



Российские BIM-технологии

Проектирование систем электроснабжения в Model Studio CS

ModelStudioCS

➤ РОССИЙСКИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В Model Studio CS

Эта статья цикла, посвященного российским BIM-технологиям, рассказывает об АРМ Электроснабжения. В основу АРМ положен программный продукт Model Studio CS Кабельное хозяйство, который может применяться при разработке разделов электроснабжения, электроосвещения, контрольно-измерительных приборов и автоматизации и предоставляет возможность сформировать трехмерную информационную модель объекта проектирования.

Введение

Требования заказчиков к срокам выполнения проектов электроснабжения становятся всё жестче, а значит проектным организациям необходимо сокращать трудозатраты благодаря существенной оптимизации внутренних процессов проектирования.

Автоматизация проектирования кабельного хозяйства энергетических, нефтегазовых, промышленных и гражданских объектов должна обеспечивать надежное взаимодействие всех участников проектного процесса, а получаемая выходная

документация — полностью отвечать требованиям ГОСТ, СНиП и ПУЭ. Технология автоматизированного проектирования любых систем электроснабжения должна быть удобной и понятной. Одной из важнейших составляющих автоматизированного проектирования является предотвращение грубых ошибок на стадиях проектирования и строительства объекта. Не менее важна скоординированная работа различных подразделений проектной организации, необходимо четкое взаимодействие с субподрядчиками при выполнении как про-

ектной, так и рабочей документации на всех этапах строительства и эксплуатации — все это может и должно быть организовано с использованием централизованной базы данных объекта проектирования (BIM-модели).

Решения Model Studio CS охватывают весь комплекс работ при проектировании технологических объектов и полностью соответствуют требованиям, нормам и стандартам, действующим на территории Российской Федерации.

В основу АРМ Электроснабжения положен программный комплекс Model

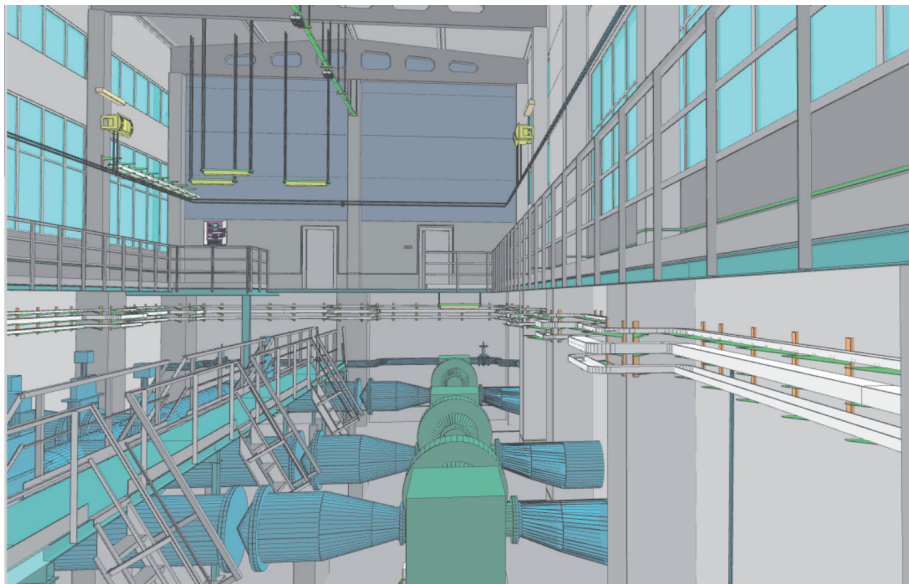


Рис. 1. Информационная модель машинного зала в CADLib Модель и Архив

Studio CS Кабельное хозяйство, о котором и пойдет речь в нашей статье. Этот продукт может применяться при разработке разделов электроснабжения, электроосвещения, контрольно-измерительных приборов и автоматики. По всем перечисленным разделам предоставляется возможность сформировать трехмерную информационную модель объекта проектирования (рис. 1).

Комплекс позволяет решать следующие основные задачи:

- трехмерная компоновка электротехнических изделий;
- построение кабельных трасс любой сложности в 3D-пространстве;
- раскладка кабелей по 3D-модели;
- формирование и выпуск проектной и рабочей документации.

Как и все продукты комплексной линейки трехмерного проектирования Model Studio CS, программный комплекс Model Studio CS Кабельное хозяйство позволяет работать на платформе nanoCAD Plus 11.1, nanoCAD Plus 20.1, nanoCAD Plus 20.3, Платформе nanoCAD 21 или AutoCAD 2017-2022.

Технология совместной работы

Совместная параллельная работа над 3D-проектом основана на технологии CADLib Проект, которая позволяет объединить в общем информационном пространстве 3D-модели по различным специальностям, загружать в качестве подосновы модели смежников, а также использовать модели электропотребителей для прокладки к ним питающих кабелей (рис. 2), формировать задания с привязкой к объектам и вести переписку между участниками проекта. Работа в едином информационном пространстве позволяет инженеру-электротехнику получить доступ к объектам модели строителей и технологов (рис. 3) и использовать эти объекты в качестве 3D-подложки. Просмотр фрагментов модели смежников возможен напрямую из иерархической структуры проекта.

Все участники проектного процесса работают с базой данных проекта и базами библиотек стандартных элементов, развернутыми на общем сервере. Проектировщики, работающие в Model Studio CS, подключаются к базе проекта из специализированных приложений с помощью технологии CADLib Проект. Происходит это в самом начале проекта, позволяя в дальнейшем осуществлять доступ к актуальным настройкам и 3D-моделям, а также быстро публиковать изменения в общую базу данных.

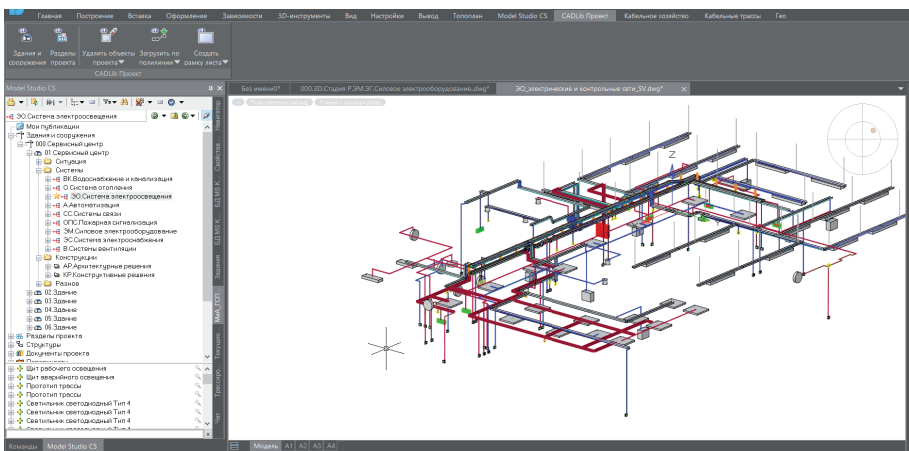


Рис. 2. Электроосвещение здания в Model Studio CS Кабельное хозяйство

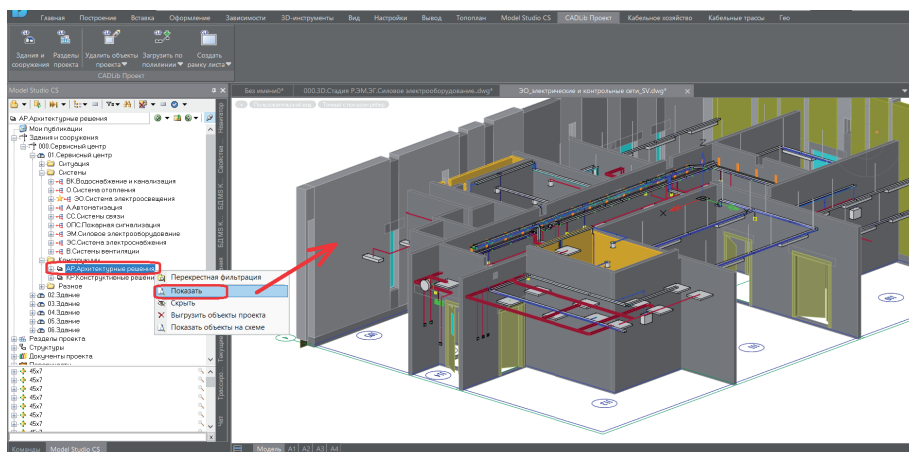


Рис. 3. Электроосвещение здания с 3D-подложкой строительной части в Model Studio CS Кабельное хозяйство

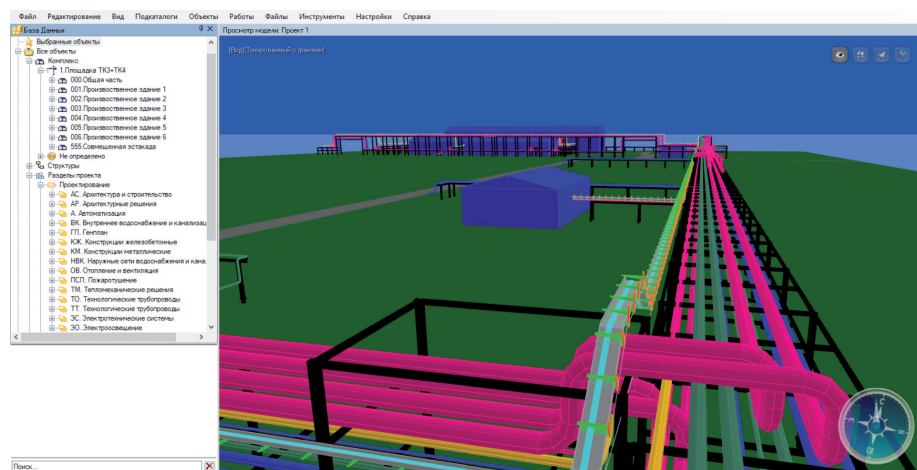


Рис. 4. Информационная модель площадки в CADLib Модель и Архив

Коллективный доступ к комплексной BIM-модели и управлению инженерными данными информационной модели (рис. 4), структурирование, хранение, визуализация информационных моделей, их проверка на предмет коллизий осуществляются в среде общих данных CADLib Модель и Архив.

Работа с базой данных

Работа в Model Studio CS Кабельное хозяйство осуществляется на основе базы данных компонентов, изделий и материалов, входящей в стандартную поставку. База постоянно верифицируется и насчитывает более 60 000 объектов, включая:

- шкафы, щиты, пульта;
- светильники;
- выключатели, розетки;
- кабели;
- датчики и приборы контроля;
- кабельные короба, лотки;
- стойки, консоли;

■ трубы, гофру, металлорукав.

База данных встроена непосредственно в среду проектирования (рис. 5) и не требует вызова сторонних программ: доступ к ней осуществляется посредством удобного диалогового окна. Пользователю доступны все инструменты, необходимые для работы с базой: поиск по наименованию или предварительно заданным условиям, работа с predefined выборками, классификаторами, миника탈огами. До вставки в чертеж можно посмотреть, как выглядит объект, и получить полную атрибутивную информацию о нем: марку, название завода-изготовителя, материал, вес, состав и другие полезные данные, необходимые для принятия решения.

База данных может работать как в локальном режиме на индивидуальном рабочем месте, так и в режиме общего доступа на сервере организации с разграничением прав использования.

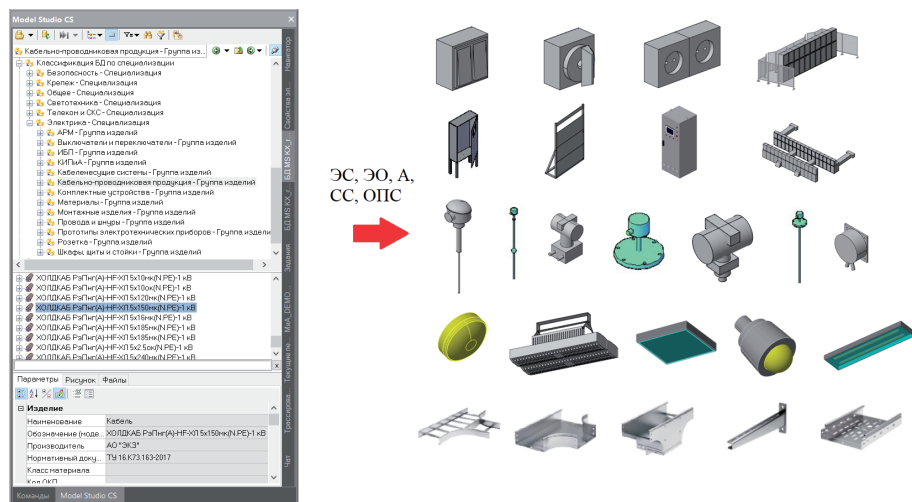


Рис. 5. База данных оборудования, изделий и материалов встроена в среду проектирования

Все элементы, входящие в базу изделий и материалов, являются параметрическими объектами и содержат атрибутивную информацию. Проектировщик имеет возможность создавать в специализированном редакторе собственные параметрические объекты как с применением существующих объектов базы данных, так и на основе примитивов и инструментария редактора параметрического оборудования. Для управления базой данных и ее администрирования используется Менеджер библиотеки стандартных компонентов, также входящий в комплект стандартной поставки. С его помощью можно настраивать классификаторы и выборки объектов базы данных для нужд конкретного отдела или специализации в целом, а также по номенклатурам заводов-изготовителей или по иным критериям, удобным для проектного института.

Технология построения модели

Трехмерное проектирование электрооборудования, кабельного хозяйства и кабельных систем здания (ЭС, ЭО, А, СС, ОПС) осуществляется в три этапа (рис. 6):

- размещение электротехнического оборудования с помощью объектов базы данных;
- прокладка кабельных трасс между оборудованием, размещенным в 3D-пространстве;
- трассировка и раскладка кабельной продукции по конструкциям между необходимым оборудованием.

Model Studio CS Кабельное хозяйство позволяет разместить в пространстве 3D-модели (рис. 7) любое электротехническое оборудование, создать кабельные трассы внутри помещений, а также по открытым территориям, на эстакадах, в траншеях, в земле, по железобетонным конструкциям. Кроме того, пользователю предоставлена возможность использовать любые кабельные металлоконструкции, выполнить раскладку кабельно-проводниковой продукции по заданным участкам трасс, сформировать и выпустить кабельный журнал, спецификацию на оборудование, кабели и кабельные конструкции, получить ведомости объемов работ по кабельной раскладке.

Важнейшие задачи, решаемые Model Studio CS Кабельное хозяйство:

- конструирование и компоновка кабельных конструкций любой сложности в трехмерном пространстве;
- раскладка кабелей в соответствии с требованиями ПУЭ-7, учет резер-

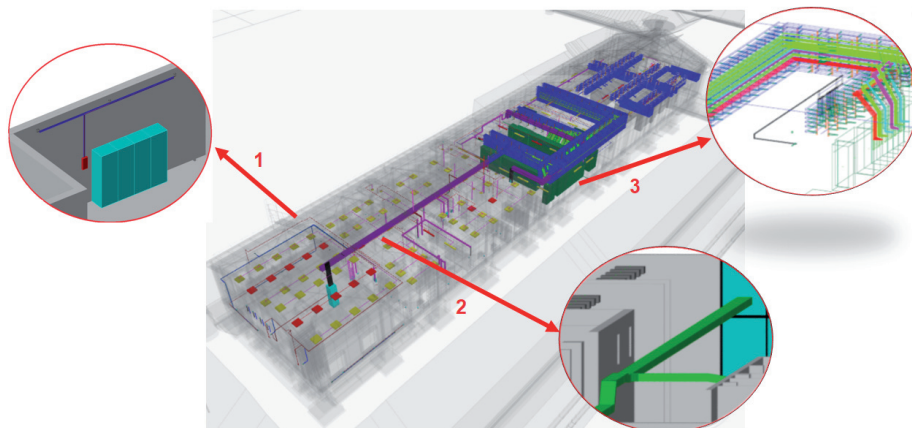


Рис. 6. Этапы проектирования в Model Studio CS Кабельное хозяйство

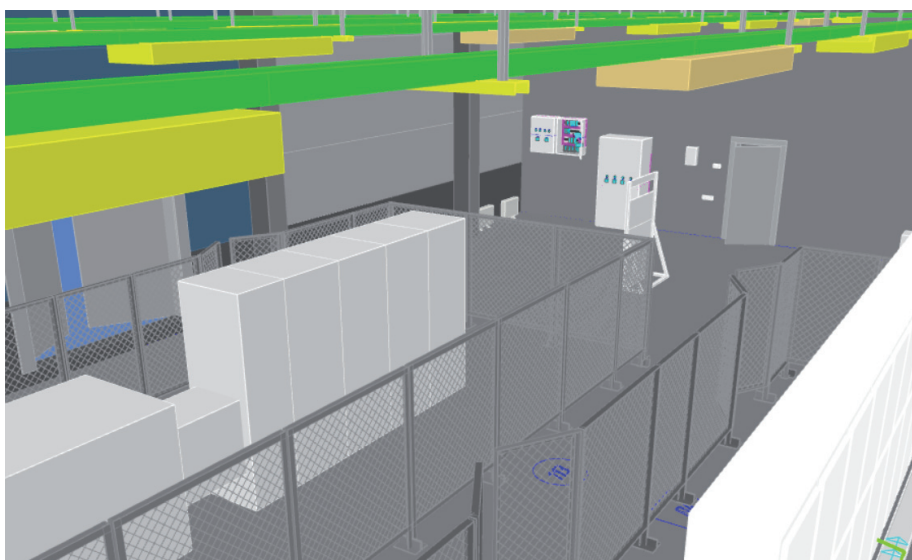


Рис. 7. Информационная модель помещения распределительного устройства в CADLib Модель и Архив

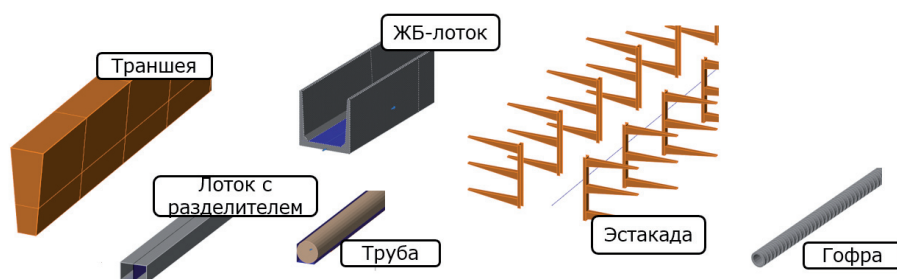


Рис. 8. Типы кабельных трасс в Model Studio CS

вирования, напряжения, назначения, типа кабелей, диаметра изгиба и т.д.;

- получение оформленных планов, разрезов и сечений на кабельные конструкции;
- формирование и выпуск полного комплекта табличной документации по кабельной раскладке – с рамками, штампами, эмблемами и т.п. (в форматах MS Word, MS Excel, nanoCAD/AutoCAD);
- интеграция с CADLib Модель и Архив – программным комплексом для информационной поддержки процессов строительства и эксплуатации промышленных объектов.

Технология построения трасс и раскладки кабеля обеспечивает быстрое построение магистральных (прямолинейных) трасс с учетом:

- различного состава конструкций на прототипе трассы;
- различного типа кабельных конструкций;
- раздельного поведения конструкций в 3D.

Возможна реализация различных компоновочных решений (монтажных узлов), предлагаемых изготовителями, причем зачастую одно и то же конструкторское решение может воплощаться разными способами. Model Studio CS Кабельное хозяйство позволяет сформировать монтажные узлы из отдельных элементов базы данных и в дальнейшем использовать их при выполнении модели кабельной трассы. Учет деталей и изделий, из которых состоит такой узел, осуществляется автоматически.

Кабельные конструкции Model Studio CS Кабельное хозяйство можно копировать, перемещать, поворачивать, отражать, поскольку все функции и команды платформ nanoCAD и AutoCAD распространяются и на данные объекты.

При построении прямолинейных участков трасс (лотков, труб, траншей, эстакад) пользователю предоставлена возможность копировать элементы вдоль кабельных трасс с необходимым шагом (рис. 8). Для этого достаточно создать один участок (например, стойку с полками), а затем указать программе, через какое расстояние следует копировать данные объекты. Будет выполнено автоматическое тиражирование объектов вдоль оси, что очень удобно при построении длинных повторяющихся прямолинейных участков трасс – в частности, эстакад.



С недавнего времени в Model Studio CS Кабельное хозяйство доступен функционал для создания кабельных трасс на основе эскизов фасонных деталей. При этом возможно применение обобщенных деталей (примерные размеры, условные диаметры, отсутствие информа-

ции о производителе), поддерживается и работа в конструкторском режиме (рис. 9), когда используются точные размеры, диаметры, точная информация об изделиях (использование миникаталогов или спецификаций деталей). На любом этапе можно внести в модель ис-

правления, при этом программа автоматически выполнит корректировку всех связанных деталей кабельных трасс, лотков, коробов, труб. Трассировка таких кабельных трасс возможна по координатам, по углам, с использованием привязок, а также с применением специальных интеллектуальных средств построения – например, координатных фильтров для точного позиционирования трассы относительно объектов смежных специальностей. Встроенный инструмент автоматической трассировки позволяет создать трассу по наименьшему конструктивному расстоянию между двумя точками, с автоматическим расположением углов поворота.

Немаловажно, что при наличии проекта компоновки оборудования, выполненного, например, в Model Studio CS Трубопроводы или Model Studio CS Открытые распределительные устройства, трассировка и раскладка кабелей не займут много времени. Объясняется это тем, что все технологическое высоковольтное оборудование, размещаемое в программах Model Studio CS, уже имеет специальные контакты – узлы для подключения кабелей. Но даже если такого проекта нет, компоновку оборудования можно выполнить средствами Model Studio CS Кабельное хозяйство, используя при этом либо трехмерную модель nanoCAD/AutoCAD, либо обычный план расположения оборудования. Программный комплекс Model Studio CS Кабельное хозяйство предлагает ряд функций корректировки и редактирования проложенных кабелей. Например, вы можете выбрать на модели кабель и переложить его на другую трассу или полку либо запустить команду перетрассировки, запретив при этом прохождение данного кабеля по указанным трассам. Программа будет сразу же выдавать оптимальный результат, что позволит вам принять наилучшее проектное решение.

Как для автоматического, так и для ручного режима трассировки и раскладки кабелей действует ряд ограничений (коллизий) (рис. 10, 11), касающихся:

- емкости трассы;
- кабельной группы;
- способа раскладки кабелей различного назначения (многослойно, однослойно или через диаметр);
- соединения отдельных участков трасс между собой (программа проверяет целостность трассы в 3D-пространстве и отслеживает коллизии).

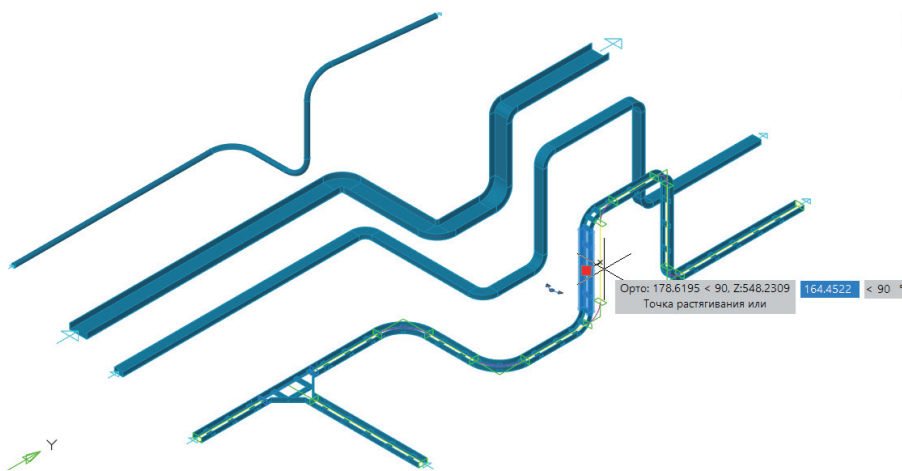


Рис. 9. Кабельные трассы в Model Studio CS, созданные по миникаталогам

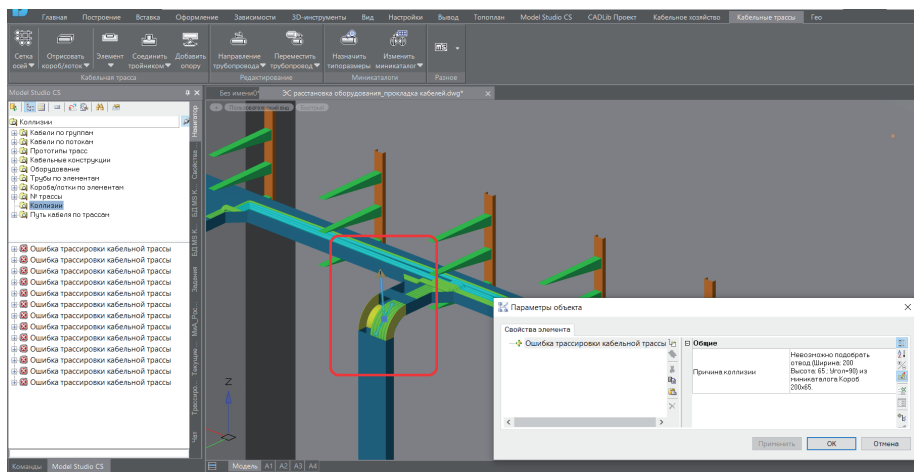


Рис. 10. Пример коллизии при соединении трасс по миникаталогам

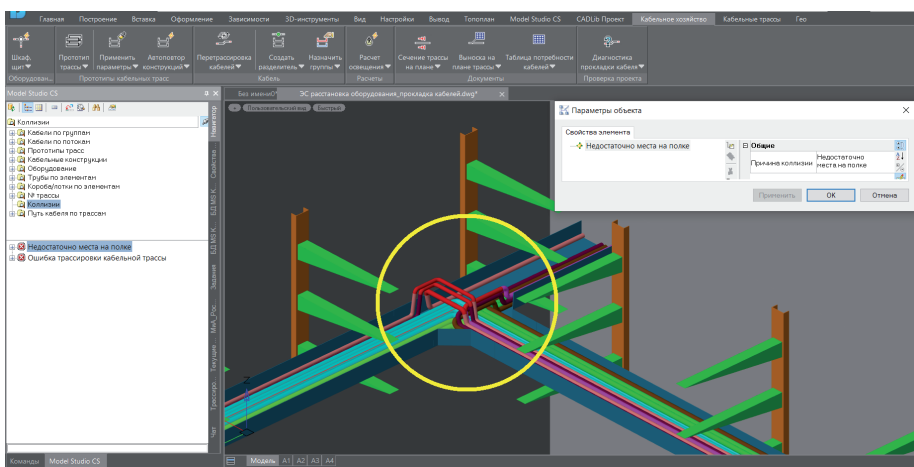


Рис. 11. Пример коллизии при раскладке кабелей на пересекающихся участках трасс

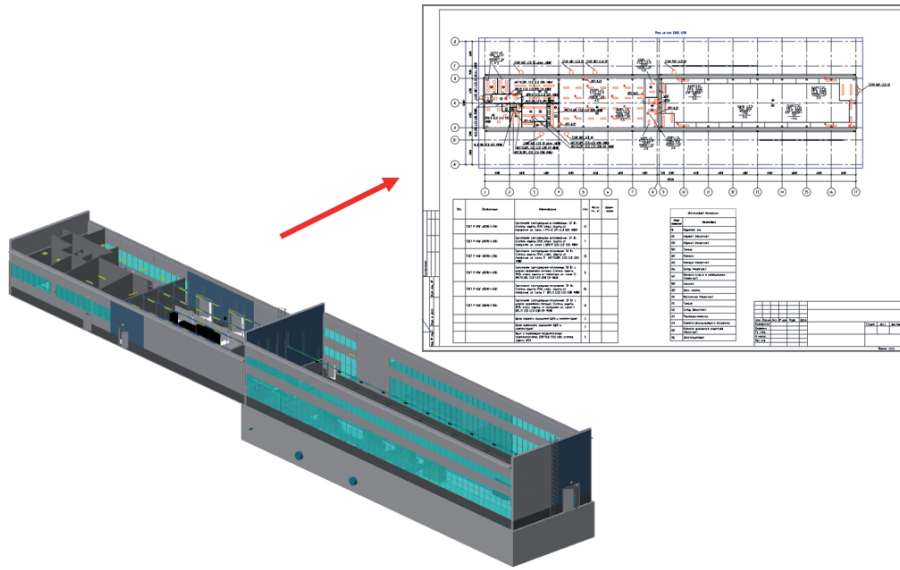


Рис. 12. Генерация плана электроосвещения в Model Studio CS Кабельное хозяйство

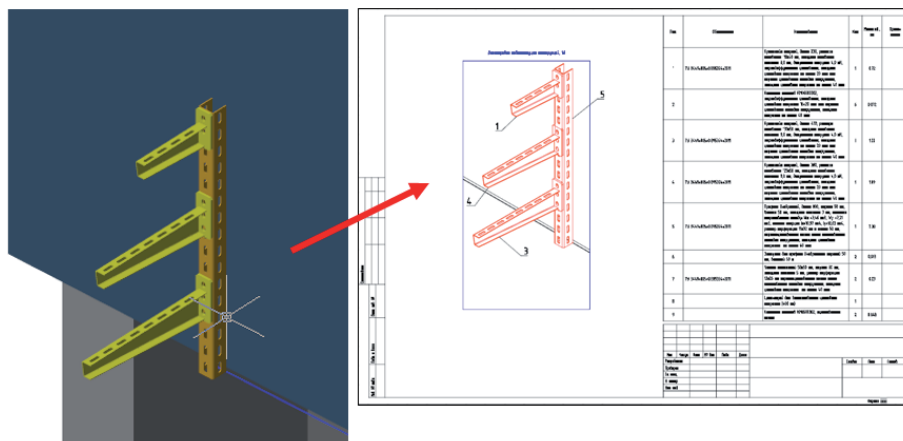


Рис. 13. Генерация изометрического вида по 3D-модели

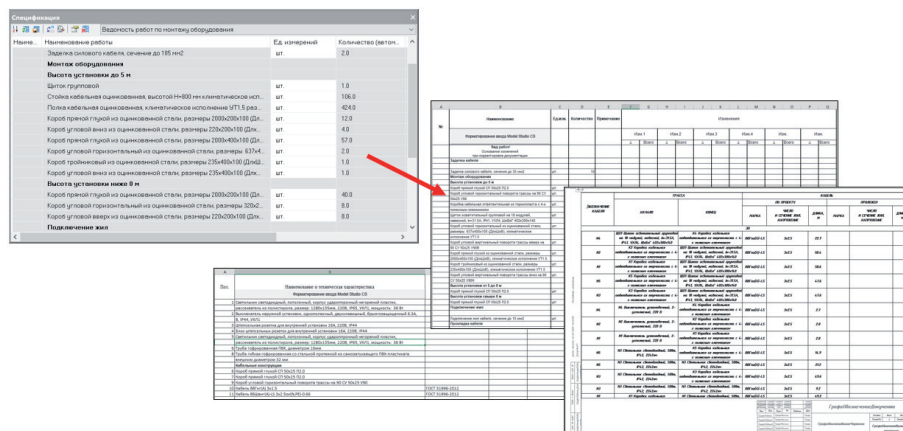


Рис. 14. "Спецификатор" и выгрузка табличной документации

Формирование выходной документации

Формой отчетности по всем проектам является выпуск проектно-сметной документации. Model Studio CS Кабельное хозяйство обеспечивает широкий спектр возможностей, позволяющих по полученным трехмерным моделям сформировать двумерную документацию (рис. 12): планы, виды, разрезы.

На сформированных планах и разрезах автоматически проставляются элементы оформления: выноски, высотные отметки, линейные размеры, позиционные обозначения. Все необходимые табличные документы (спецификации, ведомости, перечни оборудования и любая другая документация такого рода) автоматически генерируются на основе созданной 3D-модели. Шаблоны включены в состав стандартной поставки и могут использоваться сразу после установки программного комплекса.

Из сформированной в 3D-пространстве модели можно сгенерировать изометрические виды, необходимые для детализации кабельных конструкций и элементов крепления (рис. 13).

Специализированный инструмент "Спецификатор" позволяет в любой момент отобразить требуемый отчет непосредственно в среде проектирования. "Спецификатор" поддерживает двустороннюю связь с объектами 3D-модели (рис. 14), что обеспечивает возможность на любом этапе разработки контролировать в интерактивном режиме данные формируемого отчета и оперативно вносить необходимые корректировки. Готовый отчет может быть выгружен в форматах MS Word, MS Excel, Rich Text Format (RTF) либо в виде таблицы на листе графической платформы nanoCAD или AutoCAD.

Для генерации планов кабельных трасс используются преднастроенные проекции, которые позволяют заменить проекцию кабельных трасс и оборудования из 3D-модели на их условно-графическое отображение (УГО) при генерации 2D-планов. Такие проекции не являются жестко регламентированными: пользователь может изменять существующие или создавать собственные преднастроенные проекции, получая готовый документ, оформленный в соответствии со стандартом предприятия.

В результате работы преднастроенных проекций формируется план с УГО электротехнических объектов и кабельных трасс (рис. 15), содержащий элементы оформления в виде необходимых вы-

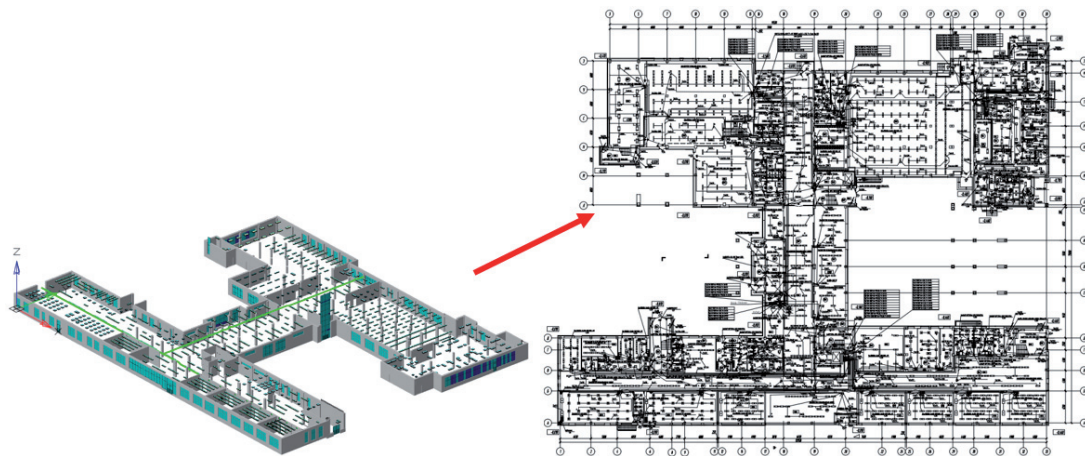


Рис. 15. Генерация плана электроосвещения в Model Studio CS Кабельное хозяйство

носок к оборудованию, высотных отметок, линейных размеров, позиционных обозначений и координатных осей этажа. По сгенерированному плану при необходимости можно вывести дополнительную атрибутивную информацию в виде надписей или выносок, а также сформировать таблицы с номерами кабелей, проходящих по данному участку трассы. Кроме того, проектировщику доступен функционал, позволяющий автоматически исключить все взаимопересечения между сгенерированными выносками, что ускоряет и упрощает работу с большим количеством таких объектов. Model Studio CS Кабельное хозяйство обеспечивает эффективное получение различных разрезов (рис. 16), которые используются на планах кабельных трасс. Генерация 2D-плана осуществляется на основе созданной 3D-модели, после чего для создания условно-графического отображения сечения кабельной

трассы проектировщику достаточно указать место сечения кабельной трассы на плане. После создания УГО сечения трассы программа предложит автоматически сформировать таблицу с кабелями, проходящими в данном сечении. Далее предоставляется возможность сгенерировать разрез кабельной трассы по выбранному сечению на плане, указав место размещения будущего разреза в пространстве чертежа. После указания места в пространстве листа система сгенерирует разрез кабельной трассы, предложит проставить в необходимом месте отметку уровня и расположить таблицы с проходящими кабелями на каждой полке. Для придания необходимой полноты оформлению разреза кабельной трассы проектировщик может добавить атрибутивную информацию об объектах, сгенерированных на 2D-разрезе (например, наименование используемого короба, лотка, полки, профиля или элемента

крепления). Информация будет представлена на разрезе в виде выносок или текста.

Model Studio CS Кабельное хозяйство позволяет:

- учесть тип кабельной трассы на плане;
- учесть строительные конструкции и объекты смежных дисциплин при генерации разреза;
- сформировать выноски с позициями кабелей на планах;
- сформировать выноски с позициями кабелей на разрезах.

Программный комплекс поддерживает возможность формирования не только стандартной табличной документации, но и ведомости объемов работ (рис. 17). Для решения этой задачи специальные интеллектуальные средства, присвоенные объектам 3D-модели, собирают необходимую информацию: длины кабелей, вес, данные по отметкам относительно поверхности земли, типы кабельных трасс и др. Исходя из этой информации рассчитываются соответствующие объемы по кабельной раскладке и монтажу оборудования. На основе назначенных работ формируется итоговая ведомость.

В базе данных Model Studio CS Кабельное хозяйство уже представлены основные ведомости объемов работ по заделке и прокладке кабеля, подключению жил, монтажу оборудования.

Model Studio CS Кабельное хозяйство поддерживает возможность выгрузки атрибутивной информации таких документов, как:

- спецификация оборудования, изделий и материалов;
- ведомость объемов работ по монтажу и прокладке кабелей;

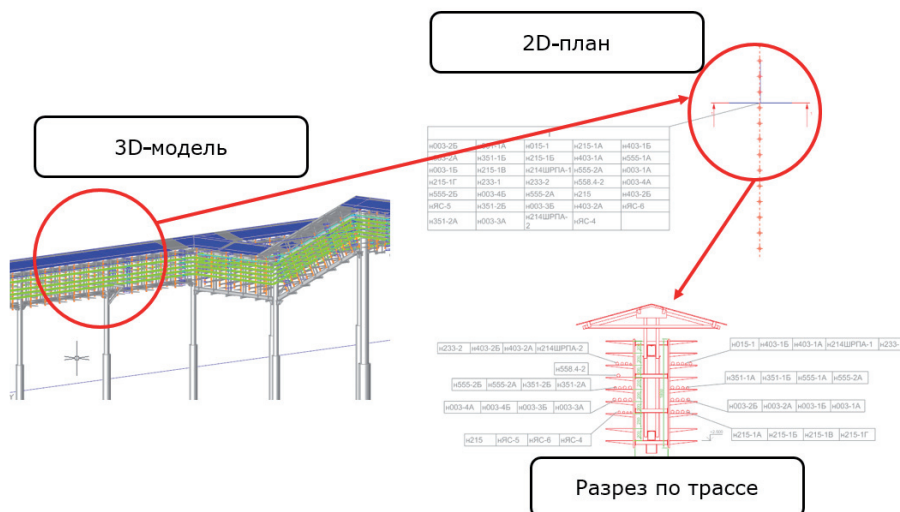
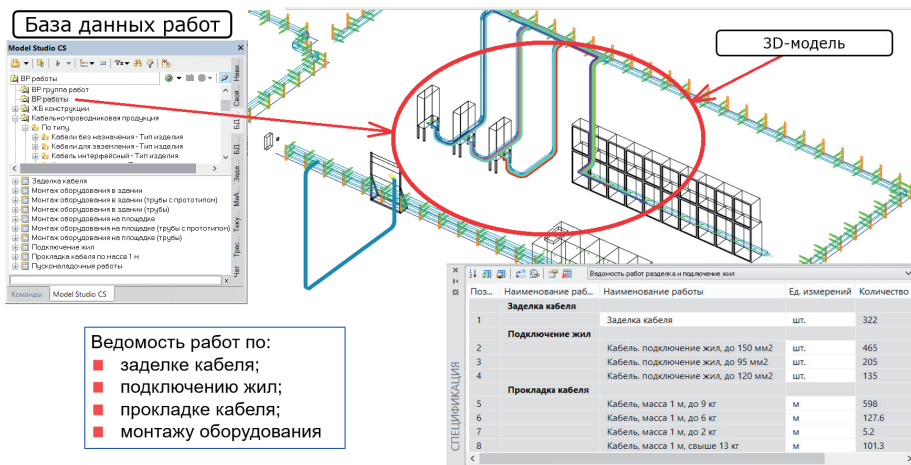


Рис. 16. Формирование разрезов кабельных трасс



- Ведомость работ по:**
- заделке кабеля;
 - подключению жил;
 - прокладке кабеля;
 - монтажу оборудования

Рис. 17. Формирование ведомости объемов работ на основе 3D-модели

- кабельный журнал;
- таблица потребности труб;
- таблица потребности кабелей;
- экспликация оборудования;
- экспликация помещений.

Информация формируется в виде таблицы nanoCAD/AutoCAD, MS Excel, RTF, MS Word.

Расчеты и интеграционные возможности

Программный комплекс Model Studio CS Кабельное хозяйство обеспечивает возможность обмена данными с другим ПО (рис. 18):

- обмен данными с EnergyCS Электрика для расчета токов КЗ, потерь напряжения и т.д.;
- обмен данными с Model Studio CS Электротехнические схемы для создания схем принципиальных, схем подключений и расчетов токов КЗ, потерь напряжения и т.д.

Обмен данными происходит через файл Excel с расширением CSV и представляет собой обычную таблицу с данными, необходимыми для расчетов. Выполненные расчеты импортируются в Model Studio CS Кабельное хозяйство, где на основании этой информации выполняется перетрассировка кабелей.

Заклучение

Model Studio CS Кабельное хозяйство – это система трехмерного проектирования, полностью отвечающая современным требованиям и эффективно решающая широкий круг задач. Благодаря использованию этого программного комплекса решение задачи кабельной раскладки сводится к следующему:

- поиск места для расположения электротехнического оборудования;
- поиск места для расположения кабельных конструкций;

- раскладка кабеля по кабельным конструкциям с учетом требований ПУЭ.

Кроме того, программный комплекс способен автоматически подсчитывать длины разложенных в 3D-модели кабелей, количество конструкций, изделий и материалов. С помощью Model Studio CS Кабельное хозяйство составление спецификаций перестает быть изнурительным и долгим процессом, на который раньше уходила немалая часть времени проектирования.

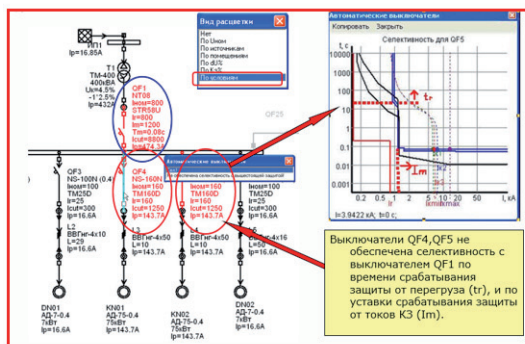
Model Studio CS Кабельное хозяйство значительно расширяет возможности платформ nanoCAD и AutoCAD в части трехмерного проектирования промышленных объектов, делая работу инженера более комфортной и эффективной.

Существенно сокращается время получения кабельного журнала с подсчитанными длинами кабелей, что благоприятно сказывается на сроках реализации проекта.

Программа продолжает активно развиваться. Разработка нового и обновление существующего функционала осуществляются с учетом опыта взаимодействия с проектными организациями различных отраслей, а также пожеланий проектировщиков ведущих российских компаний.

*Андрей Пирогов,
ведущий инженер по сопровождению
программного обеспечения
отдела комплексной автоматизации
в строительстве
ГК CSoft
E-mail: Pirogov.Andrey@csoft.ru*

EnergyCS Электрика



Model Studio CS Электротехнические схемы

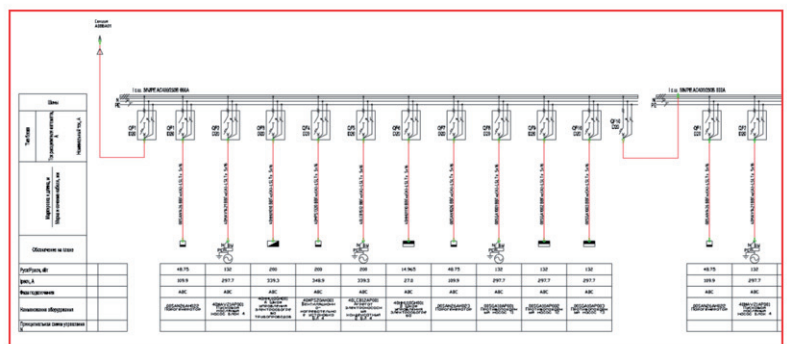


Рис. 18. Передача данных из 3D-модели в другое ПО