



■ BINOM337  
■ BINOM338  
■ BINOM339

■ BINOM335  
■ BINOM336

■ BINOM334i

Внимание к проблеме обеспечения качества электрической энергии в последние годы существенно возросло, что обусловлено объективными причинами.

Во-первых, усилилось негативное влияние потребителей электроэнергии на качество сетевого напряжения. Это связано с принципиальными изменениями в составе электроприемников, произошедшими за последние десятилетия – значительно увеличилось количество оборудования с нелинейной вольт-амперной характеристикой входных цепей (современная информационно-вычислительная и бытовая техника, люминесцентное и светодиодное освещение, частотно регулируемые приводы и др.). По результатам исследований, проведенных Научно-Исследовательским Университетом «МЭИ», количество нелинейных потребителей в общей нагрузке сети за последние десятилетия увеличилось с 5 % до 40 %. Нелинейные электроприемники являются источниками высших гармоник тока, создавая искажения синусоидальной формы кривой напряжения в узлах электросети. Несинусоидальность токов и напряжений оказывает отрицательное влияние на работу электрооборудования, вызывая его дополнительный нагрев, преждевременный отказ и сокращение срока службы, приводит к увеличению потерь напряжения и мощности, уменьшению пропускной способности линий электропередач, возникновению аварийных ситуаций из-за ускоренного износа изоляции, а также из-за ложных срабатываний средств автоматики. Другой вид искажений – несимметричная нагрузка, которая у коммунально-бытовых потребителей и на отдельных предприятиях может составлять до 85-90 %, также вызывает дополнительные электрические потери в сетях и повышает аварийность электрооборудования.

*Несоответствующее качество электроэнергии приводит к увеличению потерь электроэнергии, снижению надежности электроснабжения, создает условия для дополнительного технологического и экономического ущерба, как у поставщиков, так и у потребителей электроэнергии.*

Во-вторых, электроэнергия, как предмет товарных отношений, имеет коммерческую стоимость. Ввиду того, что ее потребительские свойства не всегда соответствуют установленным нормам качества, а виновником этого может быть не только поставщик, но и потребитель, все чаще поднимаются вопросы распределения ответственности между ними и дифференцирования стоимости потребленной электроэнергии.

*При отпуске электроэнергии могут быть установлены коммерческие санкции в зависимости от уровня качества электроэнергии и источника искажения ее параметров.*

Важно отметить, что в соответствии с государственной программой Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» основные технические мероприятия в электроэнергетике должны быть направлены на «снижение потерь электроэнергии и совершенствование систем коммерческого и технического учета электроэнергии». В этой связи во исполнение поручения Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России при Президенте Российской Федерации (№Пр-839 от 29.03.2010) Министерством энергетики Российской Федерации разработаны «Методические рекомендации к характеристикам систем и приборов учета электроэнергии на основе технологий интеллектуального учета» (Приказ №86 от 22.03.2011). Этот документ предписывает приборам учета электроэнергии наличие следующих функций:

- автоматизированные измерения, сбор, накопление и обработка информации о количестве электроэнергии;
- контроль технологических параметров электрической сети в точках учета электроэнергии;
- контроль параметров качества электрической энергии;
- передача дискретной информации с устройств сигнализации;
- ограничение, отключение и включение нагрузки посредством внешней команды или по заданному алгоритму функционирования.

## Счетчики серии BINOM<sub>3</sub>

### Новые технологии для контроля и управления качеством электроэнергии

Обеспечение надежного и энергоэффективного функционирования систем электроснабжения является одним из приоритетных направлений в современной электроэнергетике. В этой связи остро стоят задачи управления качеством и повышения достоверности измерения количества электрической энергии. Для их решения необходима исчерпывающая информация о характеристиках электроэнергии, непрерывный автоматизированный мониторинг ее параметров, возможность управления нагрузкой при нарушениях режимов потребления.

Перечисленным положениям в полной мере соответствуют приборы российского производства – трехфазные счетчики – измерители показателей качества электроэнергии многофункциональные серии BINOM<sub>3</sub> (ЗАО «Алгоритм», Санкт-Петербург).

Приборы разработаны с учетом требований российских и межгосударственных стандартов, отраслевых нормативных документов, соответствуют обязательным требованиям безопасности, электромагнитной совместимости, устойчивости к внешним воздействующим факторам.

Являясь универсальным инструментом для выполнения измерительных и аналитических задач, любая модель BINOM<sub>3</sub> измеряет и вычисляет более 2300 параметров трехфазного присоединения и результатов их статистической обработки. Часть моделей оснащена функцией осциллографирования, дискретными входами и релейными выходами. Далее рассматриваются основные функции и характеристики этих приборов.

■ Как счетчики коммерческого и технического учета электрической энергии, BINOM<sub>3</sub> соответ-

ствуют ГОСТ 31818.11-2012. Учет активной энергии ведется в классе точности 0,2S по ГОСТ 31819.22-2012, реактивной энергии – в классе точности 0,5 по методикам ГОСТ 31819.23-2012.

Показания количества электроэнергии включают данные об энергии активной и реактивной, включая энергию потерь, импортируемую и экспортируемую. Одновременно учитывается количество электроэнергии по двум настраиваемым профилям, по четырем тарифным зонам, вне тарифов и суммарно. Дополнительно ведется учет энергии активной и реактивной основной частоты (без учета гармонических составляющих тока и напряжения) и прямой последовательности (без учета тока и напряжения обратной и нулевой последовательности).

*Наличие в BINOM<sub>3</sub> данных о количестве полной энергии, энергии основной частоты и прямой последовательности позволит определить энергию искажений для установления коммерческих санкций при отпуске электроэнергии потребителям с нелинейной и несимметричной нагрузкой, и, следовательно, уменьшить величину коммерческих потерь.*

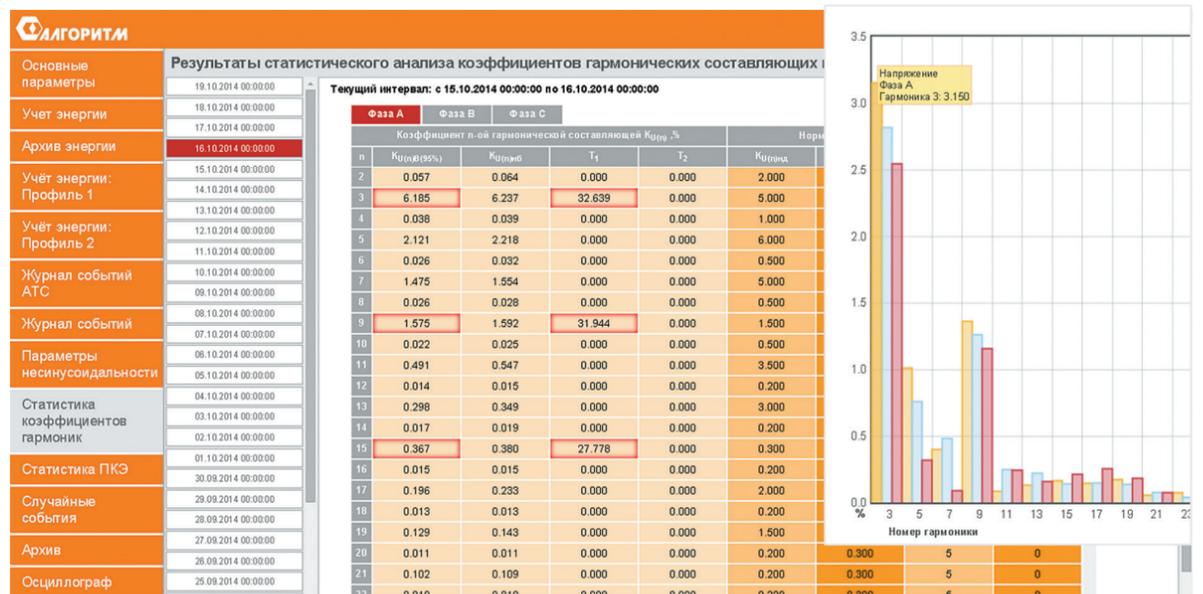


Рис. 1. WEB-сервер BINOM337: результаты статистической обработки коэффициентов гармоник напряжения (значения, усредненные на интервале времени 10 минут, период наблюдения – 1 сутки); гистограмма коэффициентов нечетных гармоник напряжения (среднеквадратические значения)

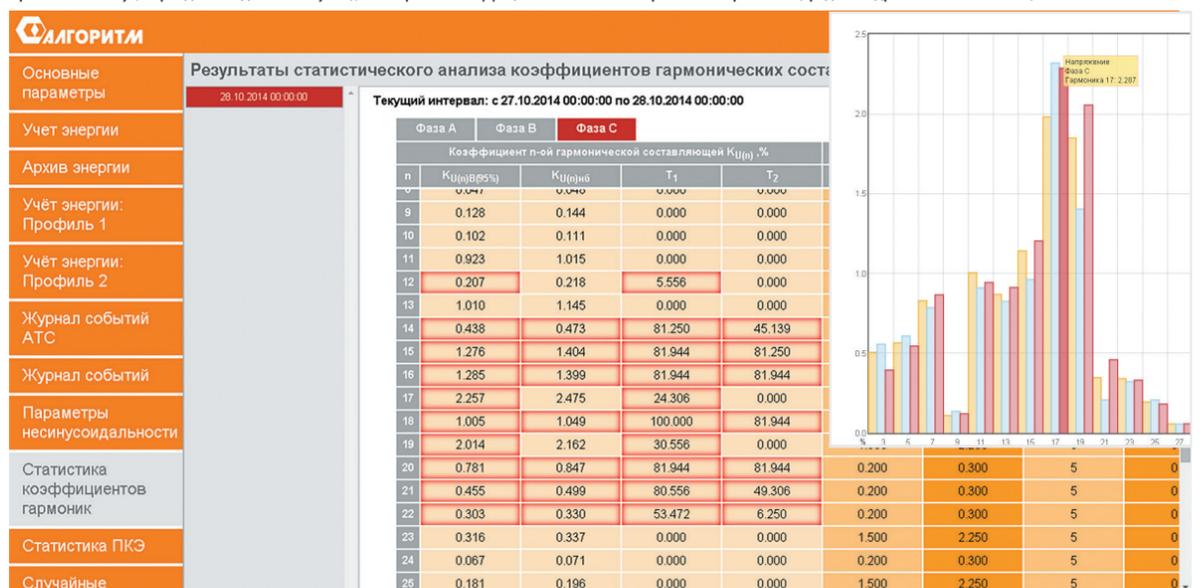


Рис. 2. WEB-сервер BINOM334i: результаты статистической обработки коэффициентов гармоник напряжения (значения, усредненные на интервале времени 10 минут, период наблюдения – 1 сутки); гистограмма коэффициентов нечетных гармоник напряжения (среднеквадратические значения)

■ Все без исключения модели BINOM<sub>3</sub> являются **средствами измерения показателей качества электроэнергии** (ПКЭ). Измерение ПКЭ реализовано для самого высокого класса – класса А согласно методам ГОСТ 30804.4.30-2013 и класса точности I по ГОСТ 30804.4.7-2013. Усреднение (объединение) результатов измерений ПКЭ на требуемых интервалах и статистическая оценка соответствия ПКЭ установленным нормам выполняется по ГОСТ 32144-2013. Прибор формирует протокол испытаний электроэнергии по рекомендациям ГОСТ 32145-2013. Помимо этого реализовано измерение полного перечня дополнительных характеристик электроэнергии, согласно ГОСТ Р 8.655-2010, необходимых для различных аналитических задач.

Обобщенный перечень характеристик электроэнергии и ПКЭ, измеряемых прибором, включает:

- основные параметры электрической сети: напряжение (фазное, междуфазное и среднее), ток (фазный и средний), мощность активной, реактивная, полная (фазная и трехфазная), коэффициент мощности (фазный и средний), частота;
- параметры несинусоидальности: гармонические (от 1 до 50 порядка) и интергармонические (от 0 до 49 порядка) составляющие напряжения и тока, гармонические составляющие мощности (активной, реактивной, полной) и углов фазового сдвига между гармониками тока и напряжения (от 1 до 50 порядка), углы фазового сдвига между фазными напряжениями и между фазными токами основной частоты, коэффициенты гармоник и интергармоник тока и напряжения и суммарные коэффициенты гармоник;
- параметры несимметрии: симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательности для тока, напряжения, мощности (активной, реактивной полной), углы фазового сдвига между напряжением и током прямой, обратной и нулевой последовательности, коэффициенты несимметрии напряжения и тока;
- нормируемые показатели качества электроэнергии на заданных интервалах измерения и усреднения: положительное и отрицательное отклонения напряжения, отклонение частоты; кратковременная и длительная доза фликера, коэффициенты несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности, коэффициенты гармоник и суммарные коэффициенты гармоник напряжения;
- результаты статистической оценки соответствия ПКЭ установленным нормам (верхние/нижние, наибольшие/наименьшие значения, относительное время превышения нормативных значений);
- параметры случайных событий: провалов и прерываний напряжения, перенапряжений, их классификация по величине и длительности.

Возможности счетчиков BINOM<sub>3</sub> позволяют использовать их в целях:

- контроля КЭ для определения соответствия параметров КЭ установленным нормам, условиям договоров на поставку электроэнергии, при рассмотрении претензий к КЭ; проведении периодических и сертифицированных испытаний;
- мониторинга КЭ при проведении диагностических и исследовательских работ, расчетах режимов работы электросети, для выработки мероприятий по управлению КЭ и поиска виновника искажений, выработки коммерческих санкций, скидок и надбавок к тарифам электроэнергии.

Динамический диапазон, на котором прибор сохраняет заявленную точность измерений по всем параметрам, составляет 2Un и 2In, что превышает требования стандартов к счетчикам электроэнергии и средствам измерения ПКЭ (требуемый диапазон измерений тока для средства измерений ПКЭ – 1,5In).

Счетчик имеет встроенный WEB-сервер, в котором реализованы готовые формы для наглядного представления результатов измерений, вычислений и статистической обработки.

Для хранения данных используется энергонезависимая память, встроенная в счетчик карта памяти Micro SD или сетевые накопители узловых концентраторов, в качестве такого может выступать многоканальный концентратор ТМ3com (ЗАО «Алгоритм», Санкт-Петербург). Каждый 1 Гб памяти хранит 16 000 000 единиц информации (аналоговых значений и дискретных событий).

Интересны результаты измерений и статистической обработки ПКЭ, произведенные счетчиками BINOM<sub>3</sub> у потребителей с характерными видами электрической нагрузки (рис. 1-3). Счетчики установлены в разных городах, показания сняты в режиме on-line подключений к WEB-серверам счетчиков.

Пункт мониторинга КЭ – ввод 0,4 кВ блока административно-производственного здания. Потребителя характеризует наличие люминесцентной осветительной нагрузки, компьютерной техники, источников бесперебойного питания, лабораторно-испытательного оборудования. Зафиксировано превышение нормально допускаемых значений коэффициентов гармоник напряжения 3, 9 и 15-го порядка, относительное время превышения 32 % интервала времени наблюдения (рис. 1). Примечательно отсутствие нарушений по гармоникам 3-го порядка и более низкий уровень нарушений по гармоникам 9-го и 15-го порядков в выходные и праздничные дни.

Пункт мониторинга КЭ – фидер 0,4 кВ предприятия городского электрифицированного транспорта. Фидер питает входные цепи ИБП, осуществляющего энергообеспечение устройств централизации и блокировки. Зафиксировано превышение нормально и пре-

дельно допускаемых значений коэффициентов гармоник 12, 14-22 порядка, относительное время превышения составляет от 5 до 100 % интервала времени наблюдения (рис. 2).

Пункт мониторинга КЭ – фидер 6,3 кВ предприятия добывающей отрасли. Параметры несинусоидальности в сети не нарушены. Но зафиксировано превышение коэффициентов несимметрии напряжения по обратной последовательности в течение 93 % интервала времени наблюдения, а также положительное отклонение напряжения, наибольшее значение которого в течение недели составило 14 % от номинального (рис. 3).

Таким образом во всех случаях наблюдается нарушение норм, установленных ГОСТ 32144-2013, что подтверждает актуальность решения проблемы обеспечения качества электроэнергии.

■ Модели BINOM<sub>3</sub>, оснащенные функцией **осциллографического регистратора**, фиксируют в режиме реального времени с высоким разрешением и точно-

стью историю искажений напряжения и тока. На рис. 5 показана осциллограмма переходного процесса, записанная BINOM337 во время провала напряжения. Сообщение о провале напряжения зафиксировано в Журнале событий (рис. 4). Из осциллограммы следует, что провал напряжения возник в результате аварии в системе электроснабжения, вызванной двухфазным повреждением в фазах В и С. Повреждение сопровождалось несимметрией и искажением синусоидальности напряжения в этих фазах. Далее нарушение перешло в трехфазный симметричный провал с большей глубиной, после чего напряжение восстановилось до значения в нормальном режиме работы.

В точке коммерческого (технического) учета дополнительно к важной информации о качестве измеренного количества электроэнергии счетчики BINOM<sub>3</sub> обеспечивают осциллограммы переходных процессов в случае нарушений норм качества и случайных событий (провалов, прерываний, перенапряжений), имевшихся в сети.

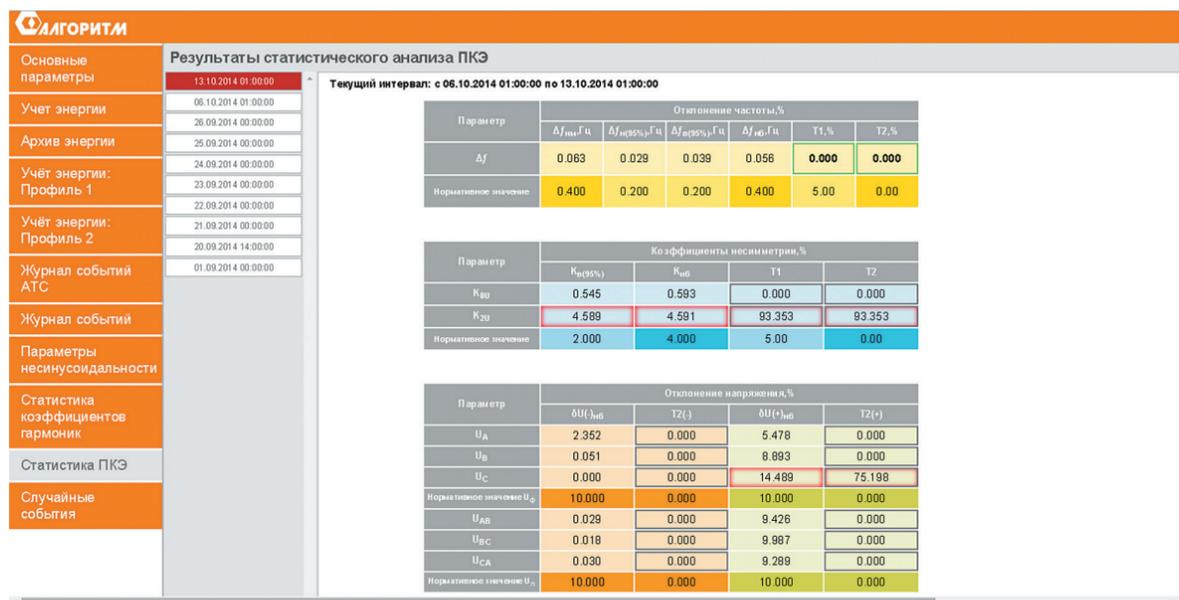


Рис. 3. WEB-сервер BINOM334: результаты статистической обработки отклонения напряжения, отклонения частоты, коэффициентов несимметрии (значения, усредненные на интервале времени 10 минут, период наблюдения – 1 неделя).

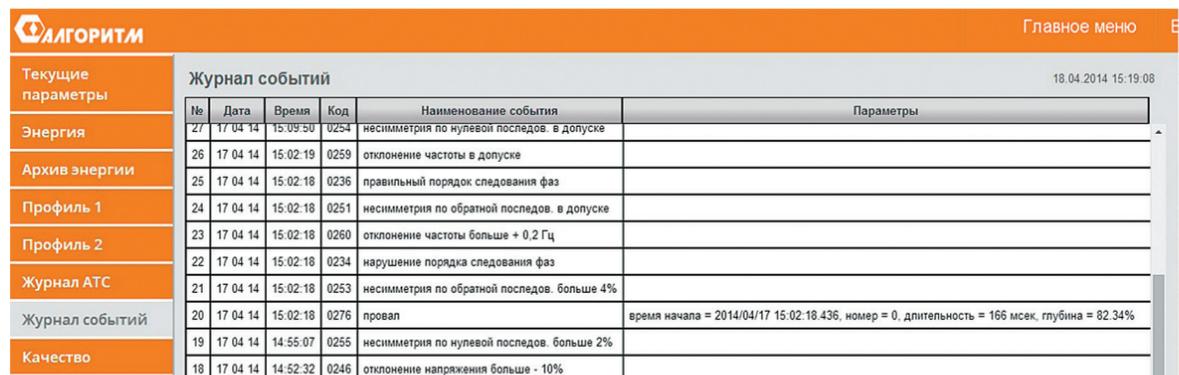


Рис. 4. WEB-сервер BINOM337: запись о провале напряжения в Журнале событий

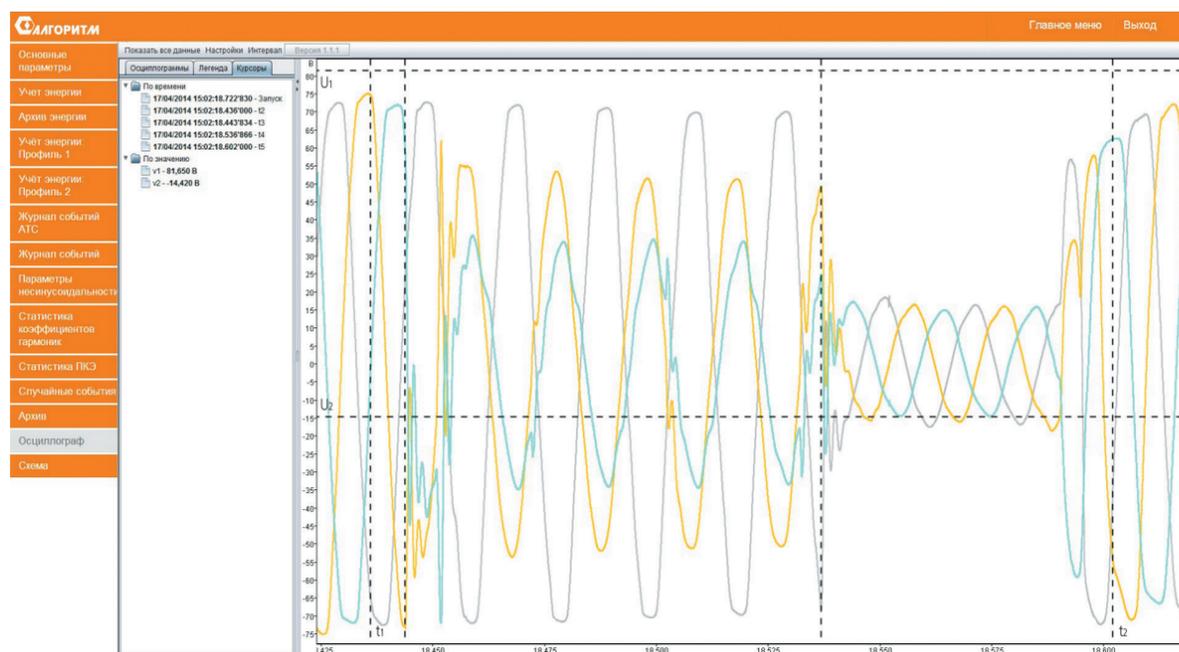


Рис. 5. WEB-сервер BINOM337: осциллограмма фазных напряжений (мгновенные значения) при двухфазном повреждении в системе электроснабжения: время начала провала – t1 = 15:02:18.436, время окончания провала t2 = 15:02:18.602, номинальное напряжение U1 = 81,65 В (амплитудное значение) остаточное напряжение U2 = 14,42 В (амплитудное значение) длительность провала Δt = 166 мс, глубина провала ΔU = 82,34%

## Счетчики серии BINOM<sub>3</sub> Новые технологии для контроля и управления качеством электроэнергии

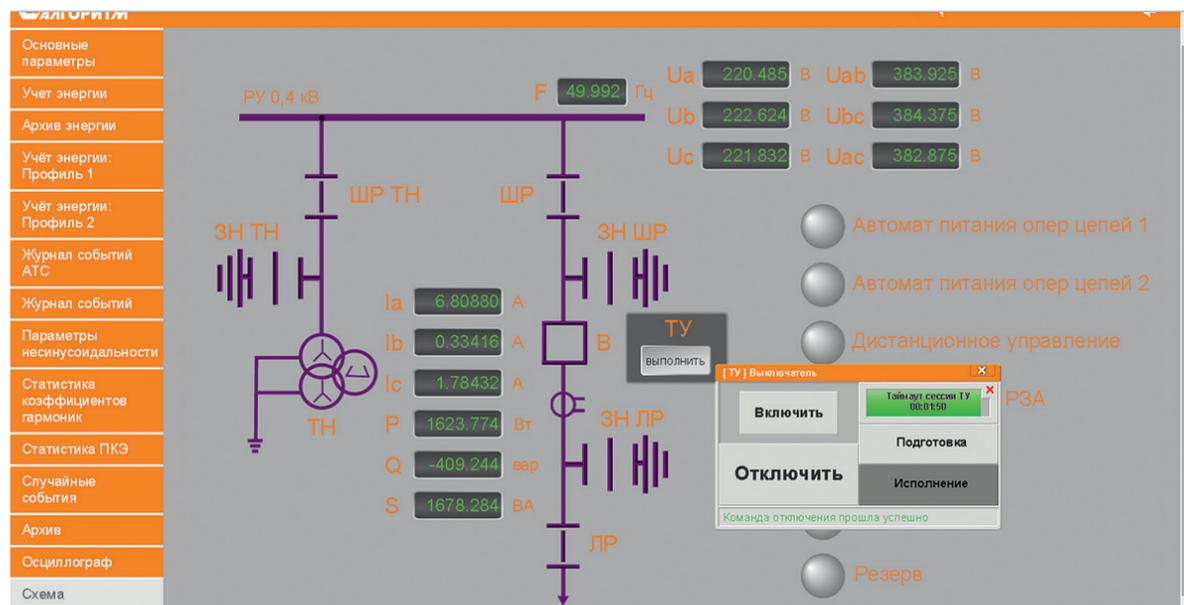


Рис. 6. WEB-сервер BINOM337: схема присоединения РУ с одной секционированной системой сборных шин (выполнение команды отключения выключателя)

Характеристики функции осциллографирования:

- частота отсчетов – 32 кГц (640 точек за период частоты);
- точность привязки отсчетов к единому времени – 1 мкс;
- длительность осциллограммы – 0-30 с, длительность предыстории – 0-25 с;
- запуск по событиям: провал или прерывание напряжения, перенапряжение, изменение на дискретном входе, срабатывание алгоритма формирования условий пуска;
- запись на карту памяти Micro SD (4 Гб) или сетевой накопитель;
- хранение в каждом 1 Гб памяти осциллограмм длительностью 41,5 минуты.

Дополнительно к осциллографированию мгновенных значений тока и напряжения, прибор может архивировать среднеквадратические и усредненные (объединенные) результаты измерений и вычислений, исходя из заданных в нем конфигурационных настроек.

Отдельные модели серии BINOM<sub>3</sub>, выступающие в качестве контроллеров присоединений, оснащены:

- 16-ю дискретными входами для сбора и регистрации сигналов о состоянии коммутационных аппаратов, систем релейной защиты и противоаварийной автоматики, инженерных и вспомогательных систем;
- двух-, трех-, четырехканальными выходными реле (электромагнитными и твердотельными).

На встроенном WEB-сервере счетчика реализуется страница со схемой присоединения (рис. 6). Характеристики функции регистрации дискретных сигналов и управления:

- период опроса дискретных входов – 100 мкс,
- дискретность настройки антидребезгового фильтра – 100 мкс,
- настраиваемый фильтр по числу срабатываний в секунду,
- коммутируемый переменный и постоянный ток – до 5 А при напряжении до 250 В.

Использование счетчиков BINOM<sub>3</sub> с дискретными входами и релейными выходами, позволяет рассматривать их как средства локального и удаленного управления нагрузкой при нарушениях режимов потребления или искажении качества электроэнергии.

Результаты измерений, учета, сбора дискретных состояний, статистической обработки ПКЭ могут быть переданы приборами BINOM<sub>3</sub> в реальном времени по каналам Ethernet, RS-485, RS-232 в протоколах ГОСТ Р МЭК 60870-5-101/104 одновременно в несколько информационных систем: АСУ ТП, ССПИ, СМиУ-КЭ, АИИС КУЭ/ТУЭ. При этом WEB-доступ к текущим и архивным данным устройства не ограничивается.

Одной из основных задач при разработке встроенного в BINOM<sub>3</sub> программного обеспечения являлось создание унифицированных графических форм и отчетов для пользователя (частично представлены на рис. 1-6). Несмотря на большой объем измерительной информации и сложность вычислительных задач, получен удобный и понятный интерфейс для контроля и анализа работы электрической сети.

Тщательно прорабатывались вопросы автоматизации конфигурирования прибора. Настройки параметров измерительной информации сгруппированы по типам задач (диспетчеризация, учет, контроль качества электроэнергии) на отдельных WEB-страницах. Прибор автоматически изменяет параметры обработки данных, исходя из выбираемых пользователем класса напряжения, вида схемы подключения к сети (трехпроводной или четырехпроводной), интервалов усреднения и статистической обработки, профилей учета и тарифного расписания. Гибко настраиваются параметры архивирования, осциллографирования, фильтры дискретных входов, условия и параметры передачи данных по каналам связи. И что также важно, работа пользователя с прибором осуществляется через WEB-браузеры без использования специальных программных средств, а подключение осуществляется как локально, так и удаленно из любой географической точки при условии обеспечения доступа в сеть со стороны прибора и пользователя.

### ВЫВОДЫ

1. Для надежного и энергоэффективного функционирования электрических сетей необходимо проведение мероприятий по управлению качеством электрической энергии. Разработка этих мероприятий должна основываться на статистической информации о показателях качества и дополнительных характеристиках электроэнергии, получаемых в ходе непрерывного автоматизированного мониторинга и контроля.

2. Новые приборы российского производства серии BINOM<sub>3</sub> обеспечивают достоверный и высокоточный учет электроэнергии, измерение широкого перечня характеристик и контроль качества электроэнергии, осциллографирование, регистрацию положений коммутационных аппаратов, могут производить прямое и дистанционное управление нагрузкой. Приборы являются универсальными средствами для решения задач учета, контроля и управления качеством электроэнергии.

3. Применение приборов серии BINOM<sub>3</sub> обеспечивает существенный экономический эффект при автоматизации электросетей благодаря возможности функционирования прибора одновременно в нескольких системах: АИИС КУЭ/ТУЭ, СМиУКЭ, ССПИ, АСУ ТП, использования WEB-доступа и встроенных в счетчик средств архивирования, а также за счет невысокой стоимости прибора, сопоставимой со стоимостью коммерческого счетчика.

Техническая и эксплуатационная документация на многофункциональные приборы серии BINOM<sub>3</sub> представлена на сайте компании [www.algspb.ru](http://www.algspb.ru).

Ольга ВАСИЛЬЕВА,  
ЗАО «Алгоритм», Санкт-Петербург  
[vasilyeva@algspb.ru](mailto:vasilyeva@algspb.ru)

## Энергосбережение в странах Евросоюза: цель одна, но способы достижения разные

Евросоюз установил планку по снижению потребления первичных энергоресурсов до 2020 года на уровне 20 процентов. В качестве одного из основных способов достижения указанной цели является энергосбережение во всех секторах экономики.

Страны-члены Евросоюза избрали разные стратегии по выполнению общей цели объединения. Большая часть государств уже ввела систему обязательств по снижению энергопотребления для компаний топливно-энергетического комплекса.

Так, например, в Польше с начала 2013 года действует система обязательств, в соответствии с которой поставщики газа, электрической и тепловой энергии обязаны обеспечивать определенное количество сертификатов энергоэффективности, оформляемых по факту реализации мероприятий. При невыполнении требований предприятия должны осуществлять закупающие платежи.

В Италии система обязательств была введена еще в 2005 году. Предприятия, снабжающие потребителей газом и электроэнергией, должны обеспечивать сертификаты эффективности пропорционально объемам поставки. Причем система обязательств переключается с двумя стимулирующими программами, одна из которых позволяет получать налоговые вычеты за энергетическое санирование, установку солнечных коллекторов и замену электроотопления на тепловые насосы, а другая (с 2012 года) стимулирует производство тепловой энергии из возобновляемых источников.

В Ирландии обязательства по снижению потребления энергоресурсов получили шестнадцать энергоснабжающих компаний. Мероприятия, дающие экономию энергопотребления в зданиях, оцифрованы и включены в специальный каталог. Определение эффекта от реализации мероприятий в остальных секторах экономики осуществляется по методикам, утвержденным регулирующими энергетическими органами.

В других странах действуют несколько иные подходы, пока не предполагающие введения обязательств по повышению энергоэффективности. Так, например, в Швеции государство инициировало создание отраслевых объединений (сетей) повышения энергоэффективности. Благодаря обмену опытом предприятий, входящих в такие объединения, удается получить, как правило, больший эффект как для отдельных компаний, так и для сети в целом. Подобные сети созданы в таких сегментах промышленности, как деревообработка, металлургия, строительство и др.

Греческое правительство решило повышать энергоэффективность экономики путем комбинации мероприятий в жилом секторе и зданиях, а также на всех видах транспорта. Стимулируется обновление автопарка, а также расширение сетей общественного транспорта. Среди работников сферы услуг проводятся обучающие тренинги по вопросам энергоэффективности, а в промышленности внедряются системы энергетического менеджмента.

Мальта, электроснабжение на территории которой осуществляет одна компания, сделала ставку на организацию интеллектуального учета потребляемой электрической энергии. При этом в качестве стимулирующей меры для населения введена возможность получения скидки к тарифу в случае, если фактическое потребление ниже среднего уровня. Кроме этого, действуют обучающие программы, а также государственная финансовая поддержка мероприятий повышения энергоэффективности в промышленности, сфере услуг и на транспорте.

Интересные планы объявлены в Хорватии. Одно из планируемых мероприятий – замена существующих светофоров на интеллектуальные устройства. Согласно расчетам, ежедневно в Хорватии потребляется 160 тысяч литров топлива автомобильным транспортом, стоящим на светофорах в ожидании разрешающего сигнала. Поэтому для стимулирования глушения моторов автомобилей на светофорах, последние планируется оснастить визуальными указателями времени ожидания разрешающего сигнала (к слову сказать, уже весьма распространенными в российских городах). Кроме того, электроснабжение самих светофоров планируется сделать автономным – с помощью фотоэлектрических панелей или микроветроэлектростанций.

Александр МОГИЛЕНКО, к. т. н.

По материалам журнала Bulletin Electrosuisse 6/2014