

Об итогах IV Всероссийской научно-практической конференции «Режимы нейтрали. Ограничение перенапряжений. Релейная защита и автоматика. 2025» в Новосибирске

В Новосибирске состоялась IV Всероссийская научно-практическая конференция «Режимы нейтрали. Ограничение перенапряжений. Релейная защита и автоматика. 2025», которая прошла 15 – 17 апреля 2025 г. на базе ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет». Организаторами конференции выступили ООО «Болид» совместно с НГТУ НЭТИ, отраслевым партнёром – «Россети Новосибирск» (АО «Региональные электрические сети»), информационным партнёром — журнал «Энергетик», мероприятия проводилось при поддержке Новосибирского филиала ФГАОУ ДПО «ПЭИПК». В оргкомитет конференции вошли учёные НГТУ НЭТИ — Анастасия Георгиевна Русина, доктор техн. наук, доцент, декан факультета энергетики, Александр Георгиевич Овсянников, доктор техн. наук, профессор, Андрей Сергеевич Трофимов, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой техники и электрофизики высоких напряжений, Сергей Миронович Коробейников, доктор физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности труда, а также руководители «Россети Новосибирск» — Владимир Ермагенович Герасимов, первый заместитель генерального директора — технический директор, Владимир Валентинович Меньяйлов, директор филиала «Восточные электрические сети» и Станислав Брониславович Барковский, директор филиала «Новосибирские городские электрические сети».

Цель встреч и дискуссий в рамках конференции — формирование у руководителей и специалистов предприятий электроэнергетики целостного, научно обоснованного и подтверждённого опытом эксплуатации взгляда на спектр взаимосвязанных вопросов в области режима заземления нейтрали электрических сетей 6 – 35 кВ. Особое внимание было уделено анализу переходных процессов при однофазных замыканиях на землю, исследованию феррорезонансных и коммутационных перенапряжений, а также методам организации селективной релейной защиты и определения места повреждения на линиях. Также участники могли ознакомиться с результатами исследований по компьютерному моделированию электромагнитных процессов, методикам измерения и цифрового осциллографирования, мониторинга аварийных событий и вопросам обеспечения отказоустойчивости измерительных трансформаторов. Актуальной и практически значимой тематикой для специалистов, проектирующих, строящих и эксплуатирующих распределительные сети промышленных предприятий и городов, было снижение аварийности кабельных и воздушных линий, оценка и управление их техническим состоянием.

Слушателями и докладчиками стали руководители и технические специалисты электросетевых и генерирующих компаний, энергетики промышленных предприятий, специалисты проектных институтов, научно-производственных предприятий, изготовители и разработчики электрооборудования, защиты и автоматики, учёные и аспиранты профильных вузов и кафедр в области электроэнергетики и электротехники. За три дня работы конференции было представлено и обсуждено 35 докладов, посвящённых вопросам повышения надёжности и эффективности эксплуатации оборудования распределительных сетей и обеспечения безопасности персонала. В работе конференции приняли участие 165 энергетиков, приехавших со всей России, от Москвы до Владивостока,

а также из Грузии и Казахстана. Число организаций, делегации от которых прибыли в Новосибирск, превысило 60, среди них — крупные электросетевые компании холдинга ПАО «Россети» (Московский регион, Урал, Сибирь, МЭС Центра), «Сетевая компания» Республики Татарстан, «Башкирэнерго», «Оборонэнерго», «Объединённая энергетическая компания», «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ». Генерацию представляли «Башкирская генерирующая компания», «Татэнерго», «СГК-Новосибирск», промышленность — «Оскольский электрометаллургический комбинат», «Удоканская медь», «СУЭК-КУЗБАСС», «ЗапСибНефтехим» (СИБУР, г. Тобольск). Серьёзный интерес был проявлен со стороны более чем десяти проектных институтов из Новосибирска, Казани, Иваново, а также производителей силового оборудования, релейной защиты и автоматики для электрических сетей 6 – 35 кВ. Живое участие в выступлениях и дискуссиях приняли разработчики и специалисты из «РЭТЗ «Энергия», НПП «ЭКРА», «РТСофт — СГ», «ТермоЭлектрика», «НПО Стример», «Радио





Русина А. Г.

и Микроэлектроника», «НЦ ВостНИИ», «Россети Научно-технический центр», а также учёные НГТУ НЭТИ, НИУ МЭИ, КГЭУ, ВолгГТУ, КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева.

Особое внимание стоит уделить участию коллег из-за рубежа — «GSE — Georgian State Electrosystem» (Грузинская государственная электросистема), «Georgian Engineering Company» (Грузинская инженеринговая компания), «Инжиниринговая компания Каспиан» (Астана, Казахстан).

15 апреля на открытии конференции с приветственными словами выступили проректор по научной работе и инновациям НГТУ НЭТИ Артур Исаакович Отто, декан факультета энергетики НГТУ НЭТИ Анастасия Георгиевна Русина, профессор кафедры ТиЭВН НГТУ НЭТИ Александр Георгиевич Овсянников, главный инженер «Россети Новосибирск» Владимир Ермагенович Герасимов. Выступающие подчеркнули важное значение проведения мероприятия в стенах Новосибирского технического университета, являющегося опорным техническим вузом региона, а также отметили высокую заинтересованность всех участников, пожелали продуктивной, насыщенной работы и профессионального обмена опытом. Организаторами была затронута ретроспектива конференции: интересен факт, что самая первая Всероссийская конференция по режимам заземления нейтрали 3 – 6 – 10 – 35 кВ прошла в 2000 г. в Новосибирске, а всего пять таких конференций было проведено в НГТУ до 2008 г. включительно. Возобновилась конференция в 2019 году уже в обновлённом формате и три раза (2019, 2021, 2023) проходила в Учебном центре «Россети Урал» в Екатеринбурге. Поэтому, считая от момента возобновления, конференция именуется как IV Всероссийская, однако, по сути она проводится в девятый раз, что



Герасимов В. Е.

символизирует вовлечённость научной общественности в проблематику и актуальность обсуждаемых задач для эксплуатации.

Первым в рабочей сессии прозвучал доклад профессора **Максима Владимировича Щербакова**, доктора техн. наук, заведующего кафедрой САПРиПК ВолгГТУ. В докладе были освещены концептуальные вопросы разработки стандарта организации ПАО «Россети» по выбору режима заземления нейтрали в электрических сетях напряжением 6 – 35 кВ, который призван систематизировать положительный опыт эксплуатации и дать проектным, монтажно-наладочным и эксплуатирующим организациям современные и эффективные инструменты обоснования оптимального технического решения.

Заместитель директора по науке ООО «Болид» **Андрей Игоревич Ширковец** в своём выступлении предложил подходы к рациональному выбору режима нейтрали с учётом практического опыта и положений действующей нормативно-технической документации. Акцент был сделан на том, что необходимо индивидуально подходить к выбору режима нейтрали с учётом технологических особенностей потребителя, вида сети, значения ёмкостного тока, условий резервирования. Автор подчеркнул, что истинный показатель эффективности применяемого технического решения — снижение числа аварийных отключений в сети.

Начальник департамента эксплуатации и ТОиР ПАО «Россети Урал» **Игорь Николаевич Дмитриев** рассказал об опыте эксплуатации и перспективах применения различных систем компенсации ёмкостного тока в сетях 6 – 35 кВ энергосистемы Урала. В заключение своего выступления Игорь Николаевич кратко описал разрабатываемую программу действий для снижения аварийности и поддержания оборудования в работоспособном состоянии.

Опыт борьбы с однофазным замыканием на землю и феррорезонансным явлением в территориально-распределённой сети горнодобывающего предприятия стал темой доклада **Сергея Георгиевича Сaitова**, главного инженера Энергоуправления АО «СУЭК-КУЗБАСС». Представленный материал, обосновывающий метод проб и ошибок в эксплуатационной практике при выборе оптимальных способов защиты электрооборудования, вызвал горячий отклик аудитории.

Михаил Викторович Гришин, ведущий научный сотрудник АО «НЦ ВостНИИ», проанализировал проблемы электробезопасности подземных сетей угольных шахт. Он отметил, что напряжение на заземляющем устройстве при протекании полного тока ОЗЗ шахтной электрической сети с учётом ёмкостной и активной составляющих не должно превышать нормируемых значений напряжения прикосновения по ГОСТ Р 12.1.038–2024, а также остановился на нормах разрабатываемого в настоящее время ГОСТ «Система электроснабжения подземных выработок шахт» в части разделов «Режим заземления нейтрали электрической сети шахты» и «Защита шахтных электроустановок от однофазных замыканий на землю».

Максим Александрович Иноземцев, старший преподаватель кафедры информационных технологий, машиностроения и автотранспорта филиала Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачева в г. Прокопьевске, сформулировал условия задачи определения параметров изоляции и токов замыкания на землю в карьерной сети методом добавочной проводимости с учётом несимметрии фазных напряжений. Перспективные исследования автора предполагают разработку и совершенствование методик расчёта параметров изоляции отдельных фаз трёхфазной сети, устройств защиты от токов утечки и ОЗЗ в сетях горнодобывающих предприятий, способа прогнозирования остаточного ресурса изоляции кабельных линий и соответствующего программного обеспечения.

Генеральный директор ООО «ТермоЭлектрика» **Алексей Валерьевич Лесив** подробно остановился на методах выявления и идентификации дефектов контактных соединений распределительной сети 6 – 10 кВ. В своём докладе он отметил, что термоиндикаторный контроль имеет детерминированную диагностическую ценность в силу необратимого срабатывания (эффекта памяти), а кроме того, позволяет проводить оценку состояния электрооборудования при визуальном осмотре без использования тепловизора или пирометра.

Доцент кафедры Техники и электрофизики высоких напряжений НГТУ **Олег Игоревич Лаптев** и магистрант кафедры **Вадим Олегович Никифоров** выдвинули и пояснили гипотезу о возможных причинах спонтанного перегорания предохранителей в первичной обмотке трансформаторов напряжения 6 – 35 кВ. По мнению авторов, это происходит из-за протекания токов высокой частоты, источником которых может быть переходный процесс в сети, связанный, например, с дуговыми разрядами в области дефектов контактной группы тележки выключателя КРУ из-за неплотного контакта.

Павел Андреевич Труханов, ассистент кафедры «Электрические станции» НИУ «МЭИ», представил обоснованный взгляд на комплексный подход к формированию технических требований к резисторам заземления нейтрали, включая анализ нормативной базы и результаты моделирования термоэлектрических процессов в среде «Comsol». На основании исследований автор предложил добиваться стабильности параметров — в частности, создавать силовые резисторы из прецизионных сплавов (нихром, фехраль), а также нормировать допустимое отклонение сопротивления резистора при его нагреве в пределах 20 % начального значения.

Андрей Владимирович Телегин и **Александр Генрихович Лиске**, специалисты ООО «Болид», рассказали о способах реализации нормативных требований по измерению тока однофазного замыкания на землю и напряжения на нейтрали. Они показали, что независимо от метода необходимо применять цифровое осциллографирование сигналов тока и напряжения, а также продемонстрировали видеоматериалы опытов в действующих сетях с созданием натуральных дуговых ОЗЗ на основе искровых разрядников разной конструкции — с роговыми и шаровыми электродами.

Защите от перенапряжений высоковольтного оборудования в схемах питания электропечных установок был посвящён доклад **Артёма Борисовича Аксёнова**, генерального директора ООО НПЦ «Энерготехнология». Как отметил докладчик, совместное применение ОПН и RC-цепей в качестве защитных аппаратов позволяет при их правильном выборе снизить уровни перенапряжений от семи до двух крат и ограничить число повторных зажигания дуги до двух-трёх. Благодаря этому удаётся предупредить пробой изоляции печных трансфор-

маторов, мощность которых может достигать 200 МВА, и обеспечить существенную экономию средств.

Сергей Николаевич Пашковский, заведующий отделом релейной защиты и автоматики среднего напряжения ООО «НПП «ЭКРА», рассказал о выборе режима заземления нейтрали в кабельных электрических сетях с большим ёмкостным током замыкания на землю. Автор убедительно показал, что применение компенсации ёмкостных токов в электрических сетях большой протяжённости с токами замыкания на землю в сотни ампер не является эффективным средством обеспечения надёжности их функционирования, так как вероятность перехода однофазного замыкания в двойное замыкание возрастает пропорционально квадрату суммарной протяжённости сети.

Рекомендуемые уточнения области эффективного применения дугогасящих реакторов в сетях 6 – 35 кВ в соавторстве с коллегами из НИУ МЭИ и АО «РЭТЗ «Энергия» сформулировал **Даниил Анатольевич Матвеев**, генеральный директор ООО «ФАКТС Плюс». В своём докладе он подчеркнул, что в кабельных сетях компенсация ёмкостных токов с помощью ДГР полноценно эффективна, если они соответствуют требованиям СТО «Реакторы заземляющие дугогасящие 6 – 35 кВ. Общие технические требования», а их мощность не превышает значения порядка 1000 кВА. Более точно оценить предельную мощность эффективного применения реактора автор предложил с помощью введённого им коэффициента некомпенсированности, учитывающего расстройку реактора, активный ток ОЗЗ и вклад высших гармоник. Особо Д. А. Матвеев выделил актуальность работы по сбору, статистической обработке и анализу данных о предельных токах неустойчивого горения дуги в воздушных и кабельных сетях.

Дискуссия по окончании первого дня работы конференции прошла в режиме «свободного микрофона» и касалась текущего положения дел в области эксплуатационной надёжности электрических сетей 6 – 35 кВ, включая сложность нормативного обеспечения и выработки единых технических требований к оборудованию, адаптации проектных решений, целесообразности выбора того или иного режима нейтрали для каждой сети с учётом схемно-режимных условий.

Второй день конференции 16 апреля открыл доклад о дистанционной методике качественной оценки уровня загрязнения высоковольтной внешней изоляции, который представил аспирант кафедры Техники и электрофизики высоких напряжений НГТУ **Николай Андреевич Швец**. Предлагаемая методика включает регистрацию видеозаписи с помощью УФД «Филин-6» с фильтром-спектроделителем с последующим анализом и выборкой кадров с максимальными поверхностными частичными разрядами на изоляторе, далее выполняется обработка выборки, определение коэффициента цветности и уровня загрязнения.

Итоги практической работы по исследованию старения трансформаторного масла в высоковольтных выключателях Новосибирской энергосистемы за несколько лет в своей работе обобщил **Владимир Ермагенович Герасимов**, главный инженер «Россети Новосибирск». Он подчеркнул, что интерес к теме старения масла остаётся высоким среди энергетиков, поскольку продление его службы снижает затраты и повышает надёжность сети. Техническую актуальность исследования, по мнению автора, обеспечивают современные методы онлайн-мониторинга масла (анализ газов, диэлектрических свойств), разработка новых присадок для продления срока службы масла, а также улучшенные методы регенерации (сорбционная очистка, вакуумная обработка).

Научный сотрудник кафедры безопасности труда НГТУ **Владимир Евгеньевич Шевченко** рассказал об электрофизических характеристиках наномасел и факторах, которые на них влияют. В ходе экспериментальных измерений им уста-



Пашковский С. Н.

новлена обратная зависимость между увеличением электрической прочности за счёт добавления наночастиц и степенью очистки трансформаторного масла.

Основные результаты экспериментального исследования и компьютерного моделирования подавления высокочастотных перенапряжений в проводниках разной конструкции осветил **Валентин Алексеевич Ломан**, доцент кафедры безопасности труда НГТУ. Он показал, что использование специального частотно-зависимого устройства (ЧЗУ) снижает амплитуду высокочастотных импульсов перенапряжений на 25 – 30 % сильнее, чем традиционный высокочастотный загрядитель. В планах — эксперименты в широком диапазоне набегающих сигналов от 10 кГц до 2 МГц, а также оценка эффективности применения ЧЗУ совместно с другими средствами защиты от перенапряжений.

Вопросы организации молниезащиты воздушных линий электропередачи для классов напряжения 6 – 35 кВ представил в своем докладе **Андрей Владимирович Кобяков**, руководитель по развитию направления молниезащита ВЛ АО «НПО «Стример». Он отметил, что мероприятия по защите от молнии для воздушных линий электропередачи обходятся в несколько раз дешевле, чем затраты на непосредственное устранение ущерба и проиллюстрировал действие мультикамерных разрядников, а также разрядников нового поколения с гашением дуги «в импульсе».

Даниил Анатольевич Матвеев, генеральный директор ООО «ФАКТС Плюс», вместе с коллективом соавторов АО «РЭТЗ «Энергия» и НИУ «МЭИ», предложил внести ряд изменений в методики приёмо-сдаточных, квалификационных и эксплуатационных испытаний трансформаторов напряжения. Он подчеркнул, что принятие в СТО 34.01-23.1-001-2017 «Объём и нормы испытаний электрооборудования» ПАО «Россети» одинаковых технологических требований для оборудования 110 – 750 кВ не соответствует принятой практике их плавного ужесточения с ростом номинального напряжения аппаратов. По мнению Д. А. Матвеева, целесообразно разделить требования к качеству трансформаторных масел по типу оборудования, так как условия, в которых находится изоляция оборудования, например, для силовых и измерительных трансформаторов, существенно различаются.

Повышение надёжности работы релейной защиты при перемежающихся дуговых замыканиях, защита участков межсекционных связей КРУЭ-35 кВ ГТУ-ТЭС 200 нефтеперерабатывающего предприятия от однофазного замыкания на землю стало темой доклада энергетиков Пермского регионального

управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ». Авторами выступили заслуженный энергетик РФ, начальник службы РЗА **Михаил Васильевич Колупаев**, ведущий инженер-электрик ТЭС **Дмитрий Валентинович Васильев** и руководитель группы по РЗА на объектах нефтепереработки **Андрей Сергеевич Катаев**. В результате проведённого анализа работы защиты от ОЗЗ в сети 35 кВ разработана новая логическая схема защиты от ОЗЗ, а также реализована защита участков межсекционных связей. Оба вида защиты внедрены в эксплуатацию, подтверждена эффективность их работы.

Евгений Алексеевич Понамарев, директор НОУ «НОЦ «ЭКРА», рассказал об особенностях защиты от однофазных замыканий на землю в обмотке статора генераторов, гальванически связанных с распределительной кабельной сетью 6 – 10 кВ. Автор отметил, что в качестве дополнительного средства для выполнения такой защиты предлагается использование искусственной величины, соответствующей собственному ёмкостному току защищаемого элемента и обратил внимание, что развитие этого метода осуществлялось в работах научного коллектива под руководством профессора В. А. Шуина. Помимо решения задачи ослабления влияния уровня высших гармоник на работу защиты, также обращается внимание на гармоники, частота которых ниже промышленной, так как их использование позволяет повысить надёжность функционирования защиты при перемежающихся дуговых замыканиях. Для исключения зоны нечувствительности защиты при замыканиях вблизи нейтрали генератора, специалистами НПП «ЭКРА» предложено использование третьей гармоники, также с ослаблением влияния её нестабильности на работу защиты.

Опыт эксплуатации защиты от однофазных замыканий на землю в обмотке статора генератора с функцией непрерывного контроля изоляции в своём докладе проанализировал **Павел Леонидович Воронов**, ведущий инженер ООО НПП «ЭКРА». Он рассказал, что НПП «ЭКРА» с 1995 года применяет защиту с наложением постоянного тока «Un(100)» в составе комплексной защиты генераторов, разработанную совместно с Томским политехническим университетом (ТПУ). В 2021 году была завершена модернизация защиты «Un(100)», основным результатом которой явился перевод источника наложения на современную микропроцессорную базу, что привело к созданию системы защиты и мониторинга сопротивления изоляции статора генератора с улучшенными характеристиками. Данный принцип выполнения защиты позволил реализовать функцию непрерывного контроля эквивалентного сопротивления цепей статора генератора относительно земли, что обеспечивает выявление дефектов и повреждений на ранней стадии.

На принятых технических решениях и детализации расчёта параметров срабатывания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики сети 20 кВ с резистивным заземлением нейтрали подробно остановилась **Дарья Дмитриевна Гладышева**, ведущий инженер службы РЗА ООО «ОЭК». Она описала проблемы, возникшие в ходе эксплуатации оборудования в сетях с низкоомным заземлением нейтрали из-за неправильной работы РЗА, а также способы их решения. Отмечено, что применение ДЗЛ в сети 20 кВ сейчас рассматривается в целях повышения быстродействия срабатывания устройств РЗА и снижения времени отыскания повреждения, однако широкое применение такой защиты сопряжено с определёнными сложностями.

Особенности функционирования устройств релейной защиты кабельных линий 20 кВ в распределительных сетях с низкоомным резистивным заземлением нейтрали рассмотрел ведущий научный сотрудник АО «Россети Научно-технический центр» **Владимир Фёдорович Лачугин**. Автор изложил методику и привёл примеры расчёта тока и определения времени срабатывания для максимальной токовой защиты (МТЗ)



Матвеев Д. А.



Ширковец А. И.

и защиты от замыканий на землю. Он отметил, что вследствие необходимости согласования токов срабатывания МТЗ последовательно соединённых кабельных линий чувствительность устройств МТЗ на последующих участках сети 20 кВ будет постепенно снижаться. Внимание аудитории докладчик обратил также на то, что согласно стандарту СТО 56947007-29.120.70.305–2020 для кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена необходимо предусматривать отдельную защиту от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ).

Андрей Игоревич Ширковец, заместитель директора по науке ООО «Болид», рассмотрел способ адаптации известной методики расчёта уставок токовой защиты от замыканий на землю для сети с низкоомным резистивным заземлением нейтрали и большим активным током замыкания на землю. С точки зрения автора, применение в защитах от ОЗЗ принципов сравнительного замера, наложения тока не промышленной частоты, значений высших гармоник и других вариаций обусловлено фактором неустойчивого горения дуги, а также относительно малых значений тока замыкания 50 Гц при изолированной нейтрали и компенсации ёмкостного тока. Поэтому, как подчеркнул А. И. Ширковец, простая токовая защита — оптимальный вариант для режима низкоомного резистивного заземления нейтрали, технически обоснованный благодаря устойчивости ОЗЗ и достаточно большому току (согласно IEEE Std.142–2007 токи от низкоомных резисторов

составляют 100 – 1000 А), протекающему через кабельный трансформатор тока.

Рустэм Газизович Хузяшев, доцент кафедры «Электроэнергетические системы и сети» Казанского государственного энергетического университета, провёл анализ источников погрешности модельного волнового ОМП на основе экспериментальных данных. Он представил результаты работы автоматизированного комплекса СКАТ ВОМП, информирующего диспетчера электрических сетей о местонахождении повреждения в онлайн-режиме. По заключению разработчиков, экспериментально полученные результаты подтверждают работоспособность комплекса ВОМП в электрических сетях с древовидной структурой и указывают пути дальнейшего снижения её погрешности.

Задачу и способы определения места замыкания на землю с помощью БПЛА на высоковольтных ЛЭП представил профессор кафедры Техники и электрофизики высоких напряжений НГТУ НЭТИ **Владимир Егорович Качесов**, соавтором работы выступил аспирант кафедры **Глеб Юрьевич Петров**. По мнению авторов, применение БПЛА открывает возможности для поиска фидеров с неустойчивым (дуговым) замыканием на землю, дополнительным критерием определения места ОЗЗ может выступать относительное содержание низкочастотных составляющих в сигнале электромагнитного датчика.

О видимых возможностях и проблемах применения искусственного интеллекта (ИИ) в электроэнергетике высказал мнение **Сергей Георгиевич Саитов**, главный инженер Энергоуправления АО «СУЭК-КУЗБАСС». В своём докладе Сергей Георгиевич отметил, что ИИ — это нишевый продукт для электроэнергетики, связанный с быстрой обработкой большого массива данных и выдачей информации человеку для принятия решения. Но, на взгляд автора, он никогда не сможет заменить профессионального, квалифицированного специалиста, поскольку ИИ — это алгоритм, который не способен принять оптимальное для конкретной аварийной или проблемной ситуации решение за человека. После доклада по тематике развернулась активная дискуссия.

Третий день конференции 17 апреля начался с доклада доцента НГТУ НЭТИ **Ирины Львовны Клавсуц**, который включал предложения по решению проблем качества электрической энергии в сетях электроснабжения 0,4 кВ различного назначения, соавторами стали Александр Борисович Клавсуц, технический директор, и Андрей Викторович Яковлев, главный инженер ООО «АВЭК». Автором была кратко описана технология нормализации электроэнергии, дана информация о цифровых интеллектуальных устройствах управления потреблением электроэнергии и защиты электрооборудования — нормализаторах напряжения для сетей 0,4 кВ мощностью от 15 до 800 кВА, рассмотрены их отличия от стабилизаторов электроэнергии.

О диагностике режимов и метрологических отказов цифровыми интеллектуальными приборами учёта электроэнергии в сетях с изолированной нейтралью рассказал **Валерий Радомирович Пуздрин**, консультант АО «Радио и Микроэлектроника». В докладе он осветил вопросы диагностики метрологических отказов с помощью ИПУЭ 6 – 10 кВ, а также предложил способ обнаружения метрологических отказов ИПУЭ в процессе эксплуатации без нарушения режима энергоснабжения.

Применение и метрологические особенности цифровых трансформаторов тока и напряжения в распределительных сетях 6 – 10 кВ в своём докладе рассмотрел **Станислав Владимирович Пономарев**, начальник СКБ АО «Радио и Микро-



Осмотр релейной защиты шкафов КРУ на ПС Воинская, г. Новосибирск



В высоковольтном зале — лаборатории факультета энергетики НГТУ



Резисторы «Болид» на ПС Воинская, г. Новосибирск

электроника». Он продемонстрировал этапы процесса разработки цифровых измерительных трансформаторов для среднего класса напряжения 6 – 10 кВ и представил анализ существующих проблем нормативной документации, связанных с этим направлением.

Олег Игоревич Лаптев, доцент кафедры Техники и электрофизики высоких напряжений, поделился результатами исследования эффективности применения антирезонансных устройств, включаемых в дополнительную обмотку трансформаторов напряжения. В своём докладе Олег Игоревич обратил внимание, что в настоящее время среди распространённых на рынке антирезонансных устройств для ТН 6 – 35 кВ (например, ABB VT Guard, RITZ DE-6 и аналоги) нет ни одного цифрового, а их алгоритмы срабатывания, как правило, сводятся к простой отсечке по напряжению с выдержкой времени, что не позволяет полностью предотвратить феррорезонанс в сети. Разработанные с участием автора устройства на базе микроконтроллеров позволяют использовать более эффективные алгоритмы обнаружения и срыва феррорезонанса.

Даниил Анатольевич Матвеев, генеральный директор ООО «ФАКТС Плюс», совместно с **Михаилом Васильевичем Фроловым** и **Антоном Владимировичем Жуйковым** (кафедра ТЭВН НИУ «МЭИ»), осветили текущую ситуацию в области разработки и стандартизации методики применения ОПН в сетях 6 – 750 кВ. В рамках исследований для типовых случаев применения ОПН были выполнены расчёты кривых зависимостей допустимого расстояния между ОПН и защищаемым электрооборудованием от числа грозových часов в году, учтены целевые значения надёжности защиты изоляции электрооборудования от набегающих грозových волн, предложен способ оценки защитных свойств при грозových воздействиях.

Технические решения по переходным пунктам (ПП) для кабельно-воздушных линий напряжением 35 кВ и выше, как инновационной разработки, были подробно изложены **Иваном Андреевичем Коновым**, региональным директором АО «НПО «Стример». Автор показал, что в России и в мире применяются разные конструктивные и электротехнические варианты перехода воздушной линии в кабельную, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Иван Андреевич продемонстрировал примеры разработанных и внедрённых комплектов ПП, а также отметил, что размещение их в населённой местности сопряжено с повышенными требованиями, предъявляемыми к эстетической составляющей объектов сетевой инфраструктуры.

Завершающий доклад конференции, посвящённый проблематике оценки технического состояния и остаточного ресурса силовых кабельных линий 6 – 35 кВ, **Андрей Игоревич Ширковец**, заместитель директора ООО «Болид», в соавторстве с начальником лаборатории **Михайловским Геннадием Геннадьевичем**, представили заочно. По мнению авторов, диагностирование кабельных линий сегодня выполняется «по остаточному принципу». Это затрудняет формирование базы данных, которую целесообразно начинать по каждой кабельной линии с момента её ввода в эксплуатацию. Однозначно трактовать результаты можно при «нормальном без отклонений» и «предаврийном состоянии» во всех остальных случаях, как правило, назначается срок повторного диагностирования, предлагается учащённый контроль.

Также в заключительный день конференции для участников были организованы экскурсии по лабораториям факультета энергетики НГТУ, на объект «Россети Новосибирск» — подстанцию 110/10 кВ «Воинская», а также производственную площадку ООО «Болид».

По итогам IV Всероссийской научно-практической конференции «Режимы нейтрали. Ограничение перенапряжений. Релейная защита и автоматика. 2025» на сентябрь – октябрь 2025 г. запланировано издание печатного Сборника материалов, индексированного в системе РИНЦ. Фотографии и доклады конференции опубликованы на официальном сайте организаторов. С учётом предложений участников, сформированы Решения конференции, которые будут разосланы руководителям крупных электросетевых и промышленных предприятий с целью внедрения в эксплуатацию современных, научно-обоснованных и практически подтверждённых технических решений. Это позволит проводить более взвешенную техническую политику, опираясь на действующую нормативную документацию и наработки смежных организаций в области электроэнергетики, планомерно улучшать показатели надёжности и безопасности в распределительных сетях и сетях электроснабжения промышленных предприятий и городов.

ШИРКОВЕЦ А. И.,
заместитель директора по науке,
канд. техн. наук
shirkovets@npnbolid.com
ООО «Болид»
630015, г. Новосибирск,
ул. Электрозаводская, 2, корп. 6