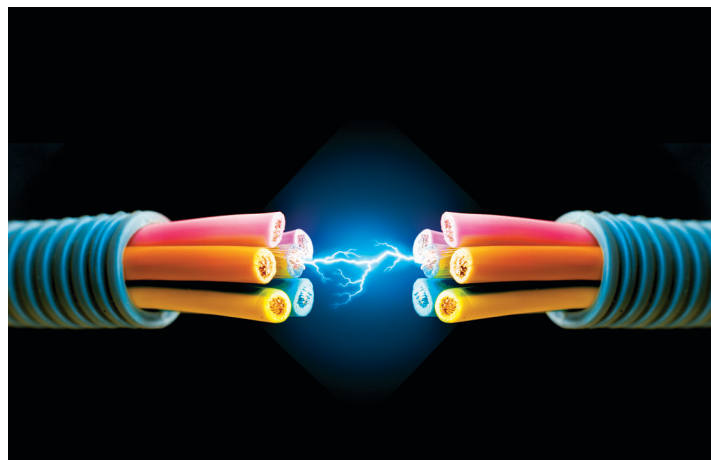


ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ С ПОМОЩЬЮ SMARTPLANT ELECTRICAL



Введение

Сложившийся в настоящее время в Российской Федерации свободный рынок инженерных услуг предъявляет жесткие требования как к проектной организации, так и к качеству выпускаемой ею продукции. Конкуренция, тендеры, сокращение сроков проектирования, необходимость уменьшения текущих затрат, растущие требования заказчиков, дефицит квалифицированных инженерных кадров заставляют постоянно оптимизировать использование внутренних ресурсов, сокращать трудозатраты, расширять сферу предлагаемых услуг и внедрять новые, прогрессивные технологии.

Повышению конкурентоспособности проектной организации на рынке инженерных услуг в немалой степени способствуют освоение и внедрение в промышленную эксплуатацию систем автоматизированного проектирования. Широкие возможности для выполнения электрической части проекта предоставляет уникальное решение компании Intergraph — SmartPlant Electrical.

Общие сведения

SmartPlant Electrical предназначен для решения задач формирования электрических сетей высокого, среднего и низкого напряжений в течение всего жизненного цикла объекта — от формирования концепции и детального проектирования до эксплуатации и техобслуживания. С его помощью можно создавать, систематизировать большие объемы данных и управлять ими, что позволяет использовать этот продукт в крупных и сложных проектах, например, при проектировании объектов нефтехимической и газовой отраслей промышленности, тепловой и атомной энергетики.

Кроме того, SmartPlant Electrical включает в себя комплекс правил для

проверки данных, существенно сокращающей сроки оперативного принятия правильных решений пользователем.

Настраиваемость программы позволяет применять к разрабатываемому проекту нормативные, отраслевые и корпоративные стандарты, обеспечивая соответствие и точность, уменьшая вероятность появления ошибок и превышения стоимости проектирования.

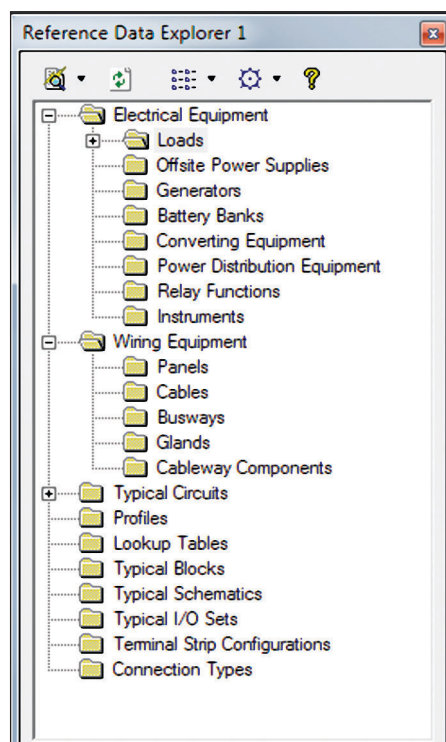
Автоматическая генерация чертежей, формирование графических символов в соответствии с корпоративными стандартами и стандартами заказчика предоставляют возможность расширять и оптимизировать электрическую систему, моделируя различные режимы ее работы без больших трудозатрат на создание чертежей.

Интеграция SmartPlant Electrical с программными продуктами SmartPlant 3D и SmartPlant Instrumentation позволяет осуществить комплексную автоматизацию процесса проектирования.

Применение SmartPlant Electrical предоставляет пользователю ряд преимуществ, таких как:

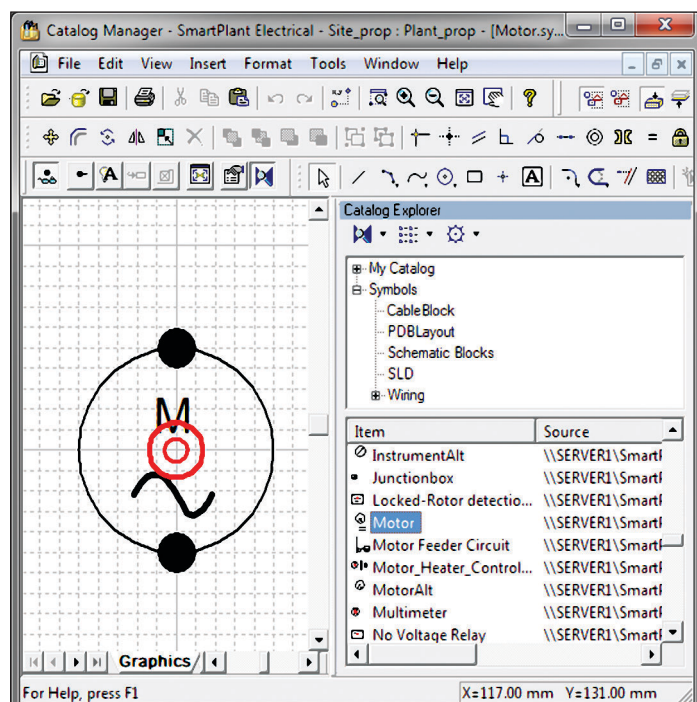
- развертывание модели проекта на базе современных систем управления базами данных Oracle и SQL;
- возможность многопользовательского режима работы;
- встроенный графический редактор;
- создание модели электрической распределительной сети любой сложности и разветвленности;
- комплексное подключение электроприемников к электрической сети;
- комплексное выполнения электротехнических расчетов;
- мгновенное отслеживание произведенных в проекте изменений в течение всего срока проектирования, а также возможность создания ревизий на любой стадии разработки проекта.

База данных

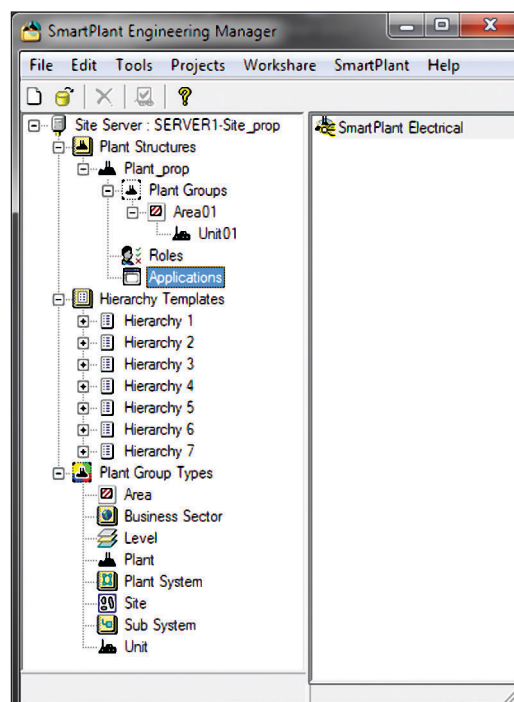


Окно Reference Data Explorer

База данных SmartPlant Electrical выделена в отдельную область структурирования и хранения данных под названием Reference Data Explorer. Здесь содержатся информация о типовых схемных решениях и подключениях, настройки, специальные символы и справочные таблицы. Кроме того, предусмотрена возможность создания в базе данных типовых элементов электрической сети (электродвигателей, трансформаторов, распределительных устройств, станций управления, кабелей и т.д.) с определенными техническими характеристиками для их последующего выбора и многократного применения в текущем проекте. Для удобства предусмотрено



Окно Catalog Manager



Окно административного модуля SmartPlant Engineering Manager

создание пользовательских каталогов и фильтров сортировки данных. Базу данных рекомендуется создавать перед этапом проектирования и в дальнейшем использовать ее при организации новых объектов.

Наличие в SmartPlant Electrical базы данных и ограничение доступа к ней позволяют специалистам проектной организации контролировать целостность и сохранность информации, а также централизованно пополнять ее.

Пополнение базы данных возможно как непосредственно в SmartPlant Electrical, так и путем импорта из сторонних программ. Специальный встроенный модуль Import Manager позволяет импортировать новые данные из стандартных приложений Microsoft Access и Microsoft Excel.

Символы условных графических обозначений, рамок и основных надписей чертежей, участков типовых схем создаются в графическом модуле Catalog Manager и могут быть сохранены как элементы базы данных.

Административный модуль

В состав SmartPlant Electrical входит специальный программный модуль SmartPlant Engineering Manager, предназначенный для администрирования и управления проектом. В нем создается иерархия объекта проектирования, формируются и обозначаются его структурные единицы, задаются и определяются

свойства объектов. Кроме того, в SmartPlant Engineering Manager указываются пользователи, которые будут принимать участие в работе над данным объектом.

Инструменты администрирования этого модуля позволяют разграничить права доступа к элементам структуры объекта проектирования таким образом, чтобы функции редактирования, изменения, добавления и удаления элементов были доступны только пользователю, непосредственно работающему с определенной частью объекта. Другим пользователям могут быть предоставлены права просмотра и документирования. Предоставление прав доступа позволяет разграничить степень ответственности, определить объем работы по проекту и сроки ее выполнения для каждого специалиста.

Менеджер обозначений

В SmartPlant Electrical предусмотрен специальный модуль, позволяющий автоматически формировать позиционные обозначения для создаваемых элементов объекта проектирования в соответствии с правилами, определенными ранее. Этот модуль — настраиваемый, что позволяет изменять правила обозначения элементов электрической сети в соответствии со стандартами, принятыми в организации.

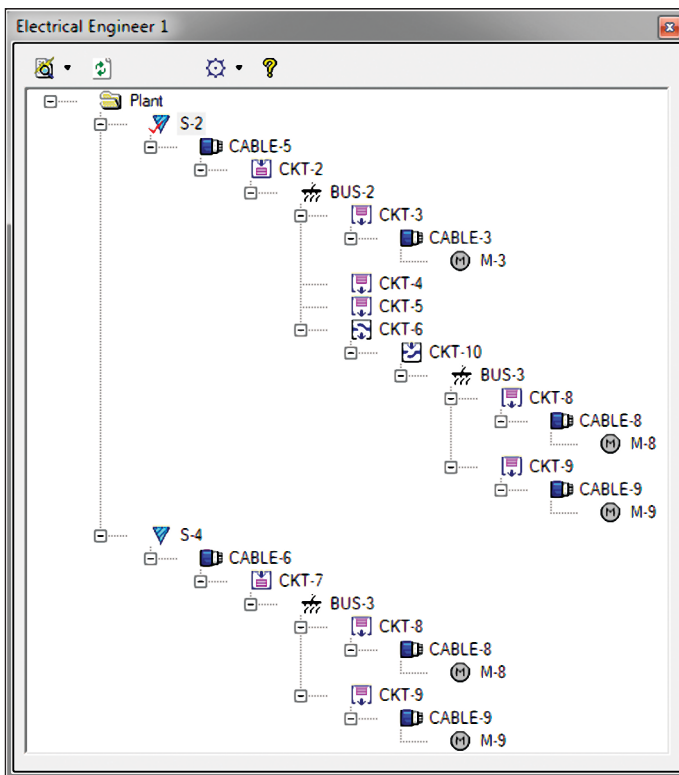
Кроме того, в SmartPlant Electrical существует возможность обозначения эле-

ментов в соответствии с системой KKS (Kraftwerk-Kennzeichen System — система классификации кодирования для электростанций), широко распространенной во всем мире, в том числе — в российских проектных организациях энергетического профиля.

Все настройки по обозначениям элементов осуществляются на начальной стадии создания объекта проектирования, что позволяет избежать несоответствий, повторов, ввода недопустимых символов и просто ошибочных действий при задании позиционных обозначений электрооборудования вручную. Такой подход также избавляет специалиста от монотонной работы и существенно сокращает сроки формирования элементов электрической распределительной сети в модели.

Создание электрической распределительной сети

Электрическая распределительная сеть создается на основе типовых элементов базы данных. Пользователь может создавать распределительные устройства различного уровня, осуществлять необходимые кабельные подсоединения к ним, отслеживать процесс их заполнения стандартными ячейками с аппаратурой коммутации и управления, а также формировать комплект конструкторской документации (заполнение монтажных зон, общий вид распределительного устройства).



Окно *Electrical Engineer*



Конструкторская структура распределительного устройства

В специальном окне *Electrical Engineer* показывается структурная схема распределительной сети объекта проектирования. Топологическая схема этой сети может быть выведена с помощью внутреннего графического редактора SmartPlant Electrical. Для удобства пользователя любой участок структурной схемы в окне *Electrical Engineer* может быть свернут, а топологическая схема выведена, начиная с указанного пользователем уровня.

Электрическая распределительная сеть, создаваемая в SmartPlant Electrical, включает в себя все электрооборудование, приборы и проводники, предназначенные для передачи, распределения, преобразования и контроля электрической энергии от источников питания до конечных электропотребителей.

В модели SmartPlant Electrical возможно создание следующих групп элементов электрической сети:

- питающие линии (удаленные источники питания);
- генераторы;
- аккумуляторные батареи;
- подстанции;
- распределительные устройства;
- преобразовательное оборудование;
- местные станции управления;
- электросиловое оборудование;
- электроосвещение;
- приборы учета и контроля;
- кабели и шинопроводы.

Посредством специального окна свойств пользователь может ввести для каждого нового электропотребителя данные, определяющие его проектные характеристики, особенности конструктивного исполнения, способ управления и перечень контрольно-измерительных сигналов для систем управления.

В качестве электропотребителей в модели SmartPlant Electrical могут быть созданы:

- электродвигатели;
- электронагреватели;
- системы электрообогрева;
- преобразовательное оборудование;
- резисторы;
- электроосветительное оборудование;
- розеточная сеть;
- сварочное оборудование.

Окно свойств электропотребителя

В SmartPlant Electrical существует специальный инструмент, позволяющий запитать несколько электропотребителей от выбранного распределительного устройства, что значительно сокращает время, затрачиваемое на обвязку электрической распределительной сети крупного объекта.

Коммутационные элементы используются в модели электрической распределительной сети как в качестве внутреннего электрооборудования стандартных блоков и ячеек распределительных устройств, так и в качестве отдельно стоящего электрооборудования.

В качестве электрокоммутационного оборудования в модели SmartPlant Electrical могут быть созданы следующие группы элементов:

- контакторы и пускатели;
- автоматические выключатели;
- предохранители;
- разъединители;
- реле перегрузки.

В качестве элементов базы данных на основе типовых коммутационных устройств может быть сформирован набор типовых фидеров с назначенным электроаппаратным составом для последующей комплектации ими блоков и ячеек распределительных устройств. Ячейка, созданная на основе типового фидера, имеет определенные размеры, что позволяет отслеживать заполнение монтажной зоны панели распределительного устройства при подключении данной ячейки к шинам.

Для комплектации распределительных устройств объекта проектирования в зависимости от их вида и назначения могут быть созданы:

- типовые фидеры питающих линий;
- типовые фидеры секционных устройств;
- типовые фидеры питания статической электрической нагрузки;
- типовые фидеры питания электродвигательной нагрузки.

Распределительные устройства в модели SmartPlant Electrical могут иметь различные функциональное назначение, конструктивное исполнение и расположение в структурной иерархии электрической распределительной сети объекта проектирования. В зависимости от текущей задачи, а также от классификации распределительных устройств, принятой в той или иной отраслевой проектной организации, в программе создаются:

- распределительные устройства высокого и среднего напряжения;
- щиты станций управления;
- распределительные пункты и щитки;
- отдельностоящие силовые распределительные панели;
- устройства автоматического ввода резерва;
- щиты аварийного питания.

В специальном окне SmartPlant Electrical определяется конструкторская структура распределительного устройства. Здесь пользователь может определить способ расположения его секций (одно- или двусторонний), число панелей и очередность их расположения, ширину и высоту каждой панели. В графическом редакторе выполняется заполнение монтажных зон панелей распределительного устройства стандартными блоками и ячейками с электрооборудованием.

В качестве электроизмерительного электрооборудования для электрической распределительной сети в модели SmartPlant Electrical могут быть созданы:

- трансформаторы тока и напряжения;
- вольтметры;
- амперметры;
- мультиметры;
- реле защиты.

Электроизмерительное оборудование может являться как составным элементом типовой цепи, определенной в базе данных, так и комплектной частью другого электрооборудования (например, секции шин или ячейки распределительного устройства).

Построение электрических схем

После формирования модели электрической распределительной сети и ее обвязки пользователь может получить необходимый комплект электрических схем с помощью специальных инструментов SmartPlant Electrical.

Программа поддерживает формирование принципиальных однолинейных схем питания с отображением на них шин и секционных связей распределительных устройств; внутренних компонентов отходящих и питающих фидеров; аппаратуры управления и сигнализации; отдельно стоящего электрооборудования; кабельных соединений, а также необходимого набора параметров, определяющего проектные и технические характеристики выводимых элементов.

В зависимости от текущей задачи и требований проектирования принципиальная однолинейная схема может быть выполнена как отдельно для каждого выбранного распределительного устройства, так и для выделенного участка электрической сети, содержащего несколько распределительных устройств. Кроме того, возможен режим отображения однолинейной схемы одного распределительного устройства на нескольких листах и на одном листе в несколько рядов с организацией "обрыва" шины.

Принципиальные электрические схемы управления электропотребителями создаются на основе типовых сборок, хранящихся в базе данных. Типовая схема может быть выбрана пользователем из базы данных и определена той единице электрооборудования, для которой нужно создать схему управления. Каждая такая сборка является графическим изображением и содержит набор электрических элементов, функционально входящих в состав схемы управления. Типовая сборка имеет специальные макросы, через которые на чертеж выводится вся необходимая информация об электропотребителе и элементах его управления.

Схемы соединений в SmartPlant Electrical выполняются на основе типовых способов подключения, содержащихся в базе данных. Формирование клеммных колодок у электрооборудования в текущем проекте возможно как индивидуально, так и посредством выбора типовых клеммных конфигураций из базы данных. В зависимости от требований проектирования подключение кабелей к клеммной колодке выбранного электрооборудования может быть выполнено:

- путем непрерывного подключения проводников кабеля, начиная с определенной стартовой клеммы;
- применением типового способа подключения, характерного для данного вида электрооборудования;
- группового подключения кабелей к клеммным колодкам электрооборудования на основе выполненного подключения-прототипа.

Выполнение электрических расчетов

В SmartPlant Electrical реализован расчет электрических нагрузок. Он может быть выполнен как для отдельного распределительного устройства, так и для всей сети в целом с определением электрических нагрузок на существующие в объекте проектирования источники питания.

При расчете опционально может быть учтено оперативное состояние коммутационных аппаратов (включен/выключен) и наличие в распределительном устройстве секционных связей. Расчет электрических нагрузок для распределительных устройств, имеющих в своем составе секционные связи, производится с учетом нагрузки от электроприемников резервируемой шины.

Кроме того, в зависимости от требований, предъявляемых к объекту проектирования, расчет может быть произведен с учетом либо индивидуальных коэффициентов работы электроприемников, заданных в их свойствах, либо коэффициентов одновременности их работы, указанных у шин распределительного устройства.

При необходимости в расчете учитывается электрическая нагрузка, создаваемая преобразовательным оборудованием, местными пультами управления и техническими средствами автоматизации.

Перед расчетом электрических нагрузок пользователь может проверить их баланс для выяснения равномерности загрузки шин распределительного устройства.

По результатам расчета электрических нагрузок для каждой шины распределительного устройства формируются значения активных и реактивных составляющих потребляемых и установленных мощностей, создаваемых электроприемниками, запитанными от данной шины.

В случае необходимости повышения коэффициента мощности при расчете электрических нагрузок в SmartPlant Electrical возможна компенсация действующего значения реактивной мощнос-

ти с помощью подключаемых к питающей сети конденсаторных батарей.

Пользователь может сформировать отчетный документ с результатами расчета электрических нагрузок и приложить его к основному комплекту рабочей документации по проекту.

В SmartPlant Electrical реализованы расчеты проверки кабелей на допустимые падения напряжения в нормальном и пусковом режимах, а также на стойкость к воздействию действующих значений токов короткого замыкания. Эти расчеты производятся с учетом условий эксплуатации кабелей, их токовой загрузки и температуры окружающей среды.

Программа подсчитывает потери напряжения в кабелях и автоматически пересчитывает их при изменении длин кабелей. При превышении допустимого значения падения напряжения в кабеле выводится соответствующее информационное сообщение.

Модуль проверок

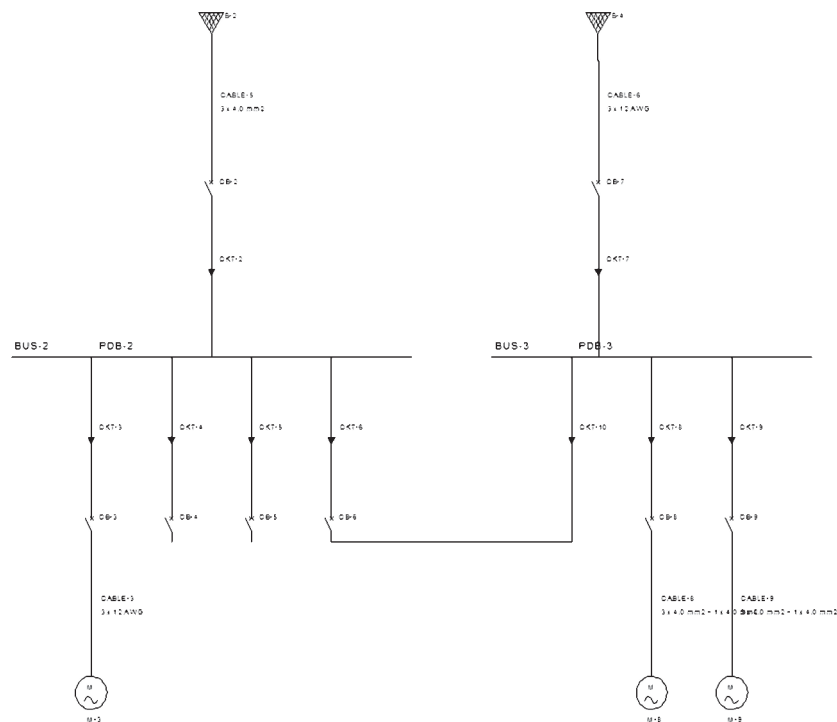
Встроенный модуль правил (Rule Manager) позволяет пользователю создать ряд электрических проверок и применить их в проекте. Преимущество этого модуля заключается в широком выборе диапазона настроек правил, которые можно использовать при проектировании, — например, реализация проверки защиты автоматическим выключателем силового кабеля от перегрузки.

Для запуска Rule Manager не требуется предпринимать какие-либо дополнительные действия, поскольку он работает в автоматическом режиме и при выявлении несоответствия конкретному правилу выдает предупреждающие сообщения.

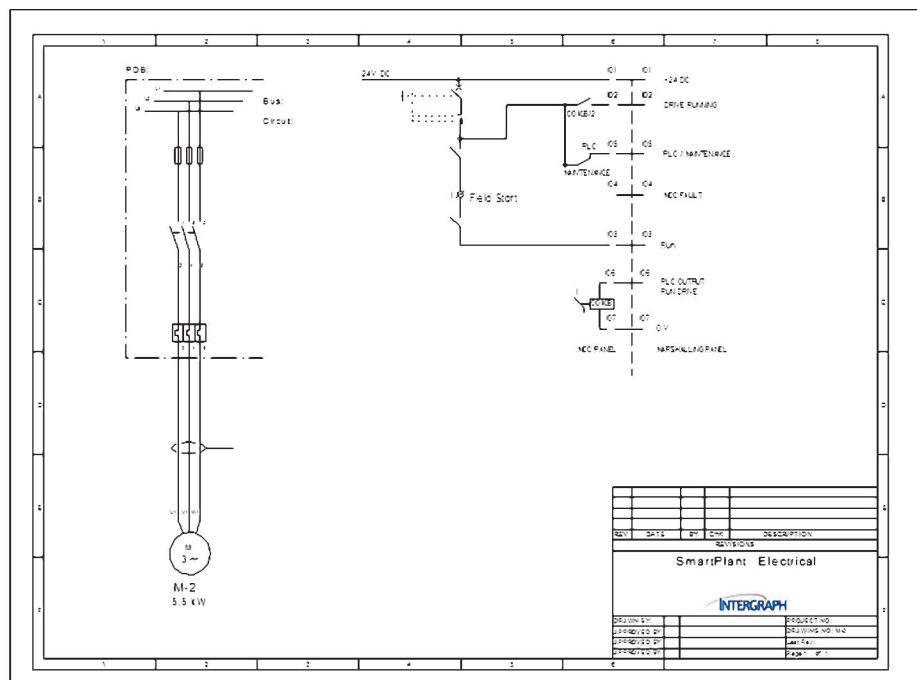
Проектные документы

Модуль Catalog Manager позволяет производить настройку и вывод проектных документов в соответствии со стандартами оформления, принятыми в проектной организации. Работая в этом модуле, пользователь может создавать собственные графические изображения рамок, основных надписей и специализированных графических символов и использовать их в дальнейшем при проектировании новых объектов.

В SmartPlant Electrical формируются проектные документы графического и табличного видов. Возможности настройки и создания шаблонов позволяют адаптировать программу под российские стандарты. Перечень получаемой в SmartPlant Electrical проектной документации включает:



Принципиальная однолинейная схема электрической сети



Принципиальная схема управления

- принципиальные однолинейные схемы электрической сети;
- принципиальные схемы управления;
- схемы кабельных соединений (графическое представление об электрических связях между единицами оборудования);
- кабельные журналы;
- общий вид распределительных устройств;
- схемы электрических соединений.

Пакет сформированных документов сохраняется в базе данных проекта. При необходимости внесения в проект изменений можно создавать ревизии, что позволяет пользователю сохранять про-

Кабельный журнал

туре и элементах электрической сети в программу ЕТАР для проведения в ней комплекса электрических расчетов.

делены на тематические главы, завершающиеся лабораторными работами, которые привьют пользователю навыки самостоятельной работы по проектированию и администрированию в SmartPlant Electrical.

Поскольку количество инструментов и модулей SmartPlant Electrical достаточно велико, а решаемые с их помощью задачи обширны и разноплановы, для успешного освоения программы и последующей продуктивной работы с ней будущим пользователям необходимо пройти специальное обучение.

Методика обучения SmartPlant Electrical включает в себя базовый и административный курсы. Базовый курс предназначен для специалистов проектной группы, непосредственно разрабатывающих модель электрической части, и предусматривает изучение функционала программы для выполнения инженерных задач и принятия технических решений (создание структуры электрической распределительной сети и ее обвязка, выбор электрооборудования и кабелей, проведение электрических расчетов; формирование графической и табличной проектной документации).

Административный курс предназначен для специалистов, занимающихся организацией и управлением проектом, и включает в себя:

Обучение на курсах, осуществляемое квалифицированными преподавателями, и последующая техническая поддержка специалистами компании CSoft позволят избежать немалых трудностей на начальной стадии освоения программы, уменьшат число ошибок при проектировании и значительно сократят сроки внедрения SmartPlant Electrical в организации.

SmartPlant Electrical обеспечит существенное повышение эффективности проектирования электрических сетей. Накопление собственных наработок, создание обширной базы данных, введение корпоративных стандартов и регламентов, а также постоянно растущий опыт специалистов в использовании системы позволят унифицировать ряд инженерных работ и ускорить их выполнение, а также значительно повысят производительность проектных отделов. В свою очередь, это обеспечит оптимизацию трудозатрат и рациональное использование имеющихся ресурсов без потери качества выпускаемой документации.

- Интеграционный режим работы SmartPlant Electrical позволяет пользователю обмениваться проектными данными с другими приложениями SmartPlant. В качестве примеров такой интеграции можно привести:

- передачу данных на электропотребители из SmartPlant 3D и SmartPlant Instrumentation в SmartPlant Electrical в качестве технологического задания на электроснабжение;
- передачу данных о сигналах контроля и управления электропотребителями из SmartPlant Electrical в SmartPlant Instrumentation;
- передачу данных о кабелях из SmartPlant Electrical в SmartPlant 3D с целью получения исходной информации для проведения кабельной раскладки;
- передачу данных о кабелях из SmartPlant 3D в SmartPlant Electrical после проведения кабельной раскладки с целью получения значений их истинных длин и способов прокладки для проведения проверочных электрических расчетов.

Кроме того, существует возможность организовать передачу данных о струк-

- обучение развертыванию проекта на сетевом ресурсе организации;
- формирование иерархии проекта и предоставление прав доступа;
- организацию ведения базы данных программы;
- настройку шаблонов выходных документов;
- организацию импорта-экспорта данных.

Курсы обучения предусматривают теоретическую и практическую части, раз-

**Олег Александров,
Василий Тебекин
CSoft Engineering
E-mail: aleksandrov@csoft.ru,
tebekin@csoft.ru**