



# Исполнительный комитет Электроэнергетического Совета СНГ



## РЕКОМЕНДАЦИИ по организации контроля параметров качества электрической энергии, перемещаемой по межгосударственным линиям электропередачи государств-участников СНГ

ИКЭС-РД-079-2019

Москва  
2019



**Электроэнергетический Совет Содружества Независимых Государств  
Исполнительный комитет ЭЭС СНГ**



**РЕКОМЕНДАЦИИ  
по организации контроля параметров  
качества электрической энергии, перемещаемой  
по межгосударственным линиям электропередачи  
государств-участников СНГ**

**ИКЭС-РД-079-2019**

**Москва  
2019**



**НТД разработан:** Рабочей группой по метрологическому обеспечению Электроэнергетической отрасли СНГ.

**НТД утверждён:** Электроэнергетическим Советом Содружества Независимых Государств (Протокол № 55 от 25 октября 2019 года).



## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 4  |
| 1. Область применения.....                                 | 4  |
| 2. Нормативные ссылки.....                                 | 5  |
| 3. Термины и сокращения .....                              | 7  |
| 4. Методы контроля качества электрической энергии .....    | 9  |
| 5. Методики измерения качества электрической энергии ..... | 11 |
| 6. Порядок обмена информацией .....                        | 12 |
| 7. Объём информации для обмена .....                       | 13 |
| 8. Рекомендации по анализу информации .....                | 15 |
| 9. Требования к эксплуатирующему персоналу.....            | 15 |
| 10. Библиография.....                                      | 16 |



## Введение

Настоящие «Рекомендации по организации контроля параметров качества электрической энергии, перемещаемой по межгосударственным линиям электропередачи государств-участников СНГ» (далее – Рекомендации) предназначены для профильных министерств и организаций, осуществляющих управление электроэнергетикой государств-участников СНГ и разработаны на основе общих принципов, предусмотренных Договором об обеспечении параллельной работы электроэнергетических систем Содружества Независимых Государств от 25 ноября 1998 года с целью:

- обеспечения идентичности подхода к организации контроля параметров качества электрической энергии, передаваемой по межгосударственным линиям электропередачи государств-участников СНГ;
- определения взаимоотношений смежных энергосистем государств-участников СНГ по техническому обслуживанию измерительных каналов контроля параметров качества электрической энергии, установленных на межгосударственных линиях электропередачи;
- определения причин нарушений параметров качества электрической энергии и разработки мер нормализации качества электрической энергии;
- определения долевых вкладов в искажение параметров качества электрической энергии, перемещаемой по межгосударственным линиям электропередачи, для дальнейшего урегулирования имеющихся вопросов в рамках соответствующих договоров.

### 1. Область применения

Настоящие Рекомендации предназначены для профильных министерств и организаций, осуществляющих управление электроэнергетикой государств-участников СНГ, независимо от форм собственности, эксплуатирующих межгосударственные линии электропередачи (МГЛЭП), в части организации контроля параметров качества передаваемой электрической энергии.

Настоящие Рекомендации могут быть применены при заключении соответствующих межгосударственных договоров в части обязательств по поддержанию параметров качества электрической энергии, передаваемой по МГЛЭП, которые предполагают непрерывный контроль параметров качества электрической энергии с возможностью определения источника или направления на источник искажений, в соответствии с документом ИКЭС-РД-052-2017 «Методика контроля качества электрической энергии, передаваемой по межгосударственным линиям электропередачи, и определения направления на источник нарушений (искажений) показателей качества электрической энергии».



## 2. Нормативные ссылки

В настоящих Рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений;

ГОСТ 8.401-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования;

ГОСТ 1983-2015 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия;

ГОСТ 7746-2015 Трансформаторы тока. Общие технические условия;

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия;

ГОСТ 30804.4.15-2002 Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Технические требования и методы испытаний;

ГОСТ 30804.4.30-2013 (IEC 61000-4-30:2008) Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерения показателей качества электрической энергии;

ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения;

ГОСТ 33073-2014 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения;

ГОСТ Р 8.563-2009 ГСИ. Методики (методы) измерений;

ГОСТ Р 8.596-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения;

ГОСТ Р 8.654-2015 ГСИ. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения;

ГОСТ Р 8.655-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования;

ГОСТ Р 51317.4.15-2012 (МЭК 61000-4-15:2010) Совместимость технических средств электромагнитная. Фликерметр. Функциональные и конструктивные требования;



ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напряжения электроснабжения в электрических сетях общего назначения;

ДСТУ IEC 60044-1:2008 Трансформаторы измерительные. Часть 1. Трансформаторы тока (IEC 60044-1:2003 IDT);

ДСТУ IEC 60044-2:2008 Трансформаторы измерительные. Часть 2. Индуктивные трансформаторы напряжения (IEC 60044-2:2003 IDT);

Р 50.2.077-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения;

ТР ТС 004/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования»;

ТР ТС 020/2011 Технический регламент Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств».

В настоящих Рекомендациях использованы нормативные ссылки на документы, разработанные Рабочей группой и утвержденные ЭЭС СНГ:

ИКЭС-РД-043-2014 «Концепция создания системы контроля показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи» (Утверждена Решением 45-го заседания ЭЭС СНГ от 25 апреля 2014 г.);

ИКЭС-РД-046-2014 «Рекомендации по определению показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи» (Утверждены Решением 47-го заседания ЭЭС СНГ от 26 мая 2015 г.);

ИКЭС-РД-044-2014 «Технические требования к регистраторам показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи» (Утверждены Решением 45-го заседания ЭЭС СНГ от 25 апреля 2014 г.);

ИКЭС-РД-047-2015 «Типовые требования к автоматизированной системе контроля показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи» (Утверждены Решением 48-го заседания ЭЭС СНГ от 23 октября 2015 г.);

ИКЭС-РД-052-2017 «Методика контроля качества электрической энергии, перемещаемой по межгосударственным линиям электропередачи, и определения источника нарушений (искажений) показателей качества электрической энергии» (Утверждена Решением 51-го заседания ЭЭС СНГ от 04 ноября 2017 г.).





### 3. Термины и сокращения

**3.1.** В настоящих Рекомендациях применяются следующие термины с соответствующими определениями:

**контроль качества электрической энергии:** проверка соответствия значений параметров качества электрической энергии установленным значениям;

**продолжительные испытания электрической энергии:** измерения параметров электрической энергии непрерывно в течение более двух суток, обязательно включающих выходные и рабочие дни;

**пункт контроля/мониторинга качества электрической энергии:** (ПККЭ) - место в электрической сети, в котором выполняют измерения параметров электрической энергии;

**точка общего присоединения:** место в электрической сети, электрически ближайшее к конкретной нагрузке, к которому присоединены или могут быть присоединены другие нагрузки;

**низкое напряжение:** напряжение, номинальное среднеквадратическое значение которого для оборудования не превышает 1 кВ;

**среднее напряжение:** напряжение, номинальное среднеквадратическое значение которого находится в диапазоне свыше 1 кВ до 35 кВ, включительно;

**высокое напряжение:** напряжение, номинальное среднеквадратическое значение которого для оборудования находится в диапазоне от 36 кВ до 220 кВ, включительно (классы напряжения для электрических сетей 110 кВ, 150 кВ, 220 кВ);

**сверхвысокое напряжение:** напряжение, номинальное среднеквадратическое значение которого для оборудования находится в диапазоне свыше 220 кВ (классы напряжения для электрических сетей 330 кВ, 500 кВ, 750 кВ);

**ультравысокое напряжение:** напряжение, номинальное среднеквадратическое значение которого для оборудования находится в диапазоне свыше 750 кВ;

**анализ качества электрической энергии:** установление степени соответствия или причин несоответствия значений показателей качества электрической энергии рекомендуемым значениям или установленным нормам по выбранной совокупности показателей качества электрической энергии;

**аттестация методик измерений:** исследование и подтверждение соответствия методик измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям;



**измерительная система:** совокупность средств измерений и других средств измерительной техники, размещённых в разных точках объекта измерения, функционально объединённых с целью измерений одной или нескольких величин, свойственных этому объекту;

**методика (метод) измерений:** совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности;

**верхнее (нижнее) значение показателя качества электрической энергии:** значение верхней (нижней) границы диапазона, содержащего 95 % результатов измерений показателя качества электрической энергии за время проведения испытаний;

**наибольшее (наименьшее) значение показателя качества электрической энергии:** наибольшее (наименьшее) из всех измеренных за время проведения испытаний значений показателя качества электрической энергии;

**объекты электросетевого хозяйства:** линии электропередачи, трансформаторные и иные подстанции, распределительные пункты и иное предназначенное для обеспечения электрических связей и осуществления передачи электрической энергии оборудование;

**сертификат соответствия:** документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров;

**качество электрической энергии:** степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической сети совокупности установленных показателей качества электрической энергии;

**смежные информационные системы:** системы, взаимодействующие с АИИС ККЭ, связанные с ней единым технологическим процессом передачи и распределения электрической энергии;

**сторонние информационные системы:** системы, использующие результаты измерений АИИС ККЭ, но не связанные с ней общим технологическим процессом в пределах энергообъекта;

**статистические характеристики ПКЭ:** результаты математической обработки объединённых (усреднённых) на стандартных интервалах времени результатов измерений ПКЭ, используемые при контроле качества электрической энергии для сравнения с нормативными значениями;

**Примечание:** В качестве статистических характеристик в настоящих Рекомендациях используются наибольшее и наименьшее значения ПКЭ, верхнее и нижнее значения ПКЭ, относительное время (относительно общей продолжительности испытаний) превышения допустимых значений ПКЭ, установленных для 95 % (100 %) результатов измерений;



**среднеквадратическое значение напряжения (измеряемое):** значение, равное корню квадратному из среднего арифметического значения квадратов мгновенных значений напряжения, измеренных в течение установленного интервала времени и в установленной полосе частот;

**среднеквадратическое значение силы тока (измеряемое):** значение, равное корню квадратному из среднего арифметического значения квадратов мгновенных значений силы тока, измеренных в течение установленного интервала времени и в установленной полосе частот;

**электроэнергетические величины:** физические величины, используемые в электроэнергетике для описания технологических процессов и решения измерительных задач при производстве, передаче и использовании электрической энергии;

**энергообъект:** совокупность электроустановок, зданий и сооружений, функционально и территориально связанных друг с другом.

**3.2.** В настоящих Рекомендациях применяются следующие сокращения:

|        |   |  |
|--------|---|--|
| КЭ     | - | качество электрической энергии;                        |
| ПКЭ    | - | параметры качества электрической энергии;              |
| СИ     | - | средства измерения;                                    |
| ТН     | - | измерительный трансформатор напряжения;                |
| АИИС   | - | автоматизированная информационно-измерительная система |
| ККЭ    | - | контроля качества электрической энергии;               |
| ИВК    | - | информационно-вычислительный комплекс;                 |
| МГЛЭП  | - | межгосударственные линии электропередачи;              |
| ПКЭ    | - | показатели качества электрической энергии;             |
| ИК     | - | измерительный канал;                                   |
| СИ ПКЭ | - | средство измерений ПКЭ (регистратор ПКЭ);              |
| СОЕВ   | - | система обеспечения единого времени;                   |
| СНГ    | - | Содружество Независимых Государств;                    |
| ТТ     | - | измерительный трансформатор тока.                      |

#### **4. Методы контроля качества электрической энергии**

**4.1.** Непрерывный дистанционный контроль параметров качества электрической энергии с помощью автоматизированной информационно-измерительной системы контроля качества электрической энергии (АИИС ККЭ)

Непрерывный контроль параметров качества электрической энергии с помощью АИИС является наиболее действенным методом, который



позволяет определить качественные характеристики всей электрической энергии протекающей по МГЛЭП, а при реализации контроля токовых цепей дает возможность определить направление на источник искажений в случае их наличия. Такой способ контроля требует, кроме постоянно установленных СИ ПКЭ, создание системы сбора информации на основе выделенных каналов связи и наличие центра сбора информации с сервером сбора и соответствующим программным обеспечением. Вместе с тем, такой способ контроля является рекомендованным для применения, так как только таким образом можно обеспечить не только реальный контроль качества электрической энергии для всех получасовых интервалов времени, но и оперативный контроль отклонений качества электрической энергии, идентификацию причин и принятие своевременных мер для устранения нарушений. Технические требования к АИИС ККЭ и порядок ее построения подробно изложены в документе ИКЭС-РД-047-2015 «Типовые требования к автоматизированной системе контроля качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи».

#### **4.2. Непрерывный контроль параметров качества электрической энергии при отсутствии АИИС ККЭ**

При отсутствии каналов связи и центра сбора информации возможно контролировать качество электрической энергии на основе установленных СИ ПКЭ с организацией ежемесячного ручного считывания данных и подведения точного времени на СИ ПКЭ. Такой способ позволяет проводить анализ параметров качества электрической энергии ретроспективно, поскольку в требованиях к СИ ПКЭ есть требования сохранения архива записи в течение 3-х месяцев в соответствии с документом ИКЭС-РД-044-2014 «Технические требования к регистраторам показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи»). Надежность получения данных зависит от квалификации операторов, выполняющих считывание данных и коррекцию времени, и сопряжено с регулярными выездами на объекты и процедурой подключения к средствам измерения показателей качества электрической энергии. Такой способ контроля параметров качества электрической энергии обладает меньшей надежностью и защищенностью данных ввиду регулярного присутствия человеческого фактора, поэтому его можно рекомендовать как временный на период построения полноценной системы непрерывного контроля параметров качества электрической энергии со сбором и хранением информации.

#### **4.3. Периодический контроль напряжения на МГЛЭП**

Осуществление контроля электрической энергии путём периодической установки СИ ПКЭ и выполнении измерений в течение 7 суток ежегодно с получением сертификата соответствия качества электрической энергии (сертификация), не позволяет объективно характеризовать электрическую энергию, протекающую по присоединению в периоды отсутствия СИ ПКЭ.



Ввиду того, что параметры сети и ее нагрузки вблизи МГЛЭП могут изменяться сезонно, при выполнении переключений, вводе и выводе нагрузки, изменении схемы сети и т.д. качество электрической энергии может изменяться во времени. Длительность измерений показателей качества электрической энергии составляет 2 % от периода измерения. Кроме того, измерения только напряжения не дает возможности определить причины искажений электрической энергии. Поэтому метод периодического контроля напряжения не является рекомендованным к применению на МГЛЭП.

При отсутствии непрерывного контроля в виде временного решения периодический контроль должен выполняться не реже двух раз в год при различных сезонных режимах и при штатной схеме работы подстанций и МГЛЭП. Используемые СИ должны выполнять измерения всех параметров в соответствии с ИКЭС-РД-044-2014 «Технические требования к регистраторам показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи».

## **5. Методики измерения качества электрической энергии**

**5.1.** Для каждой точки контроля КЭ должен быть оформлен паспорт-протокол. Паспорт - протокол оформляет предприятие/организация, эксплуатирующее ИК точки контроля ПКЭ на МГЛЭП, и предоставляет его смежному предприятию/организации по запросу.

При замене СИ ПКЭ точек контроля ПКЭ на МГЛЭП в паспорт-протокол вносятся соответствующие изменения.

При внесении изменений в электрическую схему ИК точек контроля ПКЭ на МГЛЭП, влияющих на характеристики ИК (изменение нагрузки измерительных обмоток ТТ и ТН и т.п.), проводятся повторные измерения во вторичных цепях, результаты которых заносятся в паспорт - протокол. При этом, смежные предприятия/организации, эксплуатирующие точки контроля ПКЭ на МГЛЭП, сообщают друг другу о внесенных изменениях и результатах повторных измерений, в соответствии с подписанным договором.

Порядок составления, ведения и хранения паспортов-протоколов ИК точек контроля ПКЭ на МГЛЭП каждое смежное предприятие/организация устанавливает самостоятельно.

Предприятие/организация, эксплуатирующая ИК точки контроля ПКЭ на МГЛЭП, проводит поверку СИ, входящих в состав ИК, в соответствии с требованиями уполномоченного органа.

**5.2.** Для измерения показателей и параметров качества электрической энергии на МГЛЭП и определения реализованной точности измерения всех параметров с учетом оформленных паспортов-протоколов должны быть разработаны методики измерения.

**5.3.** Методика измерений значений ПКЭ на МГЛЭП регламентируется принятыми в установленном порядке документами, в которых



устанавливаются необходимые временные интервалы проведения измерений значений ПКЭ, их периодичность, требования к процессу измерений, обработки и анализа данных, а также определяется регламент предоставления отчетов по результатам измерений ПКЭ.

Состав ПКЭ, в отношении которого должен быть проведен контроль, определяется документами ИКЭС-РД-044-2014 «Технические требования к регистраторам показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи» и ИКЭС-РД-047-2015 «Типовые требования к автоматизированной системе контроля качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи», а также ИКЭС-РД-046-2015 «Рекомендации по определению показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи».

**5.4.** В методике измерений при расчете допустимых погрешностей измерительного канала следует учитывать, что измерение полного спектра гармонических составляющих напряжения и тока не всегда возможно по причине неопределенных частотных характеристик ТТ и ТН, используемых для измерений. Поэтому, для выполнения таких измерений в полном объеме рекомендуется использовать измерительные трансформаторы с известными частотными характеристиками. Для этого организациям, ответственным за межгосударственные перетоки электрической энергии по МГЛЭП, рекомендуется включать в документы, определяющие техническую политику, использование измерительных трансформаторов с известными частотными характеристиками. В измеряемом частотном диапазоне (до 50-ой гармоники) допускается спад передаточной характеристики измерительного трансформатора и снижение точностных характеристик по сравнению с номинальной частотой.

**5.5.** Методика измерений должна быть согласована между всеми смежными предприятиями/организациями, на балансе (в эксплуатации) которых находятся МГЛЭП, подстанции и иные энергообъекты смежных государств-участников СНГ.

## **6. Порядок обмена информацией**

**6.1.** Обмен данными и информацией между смежными предприятиями/организациями выполняется на основе подписанного соглашения об обмене информацией между АИИС ККЭ с использованием следующих технических средств:

6.1.1. Электронной почты (по корпоративным сетям и сетям Internet общего пользования).

6.1.2. Цифровых каналов передачи данных (включая каналы передачи информации операторов мобильной связи, спутниковой связи).



**6.2.** Выбор каналов связи, протоколов и регламента обмена данными определяется возможностями АИИС ККЭ. В соответствующем соглашении указываются все технические и организационные требования, необходимые для организации обмена данными, в том числе:

- 6.2.1. Каналы связи, применяемые для обмена данными.
- 6.2.2. Определяются уровни АИИС ККЭ, с которыми будет выполняться обмен данными.
- 6.2.3. Протокол, применяемый для обмена данными.
- 6.2.4. Перечень данных АИИС ККЭ, которыми будут обмениваться, их кодировка, размерность, интеграционный период и другие характеристики.
- 6.2.5. Указывается нормативно-справочная информация, необходимая для обмена данными между АИИС ККЭ.
- 6.2.6. Временные периоды обмена данными.
- 6.2.7. Время начала и конца процедуры обмена данными.
- 6.2.8. Необходимость выполнения шифрования данных и алгоритм их шифрования, а также порядок обмена ключами для дешифровки данных.
- 6.2.9. Порядок обмена данными; применяемые принципы верификации данных АИИС ККЭ.
- 6.2.10. Действия сторон при возникновении сбоев и аварийных ситуаций в работе АИИС ККЭ.

**6.4.** Временные периоды для обмена данными выбираются с учетом технических характеристик АИИС ККЭ сторон и используемых ими каналов связи.

**6.5.** Смежные предприятия/организации самостоятельно определяют перечень данных АИИС ККЭ, которыми будут обмениваться (рекомендованный объем информации для обмена приведен в разделе 7).

## **7. Объем информации для обмена**

Информация, собираемая от СИ ПКЭ, должна содержать весь объем измерений в соответствии с документами: ИКЭС-РД-044-2014 «Технические требования к регистраторам показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи» и ИКЭС-РД-047-2015 «Типовые требования к автоматизированной системе контроля качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи». После окончания суточного интервала информация проходит статистическую обработку и оформляется суточный протокол по каждому присоединению МГЛЭП.

Протокол испытаний электрической энергии должен содержать следующую информацию:



а) результаты измерений в точке контроля, которые должны быть представлены в виде:

- наибольшего значения ПКЭ за интервал времени, в течение которого производился расчет статистических характеристик;

- наименьшего значения ПКЭ за интервал времени, в течение которого производился расчет статистических характеристик;

- верхнего значения ПКЭ (верхней границы интервала значений ПКЭ, содержащего 95 % результатов измерений, полученных за интервал времени, в течение которого производился расчет статистических характеристик);

- нижнего значения ПКЭ (нижней границы интервала значений ПКЭ, содержащего 95 % результатов измерений, полученных за интервал времени, в течение которого производился расчет статистических характеристик);

- относительного времени выхода значений ПКЭ за пределы области нормально допустимых значений относительного времени превышения допустимых значений ПКЭ, установленных для 95 % результатов измерений;

- относительного времени выхода значений ПКЭ за пределы области предельно допустимых значений относительного времени превышения допустимых значений ПКЭ, установленных для 100 % результатов измерений;

б) нормативное значение (норма) для измеренного значения;

в) значение погрешности (неопределённости) измерений.

В качестве дополнительного материала, оформленного по результатам контроля качества электрической энергии, при наличии нарушений норм качества электрической энергии, могут быть представлены графики в виде:

- зависимости значений измеряемых параметров от времени;

- зависимости двух произвольных параметров друг от друга;

- спектров сигналов (для гармонических и интергармонических составляющих);

- гистограмм ПКЭ, характеризующих продолжительные изменения характеристик напряжения;

- векторных диаграмм сигналов токов и напряжений основной частоты, а также гармонических составляющих.

В настоящих Рекомендациях приводится рекомендованный объем информации, который может изменяться и дополняться при оформлении конкретного Приложения к Соглашению договаривающихся сторон.





## **8. Рекомендации по анализу информации**

При любом способе контроля параметров качества электрической энергии следует учитывать, что частотные характеристики измерительных трансформаторов имеют как правило спадающие характеристики от частоты, и если измерения показывают наличие искажений напряжения свыше нормированных в соглашении значений (например, согласно ГОСТ 32144 либо аналогичным согласованных сторонами значений), то необходимо проводить измерения по току с определением направления распространения мощности искажений для определения направления на источник искажений. Это позволит определить договорные обязательства сторон по эффективному устранению искажений либо снижению их ниже нормативных значений.

Анализ причин нарушений и определение источника (направления на источник) должно проводиться согласно документу ИКЭС-РД-052-2017 «Методика контроля качества электрической энергии, перемещаемой по межгосударственным линиям электропередачи, и определения направления на источник нарушений (искажений) показателей качества электрической энергии».

## **9. Требования к эксплуатирующему персоналу**

Перечень обязанностей эксплуатационного персонала и организационного обеспечения должны соответствовать разделу «Требований к организационному обеспечению» «Типовых требований к автоматизированной системе контроля качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи» (ИКЭС-РД-047-2015).

Специалистам, производящим измерения параметров электрической энергии, рекомендуется пройти обучение по выполнению измерений на соответствующих курсах повышения квалификации:

- Метрология, измерение электрических величин (34 вид);
- Измерение параметров качества электрической энергии;
- Общее устройство и эксплуатация АИИС ККЭ и СИ ПКЭ.



### Библиография

|                           |      |   |
|---------------------------|------|---|
| EN 50160<br>(BS EN 50160) | 2010 | Характеристики напряжения в сетях общего назначения   |
| CLC/TR50422               | 2003 | Руководство по применению Европейского стандарта EN 50160   |
| IEC 60050-300             | 2001 | Международный электротехнический словарь. Электрические и электронные измерения и измерительные приборы. Часть 311. Общие термины, относящиеся к измерениям. Часть 312. Общие термины, относящиеся к электрическим измерениям. Часть 313. Типы электрических приборов. Часть 314. (Специальные термины, соответствующие типу прибора) |
| EN 61000-2-2              | 2002 | Электромагнитная совместимость. Часть 2-2. Условия окружающей среды. Уровни совместимости для низкочастотных проводимых помех и прохождения сигналов в низковольтных системах коммунального энергоснабжения (МЭК 61000-2-2:2002)  |
| EN 61000-2-4              | 2002 | Электромагнитная совместимость. Часть 2. Условия окружающей среды. Раздел 4. Уровни совместимости для низкочастотных проводимых помех в промышленных установках (EN 61000-2-4)  |
| IEC 61000-4-30            | 2009 | Совместимость технических средств электромагнитная. Часть 4-30. Методы испытаний и измерений. Методики измерения показателей качества электрической энергии (МЭК 61000-430)   |
| EN 61000-4-11             | 2004 | Электромагнитная совместимость. Часть 4. Методики испытаний и измерений. Раздел 11. Испытание на помехоустойчивость к провалам напряжения, краткосрочным нарушениям и колебаниям подачи напряжения (EN 61000-4-11)  |



|                    |                        |  |
|--------------------|------------------------|--|
| EN 61000-4-15+A1   | 1997,<br>2003          | Электромагнитная совместимость. Часть 4. Методики испытаний и измерений. Раздел 15. Фликерметр. Технические условия на функциональные условия и конструкцию (МЭК 61000-4-15:1997 + A1:2003)                        |
| IEC 60038 + A1+ A2 | 1983,<br>1994,<br>1997 | Напряжения стандартные в соответствии с рекомендациями МЭК   |
| IEC 60050-161      | 1990                   | Международный электротехнический словарь. Глава 161: Электромагнитная совместимость  |
| IEC 61869-3        | 2011                   | Трансформаторы измерительные. Часть 3. Дополнительные требования к индуктивным преобразователям напряжения   |
| IEC 61869-5        | 2011                   | Трансформаторы измерительные. Часть 5. Дополнительные требования к емкостным преобразователям напряжения   |
| IEC/TR 61869-103   | 2012                   | Трансформаторы измерительные. Использование измерительных трансформаторов для измерения качества электрической энергии   |
| ISO/IEC Guide 98-3 | 2008                   | Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерений (GUM:1995)  |
| ISO/IEC Guide 99   | 2007                   | Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины (VIM)  |
| BS EN 61000-2-2    | 2002                   | Электромагнитная совместимость. Часть 2-2 (BS EN 61000-2-2)  |
| IEC/TR 61000-3-7   | 2008                   | Электромагнитная совместимость. Часть 3-7. Пределы. Оценка пределов эмиссии помех при подсоединении переменных нагрузок к энергетическим системам среднего, высокого и сверхвысокого напряжения (МЭК/TR 61000-3-7) |
| IEC/TR 61000-2-14  | 2006                   | Электромагнитная совместимость. Часть 2-14. Окружающая среда. Перенапряжения в коммунальных распределительных электросетях (МЭК/TR 61000-2-14)   |



|   |                        |  |
|---|------------------------|--|
| IEC/TR 61000-2-8                                      | 2002                   | Электромагнитная совместимость. Часть 2-8. Условия окружающей среды. Провалы напряжения и короткие перерывы энергоснабжения в коммунальных системах со статистическими результатами измерений (МЭК/TR 61000-2-8(2002)) |
| CEER<br>(Council of<br>European energy<br>regulators) | 2001,<br>2003,<br>2005 | CEER (Совет Европейских Энергетических Регуляторов). Установление контрольных точек измерений для составления отчетов о показателях качества электропитания  |
| СТБ МЭК<br>61000-4-8-2013                             | 2013                   | Электромагнитная совместимость. Часть 4-8. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты  |
| СТБ МЭК<br>61000-3-2-2006                             | 2006                   | Электромагнитная совместимость. Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока для оборудования с потребляемым током или 16 А в одной фазе  |
| СТБ МЭК<br>61000-4-2-2006                             | 2006                   | Электромагнитная совместимость. Часть 4-2. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам   |
| СТБ МЭК<br>61000-4-3-2006                             | 2006                   | Электромагнитная совместимость. Часть 4-3. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к радиочастотному электро-магнитному полю   |
| СТБ МЭК<br>61000-4-4-2006                             | 2006                   | Электромагнитная совместимость. Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам  |
| СТБ МЭК<br>61000-4-5-2006                             | 2006                   | Электромагнитная совместимость. Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии   |
| СТБ МЭК<br>61000-4-11-2006                            | 2006                   | Электромагнитная совместимость. Часть 4-11. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения  |



|                                   |      |   |
|-----------------------------------|------|---|
| ГОСТ 1983-2001                    | 2015 | Трансформаторы напряжения. Общие технические условия  |
| ГОСТ Р 50648-94<br>(IEC 1000-4-8) | 1994 | Совместимость технических средств электро-магнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний   |
| ГОСТ Р 8.655-2009                 | 2009 | Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования   |
| ИКЭС-РД-043-2014                  | 2014 | Концепция создания системы контроля показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи  |
| ИКЭС-РД-044-2014                  | 2014 | Технические требования к регистраторам показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи   |
| ИКЭС-РД-046-2015                  | 2015 | Рекомендации по определению показателей качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи  |
| ИКЭС-РД-047-2015                  | 2015 | Типовые требования к автоматизированной системе контроля качества электрической энергии применительно к межгосударственным линиям электропередачи   |
| ИКЭС-РД-052-2017                  | 2017 | Методика контроля качества электрической энергии, перемещаемой по межгосударственным линиям электропередачи, и определения источника нарушений (искажений) показателей качества электрической энергии |