

Научно-практическая конференция

# РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

в рамках XXV Международного форума «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ - 2023»

г. Москва, ВДНХ, павильон 34,  
конгресс-холл

**6 сентября**

**2023**

ОРГАНИЗАТОРЫ



НП «СРЗАУ»



ООО «РИЦ «СРЗАУ»

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР

**ЭКРА**

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
МЕДИА-ПАРТНЕР

**РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА  
И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ



**Научно-практическая конференция  
«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ.  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»**

6 сентября 2023 г.,  
г. Москва, ВДНХ, павильон №57, конференц-зал №1, 10:15 – 17:00

| №   | НАЗВАНИЕ ДОКЛАДА, ДОКЛАДЧИК, КОМПАНИЯ, АННОТАЦИЯ   | ВРЕМЯ                                    |
|---|--|--|
| <p align="center"><b>МОДЕРАТОРЫ:</b></p> <p><b>д.т.н. Булычев Александр Витальевич</b>, ООО «НПП Бреслер»<br/> <b>д.т.н. Мокеев Алексей Владимирович</b>, ООО «ИЦ «Энергосервис»<br/> <b>к.т.н. Горожанкин Павел Алексеевич</b>, ООО МНПП «АНТРАКС»</p>                             |  |  |
| <p align="center"><b>ОТКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ</b></p> <p>Вступительное слово Президента НП «СРЗАУ» – главного редактора журнала «Релейная защита и автоматизация», <b>к.т.н. Белотелова Алексея Константиновича</b></p>   |  | <p align="center"><b>10:15-10:30</b></p> |
| <p align="center"><b>Совершенствование эксплуатации и перспективы развития систем релейной защиты и автоматики (РЗА), противоаварийной автоматики (ПА) и систем управления ЕЭС России в условиях обеспечения технологического суверенитета на основе цифровой трансформации</b></p> |  |  |
| <p align="center">1.</p>  | <p><b>ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПОДСТАНЦИЙ НА РЕШЕНИЯХ НПП «ЭКРА»</b></p> <p><b>Докладчик: Гурьев Александр Вячеславович</b>, руководитель группы цифровых технологий департамента технического маркетинга РЗА и АЭС ООО НПП «ЭКРА».</p> <p>В настоящий момент с участием специалистов Группы Компаний «ЭКРА» реализовано порядка 40 объектов высокоавтоматизированных подстанций (ВАПС). Накоплен значительный опыт по разработке проектной и рабочей документации, разработана типовая документация проектирования в части ВАПС с использованием оборудования ЭКРА. Разработаны учебные программы повышения квалификации в части эксплуатации оборудования ВАПС.</p> <p>В докладе рассмотрены проблемы, с которыми специалисты компании сталкиваются при проектировании и реализации проектов ВАПС, пути их решения в соответствии с требованиями НТД. Дополнительно затрагивается тема разработки SCL-проекта и его роли при реализации проектов ВАПС.</p>   | <p align="center"><b>10:30-10:45</b></p> |
| <p align="center">2.</p>  | <p><b>ОПЫТ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ УСТРОЙСТВ РЗА В ПАО «РОССЕТИ» НА ПРИМЕРЕ ТЕРМИНАЛОВ СЕРИИ ЭКРА 200. РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ НПП «ЭКРА»</b></p> <p><b>Докладчик: Разумов Роман Вадимович</b>, директор департамента автоматизации энергосистем ООО НПП «ЭКРА» (Митрофанов Д.В. - ООО НПП «ЭКРА»).</p> <p>На базе многофункционального терминала ЭКРА 200 в настоящее время выпускаются устройства РЗА 6-35кВ, РЗА объектов генерации, ПА, РАСы, устройства управления присоединением, устройства связи для РЗА и ПА, а также устройства контроля изоляции. Учитывая многообразие областей применения, он был выбран первым от предприятия для прохождения процедуры аттестации на соответствие требованиям информационной безопасности (ИБ).</p> <p>Ключевой проблемой начального этапа аттестации стало составление технических аттестационных требований, т.к. к устройствам РЗА не существовало единых подходов по ИБ, а общие регламентирующие документы Федеральных регуляторов говорили об общих подходах.</p> <p>В докладе рассмотрены последующие этапы доработок и испытаний, в т.ч. статический и динамический анализ, фазинг-тестирование, которые проходили совместно с экспертным сообществом (в т.ч. с привлечением ИСП РАН) и оценкой корректности работы и выводов различных программных продуктов отечественных и иностранных компаний. Рассказано о ключевых организационных подходах, одним из которых является создание глоссария терминов ИБ и их перевод в терминологию, принятую в электротехническом сообществе и устройствах РЗА.</p> | <p align="center"><b>10:45-11:00</b></p> |

В Программе возможны изменения



|    |   |             |
|----|---|-------------|
| 3. | <p><b>РЕТРОФИТ ВТОРИЧНЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ, АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ</b><br/> <b>Докладчик: Разумов Роман Вадимович, директор департамента автоматизации энергосистем ООО НПП «ЭКРА».</b></p> <p>Ретрофит оборудования – эффективный способ обновить старые системы защиты, автоматики и управления при минимальных вложениях. Если до недавнего времени ретрофит применялся преимущественно при замене микропроцессорных устройств первых поколений, то сейчас с введением технологических ограничений на поставки оборудования из стран ЕС и США возникла потребность и в замене оборудования производства мировых концернов, преимущественно Siemens, GE, ABB.</p> <p>В докладе рассмотрены реальные проекты ретрофита РЗА на ПС разных классов напряжения, а также генерирующих объектов. Особое внимание уделено ретрофиту системы РЗА генераторов производства вышеуказанных концернов, поставляемой совместно с генератором и САУ от одного производителя. Рассматриваются примеры ретрофита оборудования ПА, РАС, ОМП, контроллеров присоединения и систем контроля изоляции (последние – преимущественно производства Bender и Schneider Electric).</p>  | 11:00-11:15 |
| 4. | <p><b>УСТРОЙСТВО УПРАВЛЯЕМОЙ КОММУТАЦИИ ДЛЯ СЕТЕВЫХ ОБЪЕКТОВ ЕЭС РОССИИ</b><br/> <b>Докладчик: Разумов Роман Вадимович, директор департамента автоматизации энергосистем ООО НПП «ЭКРА» (Иванов Н.Г., Александрова М.И., Трифонов Д.В. – ООО НПП «ЭКРА»).</b></p> <p>С 2023 г. НПП «ЭКРА» запускает в серию техническое решение по управляемой коммутации для высоковольтных выключателей 110-750кВ. Устройство выполняет прецизионное управление моментом включения и отключения каждой фазы высоковольтного выключателя с целью предотвращения опасных электромагнитных переходных процессов при коммутации, что значительно продлевает срок службы выключателей (особенно элегазовых).</p> <p>Разработанное техническое решение применимо для шунтирующих реакторов, силовых трансформаторов, батарей статических конденсаторов и фильтрокомпенсирующих устройств, ЛЭП (при этом АПВ осуществляется в обход устройства управляемой коммутации), объектов с возобновляемыми источниками энергии.</p> <p>Техническое решение позволяет снизить износ (эрозию) контактов выключателей до 40%; снизить электродинамическое воздействие на изоляцию высоковольтного оборудования; снизить уровень ударных токов при коммутациях; снизить уровень насыщения трансформаторов тока.</p> <p>С целью упрощения задания уставок в настоящее время проводятся работы по получению готовых паспортов с характеристиками выключателей (являющихся бланком уставок устройств управляемой коммутации). Выпуск устройств управляемой коммутации возможен как в виде отдельного терминала, так и в составе шкафа АУВ.</p> <p>Устройство является аналогом выпускаемых международными концернами решений: ABB (SwitchSync PWC 600, SwitchSync F236); Siemens (Siprotec 5 PSD02); Schneider Electric (RPH2); General Electric (RPH3, CSD100); Wizimax (SynchroTeq); Schweitzer Engineering Laboratories (SEL-352).</p> | 11:15-11:30 |
| 5. | <p><b>ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ШКАФОВ 1 И 2 АРХИТЕКТУРЫ. НЕДОСТАТКИ И ДОСТОИНСТВА ЭТИХ АРХИТЕКТУР</b><br/> <b>Докладчик: Розанов Сергей Владимирович, технический директор ГК «ЭнергопромАвтоматизация».</b></p> <p>Перспективный подход к построению распределительных сетей предполагает переход к инновационным решениям, в связи с этим появляются новые задачи и новые требования к системам телемеханики, АСУ ТП, ССПИ, к архитектурам их построения. От производителей программно-технических комплексов (ПТК) требуют комплексных универсальных решений как в плане техники, так и ПО. Оптимизация структуры ПТК – переход к типовым решениям, повышение функциональных требований, улучшение показателей надежности и снижение цены – вот основной список требований к современным системам автоматизации. Новый функционал систем автоматизации требует реализации функций удаленного телеуправления коммутационными аппаратами и функциями защиты, автоматизацию процедуры переключений в электроустановках.</p> <p>В докладе рассмотрены архитектуры построения АСУ ТП ПС I и II типа ПТК NPT EXPERT ГК «ЭнергопромАвтоматизация». Сравнение различных архитектур построения АСУ ТП позволяет сделать обоснованный выбор при проектировании АСУ ТП на конкретном объекте, используя все достоинства выбранной архитектуры.</p>  | 11:30-11:45 |

|    |  |             |
|----|--|-------------|
|    | <p>Унификация шкафов для применения в архитектурах I и II типа позволяет уменьшить номенклатуру производимых шкафов и устройств, ремонтпригодность и взаимозаменяемость компонентов АСУ ТП различных производителей и дает возможность обучать обслуживающий персонал по типовым программам, не зависящим от производителя АСУ ТП.</p>   |             |
| 6. | <p><b>АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ (АСМ РЗА)</b><br/> <b>Докладчик: Доминевский Дмитрий Константинович</b>, руководитель отдела релейной защиты и противоаварийной автоматики ГК «ЭнергопромАвтоматизация».</p> <p>Доклад посвящен разработанной на базе продукта ГК «ЭнергопромАвтоматизация» NPT Platform АСМ РЗА.</p> <p>АСМ РЗА предназначена для организации постоянного мониторинга состояния устройств и комплексов РЗА, технологического учета, автоматизации эксплуатационных функций персонала управления РЗА и поддержки в принятии решения в части анализа и правильности функционирования устройств и комплексов РЗА. Рассмотрены основные цели внедрения системы на энергетических предприятиях. Представлен основной функционал АСМ РЗА.</p>   | 11:45-12:00 |
| 7. | <p><b>ЦИФРОВОЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР СРЕДНЕГО КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ</b><br/> <b>Докладчик: Ульянов Дмитрий Николаевич</b>, директор департамента энергетических технологий ООО ИЦ «Энергосервис».</p> <p>Передача измеренных мгновенных значений тока и напряжения цифровыми измерительными трансформаторами осуществляется по сети Ethernet в виде SV-потока выборок аналоговых величин (Sample Value - поток) согласно стандарту МЭК 61850-9-2 и с учетом спецификации 9-2LE. Передача отдельных SV-потоков для устройств РЗА (96 точек за период) от фазных цифровых измерительных трансформаторов любого присоединения электроустановки дает нагрузку сети Ethernet минимум в 15%, а с учетом потоков для задач измерений (288 точек за период) до 50%.</p> <p>Проблему повышенной загрузки сети передачи данных цифровой шины процессов, а также проблему завышенных требований к вычислительным возможностям устройств РЗА поможет решить вычисление и передача синхронизированных векторных измерений (СВИ) тока и напряжения на базе цифровых комбинированных трансформаторов тока и напряжения.</p> <p>Для расширения возможностей применения СВИ для задач релейной защиты и управления специалистами ООО «ИЦ «Энергосервис» разработаны отличные от стандарта IEEE С37.118 алгоритмы вычисления СВИ с повышенным быстродействием для различных режимов работы энергосистемы. ООО «ИЦ «Энергосервис» выпускает комбинированный трансформатор тока и напряжения цифровой ЕСИТ-1 на класс напряжения 6-10 кВ, который обеспечивает не только выдачу SV-потоков измерений, но и выдачу SP-потоков (Synchro Phasor – поток) СВИ. Передачу СВИ тока и напряжения с количеством измерений 10, 20, 40, 80 и 96 раз за период промышленной частоты цифровой трансформатор ЕСИТ-1 производит в пакете данных Ethernet согласно стандарту МЭК 61850-9-2. В одном из 48 кадров Ethernet SP-потока передается комплексная амплитуда и фазовый угол сигнала первой гармоники по каждому измерительному каналу.</p> | 12:00-12:15 |
| 8. | <p><b>ИЗМЕНЕНИЕ В НТД И НПА, ИСХОДЯ ИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ ЛАПНУ, С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОАВАРИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ</b><br/> <b>Докладчик: Лужковский Юрий Игоревич</b>, заместитель начальника службы внедрения противоаварийной и режимной автоматики АО «СО ЕЭС» (Сацук Е.И., Макеев А.Н. - АО «СО ЕЭС»).</p> <p>В настоящее время существует ряд нормативно-технической документации (НТД) и нормативно-правовых актов (НПА), устанавливающих требования к устройствам ЛАПНУ, с целью обеспечения правильного и эффективного функционирования устройства.</p> <p>За последние годы произошел ряд случаев неправильной (в части неправильной работы функции, реализованной на свободно программируемой логике) и неоптимальной (с точки зрения объема управляющих воздействий) работы устройств ЛАПНУ. Также выявлены случаи невозможности реализации заданий по настройке устройств ЛАПНУ в части объема таблицы управляющих воздействий (ТУВ) автономного режима без потери быстродействия ввиду их недостаточной производительности.</p>   | 12:15-12:30 |



|     |  |             |
|-----|--|-------------|
|     | <p>Кроме того, опыт применения действующих НТД, выход новых НТД в электроэнергетике определили необходимость уточнения ряда требований к устройствам ЛАПНУ, требований к документации, к проведению испытаний и оформлению результатов.</p> <p>Исходя из анализа функционирования устройств ЛАПНУ и опыта применения НТД, предложено внести изменения в действующие НТД и НПА в части требований по использованию ТУВ ЦСПА после срабатывания и перехода в автономный режим работы низового устройства, а также ввести новые требования для устройств ЛАПНУ по объему реализуемой ТУВ автономного режима, уточнить требования к дублированной или резервированной работе устройств ЛАПНУ, регистрации дискретных и аварийных событий, документации, к проведению испытаний и оформлению результатов, требования к минимизации использования свободно программируемой логики.</p> <p>Предлагаемые изменения направлены на повышение эффективности противоаварийного управления путем исключения выдачи избыточных УВ, неправильных срабатываний, а также на возможность реализации заданий по настройке устройств ЛАПНУ требуемого объема с минимизацией влияния человеческого фактора.</p>   |             |
| 9.  | <p><b>СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА ПЕРЕДАЧИ АВАРИЙНЫХ СИГНАЛОВ И КОМАНД КЕДР-2.0. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ</b><br/> <b>Докладчик: Губарев Антон Андреевич, начальник отдела управления проектами ООО «УРАЛЭНЕРГОСЕРВИС».</b></p> <p>В докладе рассматриваются свойства и параметры аппаратуры УПАСК типа КЕДР-2.0., различные схемы передачи-приема команд, а также особенности проектирования и эксплуатации устройства.</p>   | 12:30-12:45 |
| 10. | <p><b>СОВРЕМЕННЫЙ УПАСК: ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ</b><br/> <b>Докладчик: Чирков Юрий Геннадьевич, ведущий инженер-исследователь отдела энергосвязи ООО «Прософт-Системы».</b></p> <p>В докладе обсуждаются вопросы, связанные с введением новых требований ПАО «Россети» (СТО 6947007-33.040.20.316-2021) к устройствам связи для РЗ и ПА - УПАСК, ВЧПП и ВЧППК. Данные устройства, помимо поддержки протокола МЭК 61850, требуют доработки приемно-передающей части, аварийной сигнализации, сервисной и интерфейсной частей.</p> <p>Относительно версий УПАСК, предназначенных для работы по цифровым каналам, обозначена актуальность выделения дополнительных оптических портов для организации сети передачи команд РЗ и ПА в Ethernet-формате по выделенному оптоволокну или мультиплексированным каналам. Отмечены некоторые аспекты современного проектирования каналов связи, связанные с вопросами технологического суверенитета, повышения надежности оборудования и эффективности использования высокочастотных трактов.</p> <p>В докладе рассматриваются вопросы перспективного развития высокочастотных УПАСК, связанные с увеличением общей пропускной способности канала связи ПА и улучшением базовых характеристик, что может быть решено за счет применения усовершенствованных алгоритмов DSP в сочетании с элементами ИИ.</p> | 12:45-13:00 |
| 11. | <p><b>КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПА ОТ КОМПАНИИ «РЕЛЕМАТИКА»</b><br/> <b>Докладчик: Уляхина Наталья Викторовна, заместитель директора департамента исполнения проектов ООО «Релематика» (Уткина А.В., Петрова Н.С., Андреев Э.А. – ООО «Релематика»).</b></p> <p>Энергетическая система России играет жизненно важную роль в поддержании экономического роста и развития страны. Однако расширение и растущая нагрузка на устаревающую инфраструктуру, требующую модернизации и обновления, широкая география энергетической системы, внедрение объектов распределенной генерации, а также экстремальные погодные условия ведут к снижению устойчивости энергосистемы, ухудшению надежности и живучести. Сохранение устойчивости энергосистемы на сегодняшний день является актуальной задачей, в решении которой определяющее значение несёт комплекс противоаварийных мер.</p>   | 13:00-13:15 |

|     |  |             |
|-----|--|-------------|
| 12. | <p><b>ОПТИМИЗАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ СРАБАТЫВАНИЯ РЗА</b><br/> <b>Докладчик: Ефремов Алексей Валерьевич</b>, инженер-исследователь 2 категории ООО «Релематика» (к.т.н. Ефремов В.А., Смирнов С.Ю. - ООО «Релематика»).</p> <p>С переходом РЗА на микропроцессорную базу произошли кардинальные изменения в аппаратных исполнениях, сервисе, обслуживании и алгоритмизации защит. Однако практически без изменения остались подходы к расчету параметров срабатывания и различные коэффициенты, применяемые при расчете РЗА. В концепции развития электросетевого комплекса отмечается, что «расчёт параметров РЗА выполняется по принципам, заложенным в электромеханических комплектах РЗА» и «есть необходимость переосмыслить подходы к расчётам параметров РЗА».</p> <p>В докладе рассмотрены подходы оптимизации коэффициентов в формулах расчета параметров срабатывания при замене электромеханических защит микропроцессорными, приведены варианты выбора коэффициентов чувствительности для адаптивных алгоритмов микропроцессорных защит, показаны преимущества при выборе коэффициентов чувствительности защит с использованием аварийных составляющих. Рассмотрены подходы к выбору коэффициентов чувствительности для полуккомплектов защит с абсолютной селективностью, выполненных на электромеханической и микропроцессорной элементных базах и установленных по разным концам одной и той же линии.</p>  | 13:15-13:30 |
| 13. | <p><b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ВИЭ С ИНВЕРТОРНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЗА</b><br/> <b>Докладчик: к.т.н. Ефремов Валерий Александрович</b>, заместитель исполнительного директора по техническим вопросам и аттестации ООО «Релематика» (Ефремов А.В., Смирнов С.Ю. – ООО «Релематика»).</p> <p>В настоящее время большая часть возобновляемых источников энергии (ВИЭ) от ветра (ветряные электростанции - ВЭС) и от солнца (солнечные электростанции - СЭС) интегрируются в энергосистему посредством инверторных преобразователей.</p> <p>На сегодняшний день в России практически отсутствует опыт проведения комплексного анализа электротехнических характеристик инверторных преобразователей для целей РЗА. Вопрос совместной работы РЗ и инверторных установок ВИЭ требует подробного моделирования структуры и алгоритмов функционирования преобразовательной установки в условиях её работы с электроэнергетической системой, в которой в качестве основных источников электроэнергии используются традиционные генераторы напряжения.</p> <p>В докладе приведён анализ возможности применения традиционных алгоритмов РЗ на ЛЭП, отходящих от ПС с ВИЭ, подключаемых к сети через установки с инверторными преобразователями. На основе осциллограмм, полученных в результате моделирования сети, содержащей ВИЭ, а также на основе осциллограмм с реальных объектов, содержащих в своем составе ВИЭ, определены возможные информационные режимные параметры, которые могут быть использованы в алгоритмах защит сетей с подобными установками. Полученные информационные режимные параметры должны обеспечить селективную работу защит при повреждениях на всей протяжённости линии и за её пределами.</p> | 13:30-13:45 |
| 14. | <p><b>ОСОБЕННОСТИ НАЛАДКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ ВОЛНОВОГО ОМП</b><br/> <b>Докладчик: Исмуков Григорий Николаевич</b>, инженер-исследователь 1 категории ООО «Релематика» (к.т.н. Подшивалин А.Н. – ООО «Релематика»).</p> <p>В докладе рассмотрены особенности применения устройств, реализующих пассивный двусторонний волновой метод определения места повреждения (ОМП) ЛЭП. Показаны отличия относительно классических устройств ОМП и РЗ, реагирующих на параметры аварийного режима. Методы оперируют разными параметрами аварии – фронтом электромагнитной волны переходного процесса при коммутации ветви повреждения в первом случае и принужденной составляющей основной гармоники во втором. Отсюда следуют разные требования к измерительным преобразователям токов и напряжений. Отличается выбор уставок, описывающих параметры наблюдаемого объекта, а также уставок пусковых органов.</p> <p>На ПС высокого и сверхвысокого напряжения, а также на некоторых ПС среднего напряжения возможна фиксация фронта электромагнитной волны только по сигналам напряжения. В докладе показаны особенности применения централизованного устройства, измеряющего только сигналы напряжения и реализующего функцию пассивного двустороннего волнового ОМП всех присоединений, подключенных к шинам одного класса напряжения.</p>   | 13:45-14:00 |



|     |  |                           |
|-----|--|---------------------------|
|     | <p>Проверка функции волнового ОМП возможна только с помощью специальных генераторов сигналов, подача воздействий на два полуконтакта должна выполняться синхронно с точностью до долей микросекунды в полосе до сотен кГц. Такие испытания могут проводиться в лабораториях, обладающих специализированным оборудованием, либо при натурных опытах КЗ. В докладе проанализирован опыт наладки и натурных испытаний функции волнового ОМП на ВЛ 220 кВ, выполнено сравнение точности определения координаты места повреждения с классическими методами ОМП.</p>   |                           |
| 15. | <p><b>АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ВОЛНОВЫХ УСТРОЙСТВ ОМП НА ВЛ 35 КВ АО «ДРСК»</b><br/> <b>Докладчик: к.т.н. Ермаков Константин Игоревич</b>, заведующий сектором ОМП и РАС ООО «НПП Бреслер» (к.т.н. Козлов В.Н., Кирушин М.И. – ООО «НПП Бреслер»; Макаревич В.А. – АО «ДРСК»).</p> <p>Применение устройств волнового определения места повреждения (ОМП) в сети с изолированной нейтралью ограничено из-за проблемы распознавания волны при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ). При совместном выполнении НИОКР АО «ДРСК» и ООО «НПП Бреслер» удалось разработать комплекс двухстороннего волнового ОМП, способный определять все виды повреждений, в том числе ОЗЗ. За счет одновременного использования волновых расчетов – по сигналам напряжений и токов, и с помощью их различной фильтрации – удалось выделить сигнал с наиболее выраженным фронтом волны. В итоге повышена точность ОМП. Результат подтвержден натурными испытаниями ОМП на действующей ВЛ.</p>               | <p><b>14:00-14:15</b></p> |
| 16. | <p><b>КОМПЕНСАЦИЯ ПОЛНОГО ТОКА ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ</b><br/> <b>Докладчик: к.т.н. Соловьев Игорь Валерьевич</b>, начальник отдела режимов нейтрали ООО «НПП Бреслер» (к.т.н. Козлов В.Н. – ООО «НПП Бреслер»).</p> <p>Рост городов, увеличение числа и нагрузки промышленных предприятий, а также повсеместное применение кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена приводят к существенному увеличению протяженности линий и емкости фаз сети относительно земли. Как следствие, значительно вырастают токи однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) и классические способы их компенсации оказываются малоэффективными.</p> <p>«НПП Бреслер» разработало систему компенсации полного тока ОЗЗ, позволяющую полностью подавить ток в месте ОЗЗ, существенно улучшить условия по пожаро- и электробезопасности и минимизировать ущерб.</p>   | <p><b>14:15-14:30</b></p> |
| 17. | <p><b>ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВ ШЭТ ДЛЯ ПС 3 АРХИТЕКТУРЫ</b><br/> <b>Докладчик: Силанов Дмитрий Николаевич</b>, заведующий сектором ВАПС ООО «НПП Бреслер».</p> <p>Применение МЭК61850 и типовых электротехнических шкафов (ШЭТ) привело к изменению стандартных принципов построения систем РЗА, цепей вторичной коммутации и организации цепей напряжения и тока. Особенно ярко изменения видны на 3 архитектуре построения высокоавтоматизированных подстанций (ВАПС).</p> <p>Передача значений тока и напряжения в цифровом виде позволила создать адаптивные алгоритмы резервирования и переключения. Однако основным элементом коммутации в первичной сети остается выключатель, взаимодействие с которым производится через релейно-контактную схему. Сочетание цифровых методов обработки и резервирования с классической релейно-контактной схемой приводит к возникновению новых режимов работы, которые требуют дополнительной проработки в алгоритме работы устройства РЗА.</p> | <p><b>14:30-14:45</b></p> |

|     |   |             |
|-----|---|-------------|
| 18. | <p><b>ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПТК АСУ ТП «ИНБРЭС»</b><br/> <b>Докладчик: Березюк Павел Владимирович</b>, заместитель технического директора по информационной безопасности ООО «ИНБРЭС».</p> <p>В докладе представлены результаты практического опыта проектирования и внедрения систем и подсистем информационной безопасности (ИБ) в АСУ ТП, разобраны наиболее частые ошибки при проектировании и сложности внедрения системы ИБ.</p> <p>Также представлено комплексное решение по АСУ ТП и подсистемы ИБ к ней на примере ПТК АСУ ТП «ИНБРЭС».</p> <p>Доклад освещает одно из актуальных направлений в области проектирования и внедрения АСУ ТП и РЗА, так как практически в каждый объём работ включен раздел ИБ.</p>  | 14:45-15:00 |
| 19. | <p><b>АНАЛИЗ ОПЫТА И ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ПОСТАВКУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b><br/> <b>Докладчик: Перцев Сергей Георгиевич</b>, главный специалист ОРЗА РУП «Белэнергосетьпроект».</p> <p>В настоящее время в Республике Беларусь введены в эксплуатацию несколько цифровых подстанций (ЦПС) с шиной процесса. Одна из них (ЦПС 330 кВ «Могилев») построена с применением оптических трансформаторов тока на напряжении 330 и 110 кВ, остальные с использованием объединительных модулей (МУ).</p> <p>В докладе рассматриваются технические решения, примененные на построенных ЦПС, достоинства и недостатки применяемых подходов, проводится технико-экономическое сравнение и намечается концепция внедрения различных вариантов ЦПС в Республике Беларусь.</p>  | 15:00-15:15 |
| 20. | <p><b>ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРИЕМКИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМ РЗА И АСУ ТП, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СТАНДАРТ МЭК 61850</b><br/> <b>Докладчик: к.т.н. Шалимов Александр Станиславович</b>, начальник отдела релейной защиты и автоматики ООО «НПП «Динамика» (Смирнов Ю.Л. – ООО «НПП «Динамика»).</p> <p>В докладе рассматриваются возможности и опыт применения программно-технического испытательного комплекса для испытаний устройств РЗА на разных этапах их жизненного цикла (ПТК «Приёмка»). Применение данного комплекса позволяет автоматизировать проверки шкафов РЗА серии ШЭТ с поддержкой МЭК 61850 и нетиповых устройств, выполненных на разной элементной базе. Особенностью ПТК «Приёмка» является масштабируемость аппаратной части и гибкий функционал ПО для проведения аттестационных, пусконаладочных, периодических, послеаварийных и комплексных испытаний при приёмке оборудования РЗА из наладки.</p>   | 15:15-15:30 |
| 21. | <p><b>ИСПЫТАНИЕ УСТРОЙСТВ РЗА С УЧЕТОМ НАСЫЩЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОССИЙСКОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ КПМ РИТМ</b><br/> <b>Докладчик: Тимофеев Даниил Михайлович</b>, инженер лаборатории цифрового моделирования в электроэнергетике ЦИТМ «Экспонента».</p> <p>В последние годы все актуальнее становится вопрос работы устройств РЗА в условиях насыщения трансформаторов тока (ТТ). Насыщение ТТ вызывает множество негативных эффектов в надежной работе энергосистемы, так как является причиной случаев неправильной работы защит. Ввиду актуальности проблемы был выпущен ряд отраслевых стандартов, которые выдвигают требования к ТТ, устройствам защиты, методике расчета времени до насыщения трансформаторов, а также методам испытания устройств в данных условиях. С учетом выдвинутых требований для комплексной проверки устройств необходимы сложные и современные инструменты, такие как программно-аппаратные комплексы моделирования в реальном времени, например, российский КПМ РИТМ.</p> <p>В докладе рассмотрены особенности испытания устройств РЗА в условиях насыщения ТТ с учетом последних отраслевых нормативных документов на российские программно-аппаратные комплексы моделирования в реальном времени. Проведено моделирование ТТ различных типов магнитопровода в том числе с учетом эффектов остаточной намагниченности, а также приведен пример испытания реального терминала РЗА.</p> | 15:30-15:45 |





|     |   |             |
|-----|---|-------------|
|     | <p>Доклад продемонстрирует, как при использовании специализированных программных комплексов возможно создавать цифровые двойники, учитывающие как «физическую», так и информационную часть объекта, что позволяет тестировать вторичные цифровые устройства и системы путем моделирования различных режимов работы сети. Причем с использованием таких комплексов полунатурных испытаний возможна автоматизация процесса разработки, прототипирования и тестирования устройств, что может существенно ускорить процесс внедрения новых цифровых устройств на объекты энергетики.</p>  |             |
| 22. | <p><b>РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ЗАЩИТ ШИН И АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ (ТРАНСФОРМАТОРОВ) В РЕЖИМАХ С НАСЫЩЕНИЕМ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА</b><br/> <b>Докладчик: Тикушев Георгий Юрьевич</b>, инженер 2 категории департамента перспективного развития АО «ВНИИР» (Игнатъев Р.И., д.т.н. Наровлянский В.Г., Наумов И.А., Фролов С.Е. – АО «ВНИИР»; Воробьев В.С., Москаленко В.В., Расцепляев А.И. – АО «СО ЕЭС».</p> <p>Вопрос о формировании нормативно-технической базы, устанавливающей требования к работе устройств РЗ в переходных режимах, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока (ТТ), а также методик проведения их испытаний, стал особенно актуальным после расследования причин аварии на Ростовской АЭС в ноябре 2014 г. и ряда других последующих масштабных аварий.</p> <p>В АО «ВНИИР» по заказу АО «СО ЕЭС» проведена исследовательская работа, включившая в себя разработку программ и методик испытаний (ПМИ) микропроцессорных (МП) устройств РЗ сборных шин, автотрансформаторов (АТ)/трансформаторов (Т) при насыщении ТТ, для двух классов напряжений – 110 220 кВ и 330 кВ и выше, а также испытания применяемых в РФ устройств МП РЗ производства НПП «ЭКРА», «Релематика», «ЧЭАЗ», Siemens и ABB (Hitachi Energy).</p> <p>Особое внимание при выполнении работы было уделено вопросам, касающимся проработки типов, параметров и вариантов использования (установки) ТТ различных классов точности в испытательных схемах. Наряду с повсеместно используемыми ТТ с замкнутым магнитопроводом класса 10Р, в работе исследовалось поведение защит, подключенных к ТТ с зазорами в магнитопроводе классов точности 10РР, ТРУ, ТРЗ.</p> <p>В докладе отмечается различающийся по составу и уровню заложенных алгоритмов и подтвержденный в ходе испытаний подход производителей к обеспечению правильности работы своих устройств при насыщении ТТ.</p> <p>Анализ результатов испытаний позволил сформулировать необходимые корректировки в ПМИ и рекомендации по обеспечению правильной работы МП-устройств РЗ при насыщении ТТ.</p> <p>На базе проведенной работы АО «СО ЕЭС» планируется разработка стандарта «Требования к работе устройств РЗ шин и АТ(Т) 110 кВ и выше в переходных режимах, сопровождающихся насыщением ТТ», который дополнит действующий ряд разработанных ГОСТ Р в области требований к устройствам РЗ.</p> | 15:45-16:00 |
| 23. | <p><b>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПОДСТАНЦИЙ</b><br/> <b>Докладчик: к.т.н. Трофимов Алексей Валентинович</b>, доцент кафедры «Электрические станции» НИУ «МЭИ» (к.т.н. Монаков Ю.В., к.т.н. Поляков А.М., к.т.н. Трофимов В.А. – НИУ «МЭИ»).</p> <p>Активное внедрение систем автоматизации электроустановок на основе технологий «цифровой подстанции», базирующихся на серии стандартов МЭК 61850, ставит задачу подготовки специалистов для их проектирования и эксплуатации. На кафедре «Электрические станции» НИУ «МЭИ» активно ведётся разработка лабораторной базы и методического обеспечения для очного и дистанционного обучения по этой тематике.</p> <p>Важным аспектом при подготовке специалистов является возможность получения практических навыков при работе с реальным оборудованием. Поэтому основой комплекса является лабораторная установка, включающая современные интеллектуальные электронные устройства (ИЭУ), обеспечивающая реализацию программно-технического комплекса третьей архитектуры (в соответствии с отраслевыми стандартами ПАО «Россети»). Методические материалы реализованы в виде интерактивных электронных изданий [1, 2] и видеоуроков на специализированном Youtube канале «Обучение АСУ ЭТО». Они содержат как описание теоретической базы, так и описание практических действий при работе с конкретным оборудованием.</p>   | 16:00-16:15 |

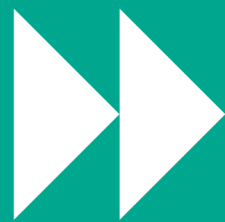
|            |   |                         |
|------------|---|-------------------------|
|            | <p>В основе цифрового обмена по стандарту МЭК 61850 лежат информационные модели, позволяющие описать первичное и вторичное оборудование электроустановок и реализуемые функции. На примере учебной электроустановки изучаются особенности основных видов файлов описания моделей на языке Substation Configuration Language (SCL): *.SSD – описание топологии подстанции и требуемой функциональности; *.ICD и *.CID – описание функциональных возможностей ИЭУ и конкретную реализацию; *.SCD – описание системы автоматизации целиком, включая топологию, ИЭУ, функциональность и связи. Для формирования моделей используется как специализированное ПО от производителей ИЭУ, так и универсальная САПР для формирования SCD файла.</p> <p>Для изучения цифрового обмена используются программы анализа трафика по сети Ethernet, рассматривается структура пакетов MMS (передача данных от ИЭУ на верхний уровень), GOOSE (обмена данными между ИЭУ), SV (передача аналоговых сигналов).</p> <p>Для организации дистанционной работы с лабораторной установкой компьютеры с установленным базовым и прикладным ПО наряду с подключением к шинам станции и процесса поддерживают удалённый доступ через Интернет. Для физического наблюдения за оборудованием в сеть включены IP видеокамеры.</p>  |                         |
| <p>24.</p> | <p><b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВИ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРОАГРЕГАТОВ И ГРУППОВЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЭС</b><br/> <b>Докладчик: Кабанов Дмитрий Анатольевич, начальник сектора испытаний систем управления и автоматики отдела системных исследований АО «НТЦ ЕЭС».</b></p> <p>Одной из причин возникновения и развития аварийных ситуаций в энергосистеме является некорректная работа систем управления и регулирования генерирующего оборудования электростанций.</p> <p>В настоящее время в ЕЭС России отсутствует единая система контроля эффективности и корректности работы систем регулирования энергоблоков электрических станций. Функционирует лишь разработанная в 2012 г. АО «НТЦ ЕЭС» по заказу АО «СО ЕЭС» система мониторинга системных регуляторов в части мониторинга функционирования APB и систем возбуждения (СМСП), предназначенная для оценки в автоматическом режиме правильности функционирования любых типов систем возбуждения и APB синхронных генераторов в эксплуатационных и аварийных режимах работы энергосистемы.</p> <p>В 2019 г. АО «НТЦ ЕЭС» начало разработку алгоритмов мониторинга функционирования САУ ГА и ГРАРМ ГЭС, а также существенную доработку и модификацию алгоритмов мониторинга APB и СВ генераторов.</p> <p>Система мониторинга обеспечивает контроль за указанными системами управления с позиций соответствия их функционирования предъявляемым к этим устройствам системным требованиям, содержащимся в актуальной нормативной документации.</p> <p>К настоящему времени алгоритмы системы мониторинга САУ ГА и ГРАРМ ГЭС полностью разработаны и опробованы на испытательном стенде в АО «НТЦ ЕЭС», реализуется пилотный проект по установке системы на Новосибирской ГЭС.</p> | <p>16:15-<br/>16:30</p> |
| <p>25.</p> | <p><b>ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРОТУРБИН</b><br/> <b>Докладчик: Герасимов Дмитрий Александрович, инженер сектора испытаний систем управления и автоматики отдела системных исследований АО «НТЦ ЕЭС».</b></p> <p>За последние годы в ЕЭС России зарегистрирован ряд технологических нарушений, которые сопровождались незатухающими колебаниями частоты и мощности гидроагрегатов, что вызывает необходимость исследования электромеханических переходных процессов с изменением частоты в энергосистеме. Для решения этих задач необходимо наличие подробных математических моделей гидротурбин различных типов, которые достоверно воспроизводят статические и динамические характеристики реального оборудования в широком диапазоне изменений электроэнергетических параметров, а также корректный учет работы систем автоматического регулирования гидроагрегатов (САР ГА).</p> <p>В АО «НТЦ ЕЭС» разработаны модели гидротурбин, позволяющие достоверно воспроизводить их статические и динамические характеристики в переходных процессах, связанных со значительным изменением частоты в энергосистеме, в том числе при отделении гидроагрегатов на изолированную работу. Корректный учет работы САР ГА выполняется путем подключения макета или</p>   | <p>16:30-<br/>16:45</p> |



|   |  |                           |
|---|--|---------------------------|
|   | <p>промышленного образца САР ГА к модели энергосистемы, функционирующей в режиме реального времени (RTDS) и содержащей модель гидротурбины, либо путем создания подробной модели САР ГА в промышленных программах расчета электромеханических переходных процессов в энергосистеме на основе документации от производителя и (или) исходного кода регулятора.</p> <p>Для исследования электромеханических переходных процессов с изменением частоты в АО «НТЦ ЕЭС» был выработан подход к созданию схемы энергосистемы; моделированию гидротурбин и САР ГА; разработке расчетных сценариев, программ испытаний в модели энергосистемы реального времени и натурных программ испытаний.</p>   |                           |
| <p>26.</p>  | <p><b>МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЗАРАМАГСКОЙ ГЭС ДЛЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ИХ НАСТРОЙКИ</b></p> <p><b>Докладчик: к.т.н. Гуриков Олег Викторович</b>, старший научный сотрудник сектора испытаний систем управления и автоматики отдела системных исследований АО «НТЦ ЕЭС».</p> <p>В составе систем возбуждения гидрогенераторов Зарамагской ГЭС-1 установлены автоматические регуляторы возбуждения (АРВ) типа DECS-400 компании Basler Electric (США). В ходе пусконаладочных испытаний в 2021 г. при рабочих параметрах настройки с введенным в работу системным стабилизатором возникали синхронные колебания увеличивающейся амплитуды при работе гидрогенераторов Зарамагской ГЭС 1 в режимах малого возбуждения, приводящие к аварийному отключению гидрогенераторов действием защит.</p> <p>Для обеспечения надежной и эффективной работы систем возбуждения гидрогенераторов Зарамагской ГЭС-1 выбраны новые параметры настройки АРВ типа DECS-400 по разработанной в АО «НТЦ ЕЭС» методике. Выполнена проверка функционирования промышленного образца АРВ типа DECS-400 с выбранными параметрами путем проведения испытаний при его подключении к модели энергосистемы, функционирующей в режиме реального времени (RTDS).</p> <p>Проверка функционирования в условиях работы RTDS показала, что АРВ типа DECS-400 гидрогенераторов Зарамагской ГЭС-1 в схемно-режимных условиях ОЭС Юга при выбранных АО «НТЦ ЕЭС» параметрах настройки обеспечивают эффективную стабилизацию электрических режимов энергосистемы, а также успешное демпфирование послеаварийных колебаний режимных параметров при нормативных возмущениях. Также было выявлено, что причиной возникновения синхронных колебаний увеличивающейся амплитуды при работе гидрогенераторов Зарамагской ГЭС-1 в режимах малого возбуждения являлась неэффективность рабочих параметров настройки системных стабилизаторов АРВ типа DECS-400.</p> | <p><b>16:45-17:00</b></p> |
| <p><b>ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ. ЗАКРЫТИЕ КОНФЕРЕНЦИИ</b></p> |  | <p><b>17:00</b></p>       |

# ЭКРА

научно-  
производственное  
предприятие



СОХРАНЯЯ  
ЭНЕРГИЮ