

Тренажер по оперативным переключениям

программный комплекс
для энергетики

Модус



software
MODUS
www.swman.ru modus@swman.ru

Компания Модус активно работает на рынке программного обеспечения для оперативно-диспетчерских служб предприятий электроэнергетики с 1994 г.. За это время компания выпустила линейку программных продуктов и завоевала признание большого количества пользователей.

В настоящее время наши разработки хорошо известны во всех крупных энергосистемах России, в СО, ФСК ЕЭС, ОДУ, РДУ, МЭС, МРСК. Среди заказчиков компании Модус многие городские электрические сети, энергоёмкие предприятия, центры подготовки кадров, компании-разработчики программного обеспечения для энергетики и системные интеграторы.

Большой интерес к нашим программным продуктам определяется их качеством, гибкостью, широкой областью применения и простотой эксплуатации.

Принцип работы компании Модус – «от проблемы - к решению, от простого - к сложному».

Наши программные продукты предназначены для решения следующих задач:

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА (ДИС):

Создание сетевых оперативно-информационных комплексов для оперативно-технологического персонала любого уровня, рабочих мест руководителей и пользователей технологических служб.

ТРЕНАЖЕР ПО ОПЕРАТИВНЫМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯМ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ:

Обеспечение инструментально-методической основы обучения дежурного персонала станций и подстанций, диспетчеров распределительных и питающих сетей проведению оперативных переключений.

ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР:

Разработка электронных макетов схемной графики и математических моделей для электрических и тепловых энергетических объектов, а также систем вторичной коммутации (РЗиА, ПА), автоматизированное проектирование электрической сети.

ГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (ПЛАТФОРМА):

Создание технологических приложений с использованием схемной графики. Компонент ActivesXeme позволяет использовать документы, подготовленные в нашей графической системе, в приложениях других разработчиков ПО для энергетики, корпоративных решениях, в Интернет.

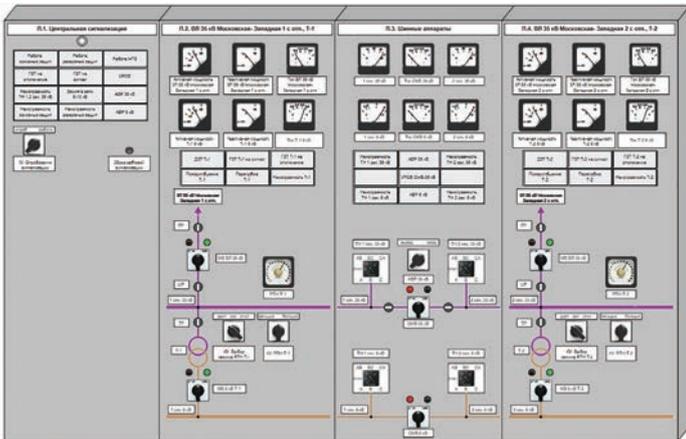
Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов

Тренажер по оперативным переключениям предназначен для обучения персонала порядку проведения коммутаций на любых энергетических объектах. Он может быть использован для самоподготовки, аттестации персонала различного уровня, для проведения соревнований оперативного персонала, подготовки к проведению сложных переключений, на собеседовании при приеме на работу.

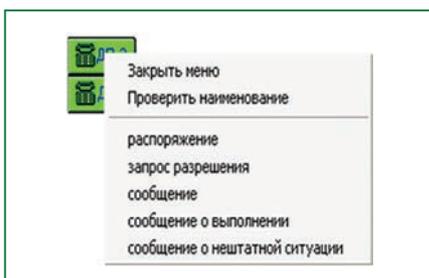
Тренажер обеспечивает моделирование энергообъектов различного уровня - от городских и распределительных сетей до электростанций и энергосистем.

Пользователями тренажера могут быть:

- Диспетчер ЦДУ, РРС, ОДУ, РДУ, МЭС, МРСК, ПЭС;
- Дежурный подстанции, ОВБ;
- Сотрудники электроцеха электрической станции;
- Диспетчер распределительной и городской сети;
- Сотрудники энергетических служб промышленных предприятий, железной дороги и т.п..



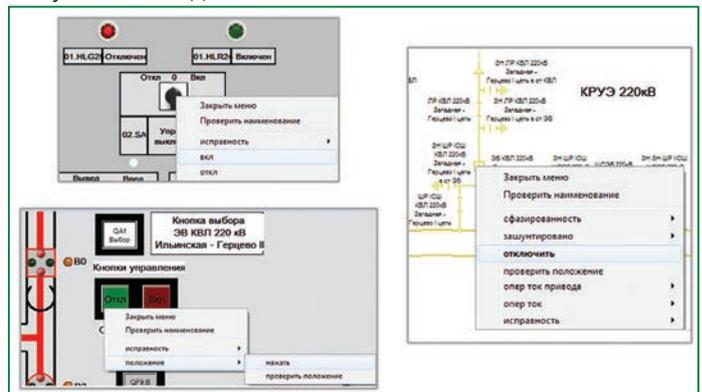
Щит управления



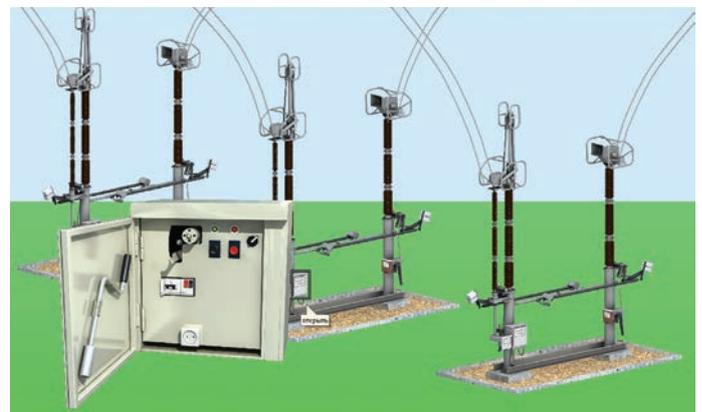
Имитация переговоров между персоналом

В качестве пользовательского интерфейса тренажера используется электронный макет, представляющий однолинейную схему энергообъекта или сети электроснабжения, дополненный интерактивными изображениями щитов управления, панелей релейных защит и автоматики, а также анимированных изображений реального основного оборудования ОРУ, ячеек КРУ (сцены), имитацией экранных форм АРМ и терминалов микропроцессорных защит.

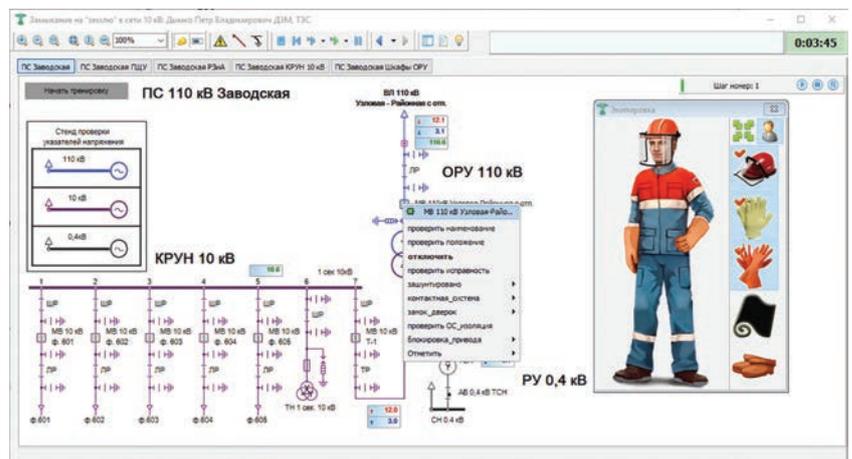
В ходе тренировки обучаемый должен произвести переключения, проверочные и другие действия на макете энергообъекта в условиях нормальной работы или при аварийной ситуации в соответствии с полученным заданием.



Способы переключения коммутационных аппаратов



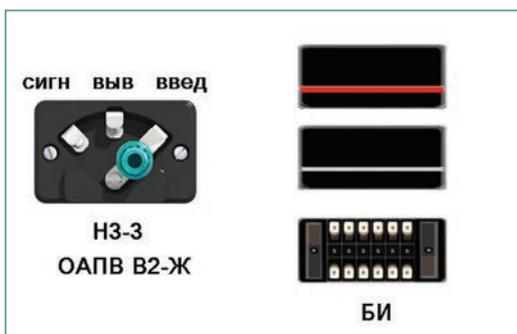
Переключения на ОРУ



Выполнение операций на схеме

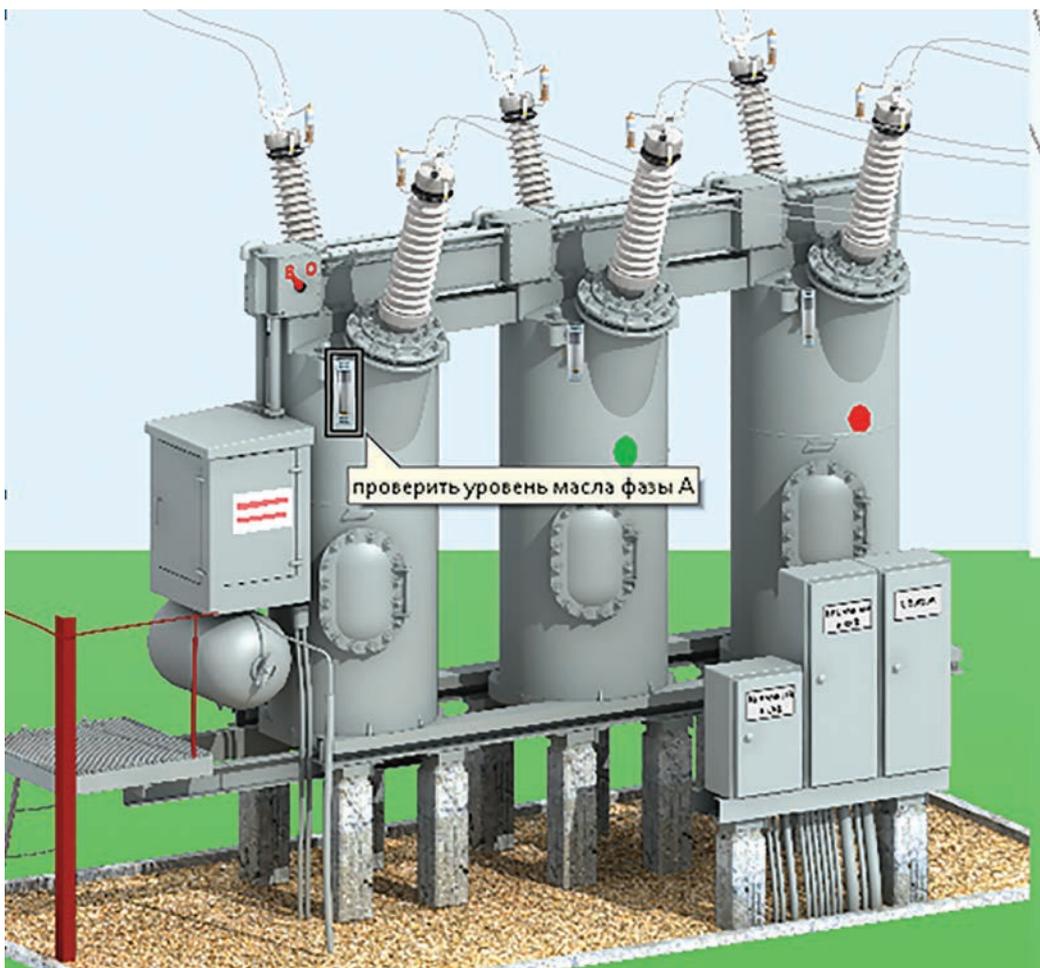
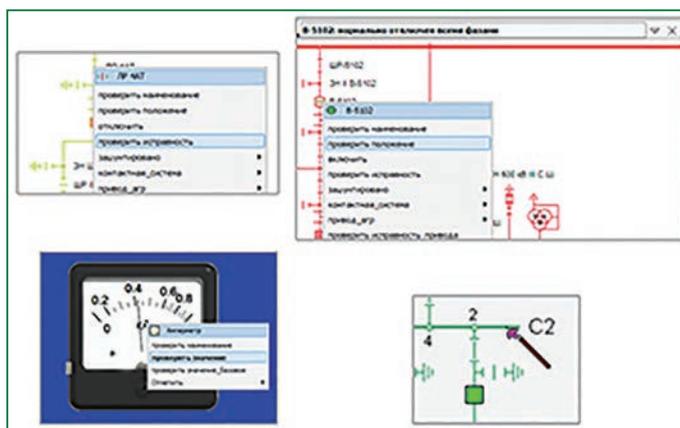
Имитируются следующие виды действий:

- Коммутации (Работа на открытом распределительном устройстве).
- Управление оборудованием (выключателем и др.) с ключа управления на щите управления.
- Ввод в действие (работа с устройствами релейной защиты и автоматики).
- Проверочные действия (в т.ч. проверка состояния и исправности оборудования, показаний приборов, наличия напряжения с помощью указателя).



Изменение состояния устройств РЗА

- Вывешивание плакатов.
- Использование средств индивидуальной защиты
- Выполнение действий через АРМ.
- телефонные переговоры.



Проверка текущего состояния и исправности оборудования

Тренажер по оперативным переключениям для персонала энергетических объектов

Алгоритм тренировки

Как правило, при проведении тренировок используется «свободный» режим, когда обучаемый выполняет произвольные действия с макетом без ограничения свободы действий (за исключением блокировок) со стороны программы. В результате этих действий обучаемый должен привести макет в состояние, заданное во вводной, руководствуясь правилами по

переключениям в электроустановках и местными инструкциями.

Последовательность выполнения действий **отражается в протоколе** тренировки и автоматически сравнивается с эталонной, заданной в сценарии. В протоколе фиксируются отклонения от сценария (не выполненные, непредусмотренные, выполненные с опозданием, преждевременно выполненные действия).

№	Действие	Операция	Параметр	Значение	Баллы	Штрафные баллы	Время реакции	Время выполнения	Исполнитель
1	откл 68_РЗА\№5 ЩУ 3В ВЛ 110кВ Битца-Ясенево с отп. \Дверь\01.SA1 Ключ уп...	переключить	положение	откл	1		15:07:38	0	пользователь
2	не включать - работают люди установить 68_РЗА\№5 ЩУ 3В ВЛ 110кВ Бит...	переключить	установить	не включать - ...	1		15:07:42	0	пользователь
3	проверить включенное положение 68_РЗА\№5 ЩУ 3В ВЛ 110кВ Битца-Ясенево...	проверить	положение	горит	0		15:07:45	0	пользователь
4	открыто положение _дверцы 68_РЗА\№5 ЩУ 3В ВЛ 110кВ Битца-Ясенево с отп...	переключить	положение_дв...	открыто	1		15:07:46	0	пользователь
5	откл 68_РЗА\№5 ЩУ 3В ВЛ 110кВ Битца-Ясенево с отп. \01.SF1 Опер. ток упра...	переключить	положение	откл	1		15:07:48	0	пользователь
6	не включать - работают люди установить 68_РЗА\№5 ЩУ 3В ВЛ 110кВ Бит...	переключить	установить	не включать - ...	0		15:07:54	0	пользователь
7	закрыто положение _дверцы 68_РЗА\№5 ЩУ 3В ВЛ 110кВ Битца-Ясенево с отп...	переключить	положение_дв...	закрыто	1		15:07:55	0	пользователь
	Эксплировка: какаа, перчатка термостойкая, перчатка диэлектрическая	переключить	Эксплировка	какаа	-		0:00:00	0	пользователь
	проверить отключенное положение ПС-110 Битца 68\3В ВЛ 110 кВ Битца - Ясен...	проверить	положение	отключен	0		15:08:09	0	пользователь
6	проверено исправность ПС-110 Битца 68\УР ВЛ 110 кВ Битца - Ясенево с отпай...	проверить	исправность	исправен	1		15:08:15	0	пользователь
7	отключить ПС-110 Битца 68\УР ВЛ 110 кВ Битца - Ясенево с отпайкой на ПС Пр...	переключить	положение	отключен	1		15:08:17	0	пользователь
8	проверить отключенное положение ПС-110 Битца 68\УР ВЛ 110 кВ Битца - Ясен...	проверить	положение	отключен	1		15:08:20	0	пользователь
	отключить ПС-110 Битца 68\ШР ВЛ 110 кВ Битца - Ясенево с отпайкой на ПС Пр...	переключить	положение	отключен	0		0:00:00	0	пользователь
	включить ПС-110 Битца 68\ЭН ШР ВЛ 110 кВ Битца - Ясенево с отпайкой на ПС ...	переключить	положение	включен	0		0:00:00	0	пользователь
	проверить включенное положение ПС-110 Битца 68\ЭН ШР ВЛ 110 кВ Битца - Я...	проверить	положение	включен	0		0:00:00	0	пользователь
	включить ПС-110 Битца 68\ЭН ЛР ВЛ 110 кВ Битца - Ясенево с отпайкой на ПС ...	переключить	положение	включен	0		0:00:00	0	пользователь
	не включать - работают люди установить ПС-110 Битца 68\УР ВЛ 110 кВ Б...	переключить	установить	не включать - ...	0		15:08:32	0	пользователь

Пропущенные действия предусмотренные в эталоне	4
Выполненные действия без замечаний	8
Преждевременное действие	0
Действие выполненное с опозданием	0
Необязательное действие	4
Нарушение режима	1
Действия с эксплировкой	1
Выполнено автоматом	0

Итого: Всего действий	13	Время выполнения	01:09 с.
Баллы	8	Дата и время начала	25.10.17 15:07:25

Протокол тренировки

Протокол тренировки

Инструктор может описать в сценарии несколько допустимых **альтернативных** вариантов проведения переключений, если действия обучаемого соответствуют любому из них, то признаются правильными.

Система протоколирования в тренажере, начисляет баллы за правильное выполнение каждого действия, и автоматически проводит оценку выполненного задания. Дополнительно можно назначать штрафные баллы за пропущенные действия, за выполнение операций на силовом оборудовании без использования СИЗ.

Нарушения правил переключений при выполнении действий выявляются автоматически, и фиксируются в протоколе. Анализ производится на основе заложенной в тренажере экспертной системы проверки правил переключений, использующей данные от топологии схемы и состоянии коммутационных аппаратов (коммутационной модели). Топологическая модель сети строится автоматически на основе рисунка в момент подготовки схемы в графическом редакторе.

При ошибочных действиях обучаемого, приводящих к **аварийной ситуации**, вступает в действие модель релейной защиты и автоматики. Она воспроизводит реакцию энергообъекта прототипа на аварийную ситуацию (работу защит, приводящую к отключениям), что позволяет продолжать тренировку после создания

аварийной ситуации с целью ее ликвидации. Второй функцией этой модели является воспроизведение последствий работы защит при моделировании аварийной ситуации в противоаварийной тренировке. Для создания аварии достаточно указать место на схеме и тип неисправности или КЗ.

Тренажер может работать **в режиме тренировки и экзамена**. В режиме тренировки доступны:

- Подсказка по следующему ожидаемому действию,
- Режим "автопилота": тренажер указывает на элемент, с которым необходимо произвести следующее действие на схеме.

Дополнительные возможности

Результаты тренировки фиксируются в базе данных (локальной или сетевой) результатов с возможностью просмотра протокола по каждой тренировке. Тренажер может выдавать голосовые сообщения с помощью поставляемого в его составе синтезатора голоса.

Сетевой вариант тренажера, позволяет:

- Наблюдать с рабочего места инструктора за тренировками на рабочих местах в тренажерном классе и вмешиваться в их ход.
- Проводить коллективные тренировки в сети.

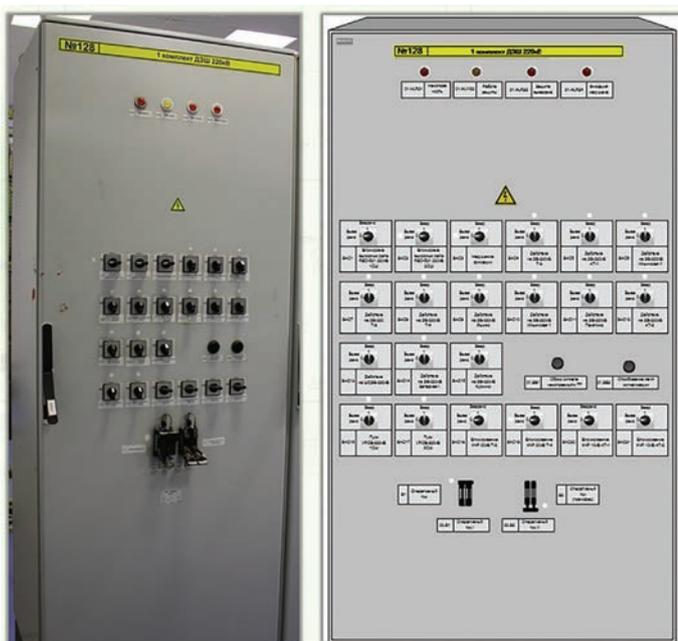
Средства подготовки

Тренажер поставляется в виде универсального исполняемого модуля simswitch.exe. Возможность создавать и запускать модели разных энергообъектов осуществляется через создание макетов – моделей энергообъектов, в виде файлов .xsde, а также файлов – сценариев тренировок.

Тренировки могут проводиться не только на абстрактных учебных макетах, но и на модели **реального энергообъекта**, на котором работает обучаемый. С помощью средств подготовки макета и набора заданий – графического редактора, аниматора-редактора сценариев, удается с высокой реалистичностью воспроизводить в виртуальной модели реальное оборудование энергообъекта.



Панель ГЩУ (слева-фото, справа – в тренажере)



Щкаф РЗИА (слева-фото, справа – в тренажере)

При создании пакета тренировок основной объем работы заключается в создании адекватного макета энергообъекта в графическом редакторе и аниматоре.

При подготовке макета должна быть создана модель схемы первичных присоединений энергообъекта, панелей щита управления и защит и др.

Сертификация

Тренажер прошел сертификацию в Департаменте Генеральной инспекции по эксплуатации электрических станций и сетей России в соответствии с “Нормами годности программных средств подготовки персонала энергетики” РД 153-34.0-12.305-99, успешно применяется на многих соревнованиях, в том числе Всероссийского уровня.

Имеется свидетельство Роспатент на регистрацию программного продукта.



На основе правил переключения выявляются виды нарушений:

- Приводящие к аварийным ситуациям;
- Потенциально приводящие к аварийным ситуациям;
- Противоречащие правилам переключений в электроустановках или местным инструкциям.

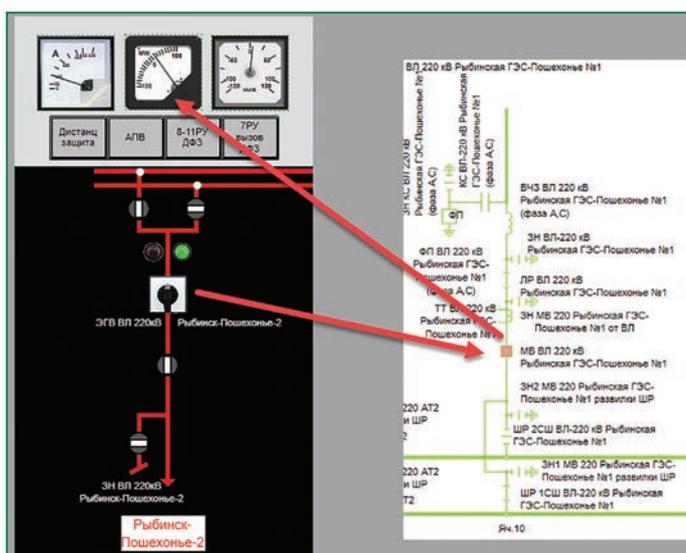
Для всех КА проверяются следующие нарушения режима (список неполный):

КЗ на землю	Включение КА приводит к подаче напряжения на заземленный участок. Установка ПЗЗ выполнена на участок схемы под напряжением.
КЗ на генератор	Включение КА приводит к подаче напряжения на остановленный генератор.
Отключение потребителей	Обесточивание участка схемы, содержащего потребителей.

Проверка любого правила для конкретного коммутационного аппарата на схеме может быть отменена или добавлена, что позволяет учесть особенности конструкции и схемы.

Система телеуправления, телеизмерения и телесигнализации

В тренажере имеется настраиваемая система телеуправления, телеизмерения и телесигнализации. Модель телеуправления осуществляет передачу команд на включение или отключение различных исполнительных механизмов. Эти команды может посылать оператор или подавать вычислительное устройство (РЗИА или другое) через орган управления.



Связка первичной схемы с макетом щита с использованием системы телеуправления, телеизмерения и телесигнализации

Модель телеизмерения и телесигнализации позволяет визуально отслеживать состояния первичного оборудования по сигнальным элементам (лампы, табло и пр.) без изменения состояния электрической схемы.

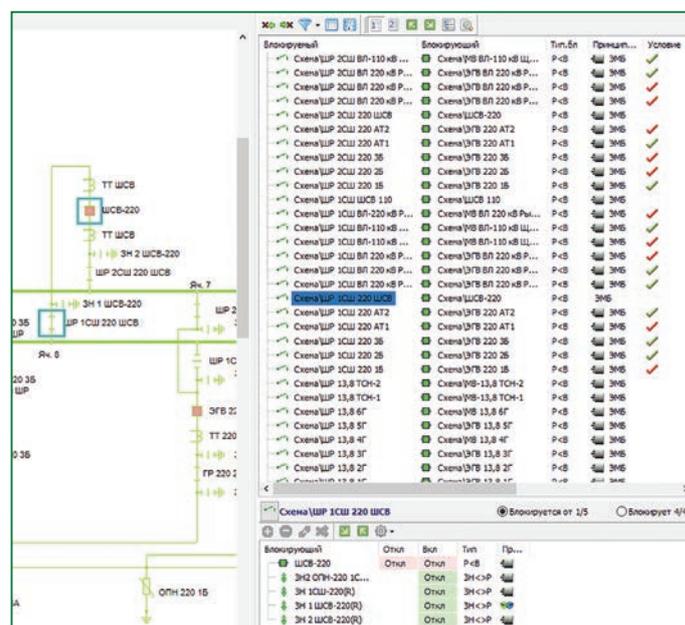
Работая в связке с коммутационной моделью, система телеуправления, телеизмерения и телесигнализации реализует следующие часто используемые операции:

- дистанционное управление коммутационными аппаратами на схеме от ключей с панели управления;
- сигнализация положения коммутационного аппарата, с учетом рассогласования и без;
- управление оперативным током коммутационного аппарата;
- согласование наличия показаний на контрольных приборах с параметрами модели режима сети.
- управление АРНТ трансформаторов с изменением показаний контрольных приборов;
- изменение показаний вольтметра при переключении схемы измерений.

Модель блокировок

Оперативные блокировки на РУ реального объекта должны предотвращать ошибочные действия персонала, запрещая переключения КА (блокируемых) в зависимости от положения других КА (блокирующих). Этот принцип воспроизводится в тренажере в виде модели блокировок.

Блокировки могут быть простыми (однаправленными) – например, блокировка разъединителя от состояния выключателей или взаимными (двунаправленными) – например, блокировка положения заземляющих ножей от положения разъединителей.



Структура модели блокировок

Технологии моделирования объектов электроэнергетики

Также блокировки могут дополняться условиями произвольной сложности, в зависимости от положения других коммутационных аппаратов.

По принципу действия блокировки могут быть механическими, электромагнитными или топологическими. Последние реализованы начиная с версии 6 и используются при управлении через АРМ в макетах подстанций нового поколения.

В ходе обучения, для реализации права на ошибку обучаемого можно проводить специальные тренировки с отключенной моделью блокировок.

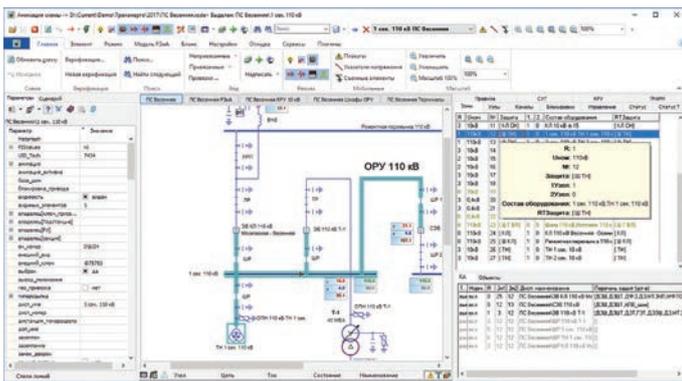
С помощью блокировок моделируются следующие действия:

- запрет включения;
- отказ переключения;
- отказ привода;
- запрет переключения.

Модель релейной защиты и автоматики

Это самая сложная модель в составе программного комплекса. Используется в составе Тренажера по оперативным переключениям для имитации последствий реакции энергообъекта на аварийные ситуации (повреждения и КЗ), возникшие как начальные условия противоаварийной тренировки, либо вследствие ошибочных действий обучаемого, приводящих к тяжелым последствиям.

При возникновении опасной ситуации основная задача защиты – отключить поврежденный участок для локализации повреждения. Реакция модели энергообъекта в результате работы модели РЗА обычно представлена для пользователя в виде отключений выключателей, выпадения блинкеров, табло и лампочек на электронном макете и индикации на экранной форме, имитирующей АРМ АСУ ТП.

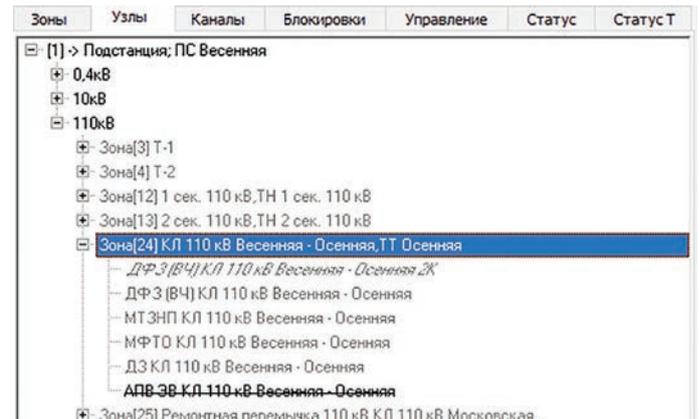


Список зон защит

Виды используемых защит

Для воздушных линий:

- ДФЗ (ВЧ) – дифференциально-фазовая, или высокочастотная, защита линии;
- ДЗЛ – дистанционная защита;
- МТЗНП – максимально-токовая защита нулевой последовательности;
- МФТО – межфазовая токовая отсечка.



Набор устройств РЗА в зоне КЛ

Для трансформаторов:

- ДЗТ – дифференциальная защита трансформатора;
- ГЗТ – газовая защита трансформатора;
- ДЗ – дистанционная защита трансформатора;
- МТЗНП – максимально-токовая защита нулевой последовательности;
- МФТО – межфазовая токовая отсечка.
- МТЗ – максимальная токовая защита для низших классов напряжения;
- ДЗОШ – дифференциальная защита ошиновки для всех классов напряжения;
- КИВ – контроль изоляции вводов (для трансформаторов и реакторов 220 кВ и выше);
- Пожаротушение;
- Потеря охлаждения.

Для шин:

- ДЗШ – дифференциальная защита шин (с учетом нарушения фиксации присоединения);
- ДЗШТ – дифференциальная защита шин с торможением;
- АПВШ – автоматическое повторное включение шин.

Для генераторов:

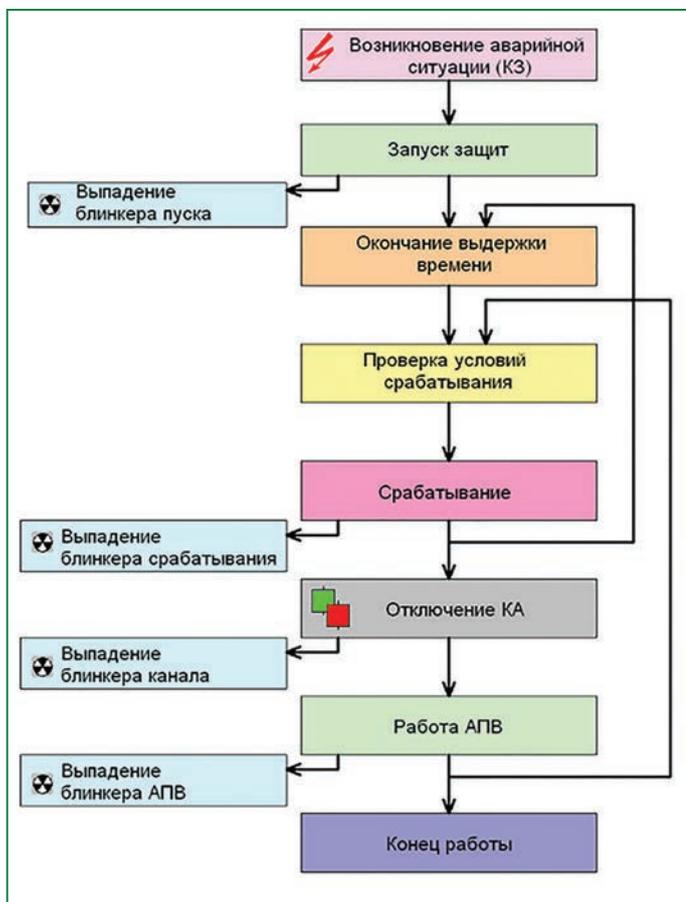
- ДЗГ – дифференциальная защита генераторов;
- ЗЗГ – земляная защита генераторов;
- АГП – автомат гашения поля;
- Гидромеханические защиты.

В программном комплексе Модус устройства защиты дифференцированы по виду КЗ: защиты, чувствительные к КЗ на землю, к межфазному КЗ и универсальные защиты, чувствительные к любому виду КЗ. Для моделирования отказа силового коммутационного оборудования в модели РЗА предусмотрена имитация работы УРОВ.

Управление защитами, как и на реальном объекте, осуществляется путем установки накладки, ключа, испытательного блока и других органов управления в соответствующее положение. Используется два типа сигнализации: визуальная и звуковая. В качестве визуальной сигнализации используются различные табло, сигнальные лампы и указательные реле (блинкер). В Тренажере существует два типа звуковой сигнализации: аварийная и предупредительная, отличающиеся друг от друга по типу звукового сигнала.

Система защит выполняет также автоматические операции по восстановлению питания, поэтому кроме защитных устройств в программе предусмотрены устройства автоматики – АПВ линии и АВР.

Модель релейной защиты и автоматики имитирует срабатывание релейной защиты при ошибках стажера или при аварийных ситуациях.



Алгоритм работы модели защит

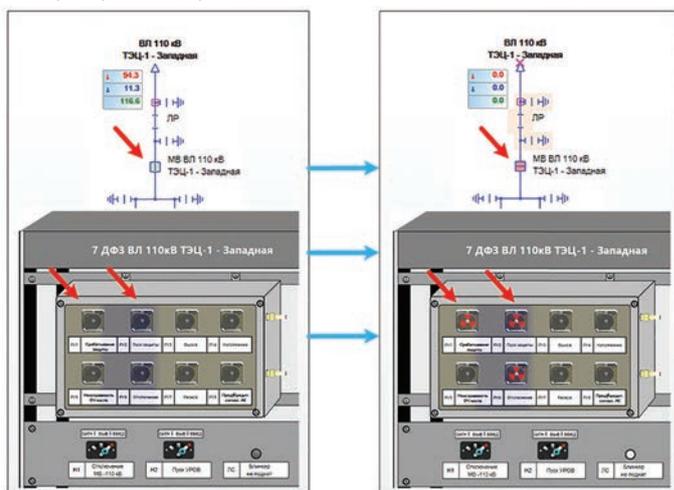
В случае моделирования отказа выключателя имитируется запуск и срабатывания устройства УРОВ.



Протокол работы модели защит при КЗ в схеме

В тренажере обеспечена имитация выполнения операций с органами сигнализации и управления устройств РЗА, в объеме, необходимом для оперативного персонала.

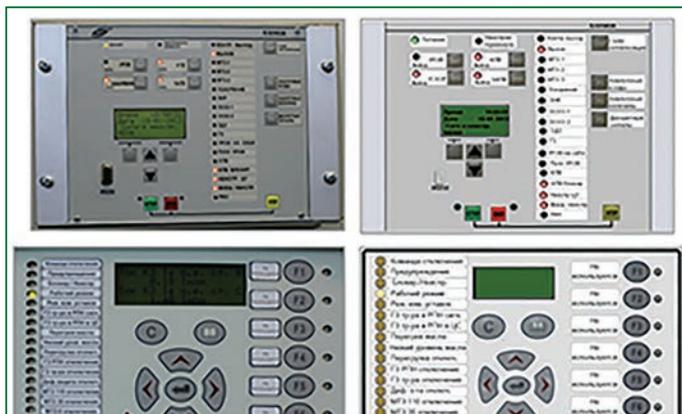
Обучаемый может выводить и вводить защиты с помощью накладок и ключей (органов управления), отслеживать их состояние (срабатывание) по табло, блинкерам, сигнальным лампам (элементам индикации), а также посредством индикации микропроцессорных защит и в АРМ АСУ ТП.



Срабатывание устройств РЗА в тренажере

Поддерживается возможность пофазного управления и индикации устройств РЗА. Возможно создание двухкомплектных наборов РЗА.

Средства разработки моделей тренажера 6.30 позволяют с высокой степенью реалистичности воспроизводить внешний вид терминалов микропроцессорных защит, а их функциональность выполняется в объеме, необходимом оперативному персоналу.



Терминалы защит (слева - фото, справа – в тренажере)

Модель агрегата (генератора)

Моделирование системы возбуждения агрегатов (для электростанций).

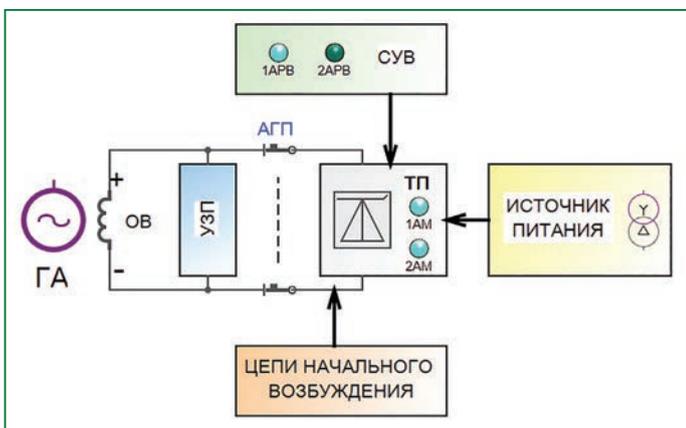
Схема возбуждения агрегатов моделируется по блочному принципу. В блочной модели имитируются как органы сигнализации и управления, так и устройства РЗА.

Технологии моделирования объектов электроэнергетики

Блоки модели возбуждения позволяют моделировать все операции, которые выполняет оперативный персонал в процессе работы.

Модель возбуждения агрегата включает в себя следующие устройства (блоки) схемы возбуждения:

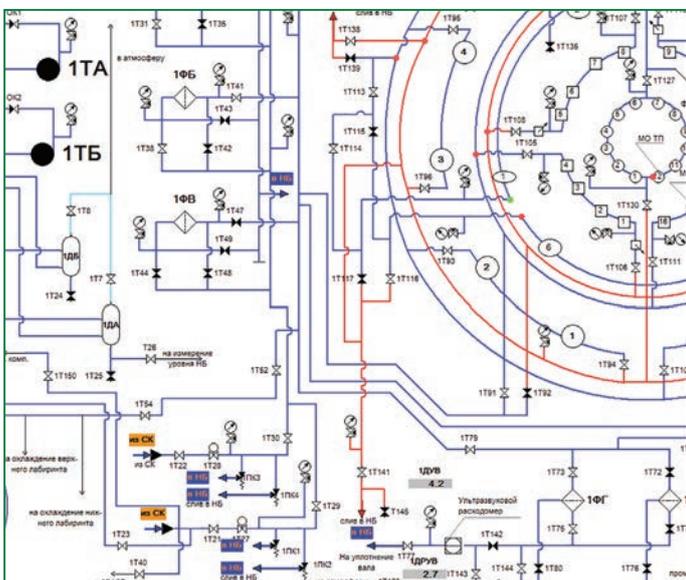
- обмотка возбуждения (ОВ);
- автомат гашения поля (АГП);
- силовая часть (тиристорная секция);
- система управления тиристорной секцией (СУВ);
- автоматический регулятор возбуждения (АРВ);
- выпрямительный трансформатор (ВТ);
- устройство защиты от перенапряжений в цепи возбуждения (УЗП);
- устройство начального возбуждения (УНВ) (или внешний источник).



Типовая СВ

Модель циркуляции

Новым этапом в развитии тренажера по оперативным переключениям стала разработка циркуляционной модели технологических систем энергообъекта, необходимой для имитации работы контуров системы тепло-водоснабжения, масло-хозяйства, системы торможения агрегата станции и др..



Фрагмент технологической схемы системы охлаждения гидроагрегата

Для имитации работы технологических систем предприятия используется логическая модель потокораспределения. В каждой точке такой модели ведется качественный анализ состояния среды: давление – норма, выше или ниже нормы, наличие или отсутствие перетока.

Функционирующая модель гидромеханической схемы описана как множество объектов (агрегатов), систем управления и связей (трубопроводы и магистрали и т.п.) между ними. Формирование исходных данных для анализа гидромеханических систем и гидротурбинного оборудования производится автоматически при операциях (ручных, автоматических) с запорной арматурой, золотниками, клапанами, распределителями, повреждениями трубопровода и т.д. Логическая модель учитывает изменение коммутации и наличие повреждений внутри технологических систем и узлов агрегатов.

Результатом расчета является качественное значение давления (есть, нет, больше или меньше нормы), переток.

Средства разработки, настройки моделей и сценариев для тренажера

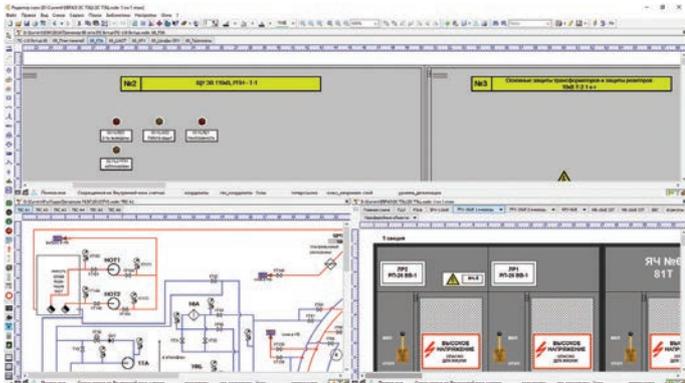
Работу по разработке моделей и сценариев можно условно разделить на три этапа:

1. На первом этапе, в Графическом редакторе, выполняется подготовка визуального представления энергообъекта – схема, панели управления, панели РЗиА, ячейки КРУ и пр.. В среде графического редактора заносятся режимные параметры элементов схемы.
2. На втором этапе, выполняется настройка «поведенческих» моделей – модели телеуправления и телеизмерения, РЗиА, блокировок. Кроме этого, Аниматор позволяет выполнять отладку топологии, модели электрической сети, расчетной модели.
3. На третьем этапе выполняется разработка сценариев тренировок. Начиная с версии 6.30 средство разработки сценариев тренировок интегрировано в Аниматор.

Графический редактор как средство подготовки данных для тренажера

Общая информация

Графический редактор предназначен для подготовки схем, макетов и других графических данных. От других графических редакторов его отличает ориентированность на требования энергетиков.



Типичные виды документов

Графический редактор поставляется в комплекте с библиотеками элементов и обеспечивает подготовку следующих разновидностей документов:

- Схем электрических присоединений подстанций, основных сетей и электростанций;
- Схем электрических присоединений распределительных сетей;
- Макетов щитов управления и панелей релейной защиты и автоматики;
- Произвольное изображение с использованием самостоятельно созданных дополнительных элементов, в том числе имеющих несколько состояний.

Элементы схем

Наборы элементов

Графический редактор содержит ряд библиотек элементов для создания различного типа схем:

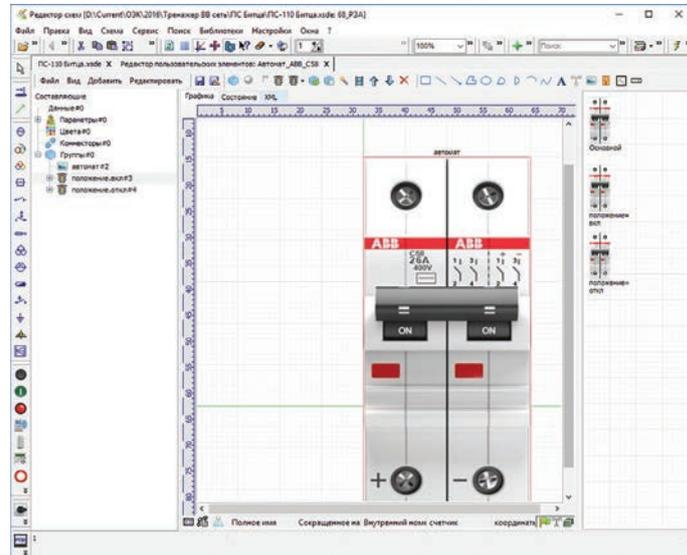
- Электрическое оборудование,
- Элементы контроля и управления,
- Релейная защита и автоматика,
- Энергосистема.



Примеры библиотечных элементов

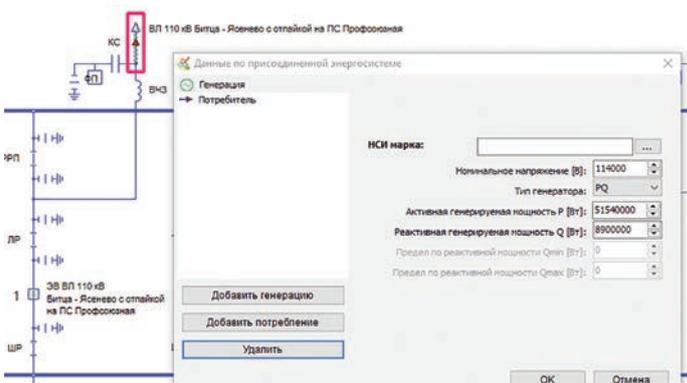
Создание и редактирование элементов библиотек

Помимо существующих библиотек в ПО встроен модуль создания и редактирования пользовательских элементов, что практически исключает отсутствие необходимых для работы элементов схем.



Параметрирование расчетной модели

В Графическом редакторе заносятся исходные данные для создания расчетной модели нормального режима работы электрической сети: активные и реактивные составляющие сопротивления, проводимости и емкости ЛЭП, устройств компенсации реактивной мощности, номинальные напряжения оборудования, значения активных и реактивных мощностей, параметры статических характеристик нагрузок, параметры и режим работы обобщенных генераторов.



Занесение режимных параметров

Аниматор схем

Подготовленная графическая модель энергообъекта загружается в Аниматор для «оживления». Аниматор схем (модуль настройки моделей) предназначен для создания и отладки модели энергообъекта на основе графических данных, в нём выполняется настройка взаимосвязей между различными графическими элементами, привязка приборов к расчетной модели, настройка устройств РЗА. Используя программу Аниматор, можно построить полнофункциональную модель энергообъекта или электрической сети, адекватно отражающую особенности структуры и поведения реального объекта.

Задачи, решаемые ПО Аниматор схем:

- Проверка топологии и модели электрической сети. Позволяет выявлять ошибки, допущенные при подготовке исходной схемы энергообъекта или сети, на предмет неприсоединенных и закороченных элементов, участков сети под напряжением с включенными заземляющими ножами, ошибочно отключенных(включенных) КА, состояние которых может привести к обесточению потребителей.
- Настройка и проверка модели телеизмерения, телеуправления и телесигнализации.

Аниматор позволяет связать объект на электрической схеме с ключами управления, изображенными на щите управления, датчиками и приборами индикации, автоматами оперативного тока и т.д.; задать модель поведения каждой пары связанных элементов. В результате макет будет достаточно полно имитировать взаимосвязи устройств на реальном энергообъекте.

- Настройка и проверка правил переключения. При моделировании схемы энергообъекта учитываются особенности переключений на тех или иных элементах схемы, корректируется набор правил, проверяемых на выбранном экземпляре оборудования.
- Настройка и проверка модели блокировок. Аниматор позволяет выполнять настройку взаимных блокировок первичного оборудования, в т.ч. добавление сложных условий.
- Настройка защит.

Аниматор позволяет выполнять привязку органов управления и сигнализации к модели устройств РЗА, настройку чувствительности защит, выдержек времени срабатывания, состава КА на которые действует устройство РЗА.

The screenshot displays the 'Аниматор схем' software interface. The main window shows a schematic diagram of a power system, including a 35 kV substation (ОРУ 35 кВ) and a 6 kV substation (ЗРУ 6 кВ). The diagram features various electrical components like transformers (Т-2), circuit breakers (КЗ), and busbars. The interface includes several panels:

- Панель параметров:** Lists various parameters and their values, such as 'MetaHash', 'PISValues', and 'UID_Tech'.
- Панель статусов:** Shows the status of different zones and elements, including 'Зона[1]', 'Зона[2]', and 'Зона[5]'. It also lists rules and control actions.
- Панель управления:** Contains a table of control parameters and their values, such as 'Блиker[1]', 'Блиker[2]', and 'Индикатор[1]'. The table has columns for 'Параметр' and 'Значение'.

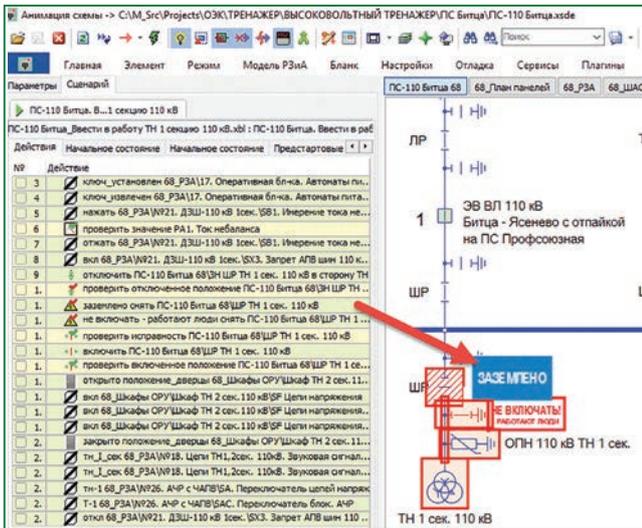
Параметр	Значение
Блиker[1]	ПС Дятлово РЗА...
Блиker[2]	ПС Дятлово РЗА...
БлиkerНаПуск[1]	
БлиkerНаСигнал[1]	
БлиkerПовреждения[1]	
Индикатор[1]	
Индикатор[2]	
Индикатор[3]	
Индикатор[4]	
Индикатор[5]	
Индикатор[6]	
Индикатор[7]	
Индикатор[8]	
Индикатор[9]	
Индикатор[10]	
Индикатор[11]	
Индикатор[12]	
Индикатор[13]	
Индикатор[14]	
Индикатор[15]	
Индикатор[16]	
Индикатор[17]	
Индикатор[18]	
Индикатор[19]	
Индикатор[20]	

Редактор сценариев

Инструмент редактирования и проверки работоспособности сценариев тренировок.

В редакторе сценариев задаются:

- Начальное состояние схемы (в случае начала тренировки отличия от нормального).
- Вводная к заданию.
- Бланк переключений (описывает эталонную последовательность действий, которую необходимо повторить обучаемому).
- Возможные разрешенные отклонения последовательности операций от эталонного сценария, не ухудшающие результат (альтернативы).
- Реакции макета на события – действия обучаемого или состояния схемы.
- Баллы за операции (весовые коэффициенты для формирования итоговой оценки за тренировку).
- Большая часть операций по редактированию сценария производится визуально – указанием нужного элемента на схеме и пункта меню с описанием выполняемого действия.



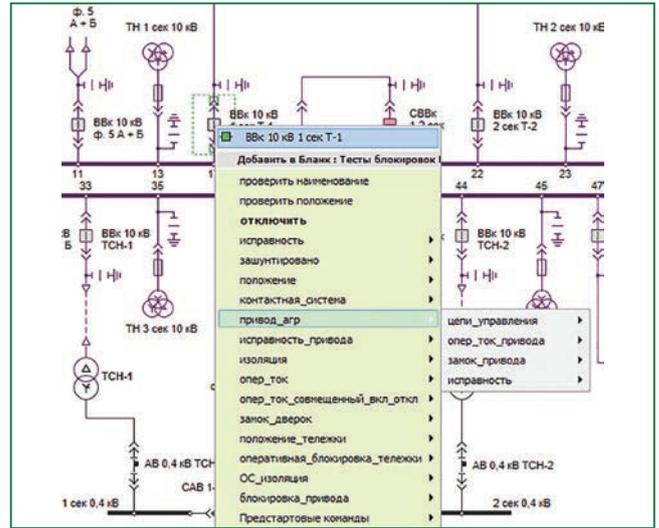
Контроль выполнения сценария

Варианты операций в сценарии:

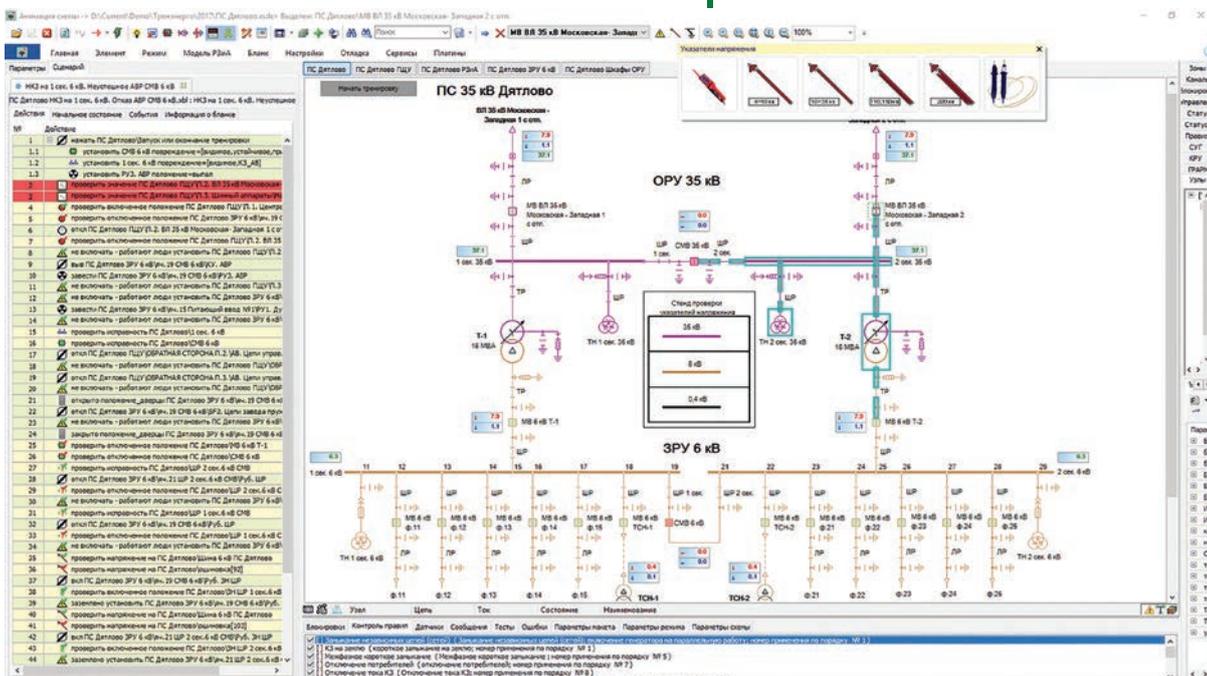
- Переключения с КУ и по месту.
- Переключения во вторичных цепях.
- Операции с ПЗЗ.
- Размещение плакатов.
- Действия с указателем напряжения (как с одно, так и с двухполюсным).
- Проверочные операции.
- Сообщения оперативного персонала (переговоры).

Каждое упражнение привязывается к определенной схеме (макету) и содержит бланк переключений. Эти данные хранятся в файлах сценариев с расширением xbl. Для запуска в тренажере файлы со сценариями должны быть привязаны к курсам с помощью ПО Редактор курсов.

ПО имеет встроенные средства контроля правильности переключений, а также имеет возможность контроля состояния макета после каждого шага выполнения сценария.



Наполнение сценария со схемы энергообъекта



Сетевые возможности тренажера

Ответ на вопрос – является ли тренажер Модус сетевым, часто вызывает путаницу из-за большого количества вариантов развертывания комплекса для разных задач, поэтому необходимо четко понимать, какие из его функций можно считать сетевыми.

1. Расположение исполняемых файлов и исходных данных тренировок на сервере для их последующего запуска.

Да, это возможно и в этом смысле базовый тренажер является сетевым.

2. Хранение на сервере базы данных результатов тренировок.

Да, базовый тренажер можно настроить на хранение результатов в сети. Обучаемые одновременно могут выполнять независимые тренировки на своих рабочих местах.

3. Использование сетевой лицензии на тренажер.

Да, базовый тренажер может использовать сетевую лицензию.

4. Взаимодействие нескольких обучаемых при проведении одной тренировки.

Да, такая возможность есть, необходимо на каждом рабочем месте использовать базовый тренажер.

5. Отслеживание действий обучаемых по сети инструктором.

Да, такая возможность есть, для ее осуществления используется базовый тренажер + продукт «Управление тренажерным классом» на рабочем месте инструктора.

6. Проведение одной и той же тренировки с разных рабочих станций одним и тем же обучаемым (например, на одной рабочей станции развернут макет подстанции, а на другом имитация АРМ).

Такая связка внешне похожа на упрощенный вариант

4. Для реализации используется базовый тренажер + имитатор. Выделенного сервера не требуется. Роль сервера выполняет приложение базового тренажера.

ПО Управление тренажерным классом (рабочее место инструктора) предназначено для проведения тренировок по локальной сети в тренажерных классах; несколько обучаемых выполняют свои задачи каждый на своем рабочем месте. Со своего рабочего места руководитель тренировки может запускать задания на компьютере обучаемого, проводить мониторинг его действий, а также дистанционно вмешиваться в ход тренировки (например, вносить повреждения в схему, которые могут приводить к аварийной ситуации). Тренировки на рабочих местах обучаемых (на одной и той же или разных схемах) проходят независимо друг от друга.

Рабочее место инструктора взаимодействует по сети с тренажерами (базовой комплектации), установленными на рабочих местах стажеров. Подключение к каждому рабочему месту и взаимодействие с ним производится независимо от других рабочих мест. Выделенного сервера не требуется.

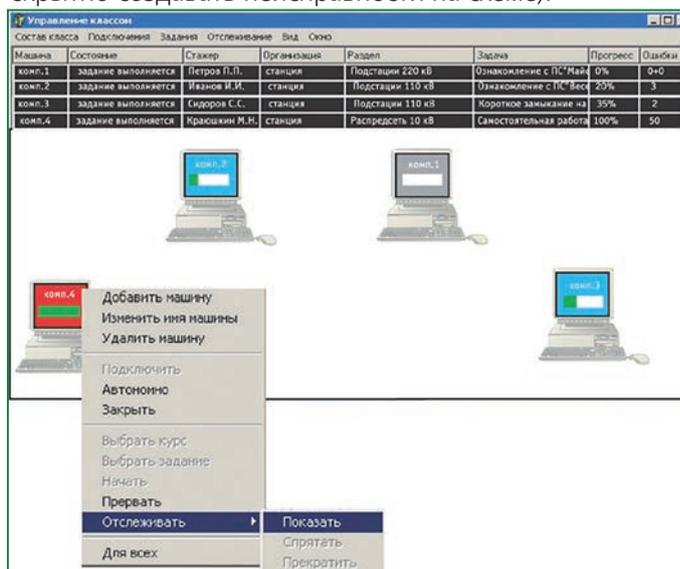
Функции мониторинга позволяют получать информацию о:

- Зарегистрированном на данном рабочем стажере.
- Выполняемой в данный момент задаче.
- Текущем состоянии схемы.
- Сообщениях технологических подсистем (нарушения правил переключений, сработавших защитах и т.п.).
- Выполненных действиях в виде протокола, сценарии тренировки, сценарии и расхождении между ними.
- Статистике выполнения и протоколе законченных тренировок.

При просмотре протокола инструктор может синхронизировать состояние схемы, в соответствии с любым выбранным шагом.

Функции управления позволяют:

- Запускать задачи на рабочем месте стажера.
- Прерывать ход задачи.
- Вмешиваться в ход выполнения задачи (например, скрытно создавать неисправности на схеме).



Список подключенных рабочих мест в программе Тренажерный класс.

Сетевой тренажер.

Коммутационно-режимный тренажер.

ПО «Тренажер оперативных переключений Модус» позволяет проводить тренировки в компьютерной сети или сети Internet со взаимодействием рабочих мест между собой. В этом случае, условно одно рабочее место становится «сервером». Для этого достаточно в настройках выбрать соответствующий пункт.

Использование специального выделенного сервера не требуется.

На рабочие места всех стажеров устанавливается ПО «Тренажер по оперативным переключениям». На рабочем месте диспетчера при помощи тренажера имитируется ОИК, установленный на предприятии, таким образом, на экране монитора диспетчера отображается текущее состояние схемы энергообъекта и при необходимости ее режимные показатели.

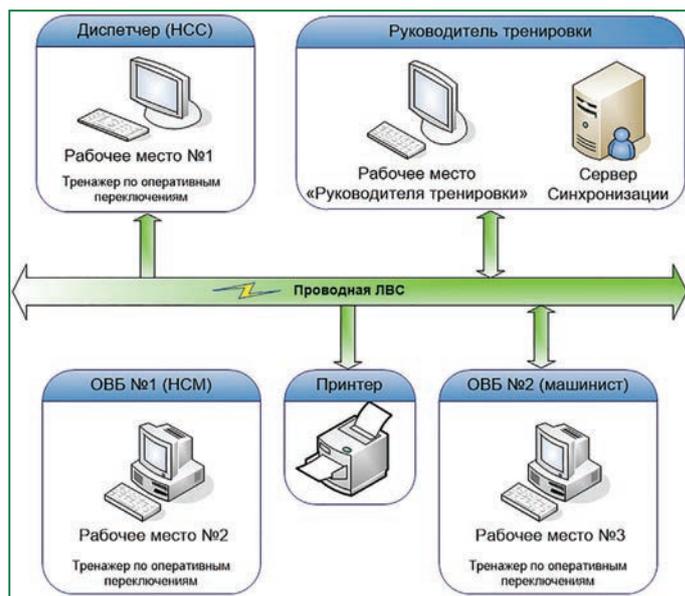
На рабочих местах оперативного персонала за счет применения полного макета ПС имитируется реальное рабочее место стажера, на котором есть ОРУ, ГЦУ и пр..

Все рабочие места связаны по ЛВС с сервером синхронизации, обеспечивающим постоянную актуализацию текущего состояния схемы на всех рабочих местах, а также расчет режима (при наличии модуля расчета режима: встроенного или стороннего производителя).

На рабочее место руководителя тренировок (инструктора) устанавливается ПО «Центр управления тренажерным классом».

Использование в процессе подготовки персонала такой тренажерной системы позволяет решать следующие задачи:

- проведение тренировок с диспетчерами;
- проведение тренировок с оперативным персоналом энергообъекта
- отработка навыков ликвидации аварий у диспетчеров и оперативного персонала ПС;
- подготовка к соревнованиям;
- проверка знаний (экзамен).

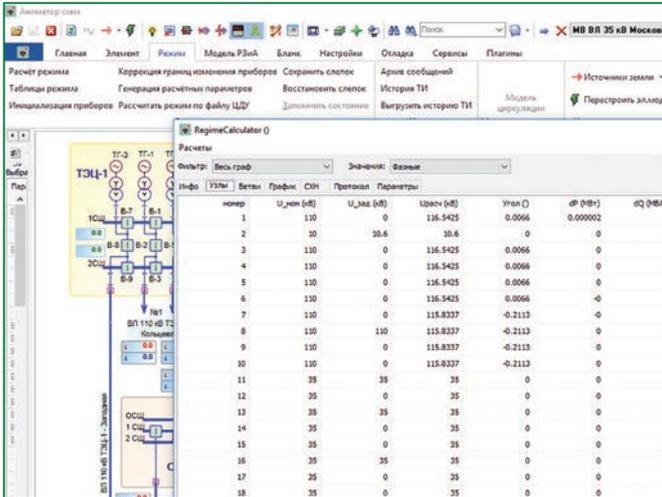


Структурная схема сетевой тренировки.

Расчет электрических режимов

Возможность расчета установившихся электрических режимов является неотъемлемой составляющей Тренажера Модус, которая относит его условно к классу режимных тренажеров.

Расчетная модель позволяет комплексно представить объект управления, пользователю наиболее правдоподобно имитировать взаимодействие с ним, расширить объем и виды выполняемых сценариев.



Существует две реализации режимных расчетов в Тренажере Модус:

- интеграция с пакетами программ, разработки третьих фирм;
- использование встроенного модуля расчета электрических режимов Модус.

Интеграция со сторонними системами расчета режима

Сторонние приложения электрических расчетов при условии реализации ими возможности обмена данными могут быть встроены в Тренажер Модус.

Открытая архитектура Тренажера Модус позволяет подключить практически любое существующее ПО расчета режима и использовать уже подготовленные расчетные модели при проведении тренировок с тренажером по оперативным переключениям, пересчитывая режим по мере выполнения задания тренирующимся, и отображая полученные результаты графическими средствами отображения тренажера.

В настоящее время реализована интеграция с режимным тренажером Феникс, с расчетной моделью RastrWin.

Интеграция с RastrWin, например, построена на использовании API интерфейса, который позволяет осуществлять изменения режимно-топологической ситуации через АРМ Тренажера, получать и отображать результаты расчетов. Расчетная модель в данном случае реализуется полностью RastrWin. Это решение может быть использовано при наличии у заказчика отлаженных сложных расчетных моделей RastrWin, реализация которых в расчетном модуле Модус потребует дополнительных ресурсов.

Модуль расчета режима Модус

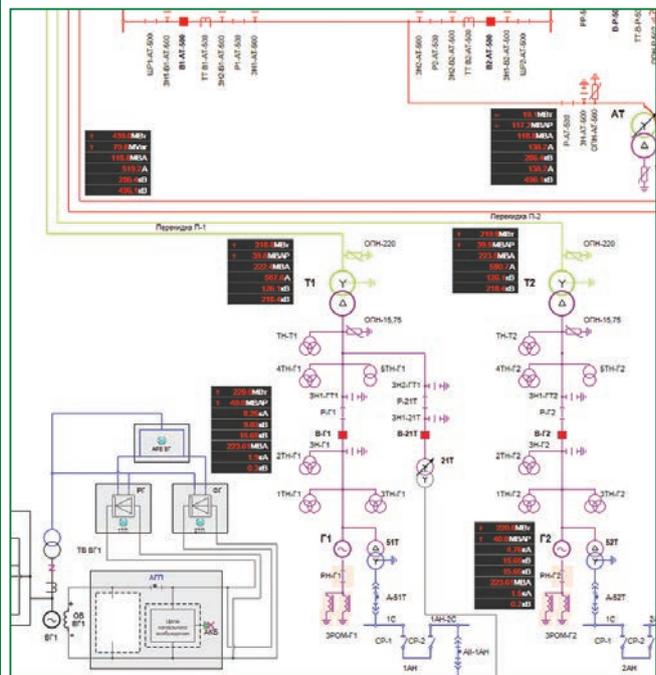
Модуль расчета установившегося режима представляет собой приложение, предназначенное для расчета потокораспределения трехфазной симметричной электроэнергетической системы.

Расчету предшествует синтез расчетной модели "узлы-ветви", который выполняется с учетом текущей топологии (несвязанные участки сети рассчитываются по частям) заданных параметров схемы замещения оборудования, начальных данных вектора состояния режимных параметров.

Расчет режима производится классическим методом: нелинейная система уравнений балансов мощностей, построенная из модели "узлы-ветви", решается методом Ньютона-Рафсона.

Результаты расчета: напряжения, перетоки активных и реактивных мощностей, токи доступны для просмотра и анализа как в разрезе расчетной модели "узлы-ветви", так и в привязке к соответствующему основному оборудованию на схеме сети или в форме реестра оборудования.

Расчет режима может выполняться циклически (через заданные интервалы времени) или по событию. Так, в соответствии со сценарием или в ходе тренировки возникающие изменения режимно-топологической обстановки (ручные переключения, работа РЗА, изменения режима работы оборудования) обрабатываются путем пересчета режимной модели и запуска модуля расчета режима. Также изменения режимной ситуации могут быть заданы Тренером в качестве внешнего возмущения. В результате, пользователь наблюдает новую режимную ситуацию, на которую должен реагировать в соответствии с целью тренировки.

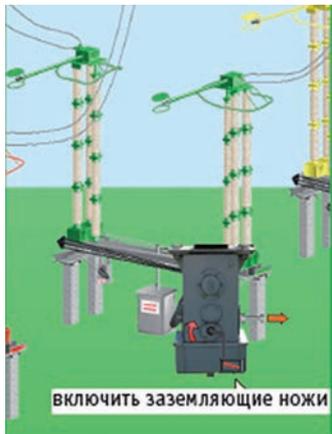


Расчет режима в макете ГЭС

Механизм сцен

Сцена, или модель конструктива, обеспечивает наглядное отображение состояния оборудования, задействованного в тренировке, и операций по работе с ним. Сцены востребованы в программных комплексах тренажеров для подготовки персонала.

Сцена представляет собой реальное изображение оборудования. Она может быть выполнена в виде 2-мерной, 3-мерной или 2,5 -мерной картинке.



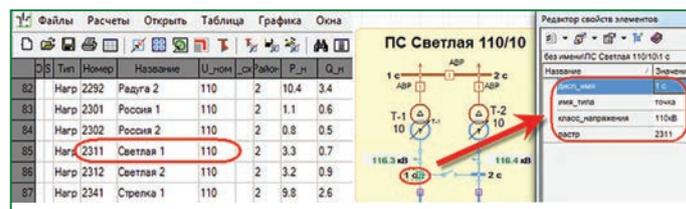
Учитывая такие критерии, как наглядность представления оборудования, сложность и высокую стоимость изготовления модели, удобство использования, механизм сцен является оптимальным компромиссным вариантом между двумерным интерфейсом традиционного тренажера и трехмерного тренажера, выполненного в стиле компьютерных игр.

Сцены наиболее эффективно используются при моделировании основного оборудования заводского изготовления, установленного на энергообъекте. Например, трансформаторы или выключатели классом напряжения 35 кВ и выше.

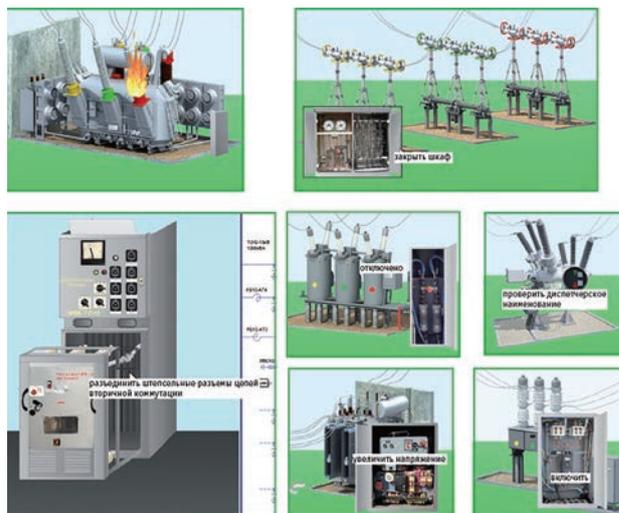
Для адекватного представления в виде сцены «по месту» достаточно обозначить привязку к конкретному экземпляру оборудования, например, нанесением надписи на табличку, отображающую его диспетчерское наименование.

В составе тренажера мы предлагаем готовую библиотеку, представляющую следующие виды оборудования, под разные классы напряжения – от 6 до 1100 кВ:

- Выключатели масляные, воздушные, элегазовые, вакуумные.
- Ограничители перенапряжения, разрядники, предохранители.
- Разъединители наружной и внутренней установки, заземляющие ножи, короткозамыкатели.
- Реакторы, конденсаторы.
- Силовые трансформаторы и автотрансформаторы
- Измерительные трансформаторы.
- Комплектные устройства высокого напряжения, ячейки КРУ и др..



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 операции.

Полный каталог реализованных сцен доступен по адресу: <http://office.swman.ru/wiki/Сцены>

Типовые пакеты задач

Стандартная поставка тренажера по оперативным переключениям включает в себя средства подготовки макетов и сценариев тренировок. Учитывая пожелания пользователей, мы разработали ряд макетов:

- Энергосистемы Тренэнерго 110 /35/10кВ.
- Распредсети 6кВ.
- Блочной ТЭЦ с поперечными связями.

Каждый из пакетов состоит из макета энергообъекта или сети электроснабжения и набора типовых тренировочных заданий (плановых и противоаварийных, 35-50 заданий для каждого пакета). В набор типовых упражнений включены оперативные задачи по различным типовым схемным решениям с моделированием аварийных ситуаций, использованием устройств РЗА, учетом оперативных переговоров.

В составе пакета – задачи по вводу в работу и выводу в ремонт линий, секций шин, масляных выключателей, фидеров, ТСН, СМВ, трансформаторов, отделителей и т.п.. А также аварийные задачи:

- отказ отключения МВ при КЗ на линии,
- отказы в работе защит при КЗ,
- отсутствие масла в МВ или трансформаторе,
- нагрев или разрушение разъединителей,
- аварийные отключения с неуспешным АПВ,
- возгорание ТН,
- перегрузки трансформаторов,
- появление сигналов сигнализирующих о неисправностях.

В дальнейшем планируется дополнить пакет и другими макетами:

- ПС 220 кВ,
- ПС 500кВ,
- Сеть 500-220-110кВ и др..

Типовые макеты могут служить примерами для пользователей, желающих создавать макеты собственных энергообъектов.

Тренэнерго

Представляет электрическую сеть уровня ПЭС 110/35/10 кВ. Включает 15 распределительных подстанций (ПС) различного уровня сложности с наиболее распространенными (типичными) схемными решениями и два генерирующих предприятия (ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2).

Для каждой ПС реализована оперативная электрическая схема, характерные для данного типа ПС панели главного щита управления (ГЩУ), панели РЗА, макеты комплексных распределительных устройств (КРУ, ЗРУ) 6-10 кВ.

В макете использованы все возможности версии 6.30 тренажера (в т.ч. усовершенствованная модель РЗА, улучшенная технология моделирования ячеек КРУ, панелей ЩУ и РЗА, микропроцессорных терминалов).

При некоторой абстрактности макета при его анимации учитывались реальные, широко распространенные в действующих энергосистемах схемотехнические

решения устройств РЗА, взаимных блокировок, правила контроля отключения потребителей и т.п.. Тренэнерго моделирует единую энергосистему.

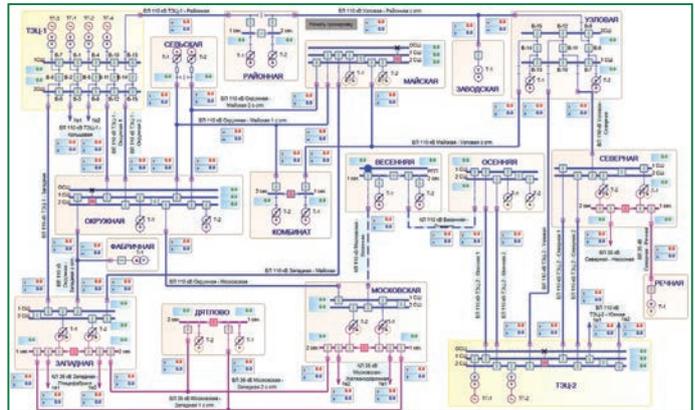
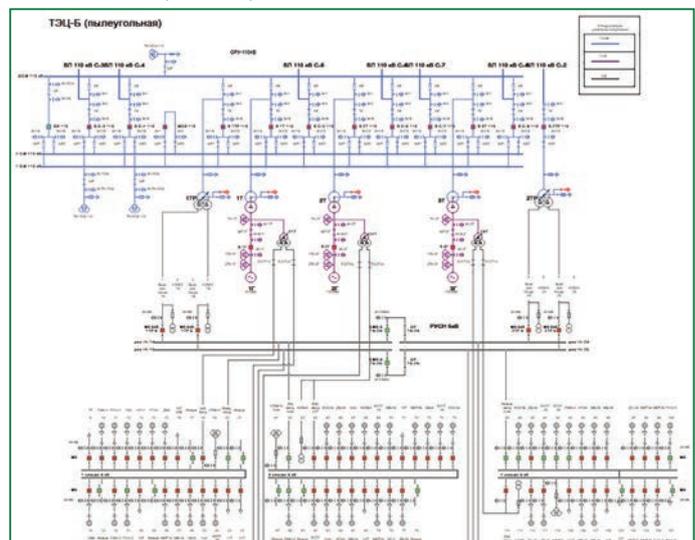
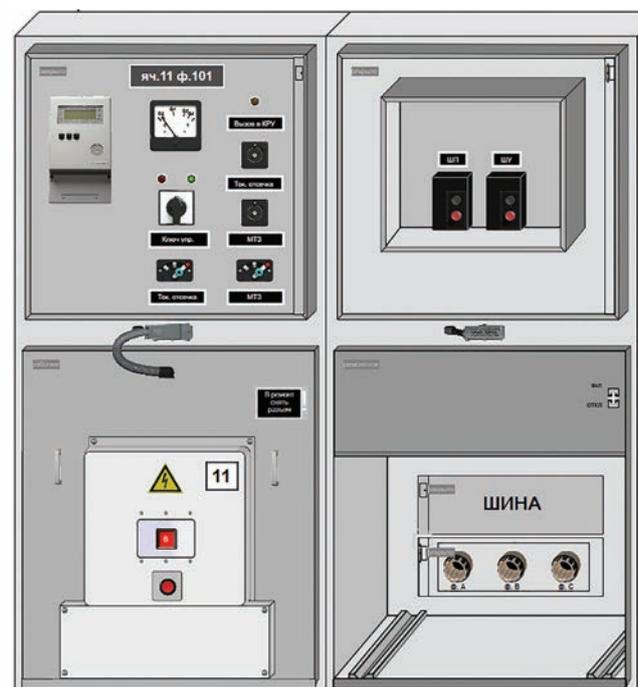


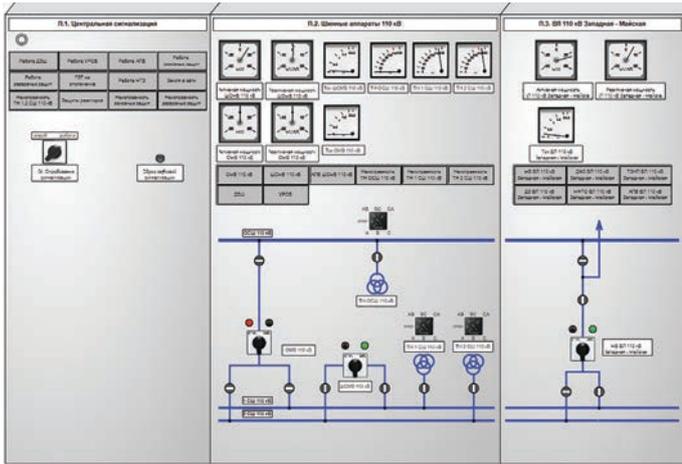
Схема сети Тренэнерго 110/35/10кВ



Однолинейная схема подстанции



Фрагменты щита управления подстанции и ячеек КРУ



Макет подготовлен так, что даже при решении задач в рамках одной ПС, учитывается влияние операций над локальными объектами ПС на смежные энергообъекты, как это происходит в реальности.

Особенно характерно это при работе на ПС низкого уровня (тупиковые линии), на которых исторически реализованы неполные комплекты защит. Это позволяет организовать тренажерную подготовку как для решения индивидуальных локальных, так и для коллективных - групповых (типовых и противоаварийных тренировок) на базе одного макета с использованием сетевого варианта тренажера.

Использование макета Тренэнерго значительно повышает уровень тренажерной подготовки специалистов, наглядно демонстрируя возможные последствия принимаемых оперативных решений и вырабатывая навыки их прогнозирования.

Основной задачей разработки пакета Тренэнерго, является предоставление пользователю в максимально короткие сроки готового к использованию продукта, при сравнительно небольших затратах.

Распредсети 6кВ

Небольшая учебная схема распределительной сети 6 кВ. Схема состоит из двух питающих РТП и 25 ТП, КТП, соединенных между собой кабельными и воздушными линиями.

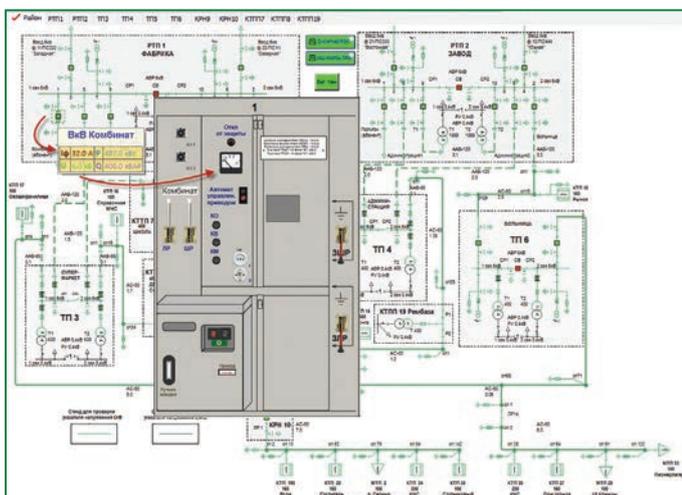
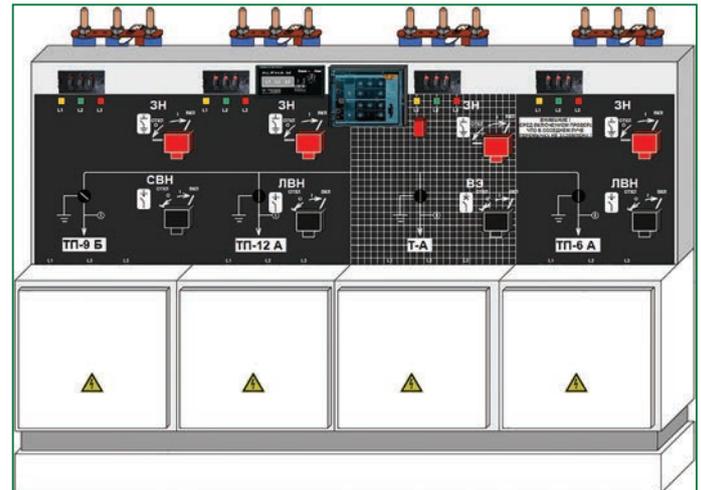


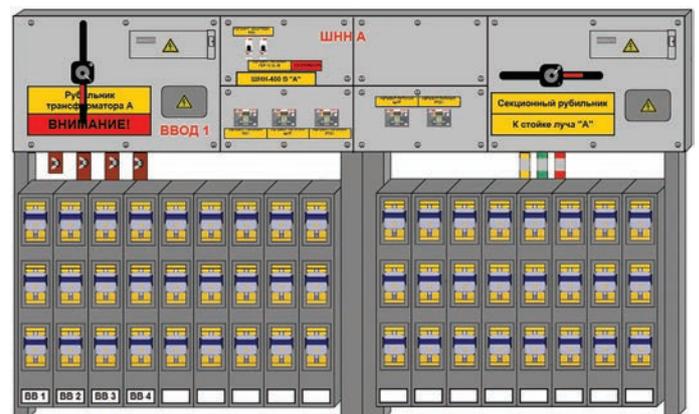
Схема распределительной сети 6кВ



Щит Schneider

На подстанциях представлены ячейки 6 и 0,4кВ. В необходимом количестве представлены защиты МТЗ, устройства АВР и АПВ. Настроена световая и звуковая сигнализация.

В предыдущих версиях тренажера схема известна как Seti320. Для нее разработано более 30 задач как планового ввода/вывода в ремонт оборудования, так и противоаварийных.



Щит 0,4 кВ

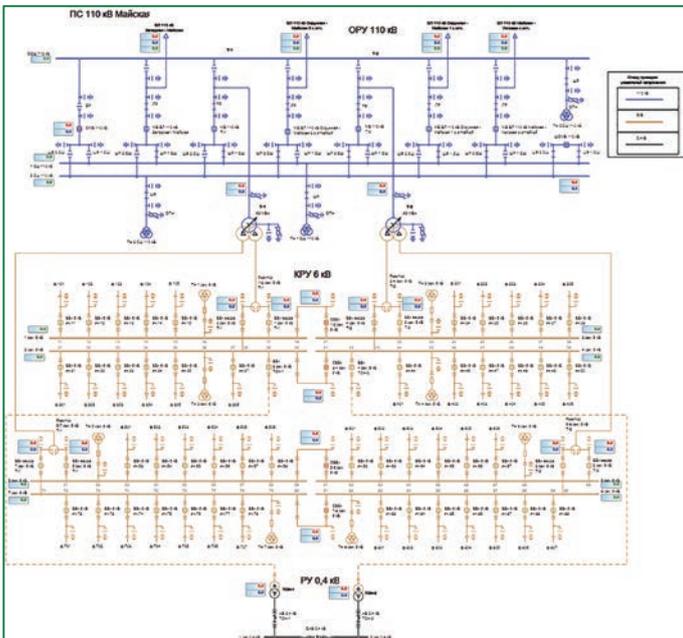
Макеты Тренэнерго 110/35/10кВ и Распредсети 6кВ настроены под расчет установившегося режима. На макетах введены данные по линиям, трансформаторам, генераторам, потребителям и т.д.. Данные расчета выводятся на присутствующие в схемах приборы, а также отображаются во всплывающем хинте. В комплексе также реализована возможность вывода данных расчета режима на сцены. Более подробно о вводе данных, настройке макетов и расчете режима можно ознакомиться в главе «Модуль расчета режима Модус».

Работу тренажера с расчетом режима можно увидеть, просмотрев ролик на сайте http://office1.swman.ru/download/reklama/avi/tren_regim.avi

ТЭЦ-1Б

Блочная ТЭЦ с поперечными связями, пылеугольная, установлено три блока генератор-трансформатор, с генераторами по 125 мВт и двумя резервными трансформаторами по 32000кВА. ОРУ-110кВ выполнено с двумя системами шин и обходной, где функции шиносоединительного выключателя объединены с обходным. На шины 110кВ подключены шесть линий электропередач СЗ-С8, три блока генератор-трансформатор 1,2,3, ГТ и два резервных трансформатора 1ТР, 2ТР. Распредустройство собственных нужд (РУСН-6кВ) состоит из семи секций, которые запитываются от соответствующих отпаечных трансформаторов с.н. блоков.

Секционированные резервные токопроводы 1А и 1Б подключены к трехобмоточным резервным трансформаторам 1ТР и 2ТР.



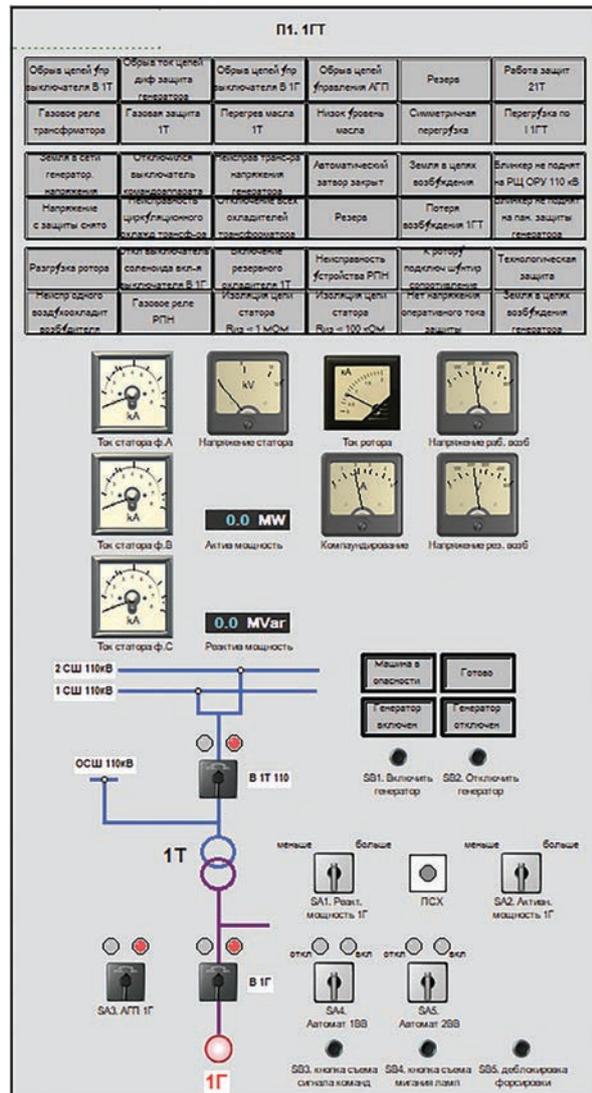
Оперативная схема ТЭЦ-1Б

Тренажерный комплекс блочной электростанции состоит из оперативной схемы первичных соединений, щита управления КА присоединений главной схемы и РУСНа, панелей защит блоков и отпаечных трансформаторов, панелей защит шин, линий и резервных трансформаторов. Ячейки КРУ РУСН-6кВ представляют панели с элементами управления, РЗА, контроля данного присоединения 6кВ и выполнены для рабочих и резервных вводов, секционных выключателей и ТН секций.

Тренажер позволяет выполнять весь комплекс типовых плановых работ по переключениям в первичной схеме и схемах вторичной коммутации, а также имитировать повреждения на любом оборудовании с ликвидацией аварийного режима работой релейной защиты и автоматике в сочетании с действиями оперативного персонала.

Включение блоков ГТ в сеть осуществляется через колонку синхронизации, имитирующую скольжение

по частоте и возможность регулирования напряжения статора генератора и обороты ротора.



Фрагмент ГЩУ

Коммутационные аппараты первичной сети имеют полную схему блокировки от ошибочных действий персонала при переключениях. Релейная защита и автоматика линий 110кВ, блоков ГТ, элементов РУСН скомпонована из типовых серийных схем и рассчитана на селективную работу основных и резервных защит при различных сочетаниях междуфазных КЗ и замыканий на «землю». Автоматика АПВ, АВР осуществляет четкую работу выключателей при исчезновении напряжения на оборудовании, в т.ч. имитацию работы автоматики выделения собственных нужд (АВСН) при отключении станции от системы. Для тренировки оперативного персонала станции по наработке навыков работы при производстве переключений составлено 20 упражнений, в состав которых входит 10 программ по переключениям по типовым плановым работам: вывод-ввод оборудования и 10 программ по ликвидации аварийных ситуаций, возникающих на элементах электрического оборудования станции.

Внедрение тренажера

Тренажерный комплекс рассчитан на разный уровень подготовки оперативного персонала и может использоваться как для индивидуальной подготовки, так и противоаварийных тренировок смен станции.

Тренажер по оперативным переключениям Модус предназначен для моделирования энергетических объектов любого уровня. Это означает, что с использованием одной и той же программной оболочки тренажера и набора средств подготовки данных можно реализовать модель любого энергообъекта.

Тренажер по оперативным переключениям для предприятий электроэнергетики состоит условно из трех частей:

- ПО Модус «Оболочка» тренажера;
- Макет энергообъекта;
- Набор сценариев-тренировок.

Отличительной особенностью тренажера Модус является то, что он позволяет создавать максимально реалистичные макеты реальных энергообъектов. Поэтому покупка коробочной версии тренажера и средств разработки моделей является только первым этапом во внедрении. Далее необходимо создать макет именно вашего энергообъекта и произвести настройку с учетом особенностей его оборудования, что является наиболее трудоемкой частью процесса внедрения тренажера. Трудоемкость обусловлена большим объемом исходного материала для моделирования и необходимостью учитывать особенности, которые, как показывает практика, неизбежно присутствуют на каждом энергопредприятии.

Политика компании Модус предусматривает два варианта внедрения ПО Тренажер по оперативным переключениям Модус:

1. Собственными силами предприятия (закупка только коробочного ПО);

2. Выполнение всех работ «под ключ».

При выборе внедрения тренажера первым способом, заказчики, как правило, не полностью учитывают все затраты, которые несут, выбрав этот путь. При рассмотрении этого варианта внедрения наша компания настоятельно рекомендует учесть несколько моментов. Во-первых, специалистам занимающимся внедрением, рекомендуется пройти обучение на специализированных учебных курсах. Такие курсы функционируют с 2000 г. в г. С-Петербурге, обучение проводится три раза в год, длительность курса – 1 неделя. Во-вторых, для персонала, занимающегося внедрением, необходимо выделить достаточное количество времени, которое они будут посвящать исключительно работе с тренажером. Хороший результат может быть достигнут, если в работе принимают участие двое – специалист-технолог, хорошо разбирающийся в особенностях энергообъекта и переключений на нем, и специалист ИТ, для которого не представляет сложности освоение программного продукта.

При освоении программного продукта своими силами необходимо добавить время на освоение ПО. Также необходимо учесть, что с ростом сложности моделируемого объекта (подстанция 500кВ, электростанция) возрастает вероятность того, что встретятся особенности, которые не могут быть разрешены стандартной версией ПО (какие-либо особенности поведения защит, схемы постоянного тока, возбуждения и т.п.). В этом случае потребуется доработка стандартного комплекса. В случае привлечения группы внедрения Модус ее специалисты в контакте с разработчиками смогут быстрее отреагировать на особые требования заказчика. В этом случае, как правило, доработки производятся без дополнительной оплаты.

Как показывает опыт, наиболее результативным является внедрение ПО «под ключ», как с точки зрения экономической обоснованности, так и с точки зрения технической политики. Специалисты нашей группы внедрения имеют многолетний опыт работы, т.к. производство макетов поставлено на поток. В случае их привлечения к работе по макету вы получаете гарантированно успешный результат ввода в эксплуатацию программного продукта.

Внедрение тренажера «под ключ» включает в себя следующие виды работ:

1. Сбор информации с выездом на энергообъект (10% объема работ) позволяет получить:

- Нормальную схему энергообъекта;
- Фотографии панелей управления, защит и автоматики, ячеек 6-10кВ;
- Карту уставок защит;
- Журнал нормального положения органов управления защитами;
- Фотографии высоковольтного оборудования;
- Скриншоты экранных форм АРМ;
- Типовые бланки переключений;
- Инструкции по эксплуатации оборудования.

2. Разработку графического отображения оборудования станции для тренажера Модус. Этап предусматривает подготовку условно-графических или фотореалистичных макетов следующего оборудования (25% объема работ):

- Главной электрической схемы объекта, включающей все силовое оборудование бкВ и выше, а также схемы СН 6-10кВ, расстановку диспетчерских наименований;
- Панелей щитов управления (ГЩУ, БЩУ и пр.) силовым оборудованием бкВ и выше;
- Панелей релейных защит и автоматики силового оборудования бкВ и выше;
- Графической имитации ОИК;
- Ячеек КРУ (ЗРУ) 6-10кВ.

3. Разработка анимированного макета для тренажера Модус. На данном этапе производится анимация графического макета. Анимация макета подразумевает создание согласованного поведения

элементов (управление коммутационными аппаратами от ключей управления, взаимосвязь сигнальной аппаратуры с силовым оборудованием и пр.) (10 % объема работ).

4. Создание электрической модели и моделирование устройств РЗА. Производится настройка и отладка коммутационной модели. На основе этой модели создается модель устройств РЗА и настраивается их сигнализация и управление. В случае использования модуля расчета режима сторонних разработчиков, производится согласование модели Модус со сторонней расчетной моделью сети (35 % объема работ).

5. Составление и отладка упражнений, 10 штук (5% объема работ).

6. Монтаж, наладка и поставка ПО. Доставка до соответствующего филиала программного обеспечения и сопроводительной документации, а также выезд специалистов для установки и настройки коробочной версии программного обеспечения (ПО) на персональные компьютеры (ПК) с предустановленной операционной системой заказчиком (15 % объема работ).

Установка и настройка ПО включает в себя:

- Установку драйверов и настройку оборудования, входящего в поставку;
- Установку и настройку коробочной версии тренажера по оперативным переключениям Модус;
- Установку макета (модели) энергообъекта.

Наши заказчики

Тренажер Модус в современном виде (версии 5.10 – 6.0) уже внедрен на следующих сетевых, генерирующих промышленных и добывающих предприятиях:

- ПАО ФСК ЕЭС;
- ПАО РусГидро;
- АО ОЭК (сеть ВС и РЭС);
- ОАО МОЭСК;
- Костромская ГРЭС;
- Нижневартовская ГРЭС;
- Ивановская ТЭЦ-2;
- МРСК Северо-Запада;
- Мосводоканал;
- Комсомольский НПЗ;
- Ачинский НПЗ;
- Юрхаровское НГКМ;
- Куйбышевский НПЗ;
- Камская ГЭС;
- ОАО ПермЭнерго;
- Ангарская НХК;
- Сызранский НПЗ;
- Тобольск-Полимер;
- ПОЛИЭФ.

Выполненные проекты по Тренажеру

Ниже представлен ряд выполненных проектов по тренажеру, позволяющий оценить возможности тренажерной подсистемы комплекса Модус.

Тренажер ФСК

По заказу Центральной Диспетчерской службы ОАО ФСК ЕЭС в 2004-2007 годах компания Модус выполнила проект по разработке и внедрению Тренажеров 153 подстанций классов напряжения 330-750кВ.

В 2012 году была выполнена работа по актуализации схем тренажёрных комплексов Модус, Феникс и их сопряжению с оперативно-диспетчерским комплексом «ОИК СК» для целей проведения противоаварийных

тренировок диспетчеров и оперативного персонала ПС филиалов ОАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Сибири, МЭС Урала, МЭС Волги, МЭС Юга, МЭС Центра и МЭС Северо-Запада.

Разработка тренажеров для оперативно-диспетчерского персонала ПС нового поколения ОАО «ФСК ЕЭС» филиал Сочинское ПМЭС.

Разработаны тренажеры для тринадцати подстанций нового поколения, из них четыре ПС 220кВ и девять ПС 110кВ. Разработанный тренажер ориентирован на проведение тренировок с оперативным персоналом уровня подстанции. Работы по проекту выполнялись в период с января по май 2013 г.. Разработка тренажера выполнена в версии 6 тренажерного комплекса Модус. Моделирование подстанций осуществлялось по технологии имитации «подстанций нового поколения».

В настоящее время ежегодно по заказу ПАО «ФСК ЕЭС» проводится актуализация макетов и обучение персонала по вопросам эксплуатации тренажерного комплекса.

Тренажер подстанции состоит из двух частей:

- Макет ПС;
- Упрощенная имитация АРМ.

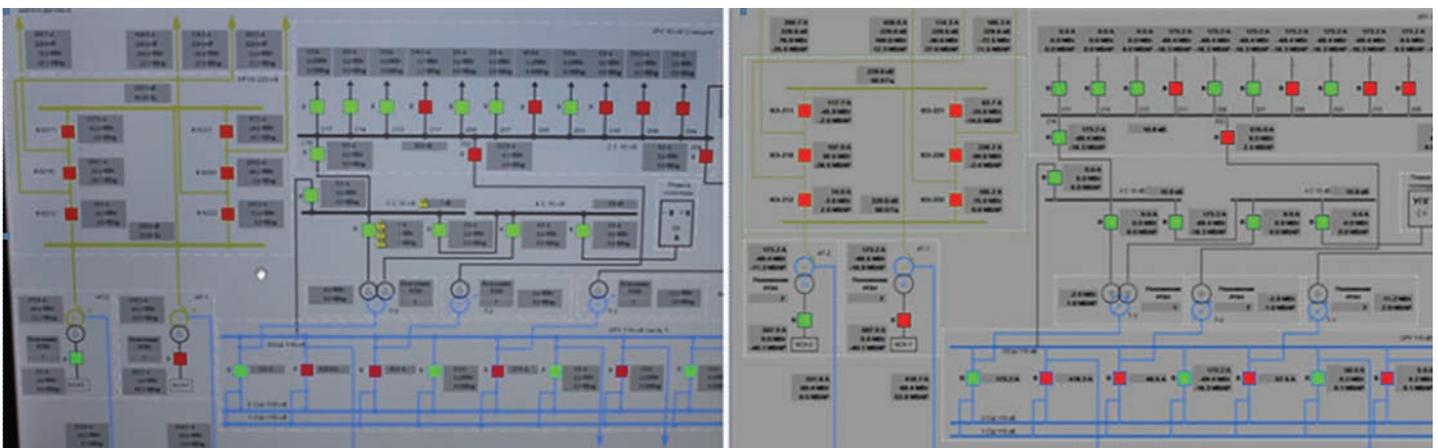
Макет ПС

В макете имитируется:

- Схема ПС;
- Панели управления;
- Панели релейной защиты и автоматики;
- Ячейки КРУ (ЗРУ) 6-10кВ.

АРМ

АРМ реализован по упрощенной технологии имитации АРМ, в точности повторяет цветовую раскраску, форму и расположение элементов, а также систему переходов между страницами. Диалоги управления имеют унифицированную форму для всех АРМ. Также ведется журнал событий.



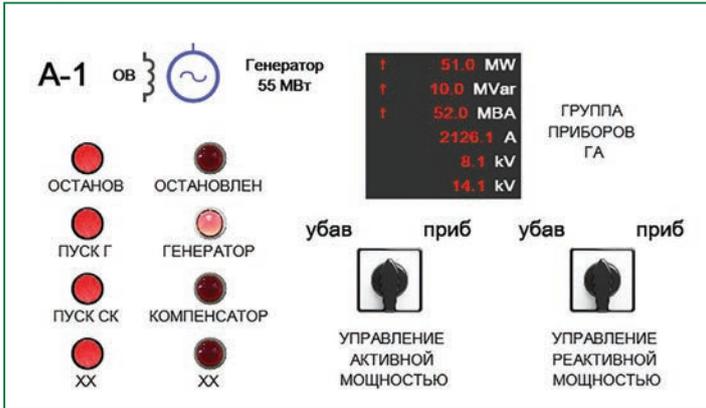
Имитация АРМ АСУ ТП (слева фото, справа в макете тренажера)

Тренажеры по оперативным переключениям для ПАО «РусГидро»

В период 2013 - 2016 год специалистам компании Модус была выполнена разработка корпоративного тренажера переключений в электроустановках, управления гидротурбинным оборудованием 17 ГЭС. Работы выполнялись в версии 6.20.

Впервые были реализованы модели следующих устройств и систем:

- АРМ гидроагрегата;
- АРМ АСУ ТП;
- Имитатор ГРАМ (групповое регулирование активной и реактивной мощности);



ГЕНЕРАТОР - ОСТАНОВ

- ✓ Разгрузка ГА по P и Q
- ✓ Отключение В ГА, АГП, СУВ
- ✓ Прикрытие НА до XX, сворачивание РК на пусковой угол, свободный выбег
- ✓ Включение торможения
- ✓ Фиксация режима останова

ОСТАНОВ - ГЕНЕРАТОР

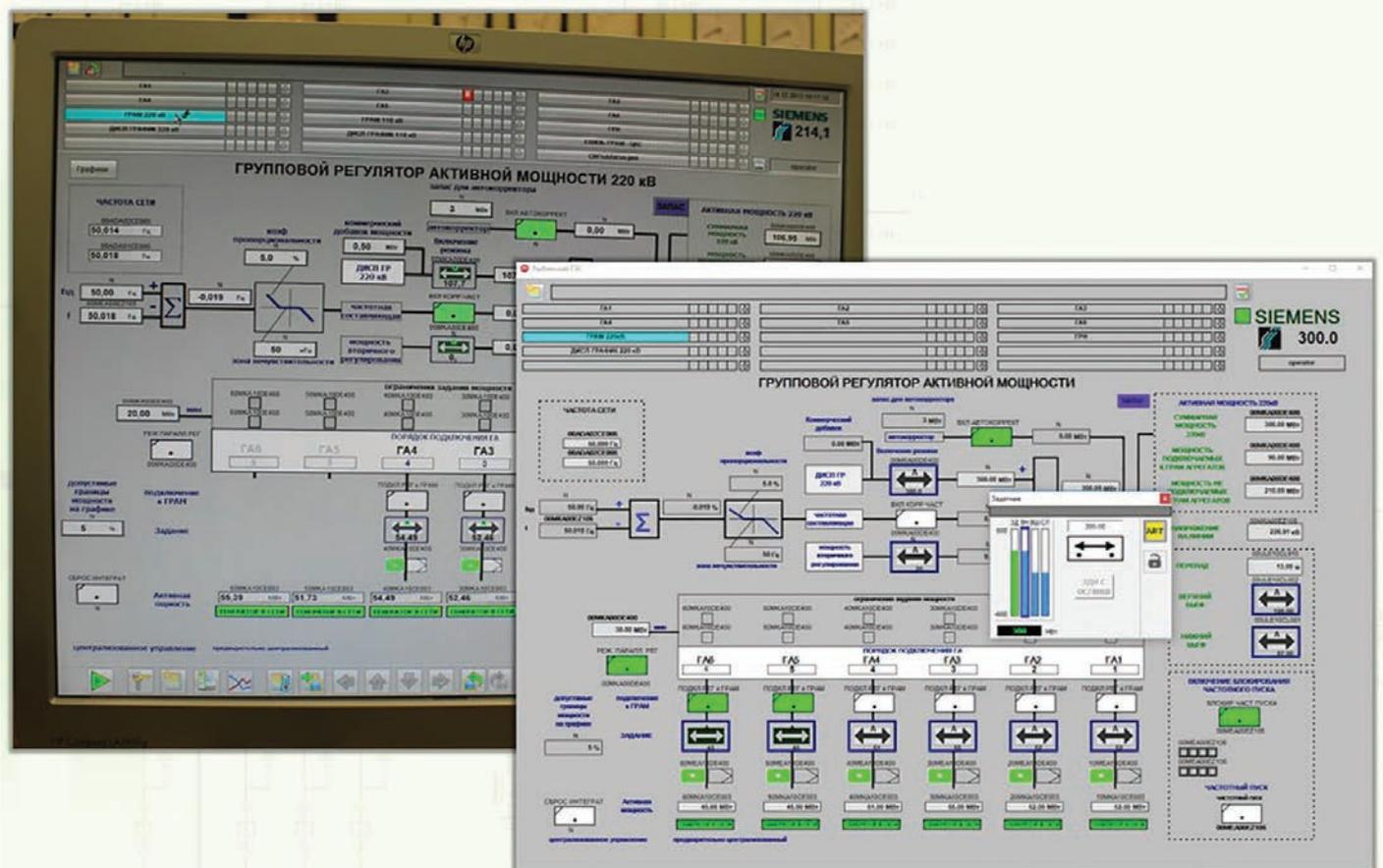
- ✓ Открытие НА до пускового угла, разгон ГА
- ✓ Переключение РК на комбинатор
- ✓ Прикрытие НА до XX
- ✓ Включение В ГА
- ✓ Набор нагрузки P и Q (опционально)
- ✓ Фиксация в режиме генератор
- ✓ Подключение к ГРАМ и ГРНМ (опционально)

ГЕНЕРАТОР - ОСТАНОВ

- ✓ Отключение В ГА, АГП, СУВ
- ✓ Закрытие НА до 0, свободный выбег
- ✓ Сворачивание РК на пусковой угол
- ✓ Включение торможения
- ✓ Фиксация режима останова

Шаги при использовании модели пуски и останова ГА

- Система пусков-остановов гидроагрегата;
- Система управления возбуждения гидроагрегата;
- Имитатор пусковых тиристорных устройств.



Имитация ГРАМ (слева фото, справа в макете тренажера)

Тренажеры по оперативным переключениям для АО «ОЭК»

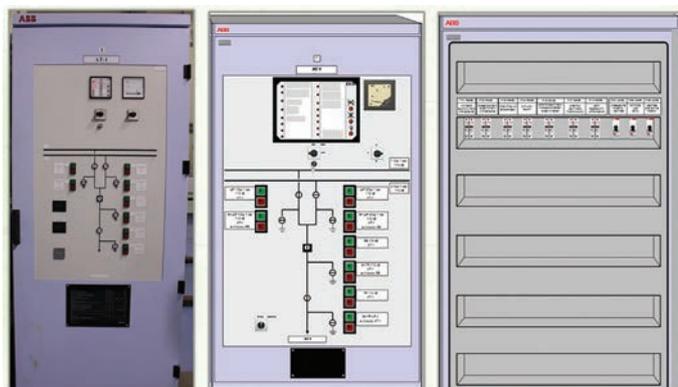
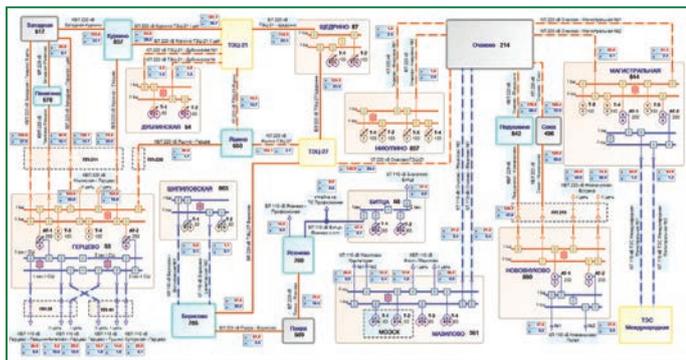
В 2016-2017 году для компании АО «ОЭК» были разработаны два типа тренажеров: уровня РЭС и уровня высоковольтных сетей. Впервые используются технологии составных макетов и тренажер версии 6.30.

Такая технология позволяет разрабатывать каждый энергообъект в виде отдельного макета, которые при необходимости могут быть подключены в сетевой макет.

Каждый макет самодостаточен. Таким образом можно тренироваться на отдельном локальном макете энергообъекта или макете, включающем окружение электрическую сеть.

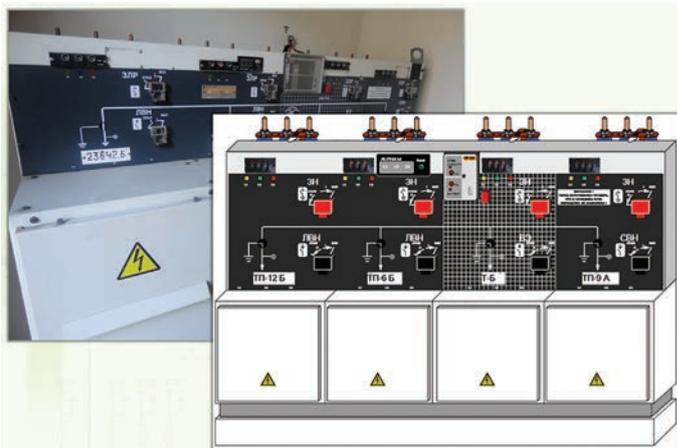
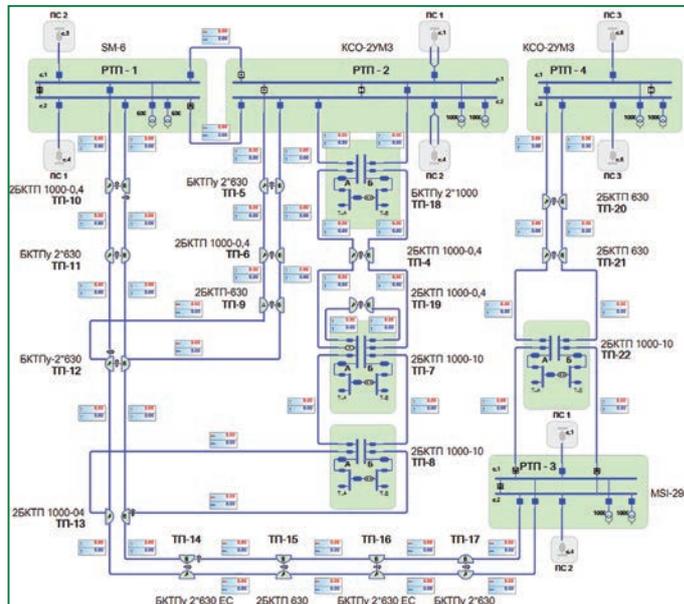
Тренажер ВВ сети

Тренажер ВВ сети представляет собой 9 ПС 110 и 220 кВ, объединенных в сеть.



Тренажер РЭС

Тренажер РЭС сети представляет собой 4РП, 19 ТП, объединенных в сеть.



Новые возможности версии 6.30

В версии 6.30 улучшен Редактор упражнений, полностью переработан интерфейс Редактора сценариев. Обновленный редактор получил интуитивно понятный интерфейс и новую функциональность:

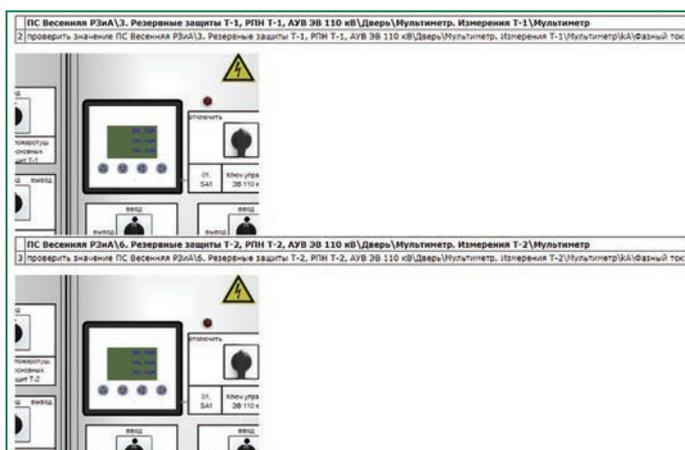
- Каждый тип действия имеет свой значок, что облегчает поиск нужного действия при написании тренировки.
- Баллы за действия заносятся в само действие (ранее требовалось прописывать в отдельном документе).
- Ускоренное тестирование тренировки с различными видами анимации (без просмотра, с рамкой, с полной анимацией), что снижает временные затраты на подготовку сценария.
- Улучшенные альтернативы.
- Построение «комикса» тренировки (действие сопровождается картинкой с требуемым элементом).

Модель АРМ

Для имитации автоматизированных рабочих мест было разработано новое приложение, которое

51	проверить положение ПС Весенняя КРУ 10 кВ/яч. 24. ВВк ввода 10 кВ Т-2/В...	1
52	отсоединен ПС Весенняя КРУ 10 кВ/яч. 24. ВВк ввода 10 кВ Т-2/ШУ	1
53	отсоединен ПС Весенняя КРУ 10 кВ/яч. 24. ВВк ввода 10 кВ Т-2/ШУ	1
54	контрольное положение_тележки ПС Весенняя КРУ 10 кВ/яч. 24. ВВк ввода ...	1
55	ремонтное положение_тележки ПС Весенняя КРУ 10 кВ/яч. 24. ВВк ввода 10...	1
56	проверить исправность ПС Весенняя ТР 110 кВ Т-2	1
57	открыто положение_дверцы ПС Весенняя Шкафы ОРУ/Шкаф управления. Т...	1
58	мест ПС Весенняя Шкафы ОРУ/Шкаф управления. ТР 110 кВ Т-2/SA2. Выбор...	1
59	откл ПС Весенняя Шкафы ОРУ/Шкаф управления. ТР 110 кВ Т-2/SA1. Ключ ...	1
60	проверить включенное положение ПС Весенняя Шкафы ОРУ/Шкаф управле...	1
61	не включать - работают люди установить ПС Весенняя Шкафы ОРУ/Шкаф ...	1
62	откл ПС Весенняя Шкафы ОРУ/Шкаф управления. ТР 110 кВ Т-2/SF1. Опера...	1
63	не включать - работают люди установить ПС Весенняя Шкафы ОРУ/Шкаф ...	1
64	закрыто положение_дверцы ПС Весенняя Шкафы ОРУ/Шкаф управления. Т...	1
65	не включать - работают люди установить ПС Весенняя ТР 110 кВ Т-2	1
66	вывод ПС Весенняя РЗА/Ч. Основные защиты трансформатора Т-2 (1 комп...	1

Значки типов элементов



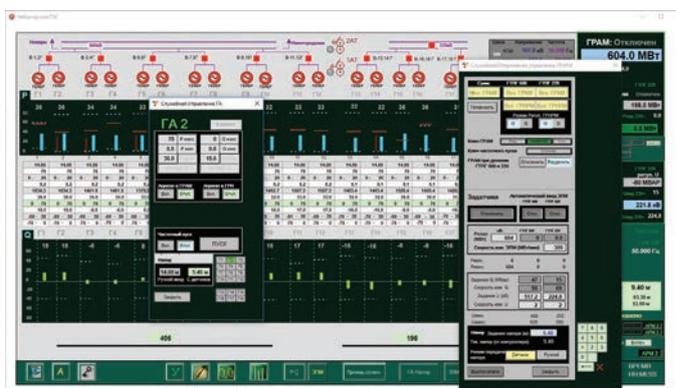
Комикс

позволяет имитировать сложные системы управления оборудованием. Ранее для этих целей использовался Интегратор, но его функционал был ограничен.

Имитатор версии 6.30 позволяет:

- Использовать многооконную систему,
- Повторяет внешний вид реального АРМ,

- Диалоги управления оборудованием визуально приближены к реальным,
- Позволяет имитировать модели, не задействованные в тренажере, например, ГРАМ и ГРВ.



ГРАМ станции

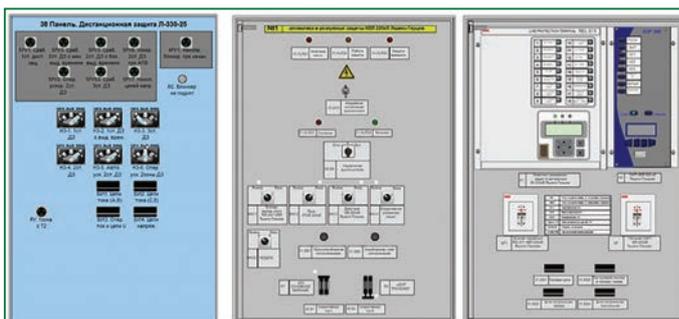
Графические технологии 6.30

Традиционно компания Модус уделяет большое внимание визуализации и фотореалистичности моделируемого оборудования. В новой версии значительно усовершенствованы и расширены стандартные наборы библиотек графического редактора.



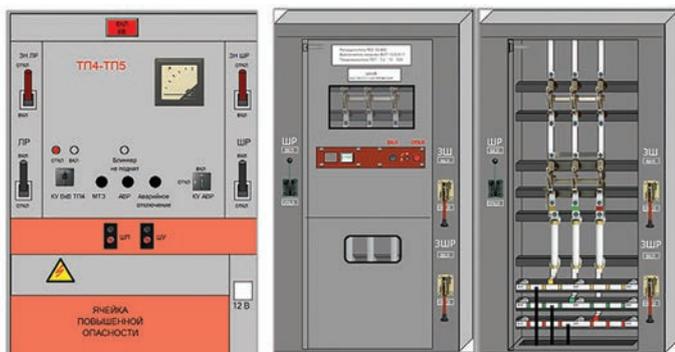
Версия 5.20 слева, 6.30 справа

Такое новшество позволило повысить реалистичность графических моделей и максимально близко воспроизвести новые типы оборудования, устанавливаемые на энергообъектах.

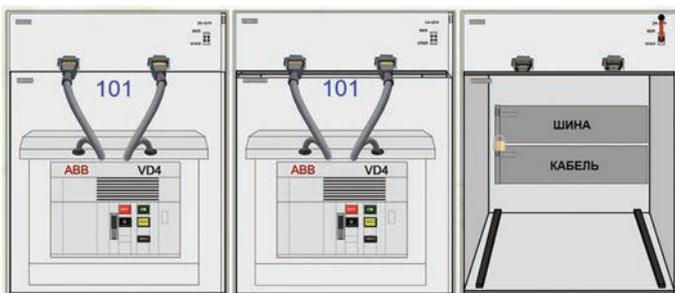


Версия 5.20 слева, 6.30 справа

Большой объем работ был проделан в части совершенствования моделей для имитации оборудования 0,4-10 кВ. В версии 6.30 все операции в ячейках 6-10 кВ не требуют действий на схемных элементах. Все действия теперь выполняются непосредственно на фотореалистичной модели, позволяющей снимать шлейфы, открывать защитные шторки и выполнять контроль отсутствия/наличия напряжения на втычных контактах. Все перечисленные операции оказывают управляющие воздействия на модели тренажера и позволяют имитировать процессы на реальном оборудовании. Например, при отсоединении шлейфа автоматически снимается оперативный ток с выключателя, и он становится неуправляемым. Контроль напряжения на втычных контактах выполняется не просто как факт, а учитывает текущее топологическое состояние схемы (обесточено/ под напряжением).

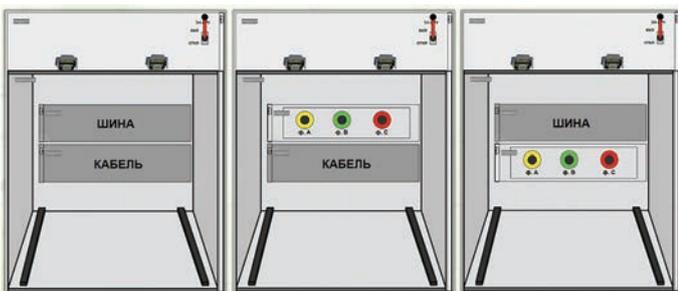


Версия 5.20 слева, 6.30 справа

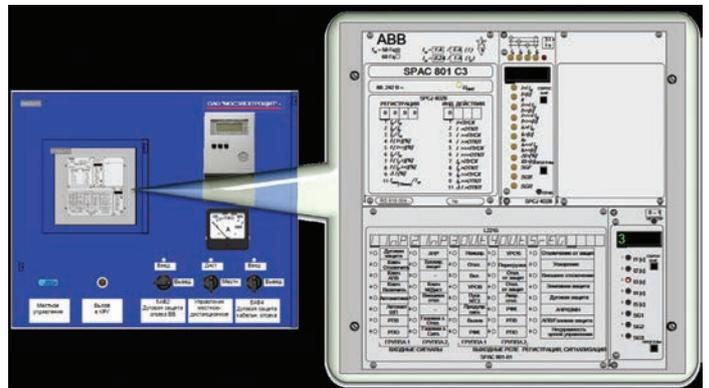


Рабочее, контрольное и ремонтное положение тележки

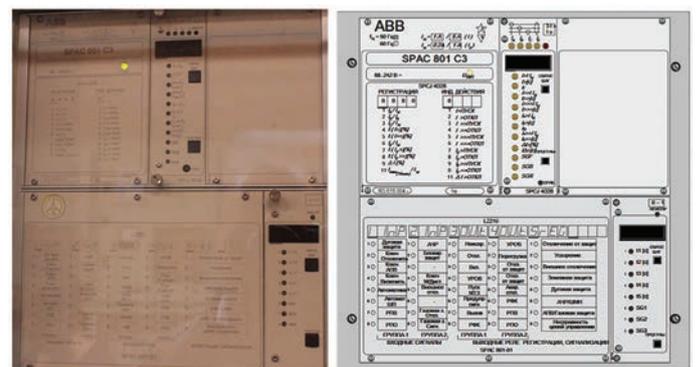
Операции по проверке отсутствия напряжения теперь выполняются на втычных контактах, расположенных в ячейке.



В версиях 6.20 и ниже, моделирование панелей, имеющих большое количество элементов, например, оснащенных цифровыми терминалами, создавало неудобство, т.к. панель получалась очень больших размеров и порой занимала не одну экранную форму. В версии 6.30 эта проблема решена, впервые реализована технология «всплывающего» терминала.

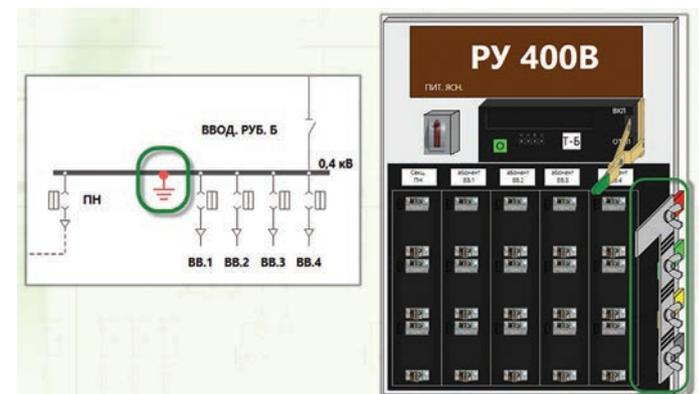


Всплывающий терминал версии 6.3



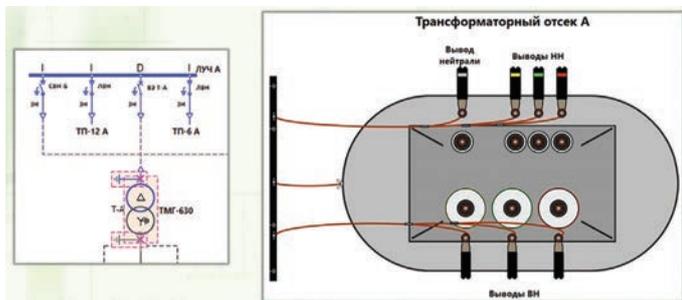
Графические возможности тренажера по отрисовке терминалов

На панели терминал отображается небольшого размера в пропорциях соответствующих остальному оборудованию. При необходимости выполнения операций на терминале, полноразмерный вариант вызывается в отдельном всплывающем окне, именно поэтому данная технология и получила название «всплывающий терминал».



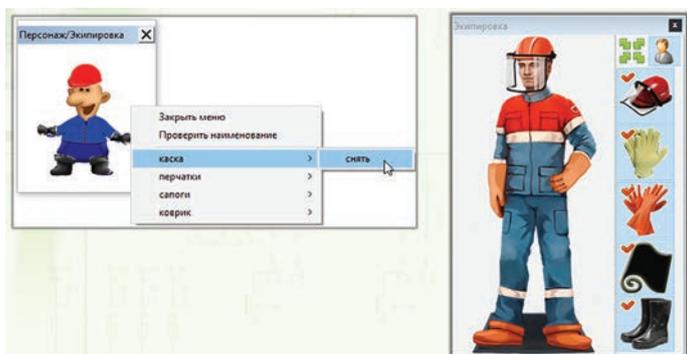
Установка ПЗЗ на щите

Для РЭС также произведен ряд усовершенствований. ПЗЗ теперь можно установить непосредственно на щите, без использования схемы или на самом трансформаторе.



Установка ПЗЗ на выводах трансформатора

Отдельным новшеством стало использование улучшенной модели по использованию экипировки



Версия 5.20 слева, 6.30 справа

Проведение соревнований

Тренажер Модус используется при проведении соревнований.

Компания Модус имеет опыт проведения соревнований с 1997 года. Как правило, это этап **по переключениям** и противоаварийная тренировка, в том числе групповые (коллективные) тренировки с использованием сетевой версии тренажера.

Как показала практика, соревнования являются **хорошим стимулом** для начала внедрения на предприятиях и в энергосистемах электронных средств **обучения**. Часто понимание возможностей применения **тренажеров** приходит уже во время проведения соревнований и при их анализе.

Применение тренажеров в соревнованиях престижно, особенно если оно происходит с опережением соседей, и соревнования проводятся на хорошем техническом уровне.

Соревнования могут проводиться как пользователями самостоятельно без привлечения Модус (конечно, это рекомендуется, если заказчик уже имеет опыт работы с ПО Модус, иначе вследствие некорректного использования могут возникнуть «сюрпризы» на соревнованиях).

В случае привлечения Модус в качестве консультантов мы готовим тренажерный макет и тренировки на основе задания, предоставленного заказчиком, либо предоставляем типовой макет и при необходимости модифицируем его. Мы проводим подробное тестирование макета для исключения сбоев на соревнованиях и разворачиваем комплекс в тренажерном классе.

В случае привлечения нашей компании к проведению соревнований, они проводятся с использованием последних передовых разработок в области **тренажеров** и гарантированно без технических сбоев.



105064, Москва, ул. Казакова,
д.25, стр.4, офис №5



+7 (495) 642 89 62
+7 (499) 267 79 59



modus@swman.ru
www.swman.ru

