

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ПОДСТАНЦИЙ И МЭС ФСК ЕЭС В КОМПЛЕКСЕ Модус 5.0

С.В. Амелин (Компания Модус),

А.Ф. Иванченко (Федеральная сетевая компания)

Описаны особенности проекта по разработке и внедрению тренажеров для оперативного персонала подстанций Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы (ФСК ЕЭС); диспетчерского персонала Магистральных электрических сетей (МЭС); диспетчерского персонала Центральной диспетчерской службы (ЦДС) ФСК ЕЭС, реализованных на базе программного комплекса Модус. Приводятся перспективные направления развития проекта.

По заказу Центральной Диспетчерской службы ФСК ЕЭС компания Модус выполнила проект по разработке и внедрению тренажеров для: оперативного персонала подстанций ФСК ЕЭС; диспетчерского персонала Магистральных электрических сетей (МЭС); диспетчерского персонала ЦДС ФСК ЕЭС, а также учебного центра ФСК ЕЭС. Общий объем внедрения составил 153 подстанции. Работы по проекту выполнялись в период с июня 2005 г. по март 2008 г.

В качестве основы для тренажера уровня подстанции используется программный комплекс по оперативным переключениям Модус. Для тренажера уровня МЭС используется сетевой вариант ПО Модус, работающий согласованно с ПО Феникс, которое выполняет функции расчета режима и синхронизации модели сети на нескольких рабочих местах. Для тренажера уровня ЦДС используется ПО Феникс с моделью Объединенной энергетической системы (ОЭС).

Основной объем внедрения составило моделирование функций подстанций. В среднем размер модели каждой подстанции оценивается в 500 элементов в схеме (линии, трансформаторы, выключатели, разъединители, заземляющие ножи и т.п.) и 7 тыс. элементов в макете (измерительные приборы, ключи управления, накладки защит, блинкеры и т.п.), что суммарно составляет более 1 млн. моделируемых значащих элементов в макетах 153 подстанций.

Предполагая, что при наличии готового макета подстанции, инструктор способен самостоятельно без больших трудозатрат составлять тренировочные задания. Для каждой подстанции разработчиками Модус составлялись три типовые тестовые задачи, например: вывести в ремонт II систему шин (СШ)

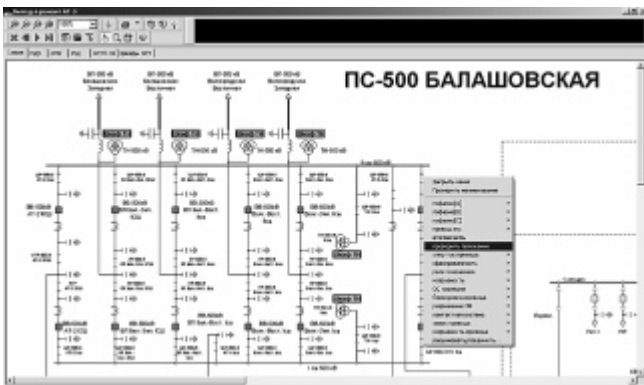


Рис. 1. Вид схемы моделируемой подстанции

110 кВ открытого распределительного устройства (ОРУ) 110кВ; вывести в ремонт шинносоединительный выключатель (ШСВ)-110 ОРУ 110кВ; вывести в ремонт трансформатор Т-1.

По каждой подстанции моделировались: главная схема (рис. 1), щит управления (рис. 2), панели релейной защиты и автоматики (РЗА) (рис. 3), автоматы оперативного тока, ячейки комплектных распределительных устройств (КРУ) (рис. 4), экранные формы оперативно-информационного комплекса (ОИК).

Адекватность моделирования

При разработке тренажеров для ФСК были в полном объеме использованы все возможности тренажера Модус и задействованы модели: коммутационная, контроля и управления; релейной защиты и автоматики; блокировок; конструктива (для моделирования сцен).

Особое внимание при приемке заказчиками (представителями МЭС) уделялось адекватности моделирования объектов. В первую очередь проверялась точность визуального соответствия представ-

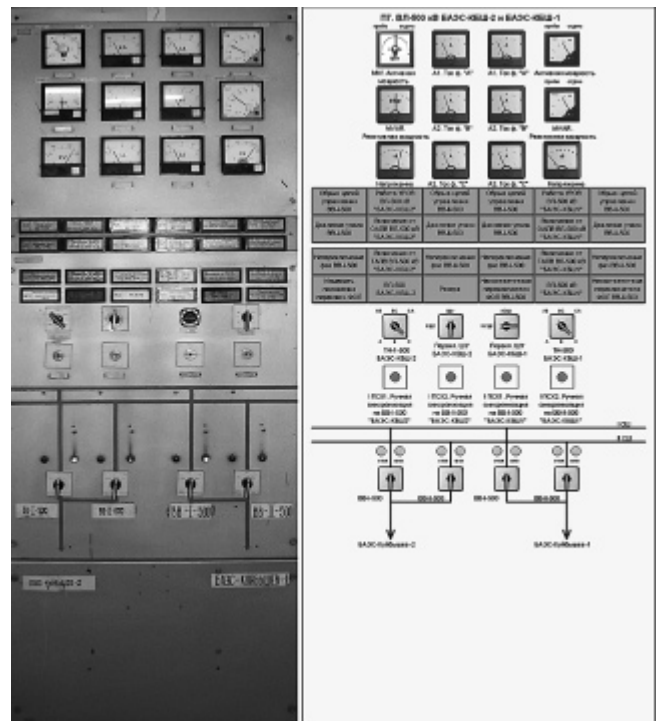


Рис. 2. Вид панели главного щита управления и ее компьютерной модели

Искусство обучения есть искусство будить в душах любознательность и затем удовлетворять ее...

Анатолий Франс

явились новые возможности в области моделирования по переключениям, изменения также коснулись усовершенствования моделей (в большей степени модели защиты и автоматики) и средств подготовки и контроля корректности исходных данных моделирования.

ленного к сдаче макета подстанции реальному объекту: правильность схемы и работы коммутационной модели (так как эта модель в тренажере Модус строится на основе рисунка схемы, что позволяет избежать множества ошибок при подготовке данных); соответствие табло, накладок, блинкеров и т.п., подписей к ним на панелях.

Далее тщательно проверялось поведение макета при работе обучаемого, если последний допускает ошибки, и при моделировании различных аварийных ситуаций, например: короткое замыкание (КЗ) на трансформаторе; КЗ на ошиновке трансформатора; однофазное КЗ на линии; неустойчивое КЗ на линии; КЗ на шине при включенном рубильнике нарушения фиксации (НФ); КЗ на линии с отказом выключателя; установка переносного заземления на ошиновку под напряжением; вынимание испытательного блока при невыведенном устройстве защиты.

Адекватность работы моделей оценивалась по:

- отключившимся в результате аварийной ситуации выключателям;
- выпавшим блинкерам, лампочкам, табло;
- журналу событий программы "Аниматор схем", отражающему последовательность работы подсистем моделирования тренажера.

В результате проведения работ на объектах ФСК ЕС был получен уникальный опыт по созданию тренажерных моделей подстанций и определены направления дальнейшего развития и усовершенствования тренажера Модус. В очередной версии 5.0 по-

Сцены

Сцена, или модель конструктива, обеспечивает наглядное отображение состояния оборудования, задействованного в тренировке, и операций по работе с ним. Такие модели востребованы в программных комплексах тренажеров для подготовки оперативного персонала. Сцена представляет собой реальное изображение оборудования в виде 2-, 3- или 2,5-мерной картинки.

Учитывая такие критерии, как наглядность представления оборудования, сложность и стоимость изготовления модели и удобство использования, механизм сцен является оптимальным компромиссным вариантом между двухмерным интерфейсом традиционного тренажера и трехмерным тренажером, выполненным в стиле компьютерных игр.

Сцены наиболее эффективно используются при моделировании основного оборудования заводского изготовления, установленного на энергообъекте (рис. 4, 5). Например, это трансформаторы или выключатели классом напряжения 35 кВ и выше. Для адекватного представления в виде сцены "по месту" достаточно обозначить привязку к конкретному экземпляру оборудования, например, нанесением над-

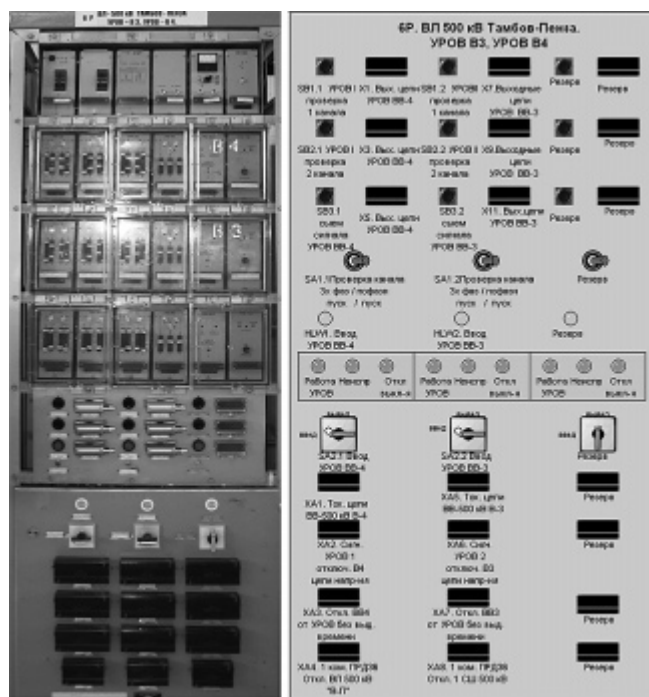


Рис. 3. Вид панели Р3иА и ее компьютерной модели

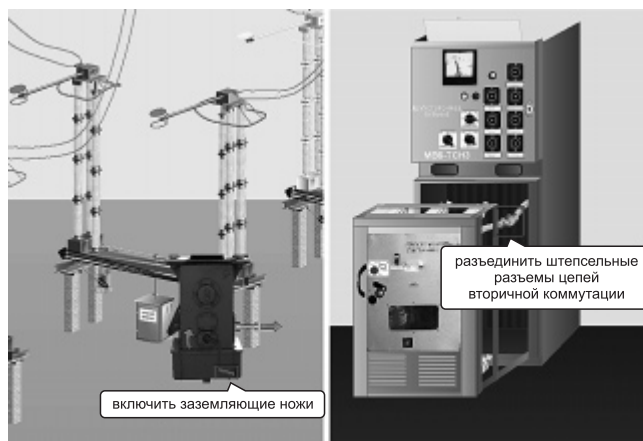


Рис. 4. Выполнение коммутационных операций на сцене

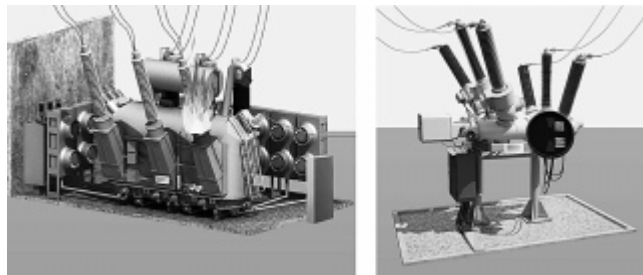


Рис. 5. Выполнение проверок и отображение повреждений

писи на табличку, отображающую его диспетчерское наименование.

В составе тренажера поставляется готовая библиотека, в которой представлено оборудование разных классов напряжения 0,4...1100 кВ, например, выключатели масляные, воздушные, элегазовые, вакуумные; ограничители перенапряжения, разрядники, предохранители и т.д.

Библиотека сцен находится в стадии разработки, на начало 2008 г. доступно около 160 моделей различного оборудования. В первую очередь моделировались наиболее часто встречающиеся виды, а также новое оборудование, в широких масштабах внедряемое на подстанциях ФСК (например, элегазовые выключатели).

Органы управления и индикаторные элементы на сцене имеют возможность отображения произвольных состояний оборудования, включая повреждения и неисправности (повреждения опорно-стержневой изоляции, короткие замыкания и т.п.). Сцены реализуются в виде окон, вызываемых со схемы, на сцене отображается состояние оборудования в соответствии с вызываемым элементом. Поведение синхронизировано с данными всех подсистем тренажера (контроля и управления, коммутационной модели блокировок и др.).

При использовании в тренажере на сцене реализуются как операции по изменению состояния оборудования, так и проверочные (рис. 3, 4).

Механизм сцен реализован в программном комплексе Модус версии 5.0. В поставку стандартного комплекта тренажера включена программа "Редактор сцен", позволяющая пользователю создавать свои собственные сцены или модифицировать сцены, входящие в поставку.

Чтобы подключить работу сцены к выполненному макету, достаточно указать на элементах схемы в макете марку оборудования. По ней система определит и загрузит необходимый файл со сценой из библиотеки. Оснащение сценами всех подготовленных макетов предполагается в рамках продолжения проекта.

В рамках внедрения тренажера для ФСК сцены были выполнены в статусе пилотного проекта для подстанций Азот (МЭС Волги), Белый Раст, Валуйки, Трубино, Старый Оскол и др. (МЭС Центра).

Совместная работа программных комплексов Модус и Феникс

При создании тренажерного комплекса уровня МЭС была поставлена задача организации совместной работы программных комплексов Феникс и Модус, что дает возможность проводить коллективные тренировки, когда дежурный подстанции, производя переключения на макете своей подстанции, воздействует на состояние схемы сети (рис. 6). Данные об изменении состоянии коммутационной модели под-

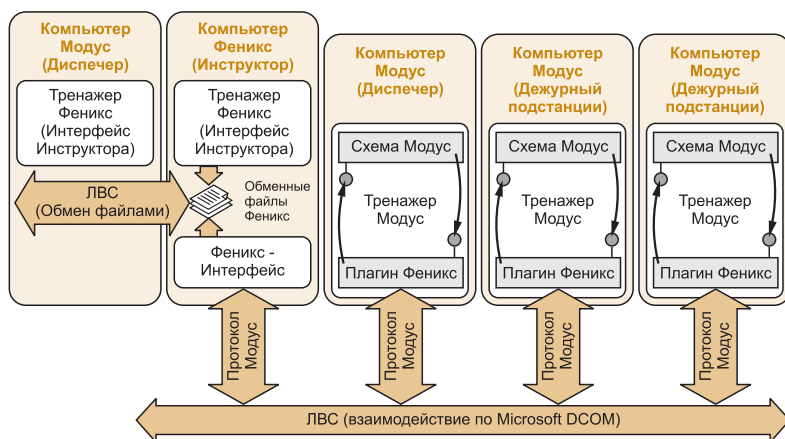


Рис. 6. Совместная работа ПО Модус и Феникс в сети

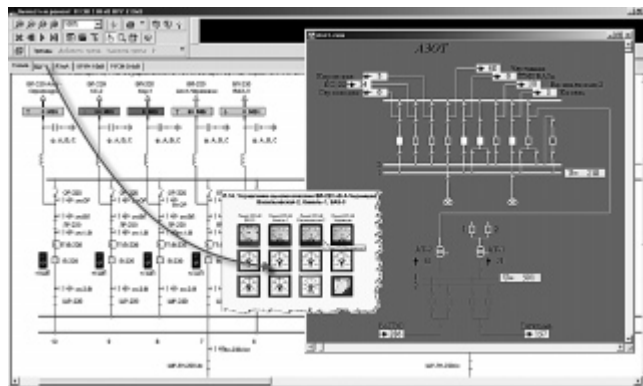


Рис. 7. Отображение синхронизированного состояния схемы в тренажерах на базе ПО Модус и Феникс

станции передаются по локальной сети на сервер, где запущен тренажер Феникс, рассчитывающий параметры в окружающей сети.

Результаты расчета можно просматривать через интерфейс диспетчера тренажера Феникс; они же отображаются с помощью графических средств ПО Модус на рабочих местах всех участников тренировки.

Большой интерес со стороны представителей МЭС вызвала возможность проводить коллективные тренировки удаленно, когда дежурный подстанции находится на своей подстанции, а диспетчер — в тренажерном классе в МЭС. Такую тренировку можно организовать при наличии локальной сети либо Internet-канала.

В качестве исходных данных для построения комплексного тренажера используются:

1. расчетная схема уровня ОЭС в формате Феникс;
2. графические схемы в формате Феникс;
3. макеты подстанций в формате Модус;
4. файлы с таблицами соответствия телесигнализации и телеизмерения Феникс с элементами схем Модус.

В комплексном тренажере используются те же макеты, что и в локальном тренажере уровня подстанции (рис. 7). Таким образом, объединенный тренажер совместил функции тренажера по переключениям и режимного тренажера.

Перспективы развития проекта

При первоначальном формировании объемов работ по проекту не было возможности учесть перспективы развития ФСК на ближайшие годы. Так, не была запланирована разработка тренажеров для подстанций 220кВ, комплектация тренажерами уровня предприятий магистральных сетей (ПМС), оснащение тренажерами вновь формирующихся центров управления сетями (ЦУС). В течение 2008–2009 гг. планируется продолжать работы в этом направлении.

При поддержке и развитии тренажеров особое внимание необходимо уделить следующим моментам:

- ввиду интенсивно ведущейся реконструкции подстанций, сопровождающейся заменой оборудования, панелей, изменениях в схеме, необходима постоянная актуализация макетов по результатам реконструкции. Такую актуализацию предполагается проводить в рамках работ по технической поддержке тренажера.

- организовать систему оказания методической и технической помощи пользователям тренажера в составлении и проведении тренировок, авторское сопровождение при проведении этапов по переключениям и противоаварийных тренировок соревнований оперативного персонала.

*Амелин Сергей Владимирович – генеральный директор ООО "Модус Энерго",
Иванченко Алексей Федорович – начальник диспетчерской службы ОАО "ФСК ЕЭС".*

Контактные телефоны: (495) 642-89-62, 267-79-59. [Http://www.swman.ru](http://www.swman.ru)

Тренажеры для подготовки персонала современных энергопотребляющих предприятий

**С.И. Магид, Е.Н. Архипова, В.В. Кудинов (ЗАО "ТЭСТ"),
О.А. Богачев (МГУП "Мосводоканал")**

Изложены основные принципы построения тренажеров для подготовки персонала энергопотребляющих предприятий, разработанные ЗАО "ТЭСТ". Справедливость предложенного подхода проверена при создании комплексного тренажера для подготовки оперативного персонала Северной водопроводной станции (СВС) и полномасштабного специализированного тренажера для подготовки оперативного персонала в Учебном центре (УЦ) МГУП "Мосводоканал".

При возникновении новых экономических отношений в электроэнергетике, необходимости долгосрочного обеспечения безопасности электроснабжения, решении задач сохранения надежности и "живучести" систем в критических условиях, введении новых инструментов управления технологическими и рыночными рисками требуются новые подходы к реализации механизмов управления надежностью [1]. Участники современного электроэнергетического рынка должны обеспечивать:

- надежность производства электроэнергии, электрическую и технологическую "живучесть", участие в управлении режимами (генерирующие компании);
- надежность работы схем передачи мощности и присоединения нагрузки, готовность сети к выполнению графиков генерации и потребления электроэнергии (сетевые компании);
- надежность режимов, планирование и координацию ремонтов (системный оператор);
- устойчивость своих объектов к внешним возмущениям, а также их электрическую и технологическую "живучесть" (потребители).

Если три первых участника комплекса, представляющие производительную, распределительную и диспетчерскую части электроэнергетики, в какой-то степени обеспечены техническими средствами подготовки персонала, то потребитель в настоящее время фактически лишен указанных средств [2].

В целях ликвидации диспропорции фирма ЗАО "ТЭСТ" занимается внедрением технических средств обучения – тренажеров, а также обучающих и контролирующих программ в процесс подготовки персо-

нала энергопотребляющих предприятий нефтегазового комплекса, угледобычи, транспорта, водоканала и других отраслей промышленности. Среди них тренажеры и учебно-методическое разработки для Московского государственного унитарного предприятия (МГУП) "Мосводоканал". Созданы два тренажера: комплексный для подготовки оперативного персонала Северной водопроводной станции (СВС) и полномасштабный специализированный для подготовки оперативного персонала в Учебном центре (УЦ) МГУП "Мосводоканал".

Комплексный тренажер для СВС

Северная водопроводная станция предназначена для снабжения северной части Москвы питьевой водой. В состав СВС входят шесть насосных станций (НС): три относятся к первому подъему, остальные – ко второму. На берегу Учинского водохранилища установлены НС1 и НС2, а на берегу Клязьминского водохранилища – НС3.

Электроснабжение НС первого и второго подъема осуществляется с шести сравнительно небольших распределительных пунктов (РП) напряжением 6 и 10 кВ, объединенных кабельными линиями. Согласно терминологии Мосводоканала эти РП и называются НС. Электроснабжение каждой НС осуществляется от двух и более независимых источников с автоматическим включением резерва (АВР) в случае отключения основного питания. Помимо НС в электрической схеме электроснабжения имеется 12 трансформаторных подстанций (ТП), на каждой из которых установлено по два трансформатора напряжением 6/0,4 кВ, мощ-