режиме реального времени. Результаты измерений можно видеть на графиках, представленных ниже.

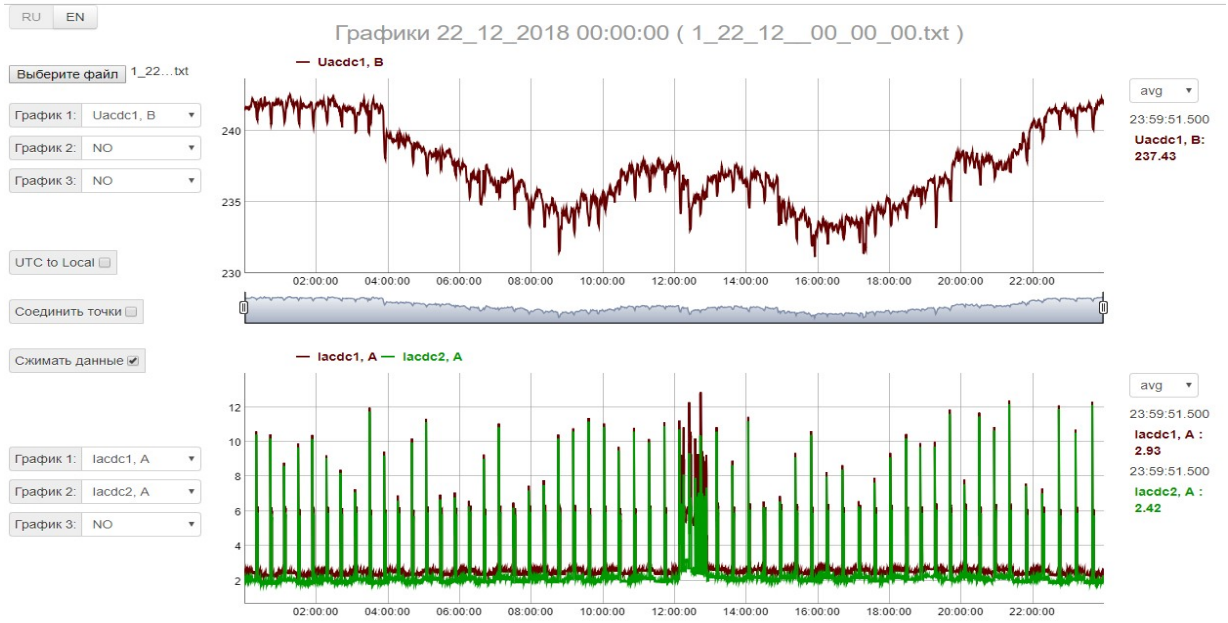



Рисунок 76. - График от 22.12.2018г.

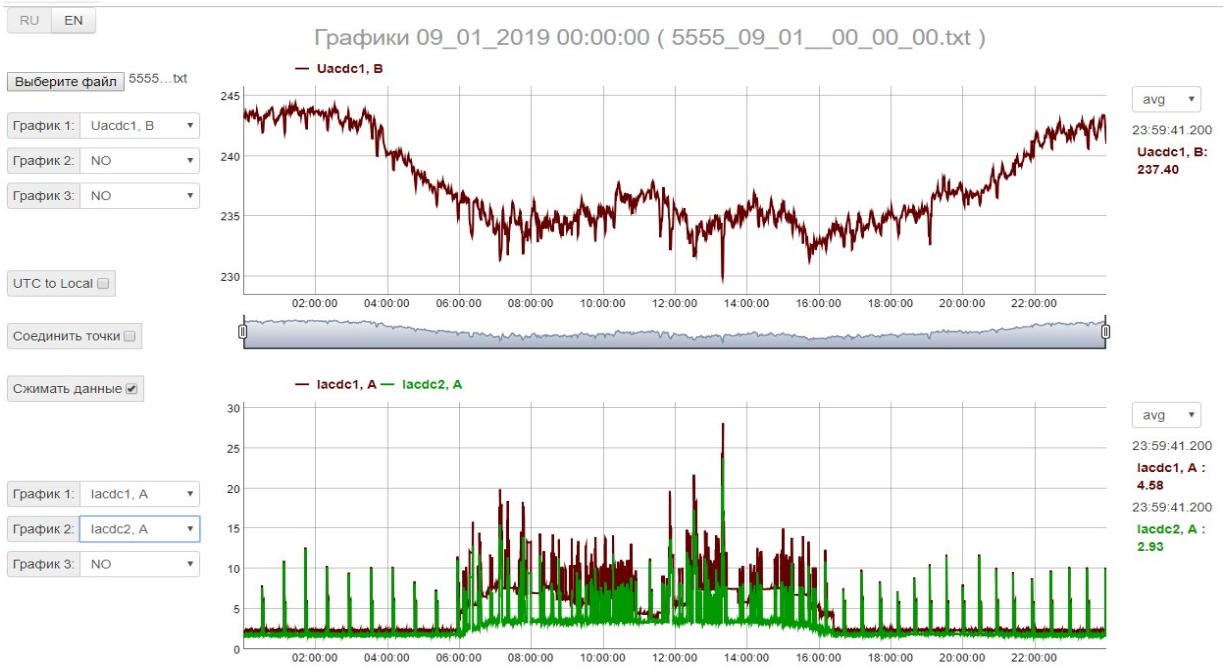



Рисунок 77. - График от 09.01.2019г.

После обработки первичных данный стало видно что, номинальное напряжение сети на данном объекте соответствует 240 В. Согласно ГОСТ 29322-2014 «Стандартные напряжения» номинальное напряжение сети должно быть приведено к 230 В. Однако системы 240/415 В до сих пор продолжают применять.

В дальнейшем из рисунков 77-78, видно что, минимальные падения питающего напряжения на вводе в здание соответствовали максимальному потребле-

нию по току. При этом, мгновенных просадок, напряжения при пиковом потреблении объектом мощности около 7 кВА не зафиксировано. Напряжение в таких случаях снижалось не более, чем на 10 Вольт.

Следовательно, проблемы внутренней электрической разводки в здании отсутствуют. Изменение питающего напряжения, зависит только от времени суток, что полностью соответствует изменению нагрузки соседних потребителей – других объектов, подключенных к той же трансформаторной подстанции.

За все время обследования (более двух месяцев), не выявлено каких-либо отклонений параметров сети. Средний ток потребления в рабочие часы составляет – 7,6 А, что соответствует потребляемой мощности – 1,62 кВт. Максимальный ток потребления в рабочие часы наблюдается в обеденное время и в среднем составляет – 15,5 А, что соответствует потребляемой мощности – 3,51 кВт.

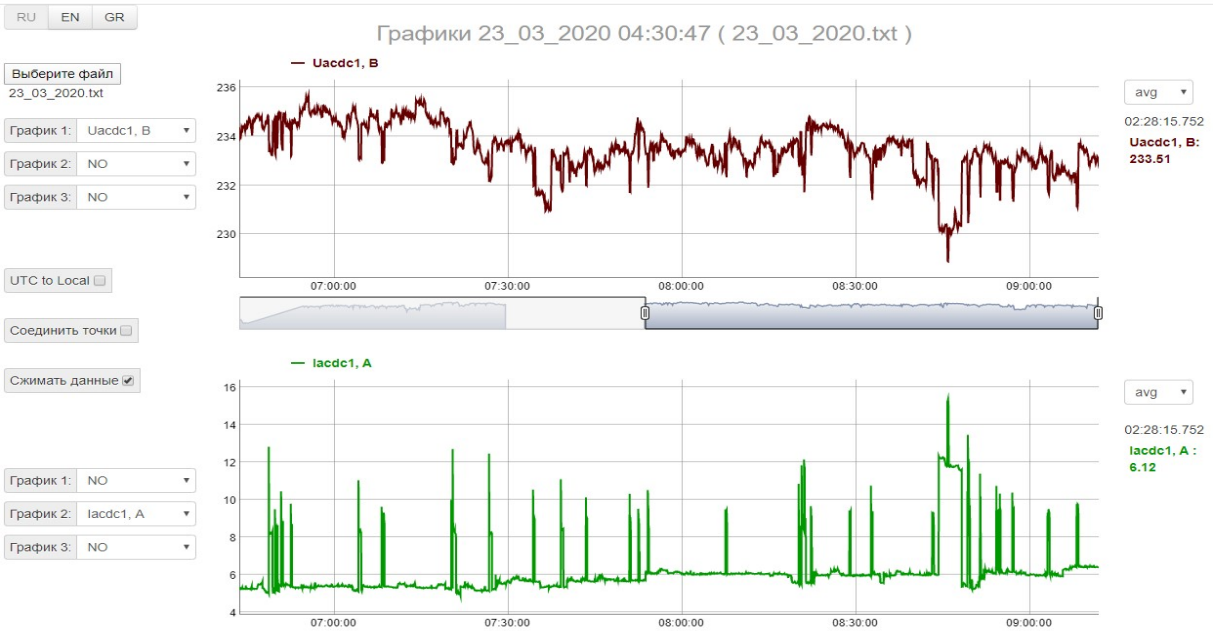



Рисунок 79. График от 23.03.2020г.

Следовательно, проблемы к моменту подключения измерительного оборудования для контроля объекта уже были устранены электроснабжающей организацией. Данные подтверждаются контрольными замерами 23 марта 2020 года (рис. 79).

# Глава 3

В настоящее время, в Российской Федерации реализуются программы, разработанные для перспективного развития электроэнергетики, предусматривающие меры по повышению качества электроэнергии. Так же, для стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в России на государственном уровне предусмотрены экономические меры, в частности формирование тарифов на электроэнергию с учетом ее качества:

- Указ № 889 от 04.06.2008г. «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»;
- ФЗ № 261-ФЗ от 23.11.2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- Мероприятия по повышению качества электроэнергии предусмотрены и в дорожной карте «Энерджинет» - национальной технологической инициативы.

Основными постулатами программы перспективного развития электроэнергетики являются:

- Создание доступной среды и инфраструктуры для развития малого и среднего наукоемкого предпринимательства на рынке комплексных систем и сервисов электроэнергетики;
- Продвижение уже разработанных технологий и создание новых технологий общего применения для рынка комплексных систем и сервисов электроэнергетики;
- Развитие российской науки в областях знаний, используемых при создании и эксплуатации комплексных систем и сервисов электроэнергетики.

Первоочередной задачей, при повышении, качества электроэнергии, является контроль. В современных условиях контроль трудновыполним без создания средств измерения качества электроэнергии. При разработке технических средств

и систем измерения качества электроэнергии производители вынуждены учитывать положения всех действующих нормативов. Одной из сложностей разработки подобных средств измерения, является быстрое изменение ситуации в сфере информатизации. В современных условиях требования к средствам измерения качества электроэнергии, возрастают с каждым годом.

Необходимо учитывать, что используемые нами измерительные преобразователи АЕТ и АЕМТ разрабатывались для работы в составе систем телемеханики и все изложенное в этой работе, один из первых случаев их индивидуального применения.

Применения вместо дорогостоящих и громоздких приборов ( с точки зрения монтажа и габаритных размеров) типа Fluke 434 либо HIOKI PW 3198.

Используемые нами измерительные преобразователи, успешно справились с поставленными задачами, но одной из целей проводимых работ было, определение дальнейшего направления их развития и дальнейшей адаптации под современные условия.

Недостатки этих приборов приведены с точки зрения конечного пользователя, эксплуатировавшего приборы более года на большом количестве объектов.

Необходимо учитывать, что эти недостатки приведены безотносительно к другим приборам и системам, которые предназначены для решения подобных задач. Практически все они, в большей или меньшей степени, имеют те же недостатки.

## 3.1 Описание бизнес процесса

При проведении инспекционного контроля качества потребляемой электроэнергии, на объектах УФССП России по Омской области, применялись преобразователи АЕТ421-11CE/AEMT-C22-V44-1.

Схема применения преобразователя подразумевает, что данные получаемые с преобразователя могут, используются как для визуального контроля измеряемых параметров, так и для программного контроля измеряемых параметров. При аппаратном контроле измеряемых параметров, важным элементом является канал передачи данных.

В процессе работы была смоделирована предметная область в нотации IDEF0 (рис. 80).

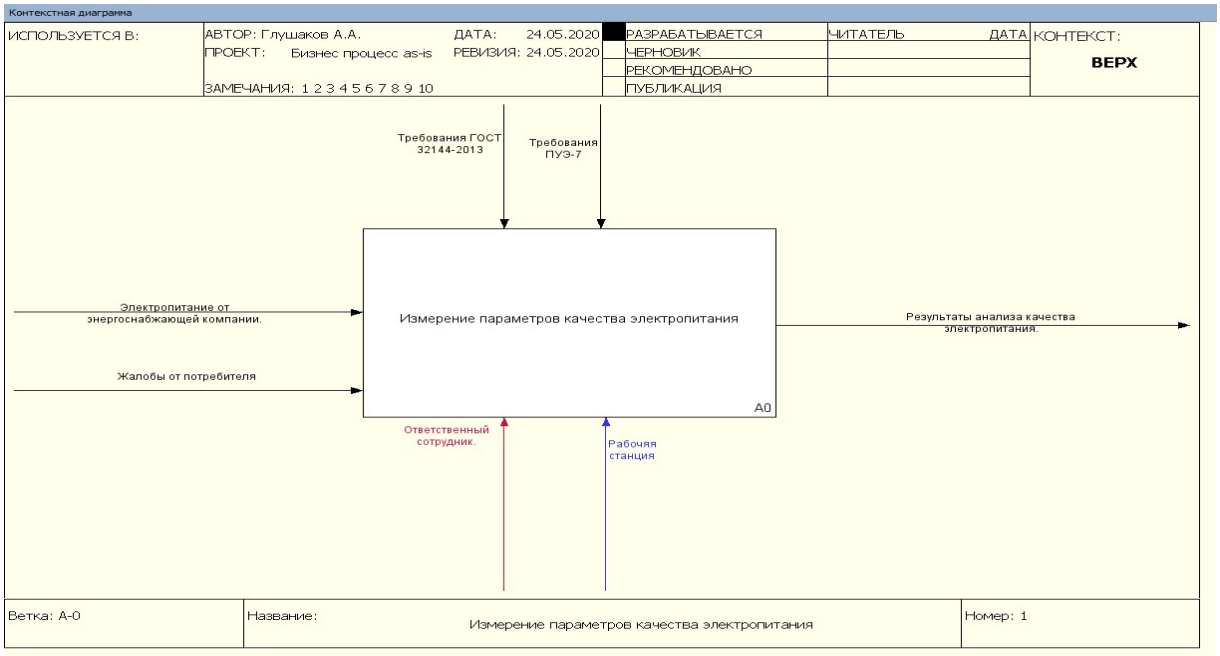



Рисунок 80. - Диаграмм IDEF0.

После декомпозиции стали понятны функциональные особенности протекания процесса контроля качества потребляемой электроэнергии (рис. 81). Что позволило выявить более наглядно имеющиеся недостатки.

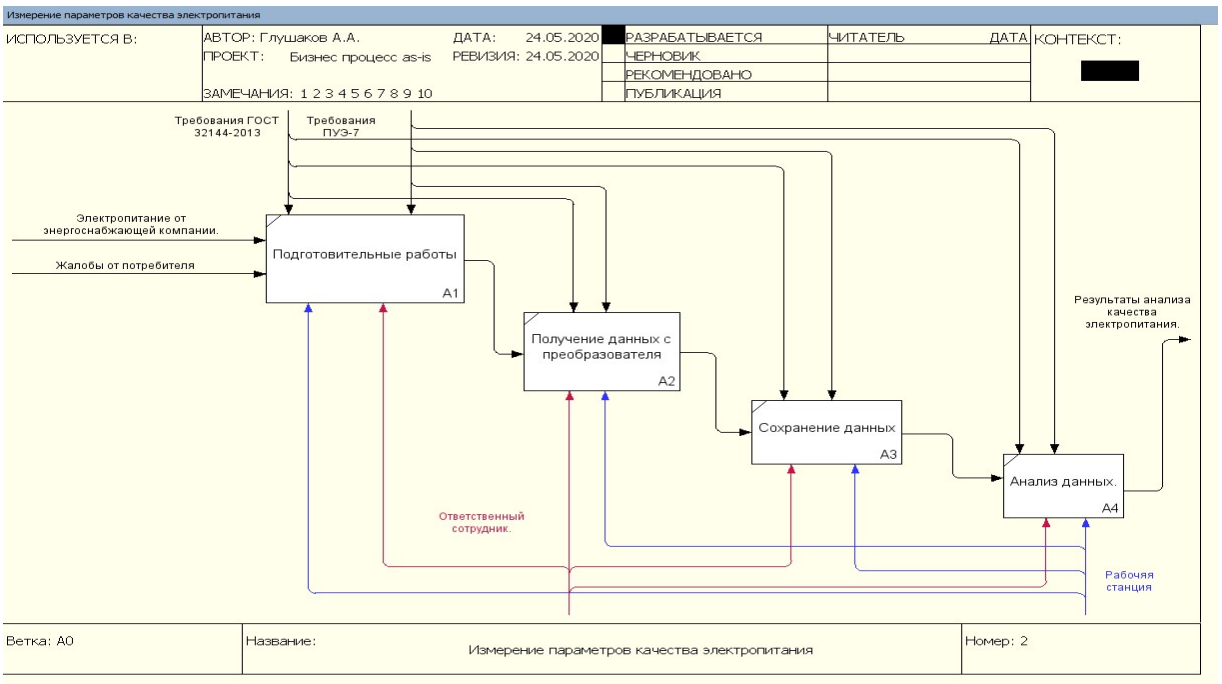



Рисунок 81. - Диаграмма декомпозирована на 1 уровень.

В случае возникновения сбоев связанных с каналами передачи данных, либо с потерей электропитания, будет нарушена целостная картина состояния контролируемого объекта. Так же, нельзя не учитывать возможность как программных, так и аппаратных сбоев пункте сбора и обработки полученных данных. Недостатки можно разделить на несколько типов.

## 3.2 Особенности эксплуатации

Далее рассмотрим отдельные особенности эксплуатации прикладного программного обеспечения, применяемого при работе с измерительными преобразователями AET421-11CE/AEMT-C22-V44-1.

Конфигурирование выполняется с помощью модуля SetComplex 4 (рис. 82). Настроив необходимые параметры и коэффициенты, производится запись созданного конфигурационного файла в преобразователь. Операция чтения и записи конфигурации возможна только при соединении через настроенный COM-порт.

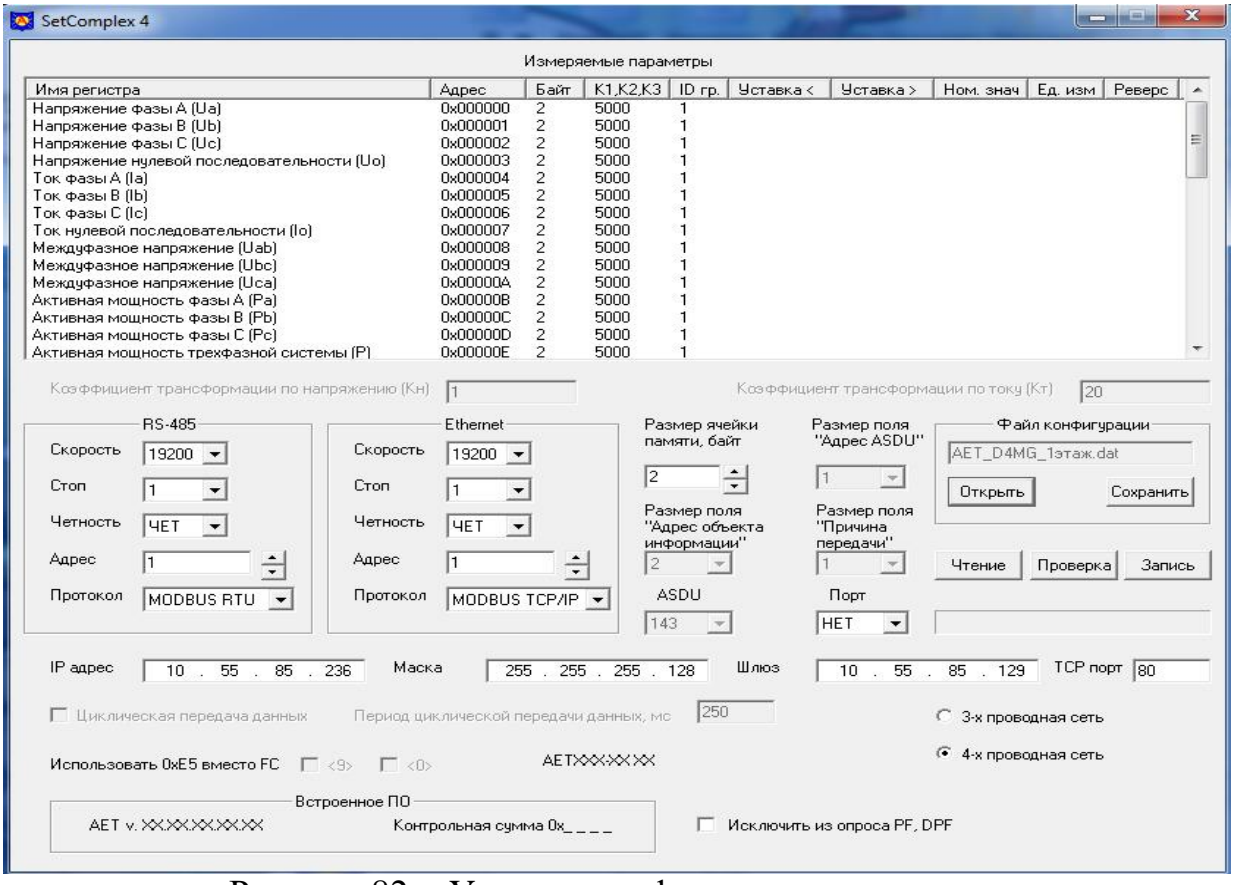
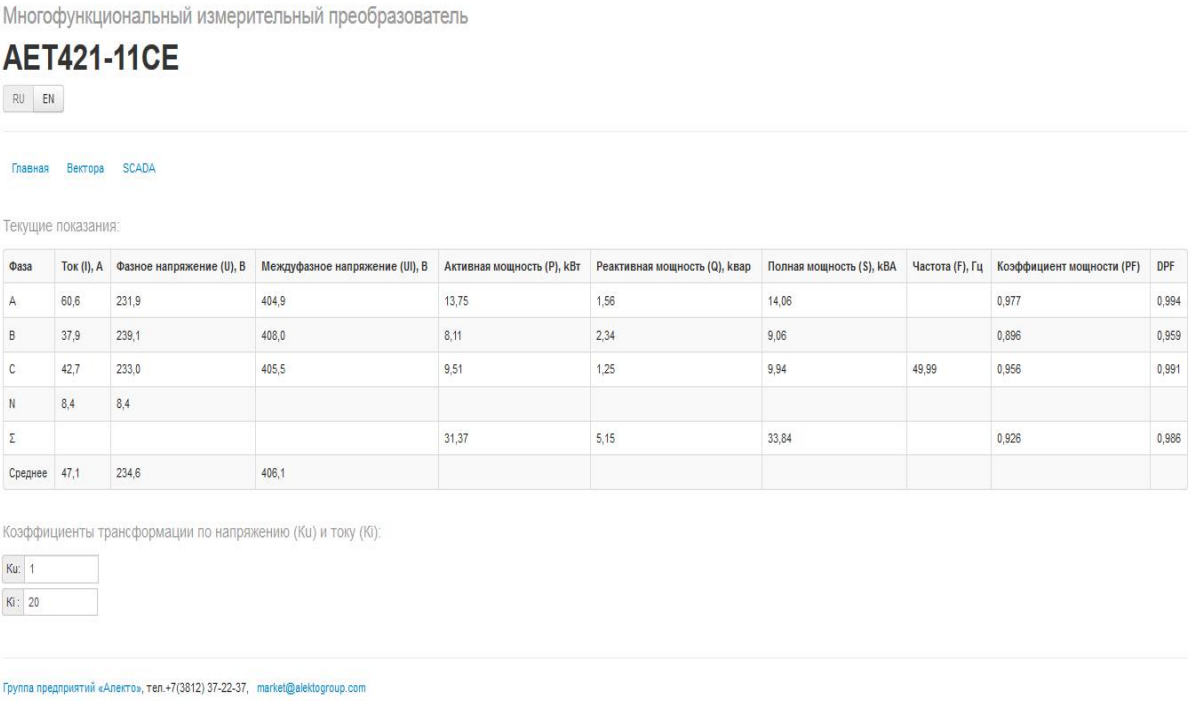



Рисунок 82. - Утилита конфигурирования.

Визуальный контроль параметров, производится после установки измерительного преобразователя по месту эксплуатации и проверив его доступность по указанному в настройках ip-адресу. При этом получаем возможность визуального контроля измеряемых параметров, с помощью web-браузера (рис. 83).




| Фаза | Ток (I), А | Фазное напряжение (U), В | Междуфазное напряжение (Ul), В | Активная мощность (P), кВт | Реактивная мощность (Q), квар | Полная мощность (S), кВА | Частота (F), Гц | Коэффициент мощности (PF) | DPF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 60,6 | 231,9 | 404,9 | 13,75 | 1,56 | 14,06 | | 0,977 | 0,994 |
| B | 37,9 | 239,1 | 408,0 | 8,11 | 2,34 | 9,06 | | 0,896 | 0,959 |
| C | 42,7 | 233,0 | 405,5 | 9,51 | 1,25 | 9,94 | 49,99 | 0,956 | 0,991 |
| N | 8,4 | 8,4 | | | | | | | |
| Σ | | | | 31,37 | 5,15 | 33,84 | | 0,926 | 0,986 |
| Среднее | 47,1 | 234,6 | 406,1 | | | | | | |

Рисунок 83. - Web-интерфейс.

Аппаратный контроль параметров, проводится при проведении долгосрочных измерений и инспекционном контроле, используется модуль ComplexMet 4 (рис. 84). Процедура записи состоит из нескольких этапов:

- Модуль запускается с изначальными настройками;
- Для обращения к конкретному преобразователю, необходимо выбрать *.dat файл, созданный при конфигурировании данного преобразователя;
- Через диалоговое меню выбирает каталог для хранения файлов и задает название файлу хранящему результаты измерения.

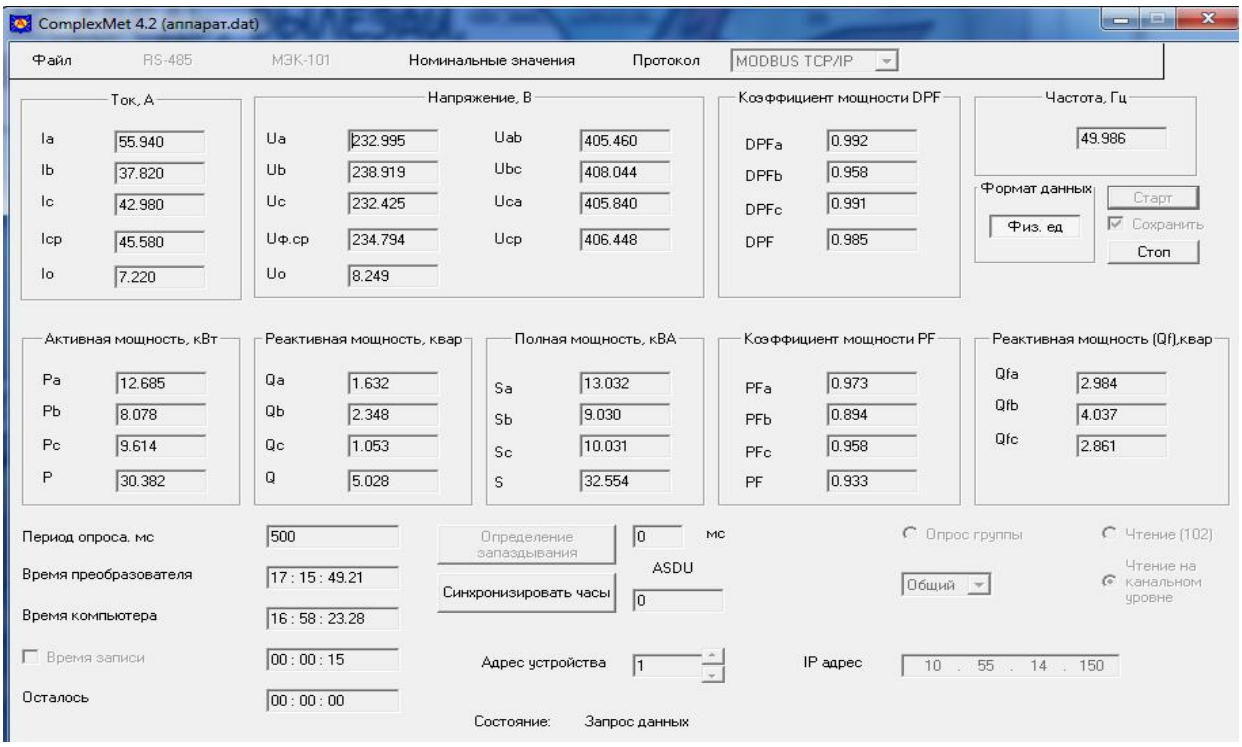



Рисунок 84. - Рабочая форма модуля ComplexMet 4.

Анализ полученных результатов – выполняется с помощью модуля AEMT Viewer, функционирующего на базе web-браузера. Просмотр и обработка необходимых значений, осуществляется в ручном режиме. Каждый файл полученных данных обрабатывается отдельно. Построение трендов длительностью более суток, затруднено.

### 3.3 Недостатки аппаратной части

При постоянном инспекционном контроле объектов УФССП России по Омской области, с использованием измерительных преобразователей АЕТ421-11CE/AEMT-C22-V44-1, общим количеством от 3 до 6 штук, одновременно, были выявлены следующие недостатки:

- Отсутствует резервный канал передачи данных, для обеспечения 100% отсутствия потери данных, необходим подход, реализованный в протоколах PRP и HSR, которые использовать дублирующий канал передачи данных. Основой данных протоколов является то, что отправитель посылает одновременно пакет-

ные данные по двум активным каналам передачи, а получатель с помощью данных протоколов принимает первый пришедший пакет и отклоняет второй. В качестве резервного канала передачи данных может использоваться доступ по сетям передачи данных стандартов GSM, CDMA и UMTS.

- Отсутствие доступа к облачному хранилищу - доступ преобразователя к удаленному хранилищу данных, позволяет сохранять полученные данные в автоматическом режиме при наличии канала передачи данных по сетям стандартов GSM, CDMA и UMTS. Данные хранятся на удаленных ресурсах, с гарантированной, сохранность и ограничением доступа. Одним из возможных вариантов применения является контроль качества электропитания на удаленных объектах, без установки на них каких либо дополнительных рабочих станций и программных комплексов.

- Отсутствует возможность хранения данных в преобразователе - при отсутствии возможности, резервирования канала передачи данных по сетям стандартов GSM, CDMA и UMTS, необходимо наличие энергонезависимого накопителя данных. Запись измеряемых величин, должна осуществляться как в буферном так и в постоянном режиме. Срок хранения данных может регулироваться в зависимости от важности контролируемого объекта. При сбое на стороне принимающей данные, необходимо предусмотреть возможность работы преобразователя в автономном режиме с последующим ручным сбором полученных данных. Может быть реализовано на протоколах NFS, CIFS (SMB) и SFTP и т.д.

- Отсутствие резервного источника питания – резервный источник питания необходим для обеспечения, как основного и резервного каналов передачи данных, так и для обеспечения процесса записи, значений измеряемых величин, в случае несоответствия параметров электропитания, необходимого для штатного функционирования измерительного преобразователя.

- Отсутствие визуального контроля состояния – при использовании измерительного преобразователя в различных режимах, необходимо предусмотреть возможность самодиагностики состояния преобразователя, каналов передачи

данных, состояния основного и резервного источников электропитания, с выводом аудиовизуальных данных в виде зуммера и контрольных индикаторов.

- Отсутствие кроссплаформенности - зависимость программного продукта от среды исполнения, связана не только с разрядностью ядра операционной системы, но и его архитектурой – наличием или отсутствием тех или иных библиотек, модулей и программного окружения.

В современных условия, при эксплуатации специализированных программных продуктов требуется полная автоматическая переносимость кода, следует отметить, что проблема кроссплаформенности, наиболее остро встает при отсутствии библиотек программных модулей, поскольку на библиотеки возлагается задача по унификации программного интерфейса для доступа к аппаратным компонентам системы.

Необходимость запуска и настройки, отдельного экземпляра ПО для каждого преобразователя – в случае использования более одного измерительного преобразователя, промежуток времени между запуском и настройкой каждого экземпляра программного продукта, и получения данных, несет риск пропуска события могущего нести негативные последствия.

Отсутствие оповещений о критических событиях происходящих на момент мониторинга – в случае возникновения аварийной ситуации, при проведении мероприятий связанных с инспекционным контролем качества электроэнергии, факт аварии будет выявлен постфактум. Отсутствие аварийного оповещения ожет негативно повлиять на инфраструктуру контролируемого объекта.

Необходимость ручной обработки полученных измерений – при обработке полученных результатов мониторинга, необходимо каждый полученный файл вручную обрабатывать в модуле AEMT Viewer. При использовании более одного измерительного преобразователя, трудозатраты возрастают многократно.

## 3.4 Техническое задание на разработку ПО

1. **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Разрабатываемая, АИС предназначена для автоматизации учета качества потребляемой электроэнергии. Обеспечивает постоянный сбор, учет, хранение, обработку данных получаемых измерительными преобразователями марки АЕТ/АЕМТ производимыми заказчиком.

1.1 Полное наименование системы

Автоматизированная информационная система «Мониторинг КЭ».

1.2 Шифр системы и договора

Устанавливается по результату заключения контракта.

1.3 Исполнитель

Устанавливается в результате открытых торгов на публичной электронной площадке.

1.4 Основания разработки

Основанием для исполнения работ по созданию автоматизированной системы, предусмотренной в настоящем ТЗ, являются документы:

Федеральные законы Российской Федерации.

ГОСТы, общероссийские и международные стандарты и иные нормативные документы в той их части, которые не противоречат законодательству и целям реализации настоящего Технического задания.

При разработке автоматизированной системы и создании проектно-эксплуатационной документации Исполнитель руководствуется основными требованиями следующих нормативных документов:

- ГОСТ 34. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы.

- РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов;
- ГОСТ 34.601-90. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания;
- ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплексность и обозначение документов при создании автоматизированных систем;
- РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

1.5 Сроки исполнения работ

Устанавливается по результату заключения контракта.

1.6 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ

Разработанная система сдается на базе средств вычислительной техники заказчика, в сроки, установленные Договором и настоящим техническим заданием. Приемка информационной системы осуществляется комиссией в составе уполномоченных представителей Заказчика и Исполнителя. Порядок предъявления системы, ее испытаний и окончательной приемки определен настоящим ТЗ. Одновременно с предъявлением системы производится сдача разработанного Исполнителем комплекта документации, согласно, настоящего ТЗ.

## 2. **НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛЬ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ**

2.1 Назначение системы

Автоматизация процесса сбора, учета, хранения, обработки данных получаемых измерительными преобразователями марки АЕТ/АЕМТ. Автоматическое реагирование на события предусмотренные Приложением А. Создание отчетов установленного образца, при обнаружении события предусмотренные Приложением А.

1.2 Цели создания системы.

Основная цель – автоматизация процесса контроля качества потребляемой электроэнергии. Обеспечение оперативного реагирования на события предусмотренные Приложением А.

## 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации.

Объект автоматизации:

Процедура сбора данных, с многофункциональных цифровые измерительных преобразователей АЕТ/АЕМТ.

Протоколы передачи данных, используемые в объекте:

- RS-485;
- MODBUS-RTU;
- MODBUS-ASCII;
- МЭК 60870-5-101;
- Ethernet: MODBUS-TCP/IP;
- МЭК 60870-5-104.

3.2. Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизация и характеристиках окружающей среды

Программные и технические компоненты системы эксплуатируются в условиях и характеристиках окружающей среды объектов автоматизации.

## 4. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

4.1 Требования к системе в целом

Создаваема АИС, должна функционировать на программном обеспечении, распространяемом по лицензии - GNU General Public License.

Создаваема АИС, должна функционировать на реляционной СУБД, соответствовать даталогической модели (согласовывается отдельно, в рабочем порядке).

СУБД разрабатываемой АИС, согласовывается отдельно.

Иметь разграничение доступа к данным. Иметь несколько вариантов исполняемого кода:

- Толстый клиент;
- Тонкий клиент;

4.1.1 Требования к структуре и функционированию

Создаваема АИС должна, функционировать в полном объеме на операционных системах:

- Windows;
- MacOS;
- Linux/Unux.

Создаваема АИС должна, гарантированно функционировать в интернет браузерах:

- Mozilla Firefox;
- Google Chrome;
- Apple Safari;
- Internet Explorer.

Создаваема АИС, не должна, иметь программных ограничений по количеству опрашиваемых преобразователей. Ограничения возможны, связанные с аппаратным обеспечением , на котором будет функционировать АИС.

## 5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ

Стадии работ над проектом выполняются в соответствии с ГОСТ 34 и перечислены ниже.

| **Стадии** | **Работы по стадиям** | **Результаты и форма представления** | **Сроки** |
|---|---|---|---|
| Стадия 1 | | | |
| Техническое задание | Разработка и согласование и утверждение ТЗ | Техническое задание на создание информационной системы | |
| Стадия 2 | | | |
| Технический проект | Разработка проектных решений по системе и ее частям<br>Разработка документации | Документация технического проекта согласно настоящего ТЗ | |
| Разработка базы данных | Создание физической БД | Физическая БД | |
| Разработка программных модулей | Разработка программного обеспечения для реализации функций системы | Выполняемые программные модули | |
| Опытная эксплуатаци | Подготовка материалов для наполнения БД. Загрузка данных в БД. Отладка программных модулей. | Откорректированные требования, материалы для разработки РД на информационную систему. | |
| Рабочая документация | Разработка рабочей документации на информационную систему | Рабочая документация на информационную систему проекта согласно настоящего ТЗ. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Стадия 3 | | | |
| Ввод в действие | Подготовка персонала.<br>Проведение испытаний.<br>Проведение опытной эксплуатации. | Программы обучения,<br>учебные материалы,<br>акт о результатах проведенного обучения персонала.<br>Протокол испытаний,<br>Акт. | |
| Стадия 4 | | | |
| Сопровождение АИС | Выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами.<br>Послегарантийное обслуживание. | Проекты административных и технических регламентов, других нормативных правовых документов, | |

## 6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

Созданная АИС должна пройти, следующий комплекс испытаний:

- Проверка функционированием на реальном объекте;
- Проверка нагрузкой на реальном объекте;
- Проверка на отказоустойчивость в результате отказа питания:
- Проверка отказоустойчивости в результате противоправных действий.

Сроки, методики, объекты испытаний, согласовываются в рабочем порядке.

## 7. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ АИС К ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Требования к составу и содержанию работ по подготовке в эксплуатацию АИС, включая перечень основных мероприятий и их исполнителей должны быть уточнены на стадии проектных работ, подготовки рабочей документации и по результатам опытной эксплуатации.

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ

Минимальная документация на создаваемую АИС, должна иметь следующие разделы:

- Сценарий использования АИС;
- Сценарий тестирования АИС;
- Систему обработки отчетов об ошибке;
- Руководство пользователя;
- Руководство администратора.

Приложением А

| Наименование события | Оповещение | Отчет | Условие |
|---|---|---|---|
| Превышение значения напряжения выше установленного порога | + | + | + |
| Превышение значения напряжения ниже установленного порога | + | + | + |
| Отключение внешнего питания краткосрочное | + | + | + |
| Отключение внешнего питания долгосрочное | + | + | + |
| Отклонение cosϕ более установленного порога | + | + | + |
| Превышение значения напряжения выше установленного порога в нулевом проводнике | + | + | + |
| Отклонение частоты напряжения | + | + | + |

## Заключение

Этой магистерской работой была произведена попытка установить связь между разработчиком – производителем и конечным пользователем тем, кто будет применять эти изделия и решать задачи по анализу цепей питания объектов, и контролю параметров качества электропитания.

В процессе выполнения, данной работы были выполнены поставленные задачи:

- Проведена оценка параметров качества электропитания;
- Проведен анализ данных полученных в процессе инспекционного мониторинга объектов УФССП России по Омской области. Решены текущие проблемы электропитания объектов;
- Разработано технического задания на создание программного обеспечения для мониторинга систем электроснабжения зданий и контроля качества потребляемой электроэнергии.

Конечным результатом данной работы является техническое задание, реализация которого, позволит выйти предприятию разработчику – изготовителю на новый уровень распространения изделий. В современных реалиях распространения цифровых технологий, централизованный контроль любых объектов потребляющих электроэнергию является одной из первоочередных задач.

## Список литературы


1. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;
2. ГОСТ 30804.4.30-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии»;
3. ГОСТ 30804.4.7-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств»;
4. ГОСТ 33073-2014 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;
5. ГОСТ Р 8.655-2009 (Изм. № 1) «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования (с Поправкой)»;
6. ГОСТ Р 51317.4.15-2012 «Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Функциональные и конструктивные требования».
7. ГОСТ 29322-92. «Стандартные напряжения. Межгосударственный стандарт» ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;
8. ГОСТ 29099-91 «Сети вычислительные локальные»
9. ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия»
10. ГОСТ Р 53114-2008 «Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения»
11. ГОСТ Р 57628-2017 «Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Руководство по разработке профилей защиты и заданий по безопасности»

12. Карманова Т. Е. Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения: учебное пособие / Т.Е. Карманова. – Архангельск: САФУ имени М.В. Ломоносова, 2015. – 120 с.

13. Сивков А.А. Основы электроснабжения: учебное пособие / А.А. Сивков, А.С. Сайгаш Д.Ю. Герасимов; Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 184 с.

14. ПРИКАЗ Минэнерго РФ от 13-01-2003 6 «Об утверждении правил технической эксплуатации электроустановок потребителей»

15. «К вопросу мониторинга качества электрической энергии»Текст научной статьи по специальности «Энергетика» Волошко А.В. Харчук А. Л. КиберЛенинка:https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-monitoringa-kachestva-elektricheskoy-energii

16. Проблема мониторинга качества электроэнергии Лапина Н. А., Королев М. Е. Проблемы современной науки и образования. Издательство: Олимп (Иваново) ISSN: 2304-2338eISSN: 2413-4635

17. Кузнецов Н.М., Семёнов А.С. Разработка системы мониторинга для измерения показателей качества электроэнергии на горных предприятиях // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4-2. – С. 295-299;

18. ГОСТ 29322-2014. «Стандартные напряжения»;

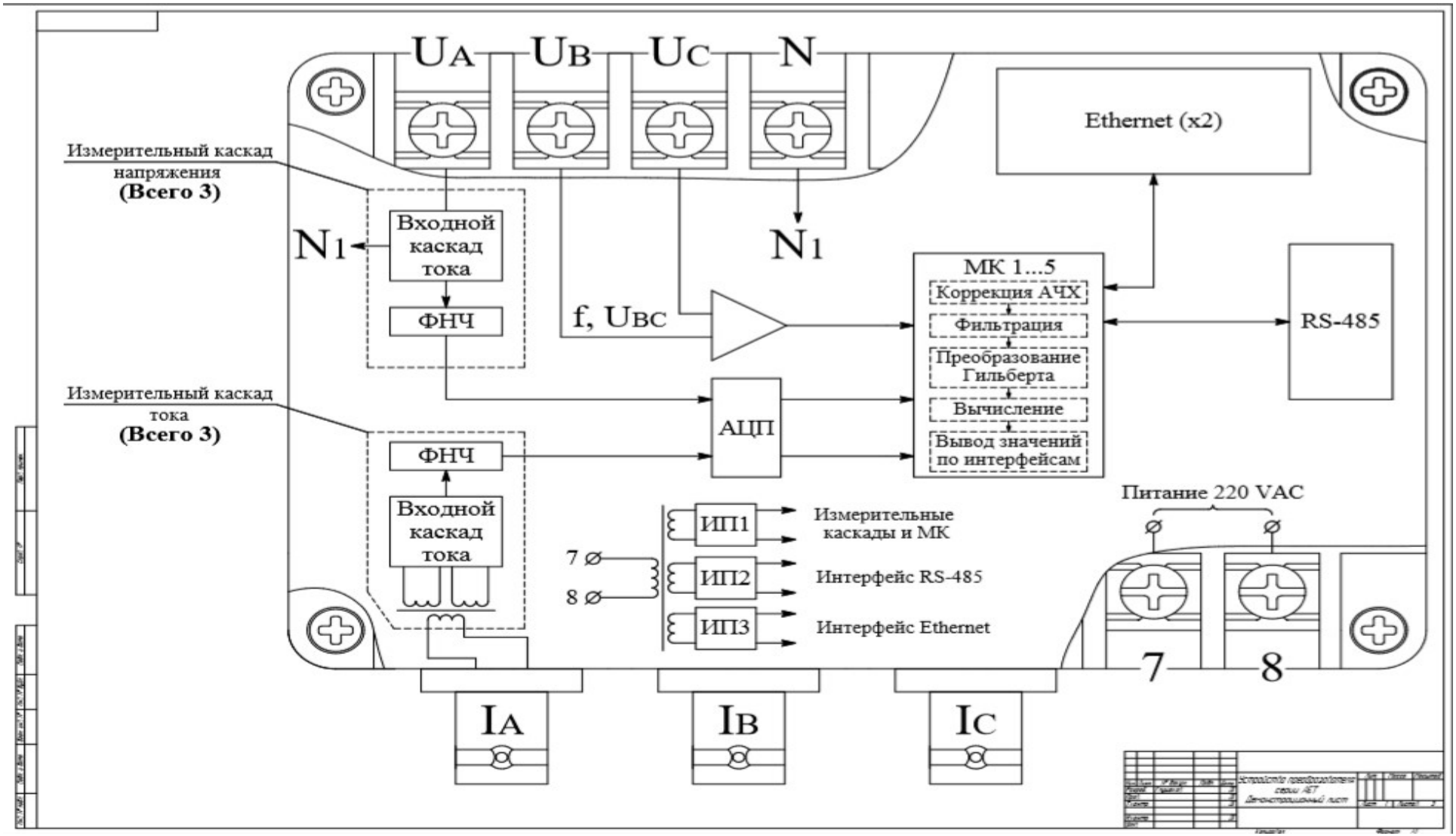
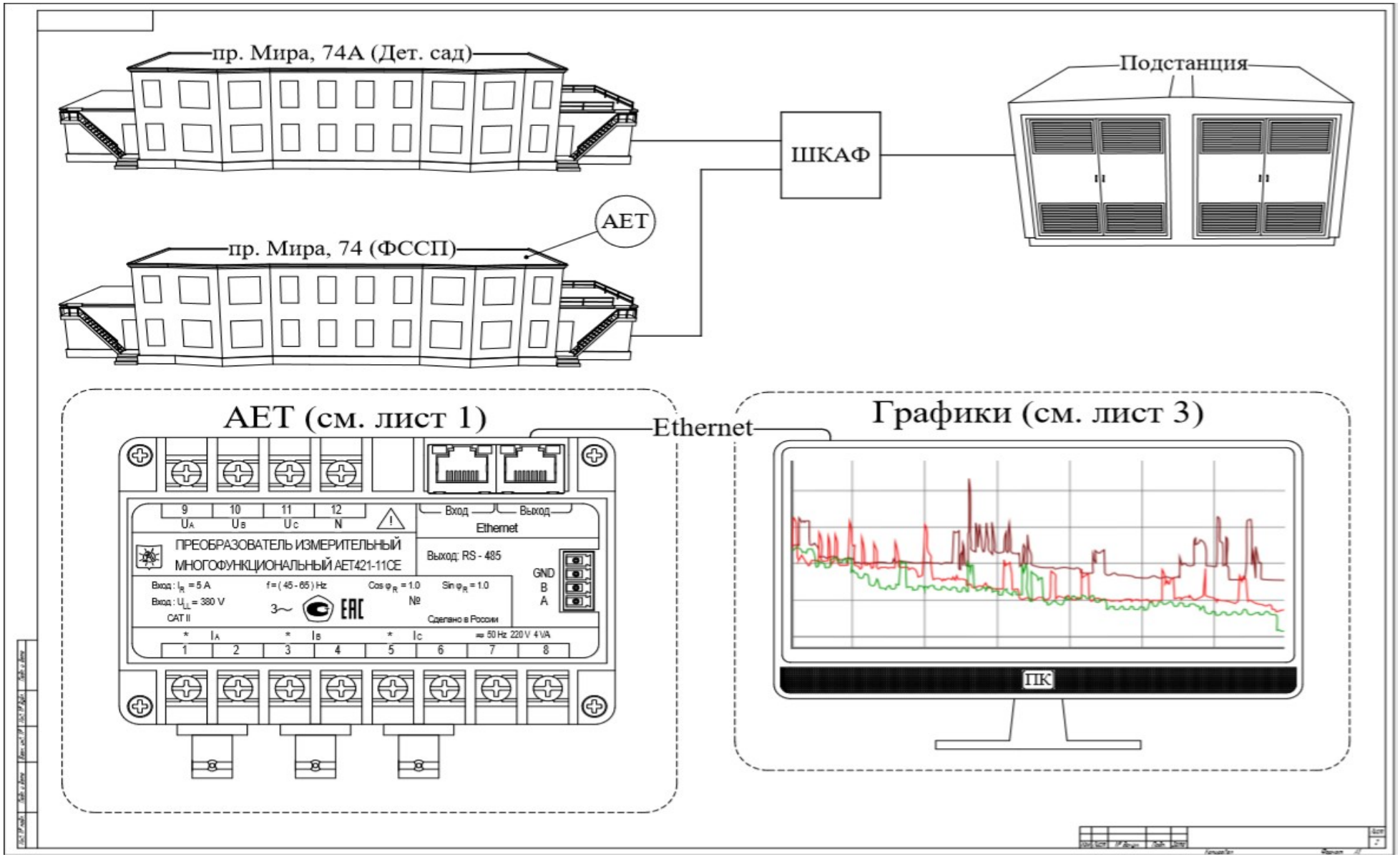
19. ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы;

20. ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии создания;

21. «Контроль показателей качества электроэнергии в промышленных электрических сетях» ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 4-2 2013 Дубинин В. В., магистрант, E-mail: storm2560@mail.ru; Попов А. Н., к.т.н., доцент, E-mail:oleandr78@mail.ru, Россия, Алтайский край, г. Барнаул,

22. РД 153-34.0-15.502-2002 Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения Часть 2. Анализ качества электрической энергии.

**Приложение А**



**Приложение Б.**