

Model Studio CS

ОТКРЫТЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Автоматизация проектирования открытых распределительных устройств

Проектирование и компоновка открытых распределительных устройств (ОРУ) — сложный, ответственный и трудоемкий процесс. В каждом варианте компоновки ОРУ заложены свои идеи построения, которыми определяется принцип компоновки; расположение сборных шин имеет свои особенности, обеспечивающие надежность, наглядность, удобство эксплуатации. Каждый вариант характеризуется своими размерами площадок, количеством опор, порталов, гирлянд, проводов. Важными факторами, которые должен учесть проектировщик, являются безопасность обслуживающего и ремонтного персонала, возможность дальнейшей модернизации и расширения ОРУ.

Проверить все необходимое, автоматизировать процесс проектирования, сформировать документацию, получить чертежи и разрезы теперь можно с ис-

пользованием программного комплекса **Model Studio CS**.

Комплекс Model Studio CS предназначен для разработки компоновочных решений в трехмерном пространстве, выполнения расчетов, выпуска проектной и рабочей документации (чертежей, спецификаций и т.д.). В этом новом программном продукте предусмотрено все что требуется для компоновки и выпуска проектной/рабочей документации по открытым распределительным устройствам (ОРУ), расчета механической части гибких ошинок открытых распределительных устройств и вводов воздушных линий электропередач электрических станций и подстанций.

В целом вся работа проектировщика сводится к выполнению нескольких основных видов работ:

- разработка планов размещения оборудования;
- механический расчет гибкой ошиновки ОРУ в соответствии с ПУЭ-7;
- проверка допустимых габаритов;

- формирование и выпуск полного комплекта проектной документации. Рассмотрим, как Model Studio CS автоматизирует эти работы.

Разработка планов размещения оборудования

Существует множество вариантов компоновки ОРУ, различающихся:

- расположением выключателей (от однорядного до четырехрядного);
- расположением сборных шин (П- и Н-образное расположение);
- расположением оборудования ОРУ в зависимости от типа местности.

На территории ОРУ электротехническое оборудование присоединений комплектуется поячеечно. В ячейке располагается электротехническое оборудование одного присоединения (выключатели, разъединители, трансформаторы тока и т.д.). Для одинаковых единиц оборудования выбирается одинаковое место установки оборудования в ячейках. Гибкая ошиновка, обеспечивающая электрические соединения высоковольтного оборудования в соответствии с главной электрической схемой, подвешивается на изоляторах к шинным и ячейковым порталам. Трансформаторы, реакторы располагаются в ряд в непосредственной близости от распределительных устройств.

Для пользователя Model Studio CS вся работа по компоновке заключается в выборе оборудования из имеющейся базы данных и его размещении на площадке.

Хранящееся в базе данных Model Studio CS оборудование содержит всю информацию для компоновки, выпуска чертежей и спецификаций, а именно трехмерный графический образ оборудования с соблюдением всех габаритов и точек подключения (рис. 1), а также всю информацию, необходимую для составле-



Рис. 1. База данных Model Studio CS содержит трехмерное представление реального оборудования в детализации, необходимой для компоновки и специфицирования

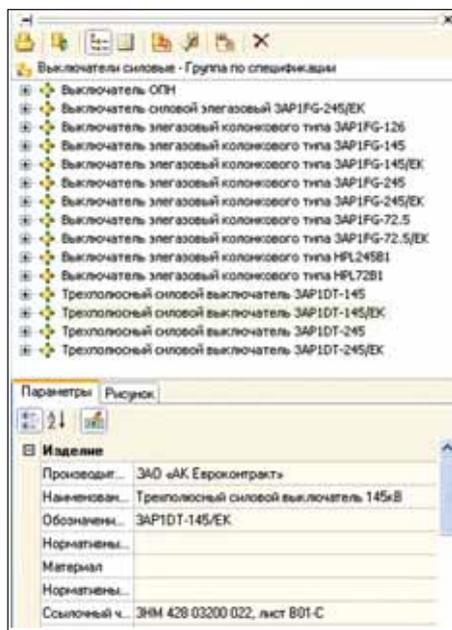


Рис. 2

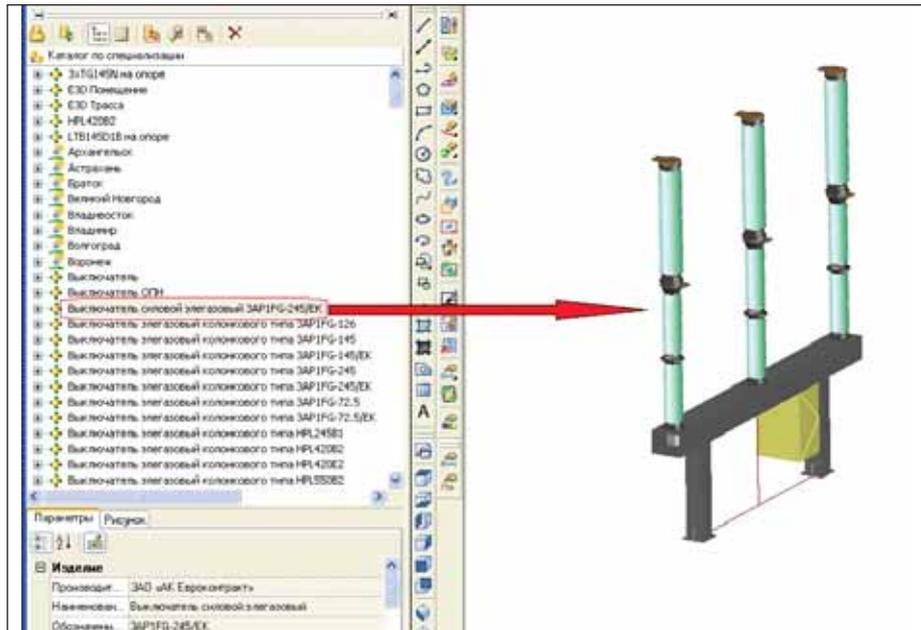


Рис. 3

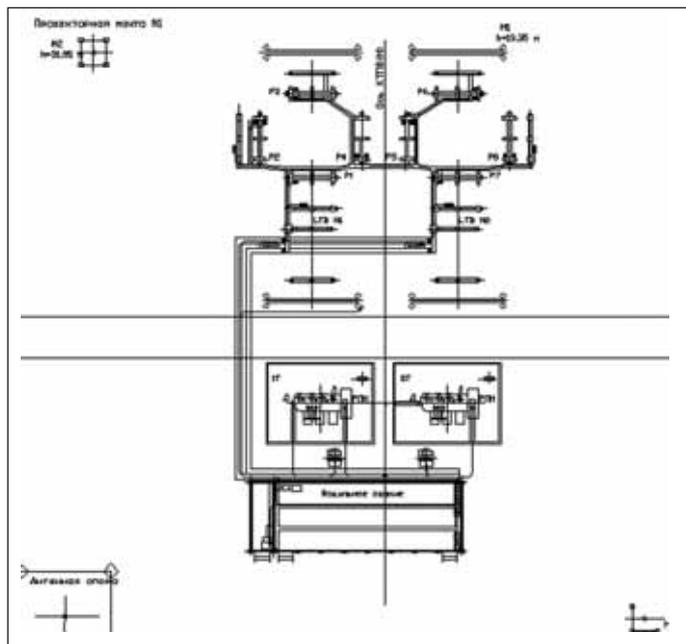


Рис. 4а

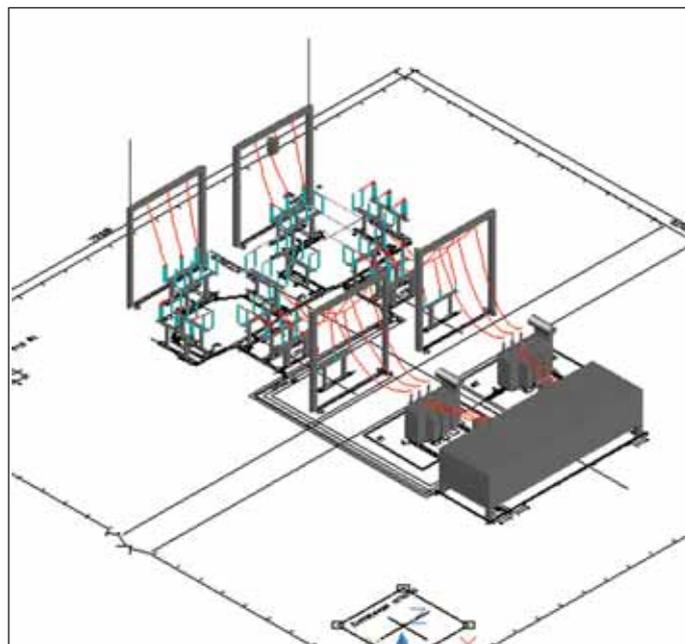


Рис. 4б

ния спецификаций (производитель, наименование, обозначение, вес, нормативные документы на оборудование (ГОСТ, ТУ, ОСТ), изделия, материалы и т.д.).

При создании базы данных оборудования, изделий и материалов Model Studio CS использовались каталоги производителей. Сотрудничество со многими компаниями, среди которых АBB и "Евроконтакт", позволило разработчикам БД получить подробную информацию о выпускаемой продукции и включить ее в состав базы. Model Studio CS поставляется с готовой базой данных, однако пользователь может самостоятельно добавлять новые типы оборудования и номенклатурные единицы – для этого в про-

грамме предусмотрены специальные инструменты.

База данных Model Studio CS имеет встроенную систему классификаторов и выборок, которые помогают пользователю быстро найти нужное оборудование, изделия и материалы, ознакомиться с их характеристиками и разместить на модели (рис. 2).

Посмотрим теперь, как производится размещение оборудования на чертеже. Операция крайне проста: выбираем объект из списка и указываем его место на площадке (графически или путем ввода координат). После этого объект отрисовывается в реальном масштабе с соблюдением всех габаритов (рис. 3).

Трехмерное представление оборудо-

вания позволяет пользователю осуществлять визуальный контроль коллизий. Проверка на предмет коллизий может выполняться и в автоматическом режиме, но об этом чуть позже.

Если проект содержит много оборудования и размещать трехмерные модели затруднительно, предусмотрена возможность переключения в режим плоского отображения и решения компоновочной задачи в плане (рис. 4а). Этот режим особенно удобен тем, кто только начинает работать с системами трехмерного проектирования. В любой момент пользователь может переключить режим отображения в 3D (рис. 4б) и визуально проконтролировать компоновочное решение.

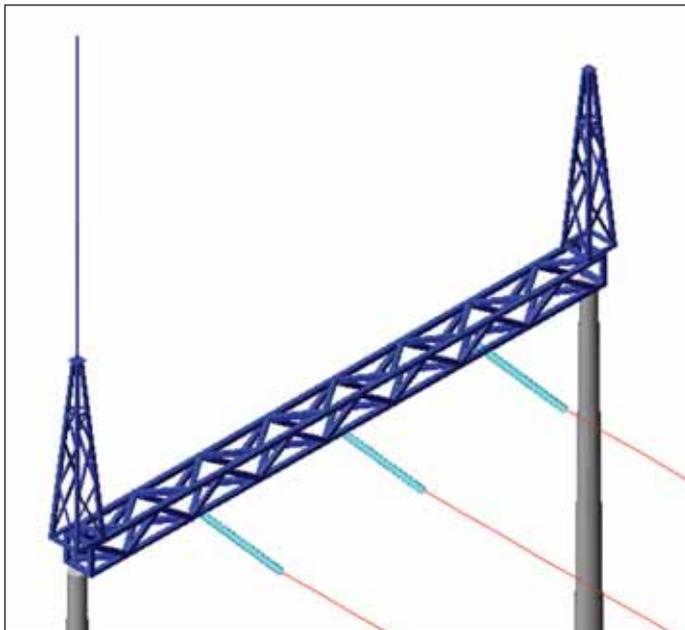


Рис. 5а

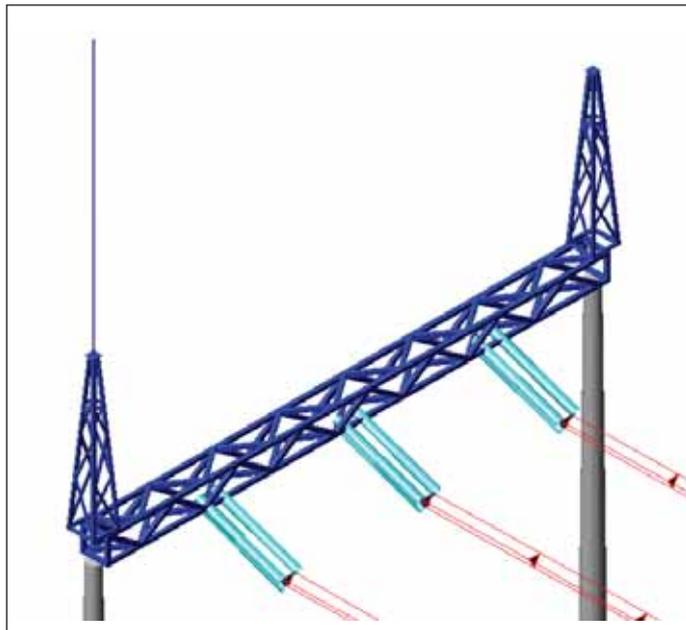


Рис. 5б

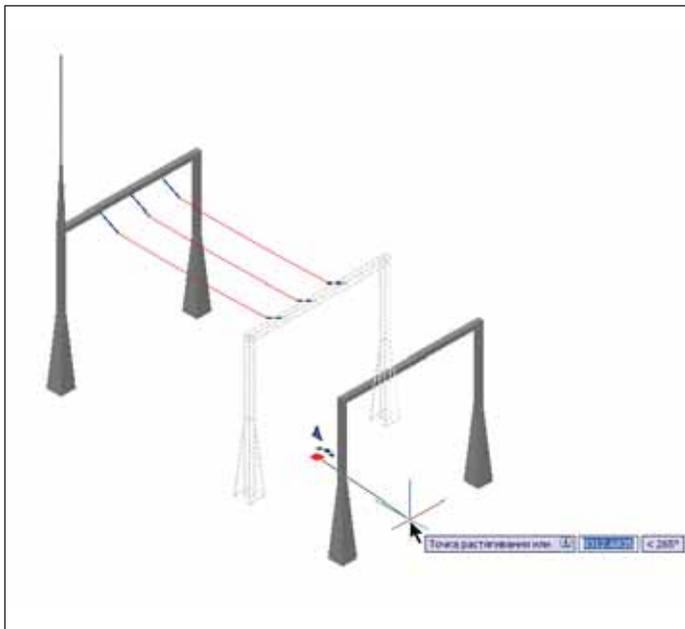


Рис. 6а

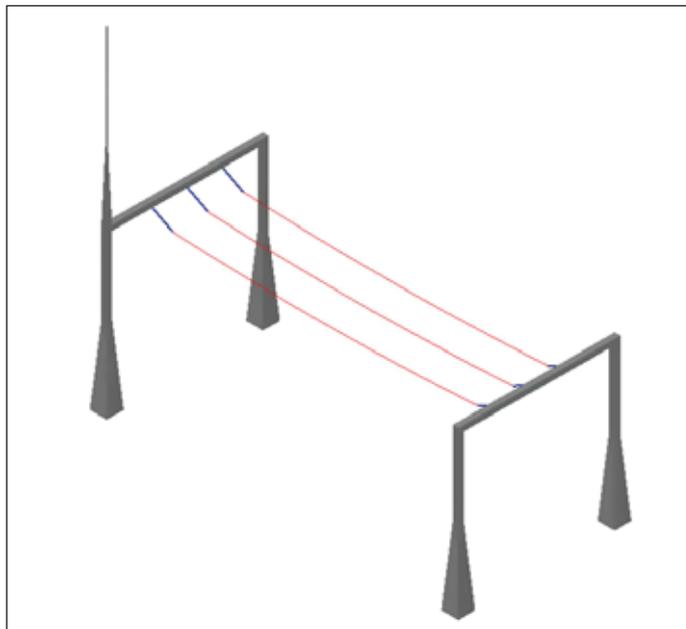


Рис. 6б

Гибкая ошиновка

Следующим этапом является ошиновка РУ, которая, как правило, выполняется из алюминиевых, сталеалюминевых и стальных проводов, труб и шин профильного сечения. Наибольшее распространение на подстанциях получила гибкая ошиновка, которая выполняется алюминиевыми и сталеалюминевыми проводами. Провода в зависимости от пролета либо подвешивают между порталами (сборные шины, ячейковые перемычки), либо крепят непосредственно к аппаратам и опорным изоляторам.

Выполнить эту операцию в Model Studio CS тоже несложно. Разместив оборудование, пользователь отрисовывает провода — для этого нужно выбрать про-

вод из БД и указать, откуда и куда он идет, то есть обозначить места крепления. Отрисованные провода имеют 3D-представление как для одноцепных линий (рис. 5а), так и для многоцепных (рис. 5б).

Во встроенной подсистеме механического расчета проводов автоматически рассчитываются длина провода, тяжения, стрелы провеса и прочие параметры. По результатам расчета отрисовывается кривая провисания (рис. 6а, 6б).

Механический расчет выполняется в соответствии с ПУЭ-7, причем учитываются не только свойства провода и климатические нагрузки, но и нагрузки от арматуры крепления, гирлянд, прочего оборудования и проводов. Таким обра-

зом, Model Studio CS позволяет автоматически определить в любых расчетных режимах кривые провисания провода в заданном пролете — в том числе с учетом действия на провод нескольких вертикальных сосредоточенных нагрузок. Можно получить монтажные кривые провода с определением значений горизонтального и максимального тяжения и максимальных стрел провеса в зависимости от температуры окружающей среды, определить монтажные стрелы провеса проводов и тросов для всех пролетов. Model Studio CS обеспечивает высокую точность построения кривой, поскольку для моделирования используется уравнение цепной линии, что дает более точные результаты расчета, чем парабола.

Подсистема расчета работает в режиме реального времени: расчет автоматически выполняется в момент отрисовки провода, а затем обновляется при каждом изменении условий. Например, при перемещении портала или изменении его высоты следует мгновенный перерасчет и перестроение кривых провисания. То же самое происходит при изменении любых параметров, влияющих на провисание проводов. Немаловажно и то, что подсистема расчета позволяет просматривать все расчетные режимы.

Изоляторы

Изоляция ошиновки и многоамперных токопроводов осуществляется натяжными или подвесными гирляндами изоляторов, а также опорными изоляторами. Натяжные гирлянды применяются для крепления гибкой ошиновки и гибких токопроводов к порталам. Как правило, используются одиночные гирлянды изоляторов (сдвоенные гирлянды применяются лишь в случаях, когда одиночные не удовлетворяют условиям механических нагрузок). Подвесные гирлянды применяют для подвески заградителей, фиксации шлейфов и в ряде других случаев. В гирляндах, как правило, используются стеклянные изоляторы и необходимый комплект арматуры.

В соответствии с требованиями проектировщиков база данных Model Studio CS хранит не только оборудование, но и провода, гирлянды, арматуру (изоляторы, скобы и т.п.).

В проектах могут применяться гирлянды, состав которых отличается от имеющихся в базе данных, поэтому для облегчения работы проектировщика предусмотрен специальный инструмент

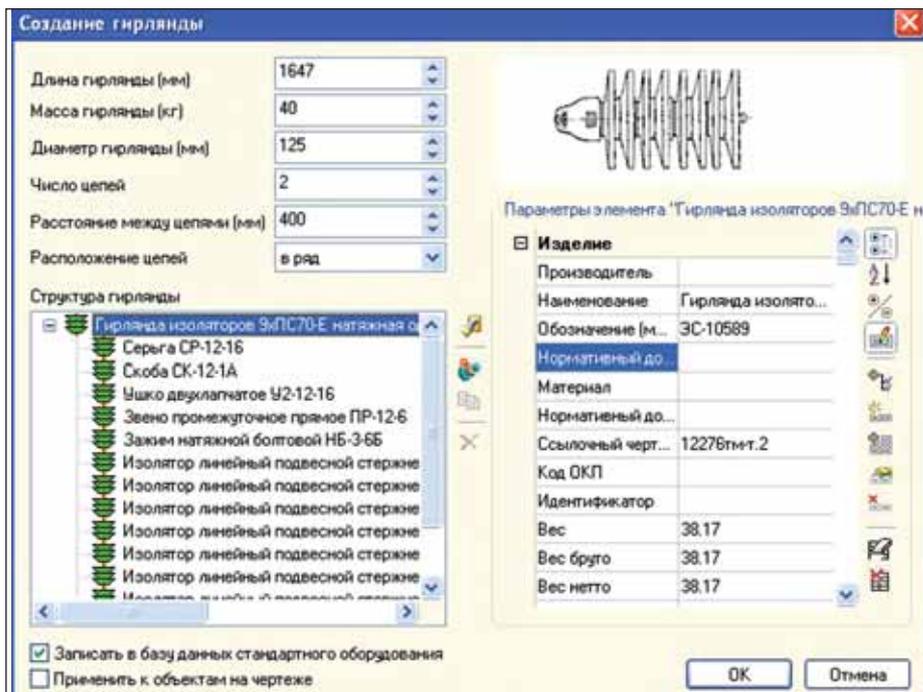


Рис. 7. Конструктор гирлянд

Конструктор гирлянд, позволяющий быстро создать новую гирлянду с нуля или на основе существующей (рис. 7).

Кроме того, для удобства проектировщиков в базе данных Model Studio CS можно сохранять готовые решения, то есть комплекты из провода и гирлянд, и использовать их по мере необходимости.

Виртуальный спецификатор

Размещенное на модели оборудование содержит набор атрибутивной информации (параметров), которая используется системой при выпуске документов – экспликации, спецификаций и т.п. Эта информация доступна для

каждого объекта Model Studio CS и представлена в свойствах объектов (рис. 8).

Для удобства работы предусмотрен виртуальный спецификатор – всегда доступное для просмотра специальное диалоговое окно, отображающее состав модели в виде таблицы заданной формы. На рис. 9 представлен виртуальный спецификатор с формой заказной спецификации – демонстрируется как форма представления информации (спецификация), так и связь между таблицей и моделью: выбранная строка спецификации автоматически подсвечивает соответствующие позиции на модели.

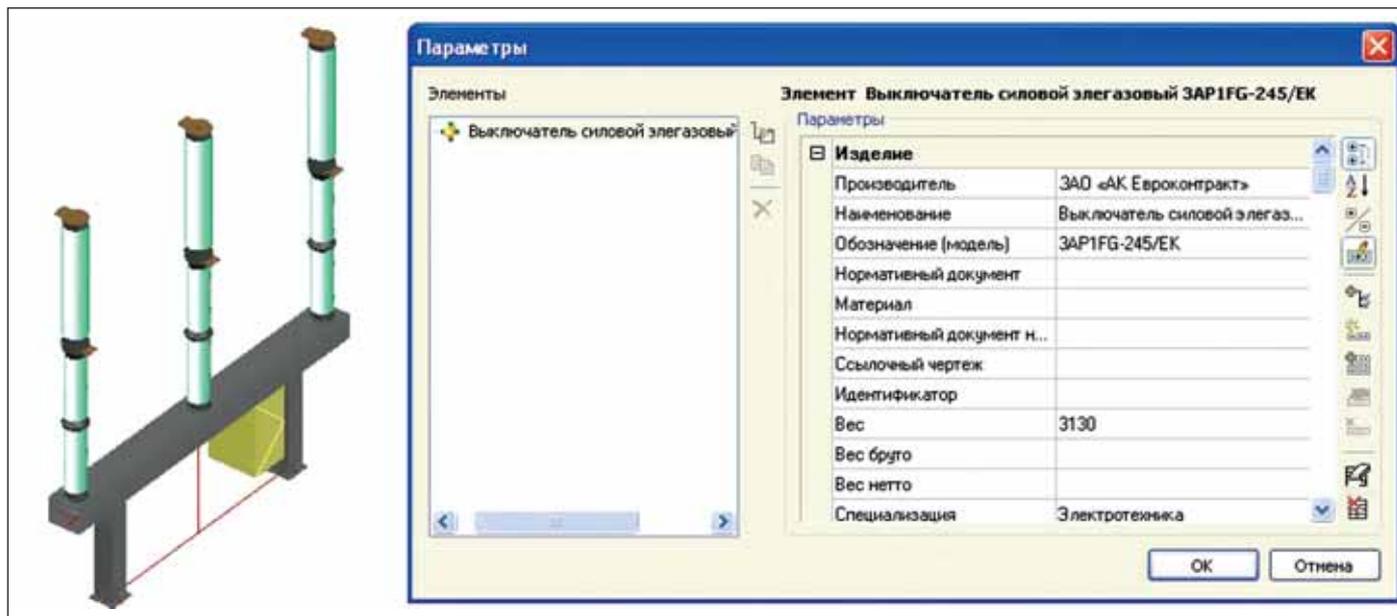


Рис. 8

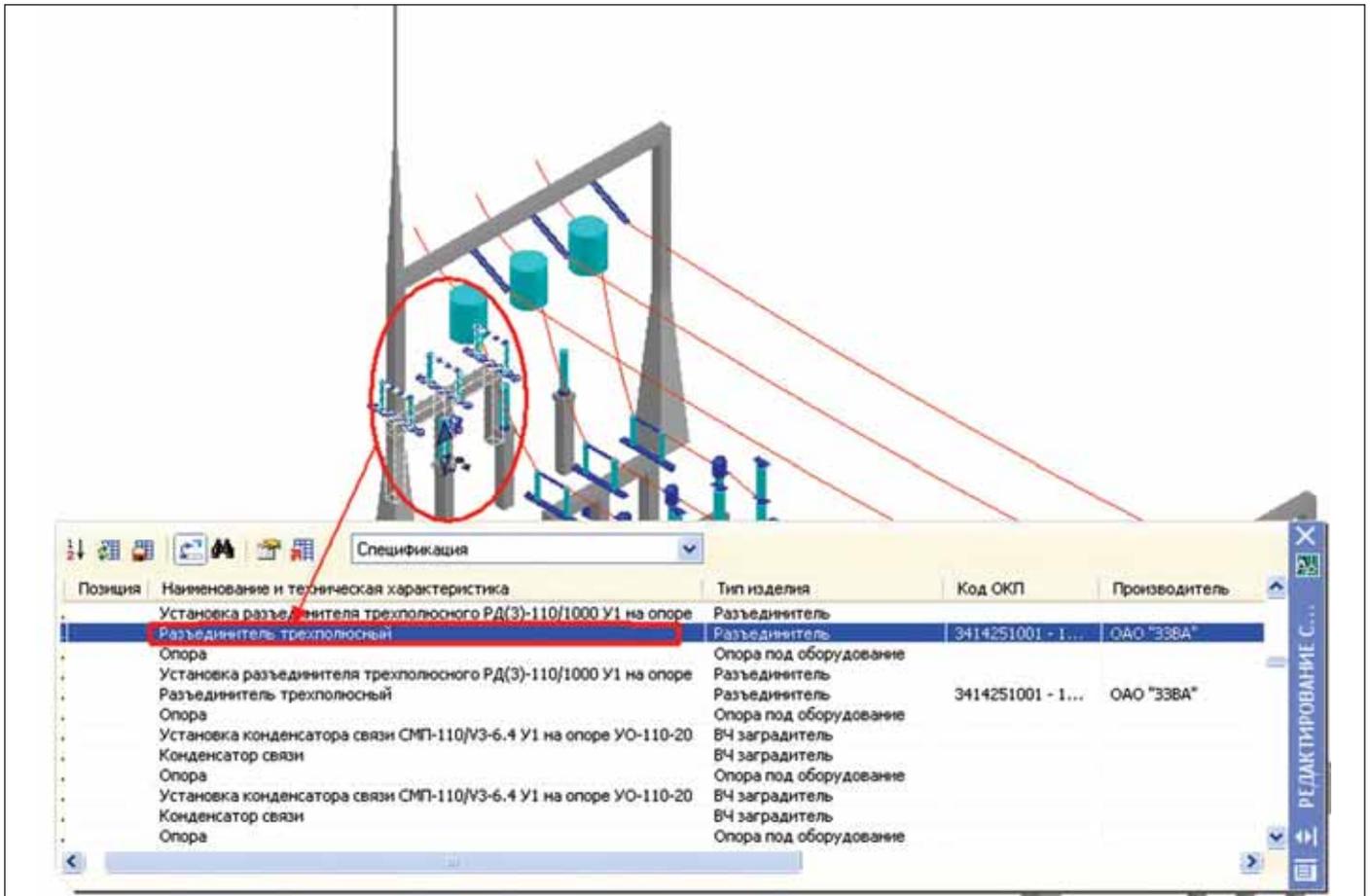


Рис. 9

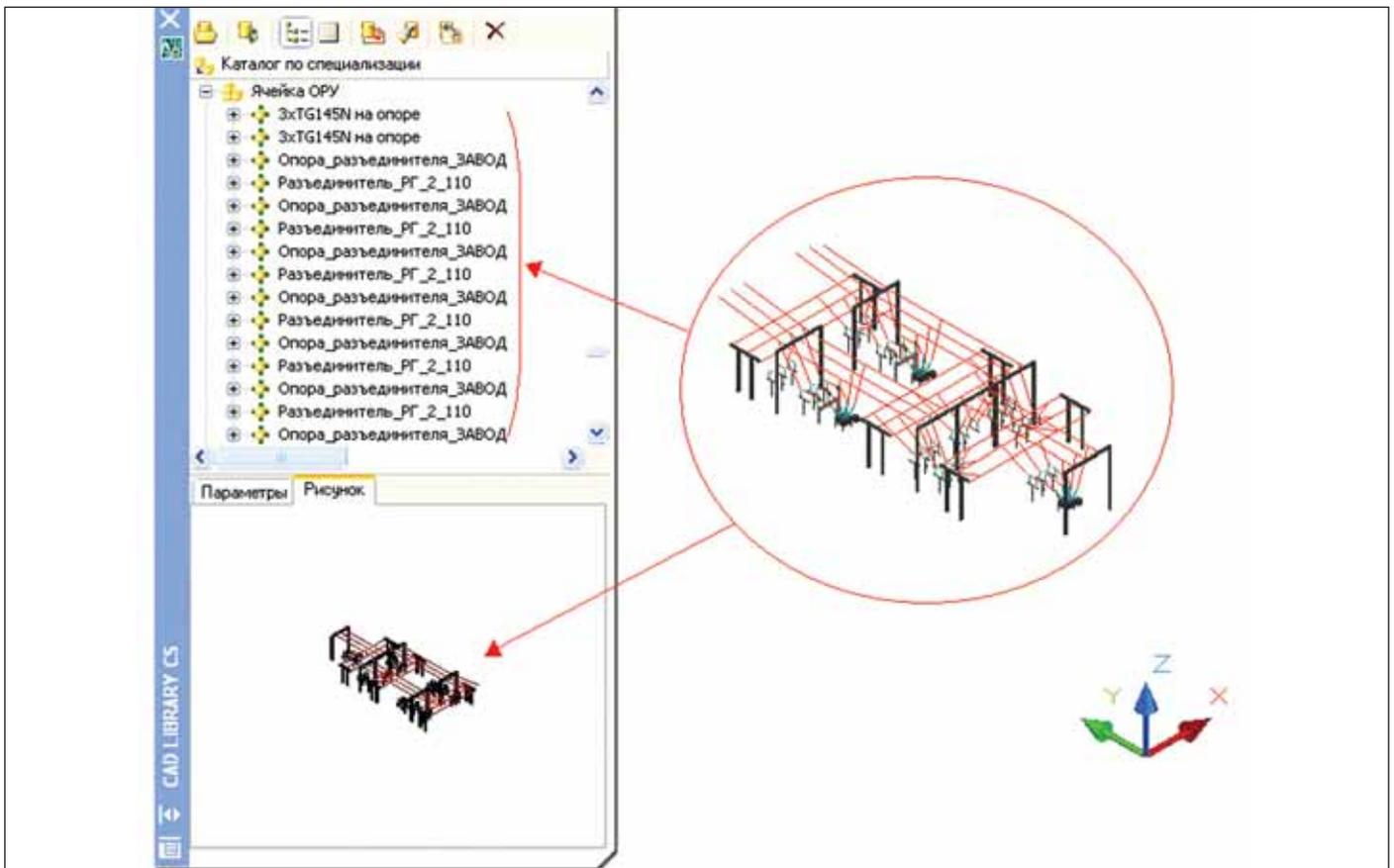


Рис. 10

Типовые решения

Поэлементная компоновка ОРУ – простой и понятный процесс, однако в реальной практике проектирования она применяется либо в совсем новых проектах, либо при необходимости реконструкции и/или модернизации существующего объекта. Намного чаще проектировщики повторно используют уже разработанные решения, то есть типовые проекты или типизированные фрагменты и узлы (фрагменты и узлы, идентичные использованным в ранее выполненных проектах).

В Model Studio CS предусмотрена возможность работы на основе типовых решений: помимо оборудования, изделий и материалов база данных комплекса хранит сборки и типовые решения. Например, если проектная организация, выполнив компоновку ячейки, сохранит ее в базу данных Model Studio CS, впоследствии можно будет вставлять в проект непосредственно ячейку, а не каждую единицу оборудования по отдельности (рис. 10).

Кроме стандартных инструментов размещения объектов на плане, реализованы средства учета формы рельефа. Эта возможность позволяет решать компоновочную задачу в ситуации, когда сложно найти или создать ровную площадку необходимых размеров. Например, в топографических условиях проектирования гидроэлектростанций проектировщику приходится, применяясь к местности, выбирать ступенчатое расположение конструкций ОРУ – иногда с большим превышением одной ступени относительно другой.

Для решения задач, связанных со ступенчатым расположением оборудования, в Model Studio CS предусмотрены специальные функции подъема объектов на рельеф. Инженеры генплана подготавливают план площадок и выполняют трехмерную модель рельефа. Эта информация передается инженерам, занятым компоновкой ОРУ. Далее оборудование размещается в плане в нулевых отметках. Когда компоновка выполнена, задействуется функция подъема на рельеф и вся модель автоматически перестраивается в соответствии с поверхностью рельефа.

Проверка коллизий

Все электрооборудование, токоведущие части, изоляторы, крепления, ограждения и несущие конструкции РУ должны быть выбраны и установлены таким образом, чтобы усилия, нагрев, электрическая дуга или иные сопутствующие явления, вызываемые нормальными условиями работы электроустановки, не могли причинить вреда обслуживающему персоналу, а при аварийных

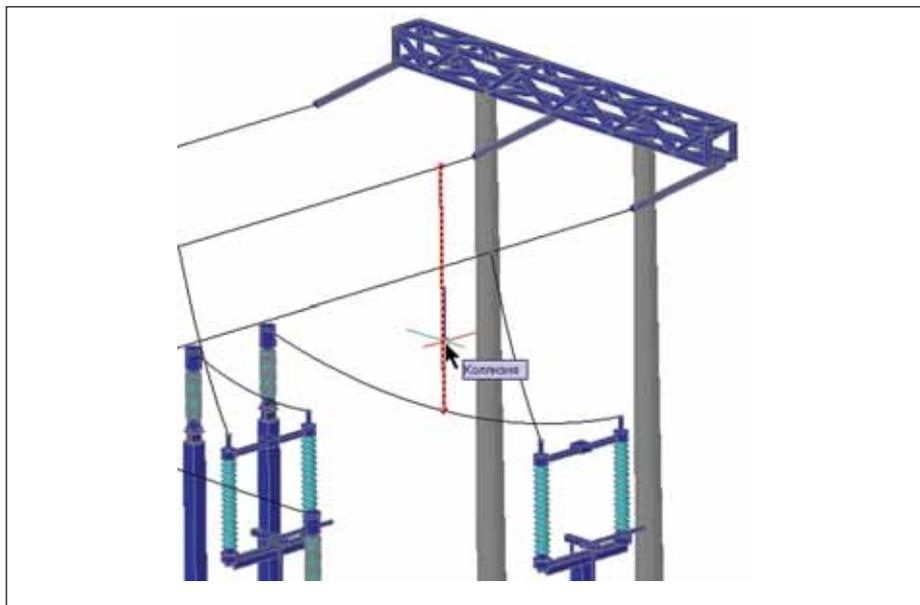


Рис. 11

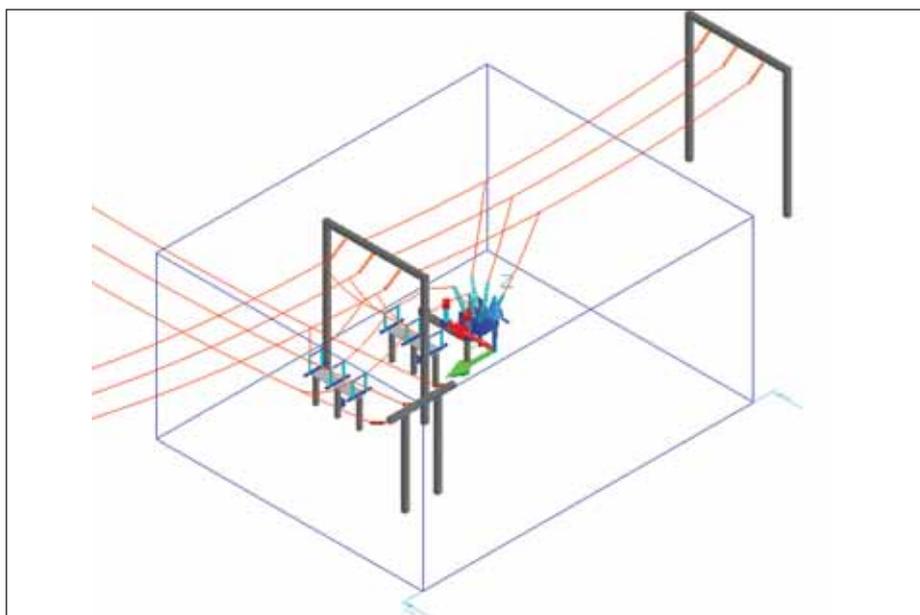


Рис. 12

условиях не повредили окружающие предметы и не вызвали короткого замыкания или замыкания на землю. Кроме того, необходимо, чтобы при снятии напряжения с какой-либо цепи относящиеся к ней токоведущие части, аппараты и конструкции могли быть подвергнуты безопасному осмотру, замене или ремонту без нарушения нормальной работы соединенных цепей. Нужно обеспечить и возможность удобной транспортировки оборудования. Другими словами, компоновочные решения в распределительном устройстве должны отвечать ряду требований, в том числе касающихся изоляционных промежутков, а также относящихся к технике безопасности выполнения ремонтных и профилактических работ. Поэтому важнейшей

задачей при работе со сложной комплексной моделью, которую представляет ОРУ, является обнаружение проблемных пересечений в трехмерном пространстве.

В программный комплекс Model Studio CS включена специальная подсистема проверки коллизий, которая способна автоматически обнаруживать пространственные пересечения между объектами в 3D-модели. Система позволяет выполнять следующие типы проверок допустимых расстояний между объектами и токоведущими частями:

- проверка допустимых расстояний между оборудованием;
- проверка допустимых расстояний между проводами и оборудованием;
- проверка допустимого расстояния между проводами.

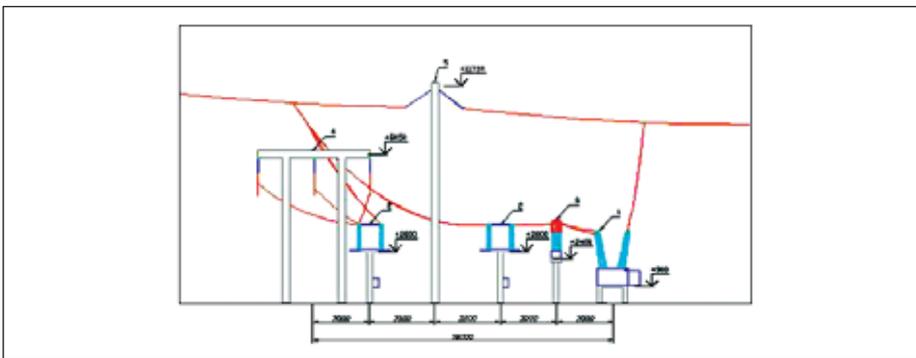


Рис. 13

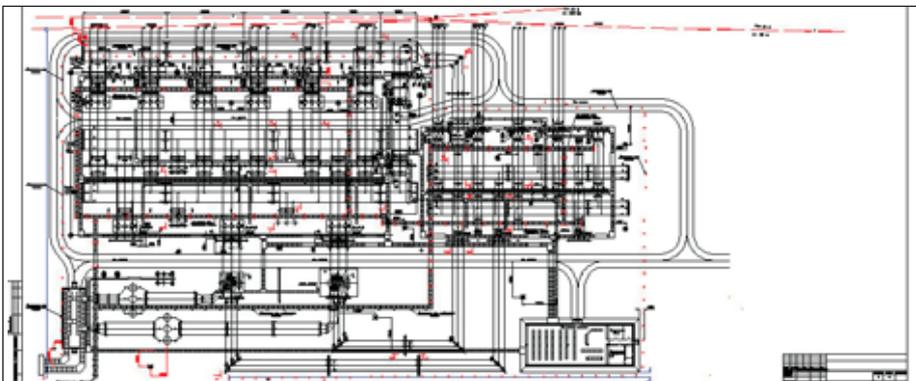


Рис. 14а. Оформленный чертеж

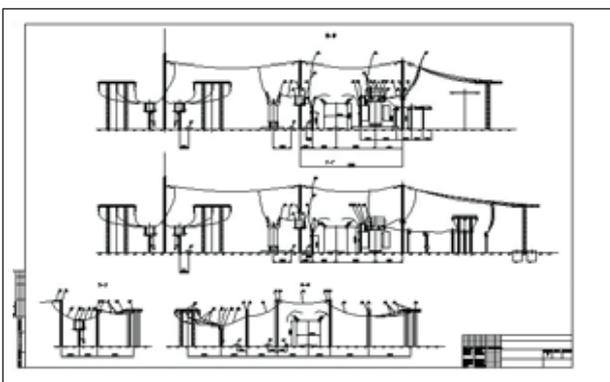


Рис. 14б. Оформленный чертеж с разрезами

Коллизии между объектами анализируются на основе настроек, которые регламентируют расстояния в плане и по вертикали. По результатам проверки диагностируется факт нарушения допустимого расстояния.

Информация об обнаруженных коллизиях отражается как графически, так и в табличном виде. На рис. 11 представлен результат (графическое отображение коллизии) проверки расстояния между проводами.

Проектная документация

Завершающим этапом проектирования ОРУ в Model Studio CS является подготовка полного комплекта проектной документации. Средствами программы можно сформировать и выпустить чертежи, разрезы, сечения с размерами, необходимые табличные документы.

Порядок формирования и оформления чертежей в Model Studio CS прост и логичен. Сначала посредством специальной команды вводится имя разреза/вида, далее на плане (модели) показывается положение линии разреза, а также глубина и высота вида (рис. 12). После того как линии разреза проставлены, пользователь переключает рабочую среду в режим работы с

листами и вставляет форматку нужного размера. Далее, вызвав соответствующую команду, нужно выбрать из списка сформированные на основе плана разрезы и разместить их на поле листа в заданном масштабе.

Так выполняется компоновка графической части чертежа. Следующий этап – образмеривание. Для него предусмотрена специальная команда, которая автоматически проставит все необходимые размеры, позиционные обозначения, текстовые выноски и отметки уровней.

Система автоматической простановки размеров работает в соответствии с ГОСТ, но может настраиваться под особые требования пользователя. Для завершения чертежа остается разместить на нем необходимые таблицы – например, экспликацию оборудования. Эта опера-

ция выполняется автоматически с помощью соответствующей команды (рис. 13).

Таким образом, при выпуске чертежей проектировщик выполняет лишь компоновку, определяет формат оформления и при необходимости дооформляет чертеж (рис. 14а, 14б).

Для выпуска заказных и прочих спецификаций пользователь должен вызвать команду генерации таблиц и выбрать нужную таблицу из списка – система сгенерирует ее автоматически. На случай отсутствия нужной формы документа (специфичной для данного пользователя) в Model Studio CS предусмотрена возможность задать правила формирования таблиц и использовать их при проектировании (рис. 15а, 15б).

Табличные документы, генерируемые Model Studio CS, могут быть выведены на поле чертежа AutoCAD, а также переданы в Microsoft Word и Microsoft Excel. Все формы (с рамками, штампами, эмблемами и т.п.) легко настраиваются под стандарт проектной организации.

Помимо проектных документов Model Studio CS может формировать внутренние служебные документы – например, планы с указанием на коллизии, таблицы обнаруженных коллизий, планы размещения оборудования с выведенными значениями веса, координат и прочей информацией, используемой смежными отделами.

Итоги

Программный комплекс Model Studio CS позволяет уже сегодня значительно ускорить выпуск документации и существенно сократить количество ошибок проектирования. А использование наглядной 3D-модели позволяет в любой момент проверить, насколько адекватно проект отражает принятые проектные решения.

Есть все основания полагать, что Model Studio CS, новая разработка компании CSoft Development, займет достойное место среди комплексных решений для проектирования систем электроснабжения.

*Игорь Орельяна Урсу,
Степан Воробьев
CSoft
Тел.: (495) 913-2222
E-mail: orellana@csoft.ru,
vorobev@csoft.ru*

P.S. Разработчики Model Studio CS не останавливаются на достигнутом. В ближайших планах – подсистема расчета молниезащиты в реальном времени, проектирование ВЛ и другие необходимые проектировщику инструменты.

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, оросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
Высоковольтное оборудование								
1	Шинная опора	ШО-110-УХЛ1		ЗАО "ЭЭТО"	шт.	3	38.5	
2	Разъединитель однополюсный	РР110*1000 УХЛ1		ЗАО "ЭЭТО"	шт.	1	198	
3	Высокочастотный зарядитель	ВЗ-630-0.5 У1		ЗАО "Электронные информационные технологии"	шт.	3	168	
4	Трансформатор тока	ТТГ-110ИХ ТУ 3414-004-11703970-01		Неизвестен	шт.	3	777	
5	Разъединитель однополюсный	РР110*1000 УХЛ1			шт.	2	198	
6	Конденсатор связи	СМП-110/У3-6.4 У1			шт.	3	190	
7	Разъединитель трехполюсный	РДЗ-110*1000 У1 ТУ У 05756669 000-99	3414251001 - 1006	ОАО "ЭЗБА"	шт.	3	777	
8	Выключатель элегазовый	ВЭБ-110П-40/2500 УХЛ1 ГОСТ???		ОАО "Энергомаш"	шт.	1	2660	
Провода и тросы								
9	Провод сталеалюминевый	АС-150/34 ГОСТ 859-80		ОАО "Кирскабель"	км	560	675	
Арматура								
10	Ушко одноопатное	У1-12-16 ТУ 3449-01 4-40064547-01		ООО "Энергия-21"	шт.	21	1.05	
11	Зажим натяжной болтовой	НБ-3-66 ТУ 3449-016-40064547-01		ООО "Энергия-21"	шт.	21	2.84	
12	Узел крепления гирлянды	КП-7-3 ТУ 34 13. 10310-90		ООО "Энергия-21"	шт.	21	0.44	
13	Серьга специальная	СРС-7-16 ТУ 3449-01 2-40064547-01		ООО "Энергия-21"	шт.	21	0.32	
Изоляторы								
14	Изолятор линейный подвесной стержневой стержневым	ПС70-Д ГОСТ 3063-80		ООО "Энергия-21"	шт.	199	3.4	

Рис. 15а. Заказная спецификация

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кв	Примечание	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кв	Примечание
31	Номер чертежа	Подвеска в.ч. заградителя ВЗ630-0,5У1 шт.	4			14		Установка трансформатора напряжения НАМИ-35УХП1 и предохранителей на опоре			
32	ТУ34-13-10403-В9	Разъемный РОА-185-1 шт.	36					ОТ-35-21* к-т	2		
33	ТУ34-13-10403-В9	Разъемный РОА-300-1 шт.	21			15		Установка ограничителя перенапряжения ОПН-110/73/10/4УХП1			
34	ТУ34-13-10703-В1	Зажим ответвительный ОА-150-1 шт.	50			16		Установка ограничителя перенапряжения ОПН-110/73/10/4УХП1 на опоре УО-110-15	шт.	18	
35	ТУ34-13-11438-В9	Зажим аппаратный А2А-150-8 шт.	128					Установка ограничителя перенапряжения ОПН-110/73/10/4УХП1 на существующей металлической стойке	шт.	1	
38	ТУ34-13-11438-В9	Зажим аппаратный А2А-300-2,Т шт.	60			17		Установка ограничителя перенапряжения ОПН-35/40,5/400УХП1			
37	ТУ34-13-11438-В9	Зажим аппаратный А2А-800-2,Т шт.	9					на опоре ОТ-35-23	шт.	9	
38	ТУ34-13-11438-В9	Зажим аппаратный А4А-150-В шт.	88			18		Установка однополюсного заземлителя ЗОН-110М-11-УХП1 с ограничителем перенапряжения			
39	ТУ34-13-11438-В9	Зажим аппаратный А4А-300-2 шт.	8					ОПНН-110/56/10/400УХП1 к-т	1		
40	ТУ34-27-10954-85	Зажим аппаратный штыревой АШМ-20-1 шт.	12			19	3,407,1-137,1-032	Установка шинного портала	шт.	8	
41	ТУ34-27-10954-85	Зажим аппаратный штыревой АШМ-30-1 шт.	8			20		ПЖС-110Ш			
42		Блок управления разъединит. Шкаф зажимов ШЭВ-120 шт.	12 18			21		Установка ячейкового портала	шт.	2	
44		Шкаф зажимов ШЭВ-200 шт.	2			22	3,407,1-137,1-032	Установка трех шинных опор ШО-110-УУП1 на опоре УО-110	к-т	9	
48		Шкаф зажимов ШЭШ-1 шт.	1					Установка шинного портала			
48		Шкаф зажимов ШЭШ-2 шт.	1			23	3,407,1-137,1-032	ПЖС-35Ш	шт.	4	
48		Шкаф зажимов ШОВ-1 шт.	7					Установка ячейкового портала			
48		Шкаф зажимов ШОВ-2 шт.	11			24		ПЖС-35Я1	шт.	2	
		Шкаф зажимов ШОВ-4 шт.	8					Гирлянда изоляторов 9хПС70-			
		Шкаф зажимов ШОВ-1/4 шт.	17					натяжная одноцветная для одного			
50								провода сечение до 240	шт.	36	
51	ТУ36-2158-В1	Короб прямой шт.	9			25		Гирлянда изоляторов 9хПС70-			
52	ТУ36-2158-В1	Короб угловой вверх шт.	18					натяжная одноцветная для одного			
53	ТУ36-2158-В1	Короб угловой вверх шт.	18					провода сечение до 165	шт.	18	

Рис. 15б. Экспликация оборудования