ПРОФОТЕК®

Технические решения ЗАО «Профотек»

109316, г. Москва, Волгоградский проспект д.42, корп. 5
Технополис «Москва»
тел./факс: + 7 (495) 775 83 39
info@profotech.ru
www.profotech.ru

О компании

- ЗАО «Профотек» это отечественное предприятие полного цикла, обладающее собственной запатентованной технологией производства специального оптического волокна и волоконно-оптических измерительных приборов на его основе.
- Акционеры: ОАО «Роснано» и Группа Онэксим.

- Производство и офис компании располагается в Москве на территории Технополиса Москва. Центр разработок находится в г. Фрязино на базе Фрязинского филиала Института радиотехники и электроники Российской Академии Наук им. Котельникова.

- Коллектив компании состоит из высокопрофессиональных специалистов, инженеров и ученых.

Технополис «Москва»

Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники Российской Академии Наук им. Котельникова

ПРОФОТЕК®

Предпосылки к внедрению оптических трансформаторов в РФ

- Развитие электроэнергетики идет по пути объединения электрических и информационных сетей и технологий. Современные подстанции используют все больше интеллектуальных устройств, которые обмениваются между собой данными по цифровым протоколам.
- Ориентация на усиливающиеся потребности энергетической промышленности в современном высокотехнологичном оборудовании.
- Необходимость повышения безопасности и надежности применяемого оборудования.
- Известные недостатки традиционных измерительных трансформаторов.
- Отраслевые технические требования. Положения о технической политике ведущих энергокомпаний РФ (в настоящее время в технических политиках всех крупнейших энергокомпаний внедрение стандарта МЭК 61850 указано как одно из обязательных требований к вновь создаваемым и реконструируемым объектам электроэнергетики);
- Федеральный закон «Об Энергосбережении» ФЗ № 261.
- Распоряжение правительства РФ от 13.11.2009г. № 1715-р Гл.7.
- Распоряжение Правительства РФ от 03.04.2013г. № 512-р.
- Стратегия развития Единой Национальной Электрической Сети «ОАО ФСК ЕЭС» на десятилетний период и положение о Технической политике ОАО «ФСК ЕЭС».

Вывод:

Необходимы новые решения и новые классы изделий – электронно-оптические трансформаторы тока и напряжения.

Традиционные трансформаторы. Недостатки

Трансформаторы тока

- Наличие значительного количества масла или элегаза;
- Опасность размыкания вторичных цепей ТТ;
- Большой вес и габариты;
- Насыщение ТТ при КЗ;
- Пониженная сейсмостойкость.

Трансформаторы напряжения

- Невысокие переходные характеристики емкостных ТН, в связи с наличием блока феррорезонансного стабилизатора;
- Феррорезонанс;
- Узкая полоса пропускания;
- Высокая неравномерность в полосе пропускания;
- Сильное влияние вторичных цепей на точностные характеристики ИИК.

Последствия

- **Снижение эксплуатационных характеристик (безопасность, эксплуатационные расходы);**
- **Ухудшение метрологических характеристик измерительных комплексов.**

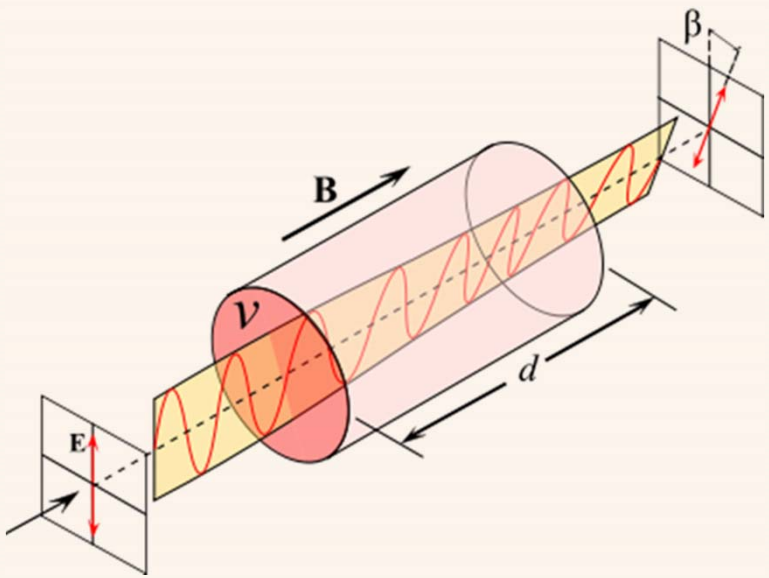
Современные (инновационные) оптические технологии

Современные электронно-оптические трансформаторы тока и напряжения Профотек обеспечивают:

- Высокую пожаро- и взрывобезопасность;
- Высокую сейсмостойкость (9 баллов по MSK-64);
- Оптические методы измерения параметров тока и напряжения;
- Полную гальваническую развязку, соответствие современным требованиям по ЭМС;
- Цифровую обработку сигналов и современные интерфейсы (соответствие стандарту IEC61850);
- Повышение безопасности эксплуатации для обслуживающего персонала;
- Повышение эксплуатационной безопасности вторичного оборудования за счет отсутствия возникновения высоких потенциалов при размыкании вторичных цепей;
- Снижение затрат на текущую эксплуатацию, отсутствие рисков возникновения перерывов электроснабжения потребителей;
- Высокую точность измерений (внесены в Госреестр средств измерений);

Принцип измерения тока.

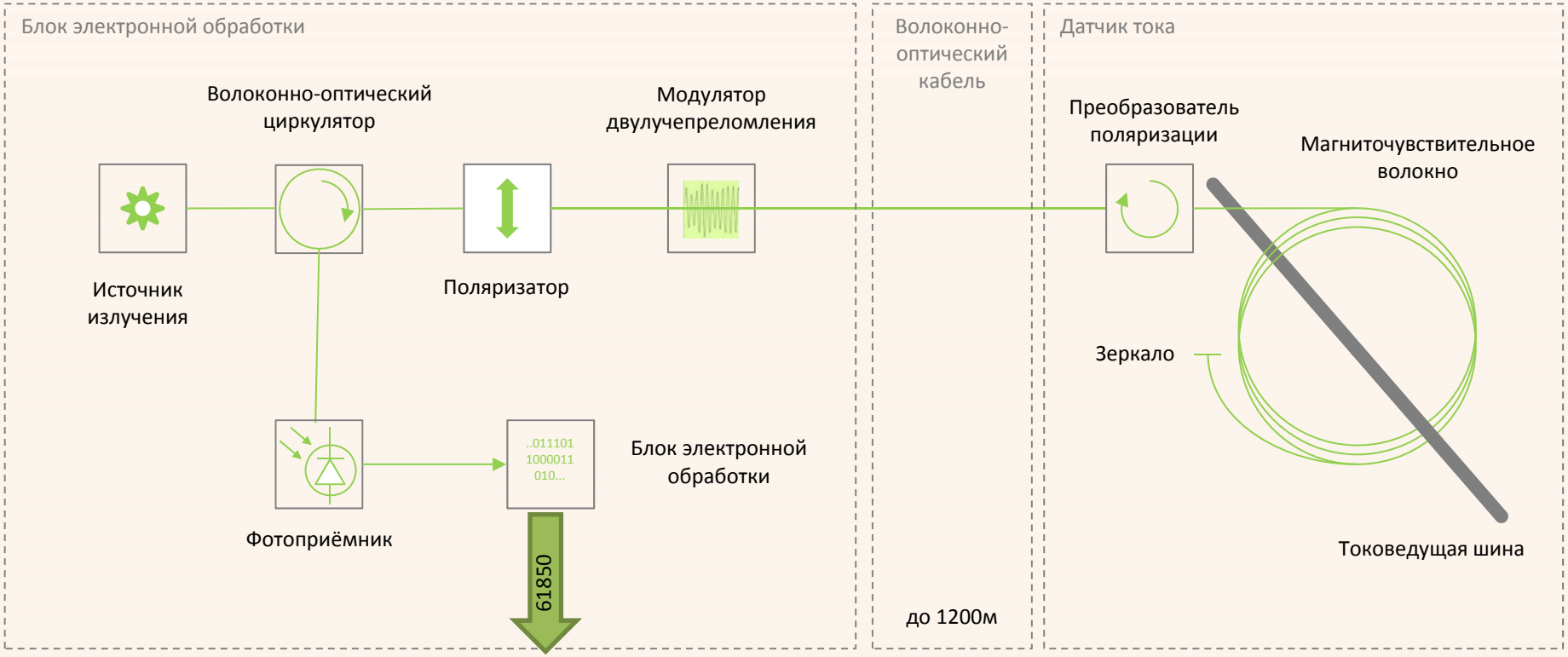
Принцип измерения тока основан на эффекте Фарадея.



B – вектор магнитной индукции
E – вектор напряженности электрического поля оптического излучения

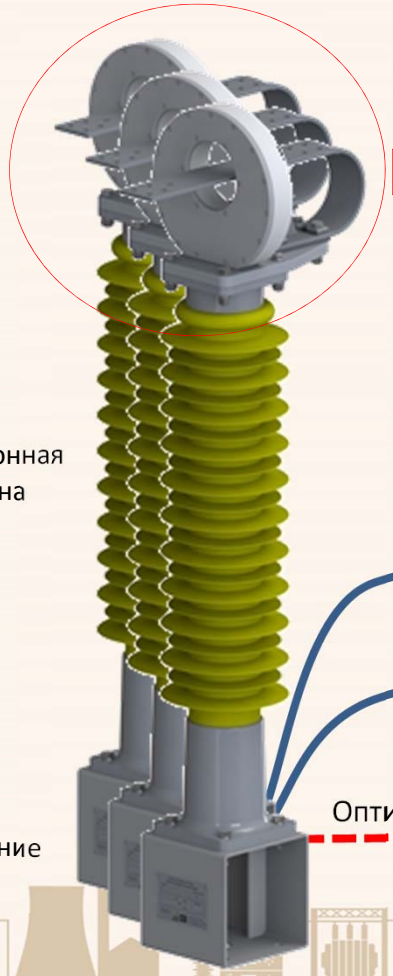
Две световые волны с ортогональными циркулярными поляризациями вводятся в многовитковый контур из специального оптического волокна, внутри контура находится проводник с током. Если тока в проводнике нет, световые волны распространяются по волоконному контуру с одинаковой скоростью и на выход контура приходят одновременно. При наличии в проводнике электрического тока - оптическое волокно оказывается в магнитном поле протекающего тока. При этом оптические свойства волокна изменяются, и скорость распространения световых волн по контуру становится разной, между волнами на выходе из контура возникает относительный фазовый сдвиг. Таким образом, задача измерения тока волоконно-оптическим методом сводится к точному измерению относительного фазового сдвига между световыми волнами в волоконном чувствительном контуре, находящемся в продольном магнитном поле электрического тока.

Структурная схема оптического трансформатора тока



Трансформатор тока электронный оптический ТТЭО

Конструкция ТТЭО в опорном исполнении



Специальное оптическое волокно

Измерительный элемент

Токоведущая шина

Электронно-оптические блоки
(1 блок на три фазы)

Изоляционная колонна

Основание

Оптический кабель #1 – для телеизмерений и коммерческого учёта

Оптический кабель #2 – для релейной защиты

Оптический кабель #3 – для резервной релейной защиты (опционально)

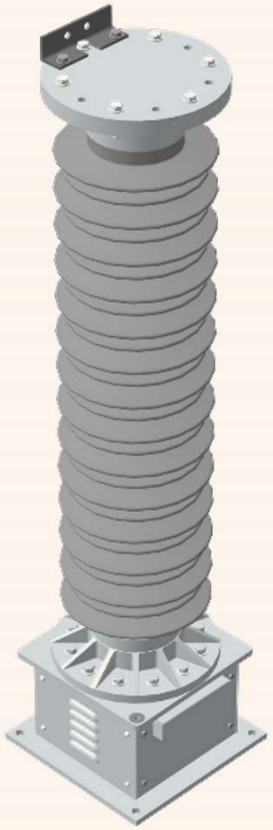
Основные характеристики ТТЭО

Параметр	Значение
Номинальное напряжение, кВ	0 – 750
Номинальный первичный ток, А	100 – 3 000
Цифровой выход*	МЭК 61850-9-2LE (дублированный Ethernet 100Base-FX с поддержкой протоколов PTP и PRP)
Аналоговый выход	1А
Класс точности – для измерений – для защиты	 0.2s (цифровой и аналоговый выходы), 5TPE (цифровой выход)
Частотный диапазон, Гц	0 – 9000 (оптический датчик), 0 – 5000 (SV256), 0 – 2000 (SV80)
Диапазон рабочих температур, °С – измерительный датчик – электронный блок	 минус 60 – плюс 60 минус 10 – плюс 40
Расстояние между датчиком и электронным блоком, м	до 1200
Габаритные размеры, мм: – измерительный датчик (высота) – электронный блок	 1837 (110кВ), 2961 (220кВ) 480x380x135
Масса, кг: – измерительный датчик – электронный блок	 65 (110кВ), 120 (220кВ) 11
Энергопотребление (на один электронный блок), Вт	50
Наличие свидетельства о внесении в ГРСИ	Да

*** Возможно исполнение с аналоговым выходом 1 А, для коммерческого учета**

ПРОФОТЕК®

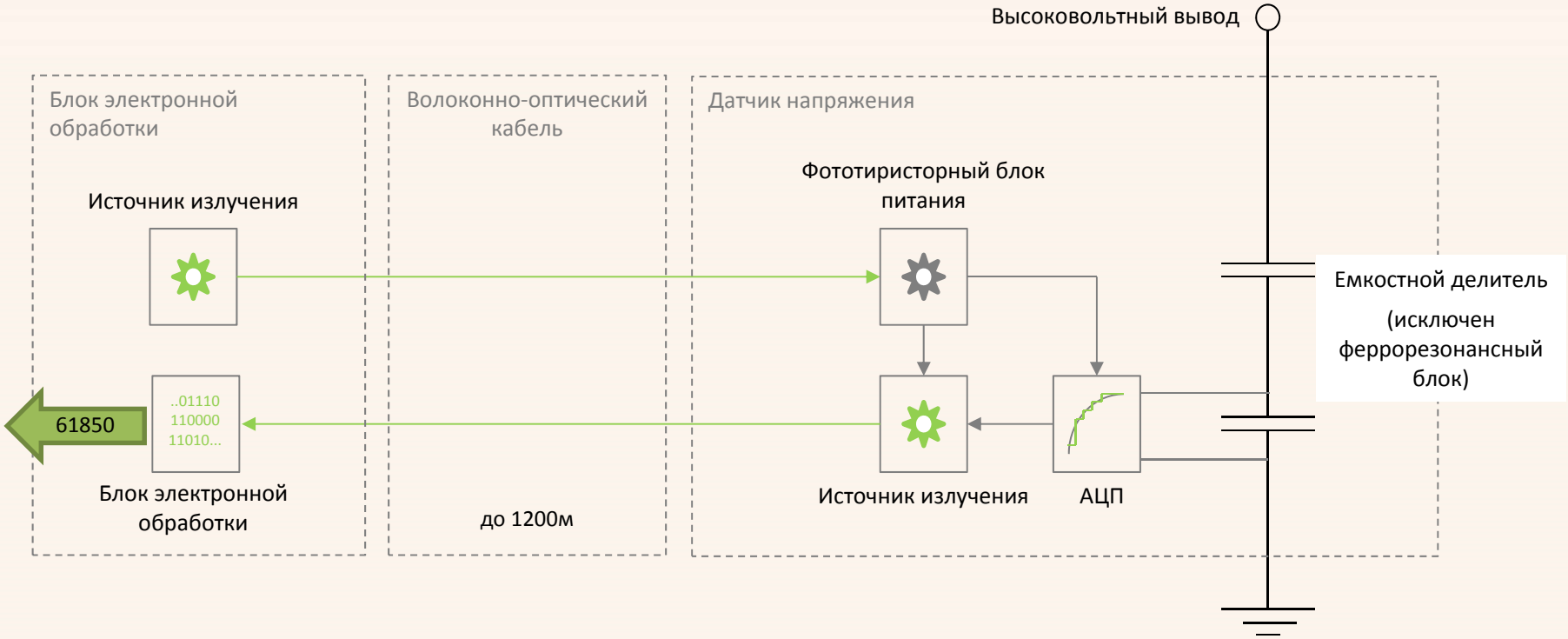
Принцип измерения напряжения.



Измерение напряжения осуществляется емкостным делителем с использованием электронно-оптического преобразователя, установленного в герметичном отсеке нижней части изоляционной колонны. Измерительный сигнал снимается с нижней секции конденсаторного делителя напряжения, измерения проводятся на уровне микротоков, поэтому в конструкции не используется феррорезонансный блок, применяемый в стандартных конструкциях емкостных измерителей.

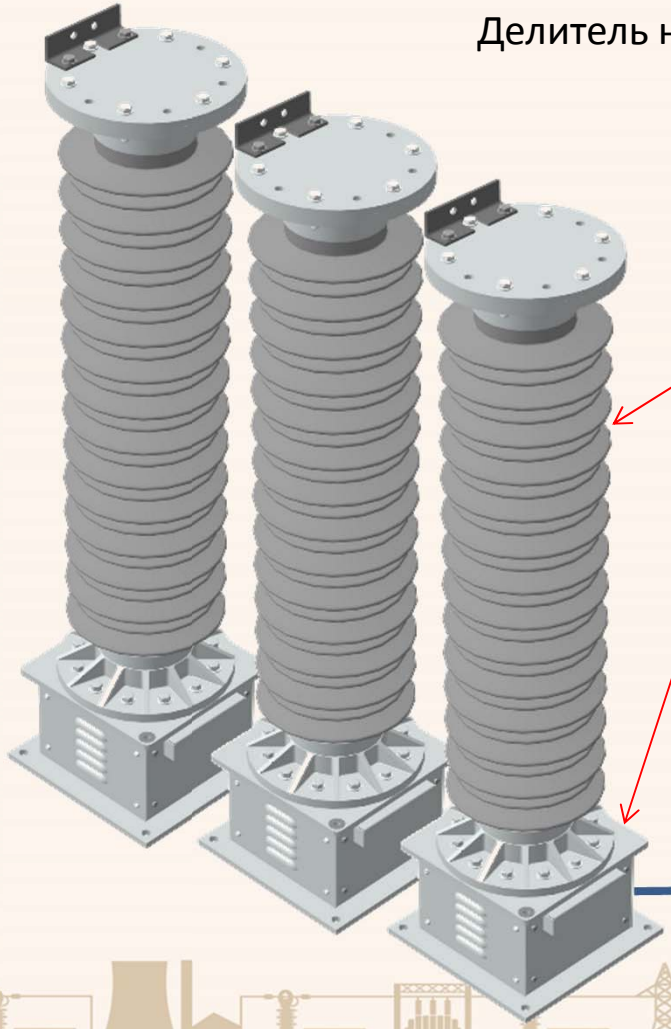
Питание делителя напряжения осуществляется по оптическому волокну с применением специализированного лазерного источника излучения высокой надежности. Информация об измеренных значениях напряжения передаётся в блок электронной обработки, в цифровом виде, по стандартному оптическому волокну. Таким образом, достигается абсолютная гальваническая изоляция первичных и вторичных цепей.

Структурная схема электронно-оптического трансформатора напряжения



Конструкция электронно-оптического трансформатора напряжения

Делитель напряжения емкостной электронный (ДНЕЭ).



Изоляционная колонна с емкостным делителем

Основание, содержащее выносной модуль

Электронно-оптический блок
(1 блок на три фазы)

Оптический кабель

Основные характеристики ДНЕЭ

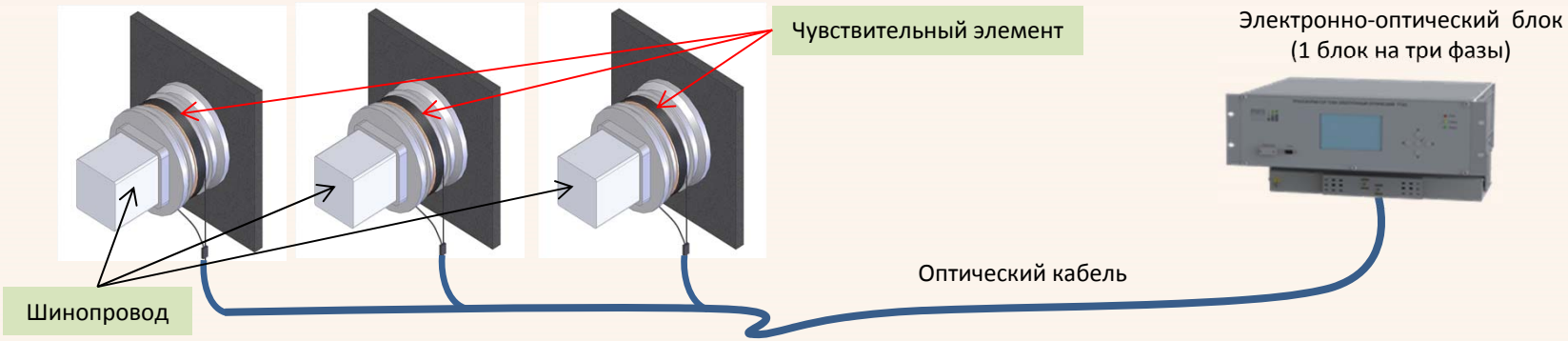
Параметр	Значение
Номинальное напряжение, кВ	110 – 220
Цифровой выход*	МЭК 61850-9-2LE (дублированный Ethernet 100Base-FX с поддержкой протоколов PTP и PRP)
Класс точности (цифровой выход): – для измерений – для защиты	 0.2 3P
Частотный диапазон, Гц	15 – 5000 (для датчика напряжения), 15 – 2000 (SV80), 15 – 5000 (SV256)
Диапазон рабочих температур, °С – измерительный датчик – электронный блок	 минус 60 – плюс 60 минус 10 – плюс 40
Расстояние между датчиком и электронным блоком, м	до 1200
Габаритные размеры, мм: – измерительный датчик (высота) – электронный блок	 1460 (110кВ), 2650 (220кВ) 480x380x135
Масса, кг: – измерительный датчик – электронный блок	 110 (110кВ), 175 (220кВ) 8
Энергопотребление, Вт	50
Наличие свидетельства о внесении в ГРСИ	Да

*** Возможно исполнение с аналоговым выходам (номинальное вторичное напряжение 100/√3)**

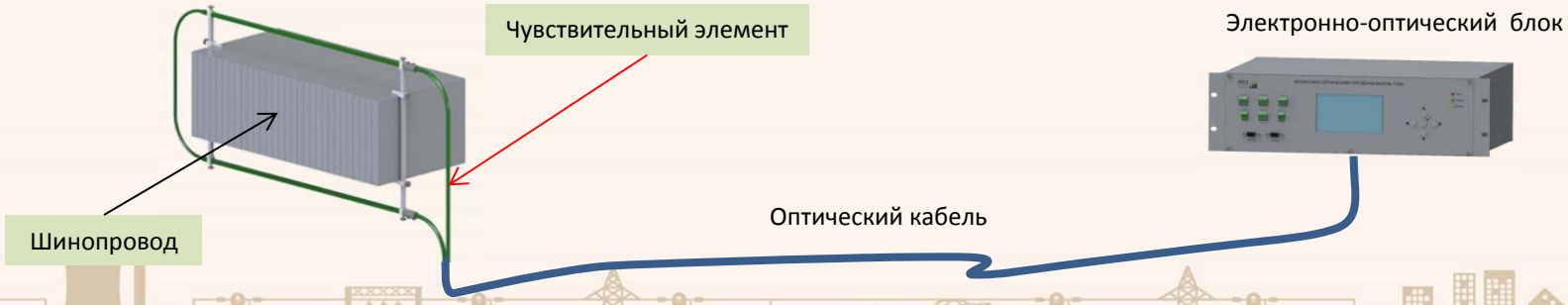
Конструкция ТТЭОГ

Трансформатор тока электронный оптический с гибким чувствительным элементом

Для переменного тока (трехфазный комплект)



Для постоянного тока



Основные характеристики ТТЭОГ для переменного тока

Параметр	Значение
Номинальный первичный ток, А	600-250 000
Коммутационные интерфейсы	МЭК 61850-9-2LE (дублированный Ethernet 100Base-FX с поддержкой протоколов PTP и PRP)
Класс точности – для измерений – для защиты	 0.2s; 0.5S 5TPE (цифровой)
Температурный диапазон, °С – измерительный датчик – электронный блок	 минус 60 – плюс 60 минус 10 – плюс 40
Энергопотребление, Вт	50
Расстояние между датчиком и электронным блоком, м, не более	1200
Габаритные размеры, мм: – электронный блок	 480x380x135
Масса датчика, кг, не более	11
Средний срок службы, лет, не менее	30
Наличие свидетельства о внесении в ГРСИ	Да

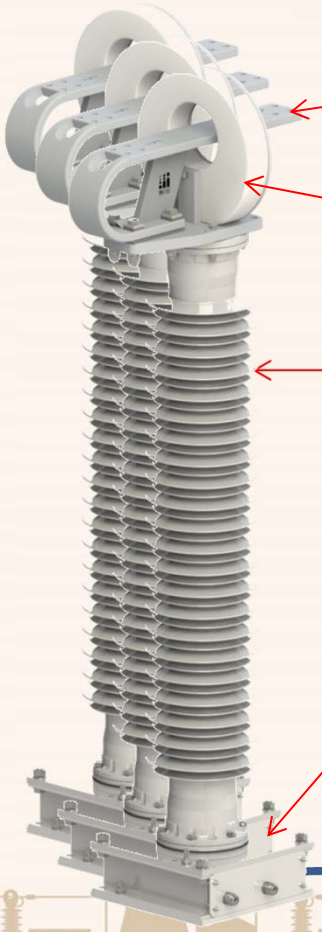
Возможно исполнение эталонного ТТЭО-Г с классом точности 0,05

Основные характеристики ТТЭОГ для постоянного тока

Параметр	Значение
Номинальный ток, А	600-330000
Основная приведенная погрешность измерения тока	0.2; 0.5; 1.0
Параметры питания (в комплекте источник бесперебойного питания)	220В, 50 Гц
Расстояние между чувствительным волоконно-оптическим элементом и электронно-оптическим модулем преобразования, м	До 1200
Возможные коммутационные интерфейсы	Импульсный выход Частотный выход Токовый Modbus RS-485 ProfiBus МЭК 61850-9-2
Диапазон рабочих температур: - Измерительного модуля - Чувствительного элемента	 от -10 до +40 от -60 до +60
Средний срок службы	30 лет
Энергопотребление, Вт	70
Наличие свидетельства о внесении в ГРСИ	Да

Новые разработки.

Комбинированный трансформатор тока и напряжения. Конструкция.



Токоведущая шина

Измерительный элемент

Изоляционная колонна с емкостным делителем

Основание с АЦП и волоконно-оптическим интерфейсом

Оптический кабель

Электронно-оптический блок для напряжения

Электронно-оптический блок для тока

Основные характеристики комбинированного трансформатора

Параметр	Значение
Номинальное напряжение, кВ	110 – 750
Номинальный первичный ток, А	100 – 3 000
Цифровой выход*	МЭК 61850-9-2LE (дублированный Ethernet 100Base-FX с поддержкой протоколов PTP и PRP)
Класс точности – для измерений – для защиты	 0.2s (для тока), 0,2 (для напряжения) 5TPE (для тока), 3P (для напряжения)
Частотный диапазон, Гц (для тока)	0 – 9000 (оптический датчик) 0 – 5000 (SV256) 0 – 2000 (по выходу 9-2LE SV80)
Частотный диапазон, Гц (для напряжения)	15-2500 (для оптического датчика) 15-2000 (по выходу 9-2LE SV80) 15-2500 (SV256)
Диапазон рабочих температур, °С – измерительный датчик – электронный блок	 минус 60 – плюс 60 минус 10 – плюс 40
Номинальная нагрузка (аналоговый выход, на фазу), ВА: - для измерений	2,5
Расстояние между датчиком и электронным блоком, м	до 1200
Энергопотребление , Вт	100

*** Возможно исполнение с аналоговыми выходами для коммерческого учета**

Новые разработки.

Измерительная система для испытаний, поверки и калибровки электротехнического оборудования во всем промышленном диапазоне токов

Область применения:

- Оценка реальной полной погрешности защитных ТТ классов P, TPS, TPX, TPY, TPZ, TPE;
- Оценка термической и динамической стойкости при токах КЗ при испытаниях измерительных трансформаторов тока;
- Оценка апериодических процессов при испытаниях выключателей больших и сверхбольших токов;
- Оценка коэффицентов безопасности измерительных трансформаторов тока

Единственный в России прибор класса точности 0,5, позволяющий проводить испытания, поверку и калибровку электротехнического оборудования во всем промышленном диапазоне токов

Измерительная система для испытаний, поверки и калибровки электротехнического оборудования во всем промышленном диапазоне токов

Преимущества применения:

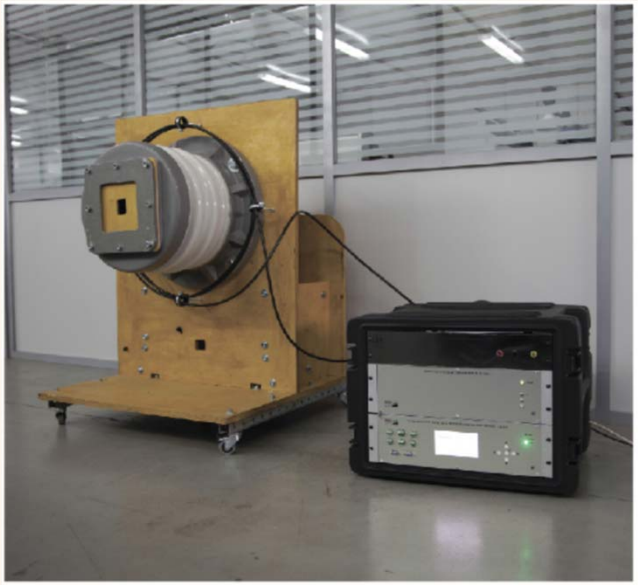
- Возможность поверки, калибровки и испытаний оборудования цифровых подстанций (протокол МЭК61850);
- Автоматизированное рабочее место, позволяющее отслеживать результаты сразу в процессе испытаний
- Широкий температурный диапазон чувствительного элемента
- Существенно меньшие массогабаритные параметры, удобство монтажа и эксплуатации
- Не зависит от внешних взаимодействий (большие магнитные поля, запыленность, загазованность,температурные перепады)
- Любая геометрия волоконно-оптической петли (чувствительного элемента), не требует точного позиционирования относительно токопровода
- Простота монтажа, не требует разрыва токоведущего шинопровода
- Удобен и лёгок в транспортировке

Характеристики	Значение
Диапазон измеряемых токов, кА ампл.	От 1 до 350
Класс точности	0,5
Полоса пропускания, кГц	9
Частота дискретизации переходного процесса, выборок/с	16 000
Скорость нарастания регистрируемых импульсов, кА/100мкс	До 300
Апериодическая составляющая регистрируемого процесса	любая
Номинальный ток вторичной обмотки испытываемого ТТ, А	1 или 5

Мобильная измерительная система для поверки и калибровки ТТ с аналоговым и цифровым (61850-9-2 LE) выходами

Область применения:

- поверка и калибровка трансформаторов тока, используемые для коммерческого учета электрической энергии с аналоговыми и цифровыми (61850-9-LE) выходами.



Конструкция:

- Электронно-оптический блок преобразования с цифровыми интерфейсами;
- Волоконно-оптический кабель со специальным волокном
- Автоматизированное рабочее место;
- Прибор может поставляться с цифровым МЭК 61850-9-2LESV80/SV256, аналоговым токовым (1 А) и аналоговым потенциальным (1-10 В) выходами.

Мобильная измерительная система для испытаний, поверки и калибровки электротехнического оборудования во всем промышленном диапазоне токов

Преимущества применения:

- Уникально высокая точность измерений, возможность измерений гармонических составляющих до 100 порядка
- Простота и гибкость масштабирования систем
- Автоматизированное рабочее место, позволяющее отслеживать результаты сразу в процессе испытаний
- Широкий температурный диапазон чувствительного элемента
- Существенно меньшие массогабаритные параметры, удобство монтажа и эксплуатации
- Не зависит от внешних взаимодействий (большие магнитные поля, запыленность, загазованность, температурные перепады)
- Любая геометрия волоконно-оптической петли (чувствительного элемента), не требует точного позиционирования относительно токопровода
- Простота монтажа, не требует разрыва токоведущего шинопровода
- Удобен и лёгок в транспортировке

Характеристики	Значение
Измеряемый ток	переменный
Диапазон номинальных токов, кА	От 3 до 90
Класс точности	0,05
Диапазон рабочих температур	
Измерительного модуля	От +10 до +30
Чувствительного элемента	От -20 до + 50
Расстояние между чувствительным волоконно-оптическим элементом и электронно-оптическим модулем преобразователем, м	10 - 200

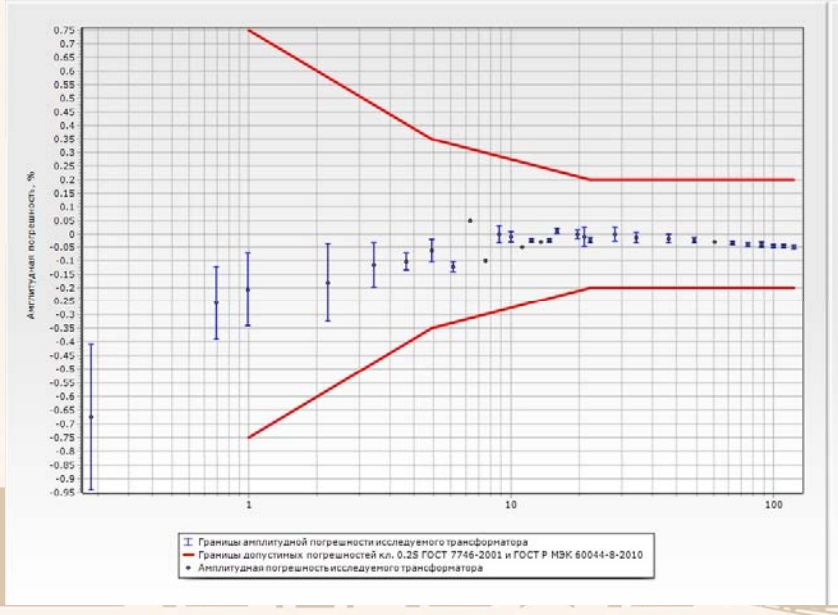
Области применения оптических трансформаторов Профотек

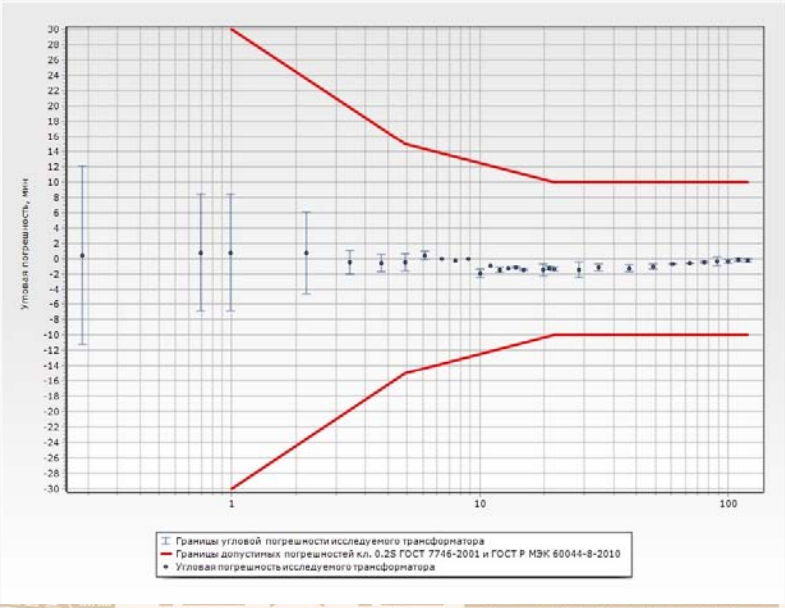
	Передача и распределение электроэнергии	Генерация	Линии сверхвысокого напряжения постоянного тока	Промышленность, энергоемкое производство
Области применения	– Технология цифровой подстанции (ЦПС) – Коммерческий учет и контроль показателей качества электроэнергии – Релейная защита и автоматика	– Технология цифровой подстанции (ЦПС) – Коммерческий учет и контроль показателей качества электроэнергии – Релейная защита и автоматика	– Коммерческий учет электроэнергии – Релейная защита и автоматика	– Коммерческий учет и контроль показателей качества электроэнергии – Измерение больших, сверхбольших и импульсных токов
Продукт	Оптические трансформаторы тока и напряжения (ТТЭО, ДНЕЭ, ТТЭО-Ш)	Оптический измерительный трансформатор тока гибкий (ТТЭО-Г)	Оптический трансформатор для измерения постоянного тока (ТТЭО-П)	Оптический трансформатор для измерения постоянного тока гибкий (ТТЭО-Г-П)

Решения на базе оптических трансформаторов

Коммерческий учет и контроль показателей качества электроэнергии (ПКЭ)

- Высочайшая точность и стабильность измерений;
- Комбинированный измерительный оптический трансформатор тока и напряжения - готовое комплектное решение для задач учета электроэнергии;
- Программно - настраиваемый диапазон измерений;
- Возможность организации точек учета в труднодоступных местах;
- Широчайшая полоса пропускания;
- Возможность измерения гармоник высшего порядка (до 100-й). Линейность.

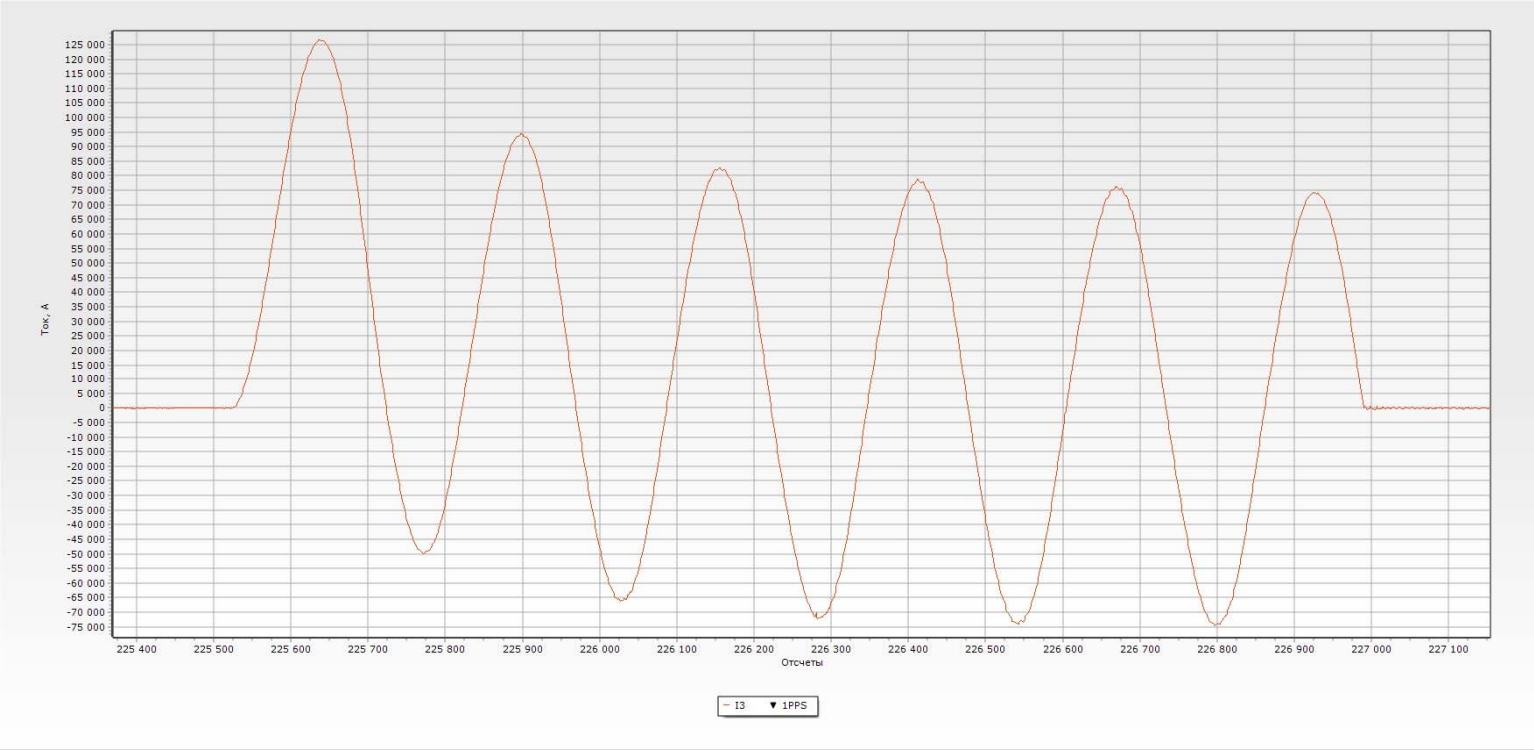




Решения на базе оптических трансформаторов

Релейная защита и автоматика

- Высочайшая точность отображения передачи кривой тока, даже при наличии апериодической составляющей, вследствие отсутствия явления насыщения;
- Широкий динамический диапазон;
- Высочайшая скорость преобразования измеряемого сигнала.



Комплексная защита кабельных и воздушно-кабельных линий высокого напряжения 110-220кВ.

В настоящее время отсутствуют технические решения, обеспечивающие селективное выявление коротких замыканий на кабельных участках кабельно-воздушных линий, и соответственно, возникают значительные проблемы с реализацией систем автоматического повторного выключения (АПВ). Это, в свою очередь, создает риск повреждения дорогостоящих высоковольтных подстанции.

Решение: Гибкий волоконно-оптический трансформатор тока компании ЗАО «Профотек» монтируется вокруг основания высоковольтной кабельной муфты и обеспечивает создание высокоточной системы измерений тока. Цифровой терминал РЗА подключается к волоконно-оптическим трансформаторам и реализует необходимые алгоритмы работы защит. Применение протокола передачи данных формата МЭК 61850-9-2LE при совместной работе волоконно-оптических трансформаторов и терминала РЗА обеспечивает уникальную точность и повышенное быстродействие создаваемой системы РЗА.

Решение осуществляется без демонтажа и долговременного вывода из работы уже установленного оборудования.

Решения на базе оптических трансформаторов

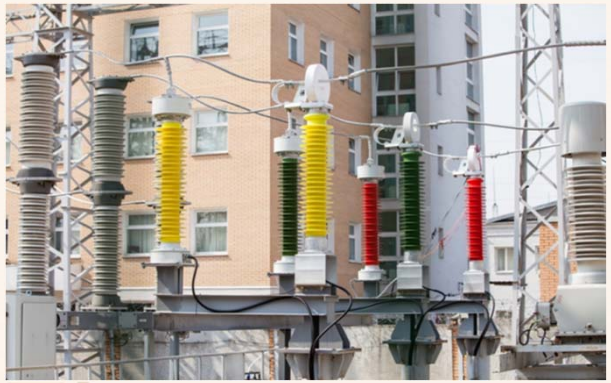
Измерение больших, сверхбольших и импульсных токов

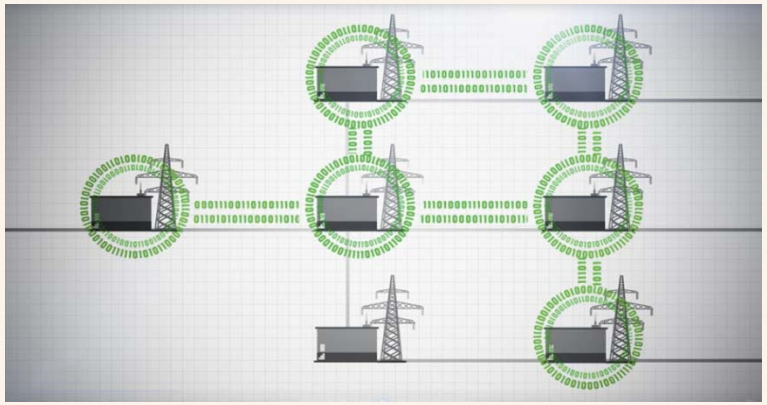
- Высокая линейность преобразования;
- Уникальный динамический диапазон;
- Возможность измерения переменного и постоянного тока.

Решения на базе оптических трансформаторов

Цифровая подстанция:

Оптические трансформаторы – основа измерений цифровой подстанции.





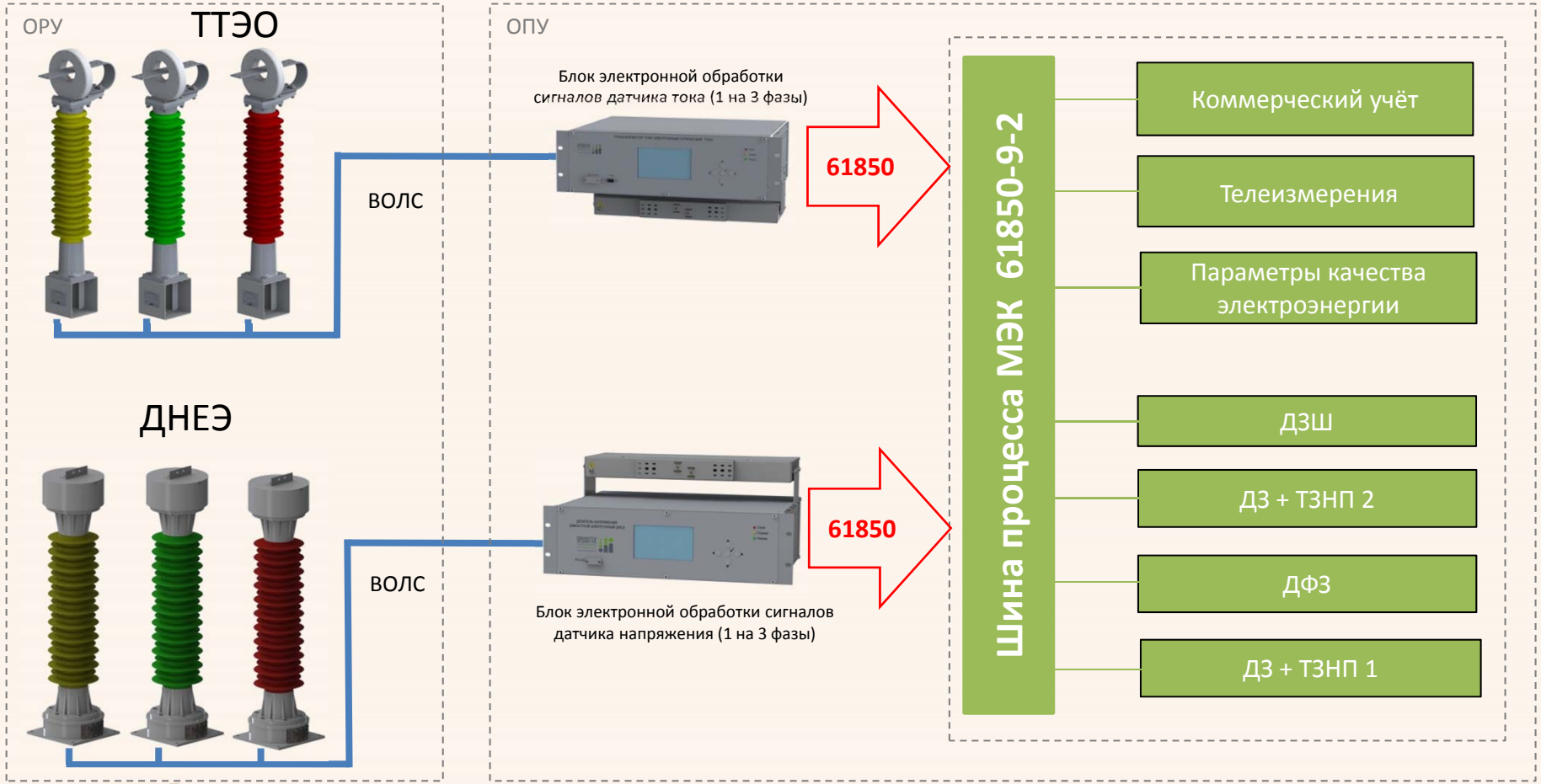
Идеология построения

- Стандартизация и унификация технологических процессов на подстанции на основании комплекса международных стандартов МЭК 61850.
- Переход от передачи по аналоговым и дискретным цепям к передаче информации в цифровом виде.
- Создание единого информационного пространства подстанции и центров управления.

Типовая ситуация на подстанции. Риски.

- Большое количество вторичных аналоговых цепей, на основе медных кабелей;
- Высокая опасность работы во вторичных цепях;
- Использование маслонаполненных или элегазовых измерительных трансформаторов, как следствие низкая взрыво- и пожаробезопасность;
- Магнитное насыщение сердечников трансформаторов тока, приводящая к некорректной работе систем РЗА;
- Влияние помех и наводок, приводящее к выходу оборудования из строя и к искажению информации;

Блок-схема цифровой системы измерений на базе оптических трансформаторов



Сокращение издержек

Меньшая стоимость установки и ввода в эксплуатацию.

Компактность оптических трансформаторов позволяет:

- Уменьшить размер фундаментов и объем стальной арматуры;
- Выполнять установку оборудования в местах с повышенной сейсмической активностью;
- Снизить затраты на транспортировку и погрузо-разгрузочные работы.

Меньшие затраты на техническое обслуживание.

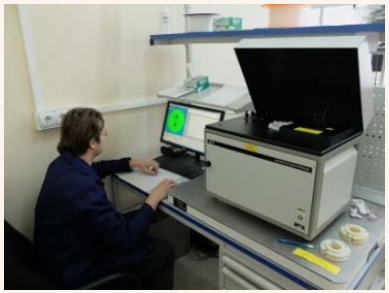
Отсутствие масла и элегаза в оптических трансформаторах позволяет:

- Исключить испытания на определение потерь в диэлектрике и исследование проб;
- Исключить мониторинг утечки элегаза и контроль уровня масла;
- Отсутствие ограничений по утилизации;

Производственные и сервисные возможности

В компании ЗАО «Профотек» организован полный цикл производства продукции – от производства оптических волокон до выходных высоковольтных испытаний готовой продукции.

- Разработка;
- Производство специальных оптических волокон;
- Сборка продукции;
- Температурные испытания узлов и приборов;
- Метрологические и высоковольтные испытания;
- Шеф-монтажные и пуско-наладочные работы;
- Гарантийное и постгарантийное сопровождение.



Производство сертифицировано на соответствие ISO:9001

Испытательный центр ЗАО «Профотек»

Возможности:

- Испытания трансформаторов тока с аналоговыми, потенциальными, частотными и цифровыми (МЭК 61850-9-2LE SV80/SV256) выходами классов точности до 0.05 включительно
- Испытания трансформаторов напряжения уровней до 220кВ и классом точности до 0.2 включительно;
- Испытания электронных трансформаторов тока и напряжения, MU и устройств РЗиА, работающих в протоколе МЭК 61850-9-2LE с регистрацией осциллограмм по цифровым (SV80, SV256 и др.) и аналоговым выходам;
- Испытания электронных трансформаторов тока и MU с воспроизведением гармоник до 50й
- Климатические испытания трансформаторов тока, напряжения и других устройств по непрерывному циклу. Воспроизводимые условия: Тепло: +80 / Холод -65 / Влага 98%. Габариты рабочего объема камеры 0.7х0.7х3.2м
- Испытание счетчиков электрической энергии с токами 0-100А
- Испытание токовых шунтов
- Снятие частотных характеристик трансформаторов тока, напряжения, MU
- Испытания оптических трансформаторов тока токами предельной кратности с определением фактической погрешности

Высоковольтные испытания

- Напряжение переменного тока 0 – 240 кВ;
- Напряжение постоянного тока 0 .. ±50 кВ;
- Переходные процессы (короткое замыкание в линии, включение в линию с потенциалом)
- Погрешности преобразования переменного напряжения: 6-35кВ, 110, 220кВ кл. 0.05
- Погрешности преобразования постоянного и импульсного напряжения 0-240кВ кл. 1.0

Токовые испытания

- Переменный ток 0 – 42 кА;
- Постоянный ток 0 .. 200 А с воссозданием эквивалентного магнитного поля до 360 кА;
- Переходные процессы (Включение с апериодической составляющей, включения одной полуволной, включение импульсным током с экспонециальным фронтом и спадом 3..50 мкс)
- Погрешности преобразования переменного тока: кл. 0.01
- Погрешности преобразования постоянного тока кл. 0.01
- Погрешности преобразования импульсного тока 0-5 кА кл. 1.0

Референс-лист

2014 год:

Филиал ОАО «Русал» - Братский алюминиевый завод

В рамках проекта на Братском алюминиевом заводе организован технический учет и управление АСУ ТП

ОАО «РусГидро» - Нижегородская ГЭС

В рамках проекта на Нижегородской ГЭС установлена релейная защита, в том числе резервная

Референс-лист

2013 год:

ПС 220/110 кВ «Магистральная» Казанских электрических сетей

В рамках проекта на ПС «Магистральная» организован коммерческий учет

Филиал ОАО «Русал» - Иркутский алюминиевый завод

В рамках проекта на Иркутском алюминиевом заводе организован технический учет и управление АСУ ТП

Референс-лист

2012 год:

ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» – ПС № 301 – Полигон Цифровая Подстанция

В рамках проекта проведен комплекс испытаний на совместимость с различными компонентами опытного полигона «Цифровая подстанция» и подтверждены заявленные характеристики

ОАО «Мосэнерго» - ТЭЦ-11 (Москва)

В рамках проекта на ТЭЦ-11 организован коммерческий учет

Референс-лист

2011 год:

Филиал ОАО «Русал» - Красноярский алюминиевый завод

В рамках проекта на Красноярском алюминиевом заводе организован технический учет и управление АСУ ТП

ПРОФОТЕК®

www.profotech.ru

109316, г. Москва, Волгоградский проспект д.42, корп. 5
Технополис «Москва»
тел./факс: + 7 (495) 775 83 39
info@profotech.ru
www.profotech.ru