Специальный проект «Есть такая профессия»

ИНЖЕНЕР СЛУЖБЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

СФЕРА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

На страже надежности

Устройства релейной защиты и сетевой автоматики ЛЭП и электрооборудования электрических станций позволяют выявлять повреждения элементов энергосистемы при коротких замыканиях, и отключать их от остальной – неповрежденной – части энергосистемы. Релейная защита также сигнализирует дежурному персоналу о возникновении недопустимого режима работы оборудования, который может привести к его повреждению, и отключает защищаемый элемент энергосистемы.

При возникновении технологических нарушений релейная защита обеспечивает устойчивость энергосистемы в целом, а также уменьшает размеры повреждения линий электропередачи и электрооборудования, а устройства сетевой автоматики обеспечивают высокую надежность электрических сетей, восстанавливая по возможности схемы электроснабжения потребителей электроэнергии и собственных нужд электрических станций и подстанций.

Противоаварийная автоматика предназначена для выявления, предотвращения развития и ликвидации аварийного режима энергосистемы. Централизованные системы, локальные устройства и комплексы противоаварийной автоматики предотвращают нарушения устойчивости энергосистемы и недопустимые перегрузки оборудования, ликвидируют асинхронные режимы, ограничивают снижения и повышения частоты и напряжения.

ФУНКЦИОНАЛ

Следить и защищать

Решая задачи обеспечения надежности работы энергосистемы, Системный оператор определяет идеологию построения систем релейной защиты объектов и противоаварийной автоматики в ЕЭС России, разрабатывает нормативно-методическую базу и контролирует ее выполнение субъектами электроэнергетики и потребителями электрической энергии.

Устройства релейной защиты, локальные комплексы и исполнительные элементы централизованных комплексов противоаварийной автоматики размещаются непосредственно на энергетических объектах.

Каждое из устройств имеет собственные настройки (традиционно их называют «уставки»), зависящие от схемы электрической сети. Специалисты АО «СО ЕЭС» проводят необходимые расчеты, на основе которых осуществляют выбор уставок для этих устройств, а также систематически проверяют соответствие заданных ранее настроек текущим схемам и режимам работы энергосистемы. Выбор уставок проводится при реконструкции и модернизации энергообъектов, при вводе в работу нового генерирующего и сетевого оборудования. Уставки передаются персоналу энергообъектов, который отвечает за их применение на устройствах и работоспособность самих устройств.

Для повышения эффективности противоаварийного управления и минимизации управляющих воздействий Системный оператор создает централизованные системы противоаварийной автоматики (ЦСПА) в объединенных и крупных региональных энергосистемах. В настоящее время они функционируют в ОЭС Урала, Средней Волги, Юга, Сибири, Востока и Тюменской энергосистеме.

В ОЭС Востока создана ЦСПА нового поколения, обладающая расширенными функциональными возможностями, включающими расчет управляющих воздействий по условиям обеспечения динамической устойчивости.

Системы РЗА и ПА предназначены для защиты электроэнергетического оборудования от всевозможных ненормальных режимов путем выявления и отключения поврежденного элемента либо части энергосистемы и автоматического восстановления работоспособности после ликвидации повреждения. Таким образом, РЗА и ПА играют ключевую роль в формировании живучести



Шкафы дифференциальной защиты шин 110 кВ фирмы «ЭКРА»

Продолжение на стр. 2

Специальный проект «Есть такая профессия»

ИНЖЕНЕР СЛУЖБЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Начало на стр. 1

и надежности работы энергосистемы. Поэтому и области приложения труда релейщиков весьма разнообразны.

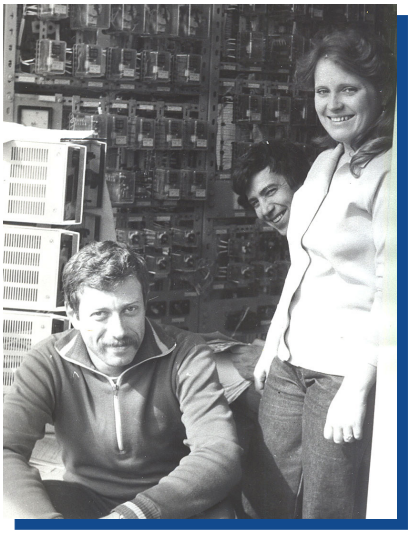
Андрей Лисицын,
заместитель генерального директора – директор департамента противоаварийной автоматики, систем управления и релейной защиты
АО «НТЦ ЕЭС»:

«Даже машина без водителя может ехать, только вопрос, какое время. Точно так же и без специалистов в области РЗА свет, конечно, не погаснет. Какое-то время система будет работать, и, может быть, достаточно долго, потому что ее текущее состояние уже определено, описано в этих устройствах, настроено. Вопрос заключается в том, что с изменением энергосистемы ее релейная защита тоже должна меняться. И если в диспетчерском центре отсутствуют необходимые специалисты или их квалификация не позволяет отследить изменения на объектах электроэнергетики, то будут приняты неправильные решения, которые снизят надежность энергосистемы. То есть основная роль специалистов в области РЗА – это такое обеспечение управления системами защиты и автоматики, которое позволяет обеспечить живучесть – то есть возможность сопротивляться авариям – и надежность энергосистемы».

РЗА держится на четырех столпах: быстродействие, селективность, чувствительность и надежность. Эти компоненты должны находиться в неразрывной диалектической связи между собой. Только тогда будет обеспечена полная функциональность. Выбор параметров срабатывания, обеспечивающих нужную селективность, то есть избирательность действия – это прерогатива специалиста диспетчерского центра. И после этого на первый план выходят оценка их функционирования, контроль за их действием, анализ информации, принятие соответствующих решений. Все действия с устройствами РЗА – алгоритмы режима их работы в зависимости от изменения эксплуатационного состояния того объекта, на котором они установлены, ввод в эксплуатацию, вывод в ремонт, количество ступеней, настроечных характеристик, – все это специфика работы релейщика в диспетчерском центре.



Служба РЗА Мосэнерго, 1949 год



Релейщики ОДУ Урала А.Л. Рывлин, В.И. Бараниченко, Т.А. Смирнова на включении ПС 500 кВ Удмуртская, 1986 год

ИСТОРИЯ ПРОФЕССИИ

Единый мотив

История профессии «инженер РЗА» насчитывает уже не одно десятилетие. Специалисты по РЗА появились одновременно с возникновением первых защит энергетического оборудования в конце XIX века.

Фактически по мере развития РЗА эта сфера деятельности оформлялась как техническая наука, поэтому ее теоретические основы были сформированы даже позже, чем сама отрасль.

Специалисты по релейной защите в центрах управления появились сразу с момента их создания. Защита оборудования от нормальных режимов потребовалась, как только появились первые промышленные электроустановки. В то время электроэнергетика существовала как изолированная система в рамках одного предприятия, но на объектах уже были специалисты по эксплуатации, которые тем или иным образом отвечали за защитное

Продолжение на стр. 3

Специальный проект «Есть такая профессия»

ИНЖЕНЕР СЛУЖБЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Начало на стр. 2

оборудование. Впоследствии, по мере роста и перехода от отдельных энергообъектов к энергообъединениям и формирования зачатков энергосистемы специалисты-релейщики уже входили в состав этих энергетических компаний.

Александр Слодарж,
начальник Службы РЗА
ОДУ Урала в 2006–2014 гг.:

«Релейная защита как специфическая область электротехники возникла вместе с силовой электроэнергетикой. Электрические повреждения оборудования – например, короткие замыкания – статистически неизбежны, и только быстрое автоматическое отключение поврежденного оборудования может предотвратить разрастание ущерба: пожары, взрывы, повреждения питающих источников и т. п. Из этой первоначальной задачи и выросла техника релейной защиты и автоматики.

Выявление коротких замыканий по измеряемым параметрам электрического режима «привязало» технические решения по РЗА к параметрам и конфигурации сети. Так и получилось, что у становления оперативно-диспетчерского управления и техники релейной защиты был один и тот же побудительный мотив – развитие энергосистем».



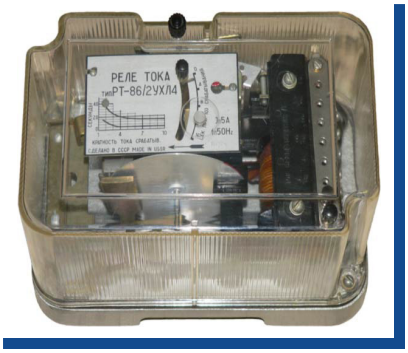
Многофункциональное реле защиты типа RI появилось в 1901 году

Первыми из защитных устройств появились токовые защиты, действующие при превышении установленных значений тока в защищаемом элементе в случае короткого замыкания. Первоначально токовые защиты выполнялись с использованием плавких предохранителей. Но недостатки таких предохранителей очевидны: это возможность лишь однократного применения (после срабатывания необходима замена), а также недостаточная точность определения предельного тока. В скором времени плавкие предохранители перестали удовлетворять потребностям электроэнергетики, и вместо них для защиты от коротких замыканий повсеместно стали использоваться реле.

Первые попытки применения реле относятся к началу 1890-х годов, когда появились электроустановки с первичными электромагнитными реле тока прямого действия, установленными непосредственно на выключателях. Но широкое применение для защиты реле получили только с первых десятилетий XX столетия в связи с развитием энергосистем.

Первое многофункциональное реле защиты типа RI – прототип современного РТ-80 – появилось еще в 1901 году, а его производителем стала шведская фирма ASEA. В эти же годы появляются индукционные токовые реле. Это время также считается периодом зарождения релейной защиты в России.

Появление в России самых первых электростанций в конце XIX века уже потребовало создания специальных служб, обеспечивавших работу устройств релейной защиты. До революции 1917 года и в первые годы после нее эти службы в основном возглавлялись представителями фирм – поставщиков основного энергетического оборудования: ASEA, Siemens и др. Уже в 1919 году в России на базе созданных Александром Антоновичем Смуровым кафедры и лаборатории техники высоких напряжений Петроградского электротехнического института зародилась собственная научная школа РЗА. Первый учебник по релейной защите на русском языке «Реле и релейная защита» издан в 1932 году. Его автор Виктор Иванович Иванов был одним из ведущих сотрудников лаборатории.



Индукционное реле РТ–80

Первая служба РЗА образована в 1928 году в Ленэнерго. В последующие годы аналогичные службы РЗА созданы и в других крупнейших энергосистемах Советского Союза – Мосэнерго и Уралэнерго. К 1940-м годам в отрасли был накоплен обширный экспериментальный материал, разработаны новые конструкции и типы защит, достигнуты большие успехи в области методов расчета параметров срабатывания и электрических величин при повреждениях, появился большой опыт проектирования и эксплуатации устройств релейной защиты.

Великая Отечественная война придала новый импульс развитию этого направления. Так, именно на годы войны приходится появление первой кафедры РЗА в высшем учебном заведении – старейшем энергетическом вузе страны МЭИ.

Для управления режимами Объединенной энергетической системы (ОЭС) Центра в Москве было создано Объединенное диспетчерское управление энергосистемами (ОДУ) Центра, в котором вскоре появилась и отдельная служба РЗА. Первое упоминание о ней относится к 1949 году.

Продолжение на стр. 4

ИНЖЕНЕР СЛУЖБЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Начало на стр. 3

ЗНАНИЯ И ТРУДОУСТРОЙСТВО

Узкие специалисты широкого профиля

В отличие от всех других специальностей Системного оператора, у релейщиков есть отдельная учебная специализация, а значит и свои собственные кафедры в вузах. Профессиональная подготовка специалистов на таких кафедрах ведется по следующим блокам: «Производство, передача и распределение электроэнергии», «Математические и физические основы автоматического управления в энергосистемах», «Информационные основы автоматического управления в электроэнергетике», «Технические средства построения систем автоматического управления», «Устройства и системы автоматического управления в электроэнергетике», «Автоматика аварийного режима энергосистем».

На младших курсах студенты получают основательную физико-математическую, естественно-научную и общетехническую подготовку в области электроэнергетики. На старших курсах студенты изучают специальные учебные дисциплины среди основных: «Элементы автоматических устройств», «Математические задачи электроэнергетики», «Релейная защита электроэнергетических систем», «Автоматика энергосистем», «Средства диспетчерского и технологического управления», «Микропроцессорные средства управления», «Основы проектирования релейной защиты», «Специальные вопросы электромагнитных переходных процессов».

Теоретические занятия в аудиториях сопровождаются выполнением лабораторно-практических работ в учебных лабораториях и на вычислительном центре кафедры. На 3, 5 и 6 курсах студенты кафедры проходят производственную практику на различных энергопредприятиях, многие – по месту своей будущей работы, и участвуют в выполнении реальных проектов совместно с предприятиями отрасли.



Лаборатория РЗА в МЭИ, 1960-е годы

После четырех лет обучения учащимся присваивают степень бакалавра технических наук. Студенты, обучающиеся после бакалавриата по инженерному направлению подготовки специалистов, получают после защиты дипломного проекта диплом инженера-электрика. Студентам, обучающимся по программе подготовки магистров, после защиты ими магистерских диссертаций присваивается ученая степень магистра технических наук.

Андрей Лисицын:

«В Советском Союзе было много признанных центров по подготовке специалистов по РЗА. Это МЭИ, Ивановский энергетический институт, Ленинградский политехнический, Новосибирский, Омский. Сейчас ситуация несколько изменилась. При том, что старые центры сохранили свое лидерство, появляются новые современные центры. Сейчас, к примеру, очень авторитетным центром для подготовки персонала является Челябинский госуниверситет, который имеет очень мощную производственную базу.

Практически все ведущие субъекты электроэнергетики имеют свою программу взаимодействия с вузами – ФСК, РусГидро, Системный оператор, у которого много совместных программ с вузами. Например, в Петербурге развивается взаимодействие с Санкт-Петербургским политехническим университетом, в том числе с кафедрой электрических машин и станций, где готовят и специалистов в области РЗА».

После окончания учебы специалист по РЗА должен постоянно повышать свою квалификацию. Это связано с совершенствованием энергосистемы, большим объемом техперевооружения, интеллектуализации оборудования. Однако базовое высшее образование, полученное в молодые годы, является для специалиста определяющим. Именно оно формирует систему знаний и компетенций, отрабатывает способы мышления, приучает к поиску комплексного диалектического восприятия научно-технических проблем.

Основой повышения квалификации является самосовершенствование

Продолжение на стр. 5

Специальный проект «Есть такая профессия»

ИНЖЕНЕР СЛУЖБЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Начало на стр. 4

и самоподготовка. По теме РЗА существует много специальной литературы. Кроме того, существуют курсы у производителей оборудования, специальные программы на профильных кафедрах вузов и в центрах тренажерной подготовки персонала, которые существуют в каждом диспетчерском центре Системного оператора и где периодически проходят переподготовку все технические специалисты компании, в том числе специалисты в области РЗА. Иногда занятия проводят приглашенные преподаватели, иногда – сотрудники Системного оператора.

Рынок труда в сфере РЗА испытывает постоянный дефицит квалифицированных кадров. Так было практически всегда. Потому что объем знаний, необходимый для успешной работы в области РЗА, очень серьезен и определяет высокую интеллектуальную нагрузку. В итоге в профессии остаются только те люди, которым это действительно очень интересно. Тем не менее, эта специальность всегда привлекала молодежь: ведь здесь постоянно внедряется новая современная техника.

На сегодняшний день в Системном операторе работают более 650 специалистов РЗА. При этом потребность в квалифицированных специалистах РЗА существует на всех уровнях диспетчерского управления – от исполнительного аппарата до региональных диспетчерских управлений. Особо востребованы специалисты в области специальных расчетов для выбора параметров срабатывания устройств РЗА.

Для работы в службах РЗА диспетчерских центров Системного оператора требуются сотрудники, имеющие большой багаж знаний и опыт самостоятельной работы. Поэтому основной источник кадровой подпитки – это наиболее квалифицированный персонал служб РЗА субъектов энергетики и подготовка специалистов в собственных учебных центрах Системного оператора.



ФАКТ

Термин «релейная защита» происходит от названия элемента схем защиты — реле. Историки утверждают, что реле впервые было разработано и построено русским изобретателем-электротехником Павлом Шиллингом в 1830–1832 гг. Оно составляло основную часть вызывного устройства в разработанном им телеграфе и получило свое название от фр. relais, что означало смену уставших почтовых лошадей на станциях или передачу эстафеты спортсменом.



Электромагнитный телеграф Шиллинга

ЛИЧНЫЕ КАЧЕСТВА, ЗНАНИЯ И НАВЫКИ

Релейщики – люди «вредные»

Для принятия решений и ведения работы в РЗА требуются обширные и глубокие общие и специальные знания и умения. Знания и умения инженеров-релейщиков должны охватывать не только защиту, автоматику и средства оперативного управления в рабочих и аварийных режимах энергосистем, но также электронную и микропроцессорную элементную базу средств управления и, конечно, управляемое первичное оборудование (АЭС, ТЭС, ГЭС) и различные установившиеся и переходные режимы его работы, то есть три обширные области. Там, где этот принцип не выполняется, происходит повышение аварийности и снижение технико-экономических показателей работы. Ошибки в построении и управлении энергообъектами стоят дорого и для потребителей, и для производителей электроэнергии, достаточно вспомнить аварии 25 мая 2005 года в Московском регионе, 17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС, 22 августа 2016 года на Рефтинской ГРЭС.

Специалист в области РЗА должен быть, в первую очередь, специалистом в области электроэнергетики и электричества вообще. Нельзя защищать оборудование, не зная, как оно работает, и что из себя представляют аварийные режимы. Знание теоретических фунда-

Продолжение на стр. 6

Специальный проект «Есть такая профессия»

ИНЖЕНЕР СЛУЖБЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

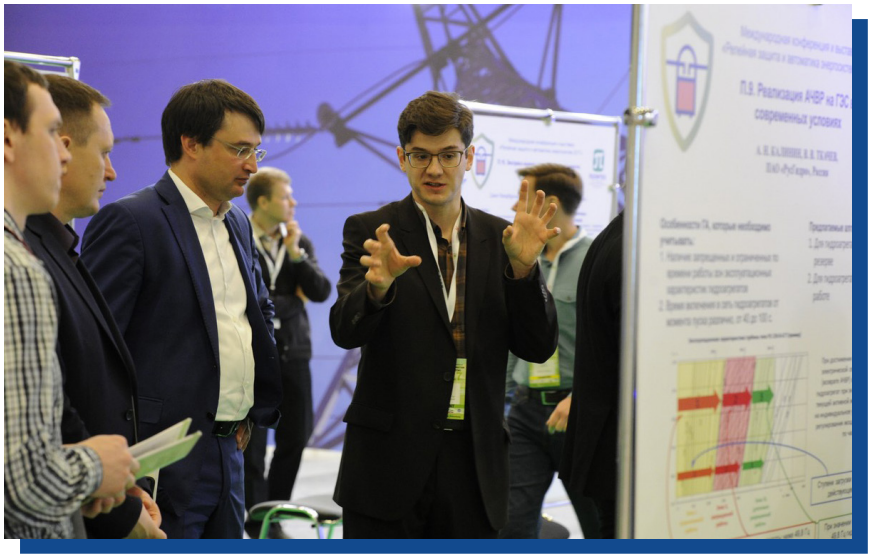
Начало на стр. 5

ментальных основ первично, тем более что релейщики – это те люди, которые участвуют в расследовании причин аварий. А поскольку электроэнергетика проходила различные этапы развития, то иногда оказывается так, что на одном энергообъекте или в одной энергосистеме размещены устройства совершенно разных поколений. Поэтому работать, будучи специалистом только в области микропроцессорных или только электромеханических устройств, зачастую довольно сложно.

Помимо постоянного самообразования, важным качеством инженера релейной защиты является привычка не брать ничего на веру, склонность все анализировать и понимать физику процессов, происходящих в системе или на объекте.

Упорство, аналитический склад ума, умение решать задачи даже тогда, когда они не решаются – все это нужные релейщику качества.

Основная особенность профессии – это «вредность характера», говорят старожилы. Релейщики – это люди, которым необходимо докопаться до истины, которые точно знают, как это сделать и не боятся спорить с руководством. Поэтому релейщик должен быть уверенным в себе. Он принимает решение, когда рассматривает схему, рассматривает, как ее применить для конкретных условий, рассматривает уставки и возможности варьировать этими уставками, он берет на себя ответственность за эти процессы, ставит свою подпись на документах. Это важно при написании и рассмотрении программы включения, ведь если промахнуться, включая новый генератор, и «воткнуть» его не синхронно, это может привести к серьезнейшим последствиям вплоть до гибели людей или разрушения оборудования. Каждый релейщик это понимает и с достоинством несет свой груз ответственности.



Участие в отраслевых мероприятиях – один из способов повышения квалификации специалиста по РЗА

ГЛОССАРИЙ

- Аварийный режим энергосистемы – режим с параметрами, выходящими за пределы требований технических регламентов, возникновение и длительное существование которого представляют недопустимую угрозу жизни людей, повреждения оборудования и ведут к ограничению подачи электрической и тепловой энергии в значительном объеме.
- Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) – автоматическое устройство, которое отключает часть нагрузки энергосистемы в случае снижения частоты ниже допустимого уровня.
- Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР) – устройство для восстановления энергоснабжения потребителей путем автоматического включения резервного источника питания при отключении рабочего источника питания.
- Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР) – устройства противоаварийной автоматики, осуществляющие управляющее воздействие на скорость вращения роторов генераторов (ускорение или торможение) электростанций или действующие на деление энергосистемы на несинхронно работающие части.
- Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) энергосистемы – комплекс средств противоаварийной автоматики, предназначенный для автоматического предотвращения нарушения устойчивости энергосистемы (района управления) при аварийных возмущениях и обеспечения в послеаварийных режимах нормативного запаса статической устойчивости.
- Автоматика регулирования частоты и активной мощности – система, обеспечивающая поддержание частоты в энергообъединениях и изолированных энергосистемах в нормальных режимах в заданных пределах, регулирование обменных мощностей энергообъединений и ограничение перетоков мощности по контролируемым связям энергообъединений и энергосистем.