

МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

АВТОРЫ:

А.А. ГЛУШАКОВ
УФССП РОССИИ
ПО ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

О.И. ГОРДЕЕВ
ООО «ФИРМА
«АЛЕКТО-
ЭЛЕКТРОНИКС»

Анализ энергопотребления невозможен без постоянного мониторинга потоков энергии в системе электропитания. Согласно ГОСТу 29322-2014 «Напряжения стандартные»,

номинальное напряжение для трехфазных сетей должно составлять 230/400 В, при этом текущее значение напряжения в сети не должно отличаться от номинального напряжения больше чем на 10%.

Ключевые слова: мониторинг параметров электроэнергии; измерительный преобразователь; анализ состояния электросети.



Электроснабжение современного административного здания требует постоянного мониторинга и контроля

На объекте Министерства юстиции Омской области, расположенном в городе Омск, в течении длительного периода наблюдались многочисленные отказы как блоков питания компьютерной техники, так и источников бесперебойного питания. Для установления причин происходящего было решено провести тщательный диагностический контроль параметров электросети.

Объект запитан от трансформаторной подстанции (ТП) 6 кВ/400 В. Исследуемый объект соединен с ТП через распределительный пункт (РП). Протяженность кабеля на участке от ТП до РП составляет примерно 300-400 м, а на участке от РП до распределительного шкафа объекта — 60 м. Помимо исследуемого объекта, РП снабжает электроэнергией еще пять зданий.

Измерительные преобразователи АЕТ с трансформаторными датчиками тока были установлены в распределительный шкаф объекта (рис. 1). Один из преобразователей контролировал ввод, два других — отдельные выводы шкафа (конкретные группы потребителей на объекте). Питание преобразователей осуществлялось от измеряемой цепи по фазе С. Результаты измерений (с частотой 2 Гц) по интерфейсу Ethernet круглосуточно поступали

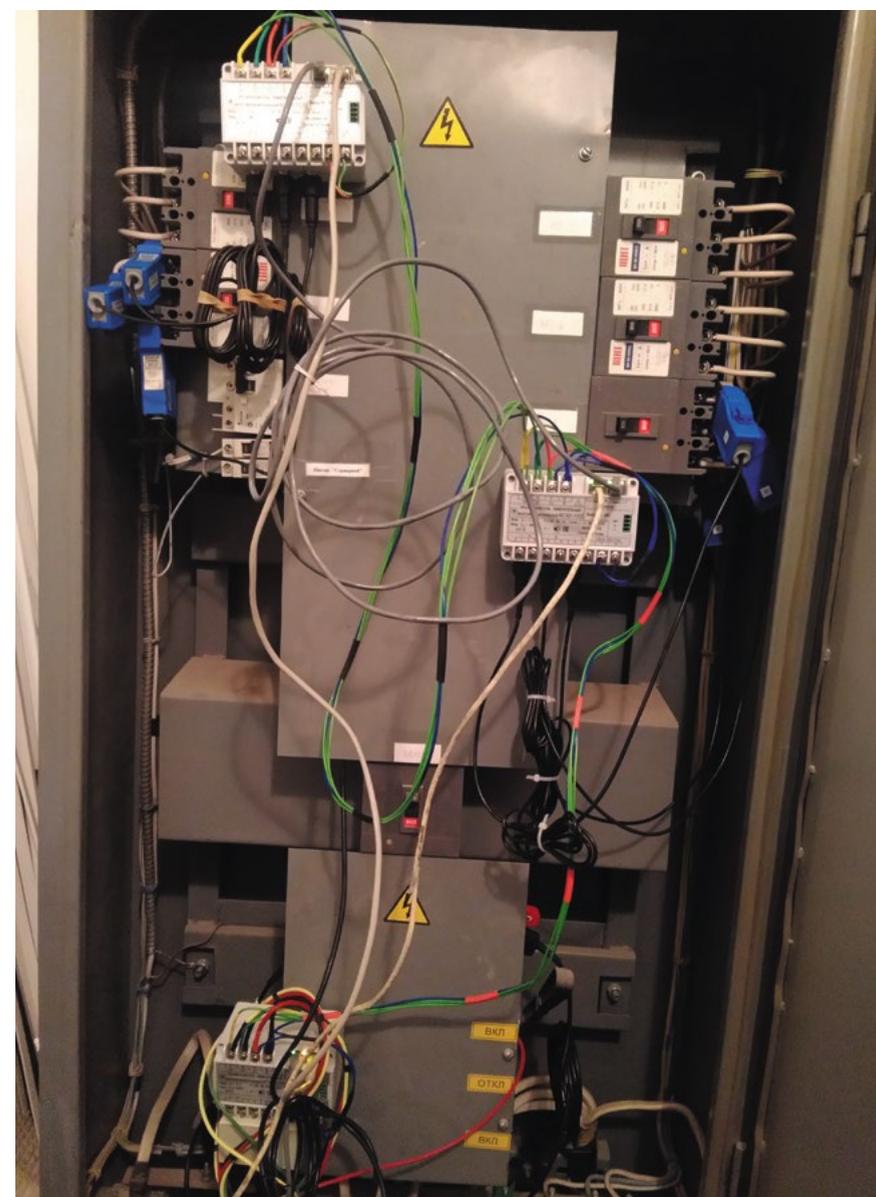


Рис. 1.
Фотография измерительных преобразователей, установленных на объекте

ИЗ ГОСТ 29322-2014 (ИЕС 60038:2009) «НАПРЯЖЕНИЯ СТАНДАРТНЫЕ»

- Значение 230/400 В является результатом эволюции систем 220/380 В и 240/415 В, которые завершили использовать в Европе и во многих других странах. Однако системы 220/380 В и 240/415 В до сих пор продолжают применяться.
- Значение 400/690 В является результатом эволюции системы 380/660 В, ранее широко использовавшаяся в Европе и до сих пор применяемая в некоторых странах.
- Значение 200 или 220 В также используют в некоторых странах.
- Значения 100/200 В также используют в некоторых странах в системах с частотой 50 или 60 Гц.

Напряжения, превышающие 230/400 В, предназначены для применения в тяжелой промышленности и в больших торговых предприятиях.

на персональный компьютер, где сохранялись в единой базе данных.

По результатам шести недель мониторинга были зафиксированы многочисленные случаи провалов напряжения по всем трем фазам одновременно (рис. 2–4). С учетом того что характер нагрузки в этих случаях не менялся, наиболее вероятная причина таких провалов — внешнее влияние (здесь и далее речь идет о результатах измерений преобразователя на вводе распределительного шкафа). Изменение напряжения во время провалов, как правило, находилось в пределах от 10 до 15 В, однако в отдельных случаях достигало 20 В и более (см. рис. 4).

В период минимальной нагрузки на объекте (см. рис. 2) среднее значение напряжения в сети составляло примерно 235 В, а в рабочие часы (см. рис. 3–4) колебалось в диапазоне от 215 до 230 В. Соглас-

но ГОСТ 29322–2014 «Напряжения стандартные», номинальное напряжение для трехфазных сетей должно составлять 230/400 В, при этом текущее значение напряжения в сети не должно отличаться от номинального напряжения больше чем на 10%. Таким образом, верхнее и нижнее допустимые пороговые значения равны 253 и 207 В соответственно. В отдельных неблагоприятных случаях возникновение провалов напряжения в рабочие часы может привести к тому, что напряжение питания окажется ниже допустимого порога (см. рис. 4).

Напряжение в сети объекта падало ниже допустимого порога не только из-за вышеупомянутых провалов. На рис. 5 показана ситуация, когда вследствие увеличения потребляемого тока и воздействия некоторого неизвестного фактора напряжение фазы С стало ниже 207 В. Первое увеличение потребляемого тока

по фазе С до 42 А и выше закономерно вызвало уменьшение напряжения соответствующей фазы (период с 11:01 до 11:05).

После снижения силы тока до прежних значений напряжение на какое-то время восстанавливалось, но потом вновь снижалось до 210 В и даже больше (период с 11:05 до 11:15). Затем очередной рост тока потребления привел к тому, что напряжение упало ниже допустимого порога, при этом следует отметить, что ток фазы В был больше 40 А, а в отдельные моменты больше 60 А (период с 11:15 до 11:20).

Похожая ситуация представлена на рис. 6. В этот раз ток потребления по фазе С был очень высоким и периоды «провалов» по напряжению явно соответствовали «пикам» потребления по току. В то же время напряжение фазы В изменяло свое значение как будто «зеркально»

ПРОВАЛЫ НАПРЯЖЕНИЯ 25.09.2018

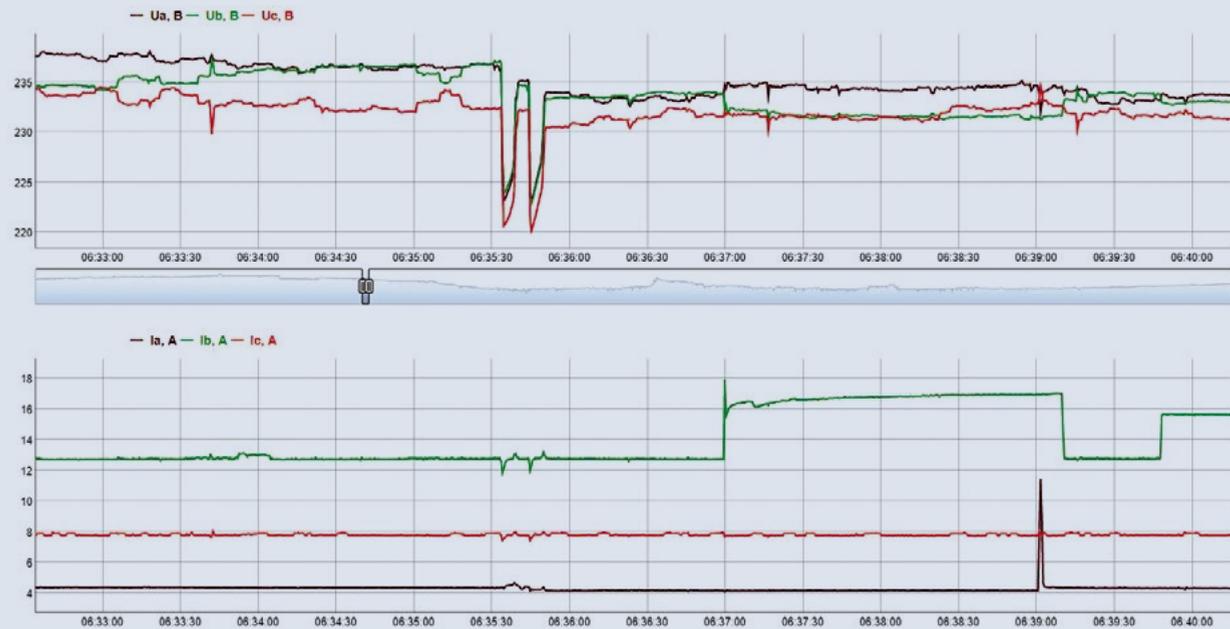


Рис. 2

ПРОВАЛЫ НАПРЯЖЕНИЯ 03.10.2018

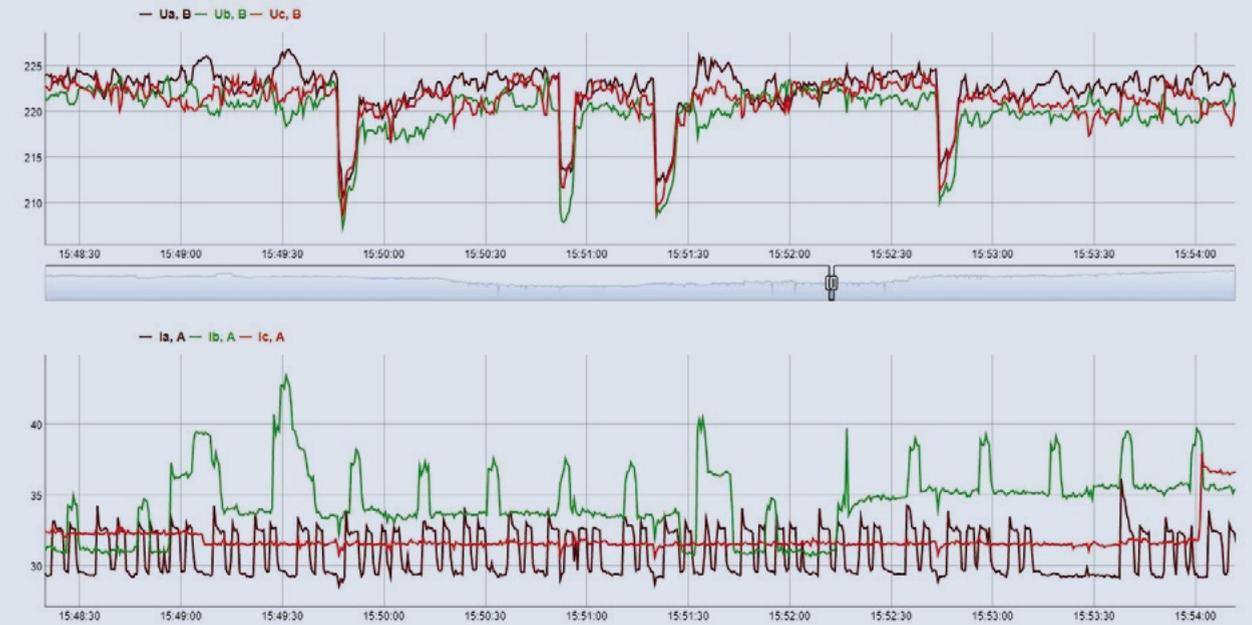


Рис. 3

ПРОВАЛЫ НАПРЯЖЕНИЯ 31.10.2018

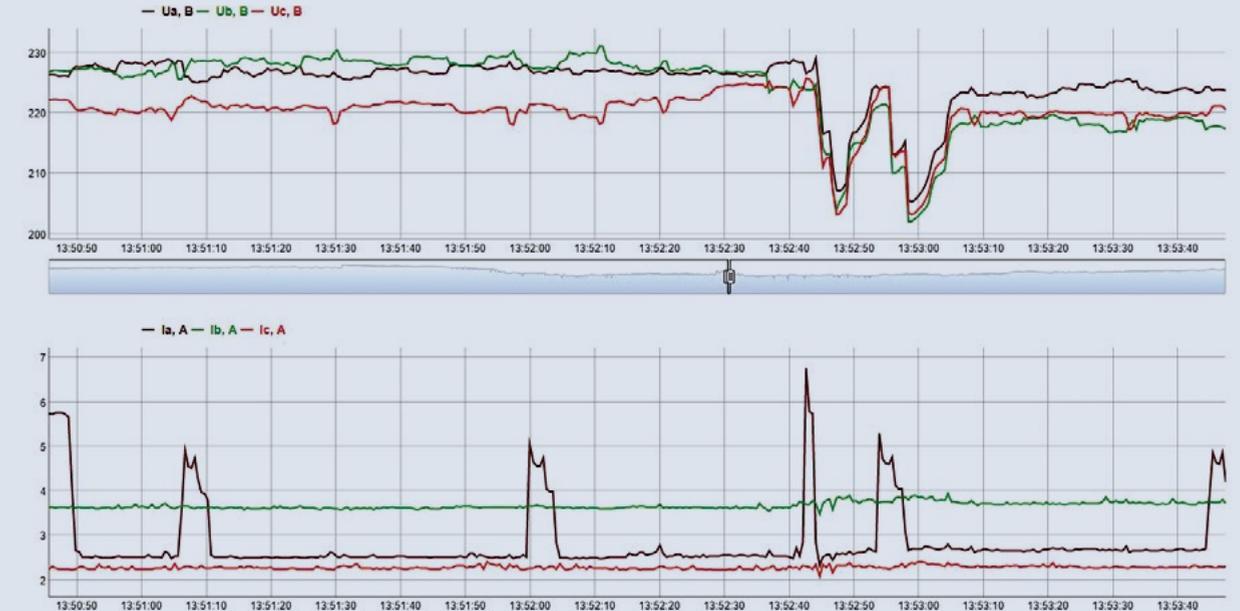


Рис. 4

напряжению фазы С: резкое падение одного вызвало резкий рост второго и наоборот. Ток фазы В при этом существенно не изменялся. Подобное «поведение» является признаком наличия проблем с нейтральным проводом или высокого сопротивления проводов (контактных соединений).

Для получения дополнительной информации в рамках дальнейшего мониторинга было принято решение установить еще один преобразователь АЕТ непосредственно на ТП, находящейся в управлении ОАО «Омскхлебопродукт».

На рис. 7 представлены результаты измерений преобразователя на ТП, а на рис. 8 — преобразователя на вводе распределительного шкафа объекта за один и тот же период. Измерительные приборы были предварительно синхронизированы по времени.

Напряжение фазы А на объекте (см. рис. 8) изменяет свою величину пропорционально напряжению фазы В на ТП (см. рис. 7). То же самое можно сказать про напряжение фазы В на объекте и напряжение фазы А на ТП. Это означает, что имеет место неправильное подключение фаз А и В между ТП и исследуемым объектом.

Увеличение тока потребления по фазе С на выходе ТП в период с 02:44 до 02:48 на 12 А (рис. 7) вызывает падение напряжения фазы С на объекте на 3 В (рис. 8), при этом на объекте напряжение фазы В возрастает на те же самые 3 В, а соответствующие напряжения на выходе ТП не изменяют своего значения. Иными словами, напряжение на вводе объекта не соответствует напряжению на выходе ТП. Это может быть объяснено плохим состоянием (или полным отсутствием) нейтрального проводника в питаю-

щем кабеле на участке от ТП до РП или состоянием соединений на РП, так как в результате обследования самой подстанции никаких проблем в ее распределительном устройстве не обнаружено. Если нейтральный проводник действительно отсутствует, то именно это приводит к тому, что во время падения напряжения в одной из фаз в другой возникает скачок напряжения. Несимметричность напряжения у потребителя может привести к созданию пожароопасной обстановки и выходу из строя оборудования.

После предоставления результатов мониторинга руководству объекта было инициировано проведение комплекса профилактических мероприятий как на РП, так и непосредственно на объекте. В результате несимметричность напряжения в системе уменьшилась, и электрооборудование перестало выходить из строя.

НАПРЯЖЕНИЕ СЕТИ НИЖЕ ДОПУСТИМОГО ПОРОГА 02.10.2018

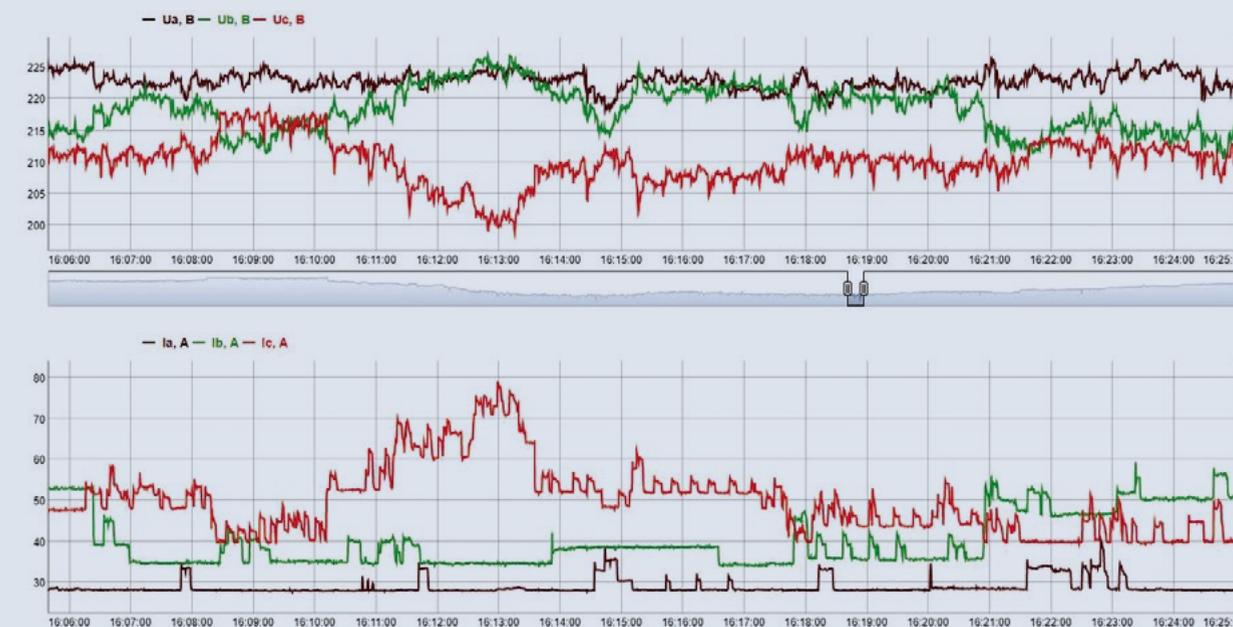


Рис. 6

НАПРЯЖЕНИЕ СЕТИ НИЖЕ ДОПУСТИМОГО ПОРОГА 26.09.2018

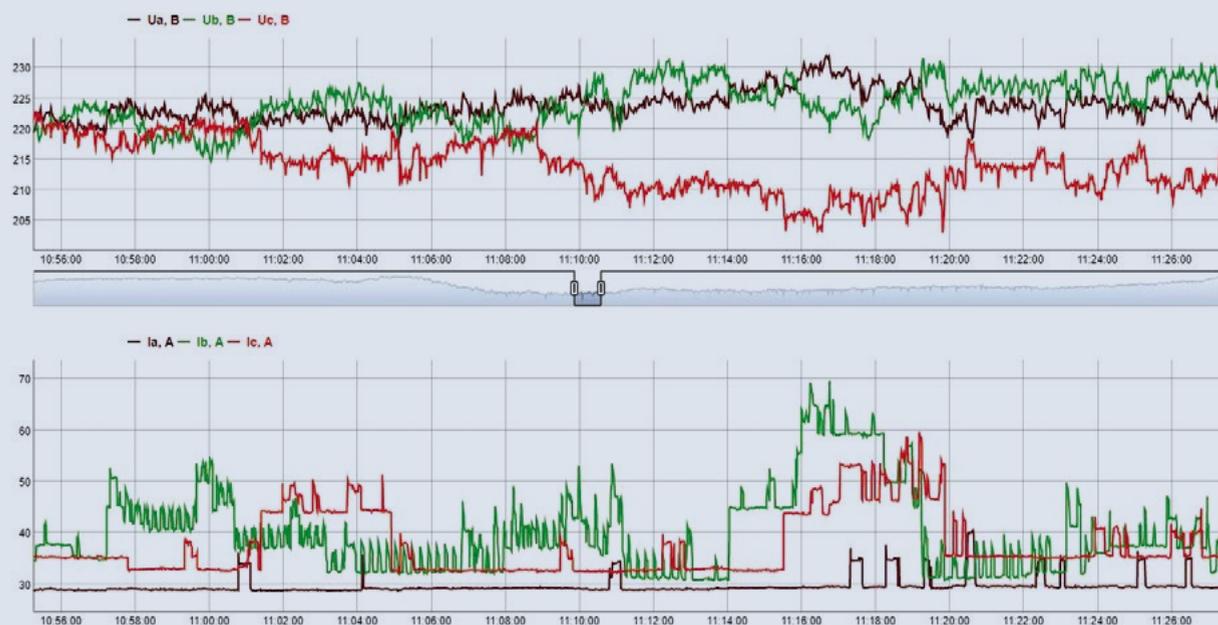


Рис. 5

ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОСЕТИ НА ВЫХОДЕ ТП 26.12.2018



Рис. 7

ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОСЕТИ НА ВВОДЕ ОБЪЕКТА 26.12.2018

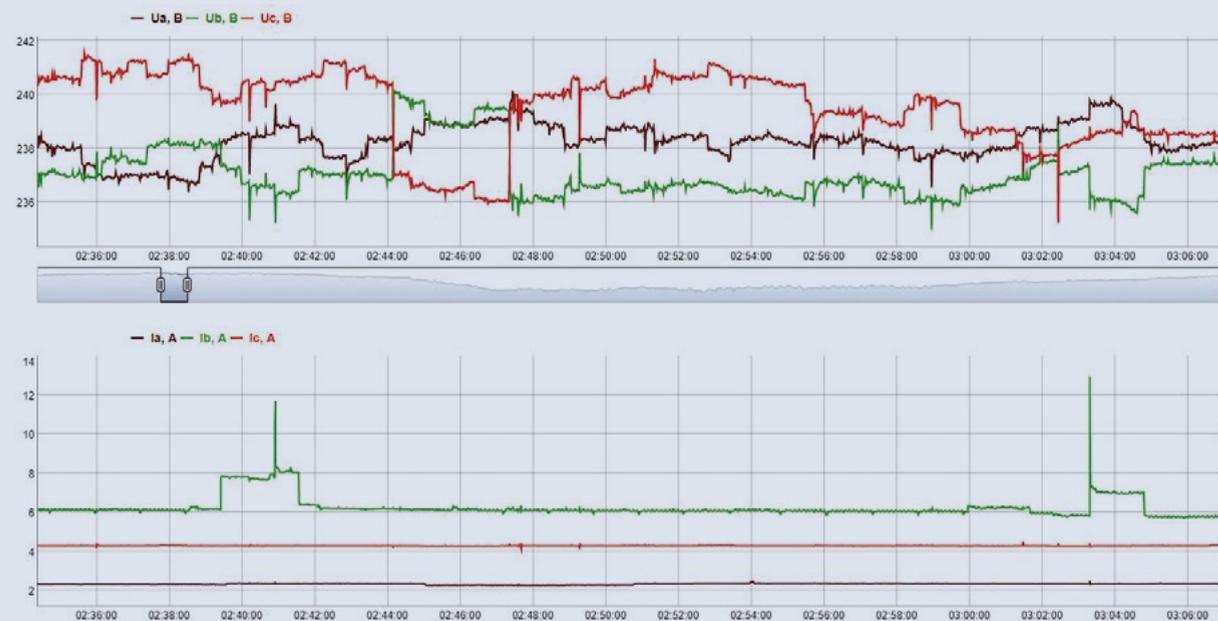


Рис. 8

ИЗ СНИП 31-110-2003 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»

5. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

5.1. Степень обеспечения надежности электроснабжения электроприемников жилых и общественных зданий

Здания и сооружения	Степень обеспечения надежности электроснабжения
<i>Жилые дома:</i> противопожарные устройства (пожарные насосы, системы подпора воздуха, дымоудаления, пожарной сигнализации и оповещения о пожаре), лифты, аварийное освещение, огни светового ограждения	I
<i>Комплекс остальных электроприемников:</i> жилые дома с электроплитами (кроме 1–8-квартирных домов)	II
дома 1–8-квартирные с электроплитами	III
дома св. 5 этажей с плитами на газовом и твердом топливе	II
дома до 5 этажей с плитами на газовом и твердом топливе	III
на участках садоводческих товариществ	III
<i>Общешития общей вместимостью, чел.:</i> до 50	III
св. 50	II
<i>Отдельно стоящие и встроенные центральные тепловые пункты (ЦТП), индивидуальные тепловые пункты (ИТП) многоквартирных жилых домов</i>	I
<i>Здания учреждений управления, проектных и конструкторских организаций, научно-исследовательских институтов:</i> электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации и лифтов	I

Здания и сооружения	Степень обеспечения надежности электроснабжения
<i>Комплекс остальных электроприемников:</i> здания с количеством работающих св. 2000 чел. независимо от этажности, здания высотой более 16 этажей, а также здания учреждений областного, городского и районного значения с количеством работающих св. 50 чел.	I
здания с количеством работающих св. 50 чел., а также здания областного, городского и районного значения до 50 чел.	II
здания с количеством работающих до 50 чел.	III
<i>Здания лечебно-профилактических учреждений¹:</i> электроприемники операционных и родильных блоков, отделений анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии, кабинетов лапароскопии, бронхоскопии и ангиографии, противопожарных устройств и охранной сигнализации, эвакуационного освещения и больничных лифтов	I
комплекс остальных электроприемников	II
<i>Учреждения финансирования, кредитования и государственного страхования: федерального и республиканского подчинения:</i> электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации, лифтов	I
комплекс остальных электроприемников	II
комплекс электроприемников учреждений краевого, областного, городского и районного подчинения	II
<i>Библиотеки и архивы:</i> электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации зданий с фондом св. 1 000 тыс. ед. хранения	I
комплекс остальных электроприемников, комплекс электроприемников зданий с фондом, тыс. ед. хранения: св. 100 до 1000	II
до 100	III
<i>Учреждения образования, воспитания и подготовки кадров:</i> электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации	I
комплекс остальных электроприемников	II
<i>Предприятия торговли²:</i> электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации, лифтов универсамов, торговых центров и магазинов	I
комплекс остальных электроприемников	II
<i>Предприятия общественного питания²:</i> электроприемники противопожарных устройств и охранной сигнализации	I
комплекс остальных электроприемников	II
<i>Предприятия бытового обслуживания:</i> комплекс электроприемников салонов-парикмахерских с количеством рабочих мест св. 15, ателье и комбинатов бытового обслуживания с количеством рабочих мест св. 50, прачечных и химчисток производительностью св. 500 кг белья в смену, бань с числом мест св. 100	II
то же, парикмахерских с количеством рабочих мест до 15, ателье и комбинатов бытового обслуживания с количеством рабочих мест до 50, прачечных и химчисток производительностью до 500 кг белья в смену, мастерских по ремонту обуви, металлоизделий, часов, фотоателье, бань и саун с числом мест до 100	III
<i>Гостиницы, дома отдыха, пансионаты и турбазы:</i> электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации и лифтов	I
комплекс остальных электроприемников	II
<i>Музеи и выставки:</i> комплекс электроприемников музеев и выставок федерального значения, музеи и выставки республиканского, краевого и областного значения:	I
электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации	I
комплекс остальных электроприемников	II
комплекс электроприемников музеев и выставок местного значения и краеведческих музеев	III
<i>Конференц-залы и актовые залы, в том числе со стационарными кинопроекторными установками и эстрадами во всех видах общественных зданий, кроме постоянно используемых для проведения платных зрелищных мероприятий</i>	В соответствии с категорией электроприемников зданий, в которые встроены указанные залы

¹ Для электроприемников ряда медицинских помещений, например операционных, реанимационных (интенсивная терапия), палат для недоношенных детей, может потребоваться третий независимый источник. Необходимость третьего независимого источника определяется заданием на проектирование в зависимости от типа применяемого медицинского оборудования.

² Для временных сооружений, выполняемых в соответствии с 7.12 ПУЭ, а также встроенных помещений площадью до 100 м² — III категория электроснабжения.

Примечания

1. Схемы питания противопожарных устройств и лифтов, предназначенных для перевозки пожарных подразделений, должны выполняться в соответствии с требованиями 7.8 – 7.10 настоящего свода правил независимо от их категории надежности.

2. В комплекс электроприемников жилых домов входят электроприемники квартир, освещение общедомовых помещений, лифты, хозяйственные насосы и др. В комплекс электроприемников общественных зданий входят все электрические устройства, которыми оборудуются здание или группа помещений.

3. Категория электроснабжения может быть повышена по заданию заказчика.