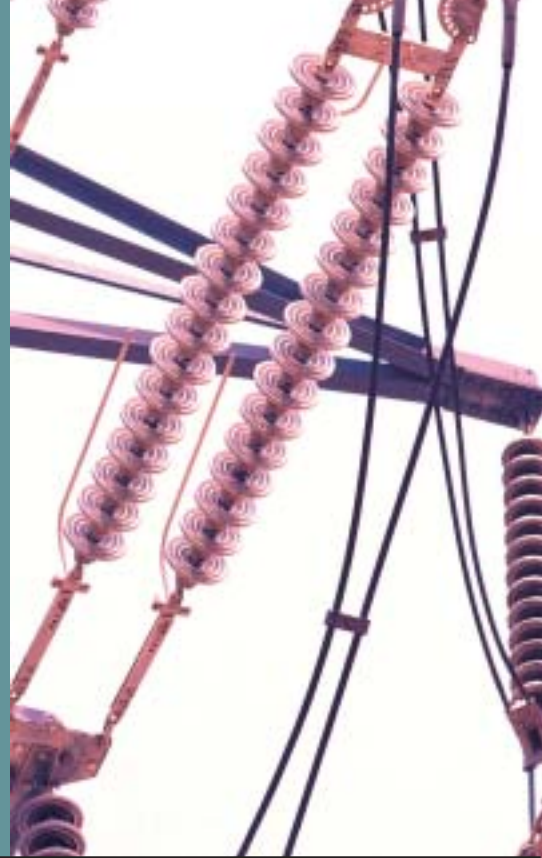


КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ



Проектирование распределительной сети предполагает решение ряда взаимосвязанных задач, которые в случае сложных промышленных объектов могут решаться разными группами специалистов. Проектирование системы электроснабжения состоит из следующих этапов.

1. *Определение электрических нагрузок с учетом режимов работы и пространственного размещения потребителей электрической энергии.* На этом этапе выполняется предварительная разработка структуры сети; оценивается необходимое число источников питания и трансформаторов; осуществляется предварительное распределение потребителей по уровням; определяется предварительный состав электротехнического оборудования сети.
2. *Разработка конфигурации схемы распределительной сети.* Здесь решаются задачи, связанные с:
 - определением расчетных нагрузок элементов;
 - потерями напряжения в нормальных режимах, при пусках и самозапущах;
 - уровнями максимальных токов короткого замыкания (КЗ) для проверки стойкости оборудования;
 - уровнями минимальных токов КЗ для проверки чувствительности защитных аппаратов.

Кроме того, выполняется выбор основного оборудования по номинальным токам, по стойкости токам КЗ, по потерям напряжения. Таким образом, решается комплекс вопросов функционального аспекта сети, а также предварительного размещения распределительных устройств в пространстве зданий и сооружений.

3. *Выбор основного оборудования сети с учетом его конструктивного исполнения конкретным заводом-изготовителем.* На этом этапе осуществляется выбор блоков управления и шкафов распределительных устройств с учетом задач, сформулированных при проектировании основного технологического процесса и в соответствии с принятой схемой распределительной сети. Возможна ситуация, когда проектная организация лишь готовит задание заводу-изготовителю, где данная задача и выполняется в полном объеме. При выборе стандартных блоков может оказаться, что решения, принятые на предыдущем этапе, реализовать невозможно. В этом случае понадобятся уточнения схем и, соответственно, повторные расчеты.
4. *Размещение основного оборудования в пространстве помещений и определение кабельных трасс.* Этот этап может выполняться парал-

лельно с названными этапами в составе задачи размещения технологического оборудования. Кабельные трассы намечаются на ранних стадиях проектирования. Еще при размещении технологического оборудования предусматривается место для распределительных устройств и устройств управления, а также определяются пространства для кабельных трасс. Вопросы окончательного размещения электротехнического оборудования решаются после размещения технологического оборудования и выбора состава распределительных устройств.

5. *Раскладка кабелей по трассам.* При проектировании энергетических объектов раскладка силовых, контрольных, кабелей и кабелей связи по трассам производится, как правило, за одну операцию после окончательного выбора и размещения технологического и электротехнического оборудования, выполнения проекта АСУ ТП, систем пожарной безопасности, системы охранной сигнализации, системы часофикации и т.п. Для выполнения процедуры раскладки собирается информация о кабелях всех систем. Если проект системы управления технологическим процессом и выбор оборудования распределительных устройств могут выполнять-



Рис. 1. Блок-схема последовательности проектных процедур при проектировании электрической части промышленного объекта

ся поставщиками оборудования, то кабельная раскладка осуществляется только подразделениями и организациями, ответственными за проектирование электрической части объекта.

6. *Формирование заказных спецификаций на электрическое оборудование и кабели.* Как правило, этот этап должен выполняться после завершения выбора оборудования и кабельной раскладки, однако в современных условиях для сокращения общих сроков сооружения сложных промышленных объектов и обеспечения заказа оборудования заказные спецификации приходится выпускать на ранних стадиях проектирования, а затем многократно их уточнять.

Вышеописанная последовательность может быть представлена блок-схемой, изображенной на рис. 1.

Компания CSoft предоставляет программное обеспечение, позволяющее реализовать всю технологическую це-

почку проектирования электрической части для промышленных объектов, в том числе для таких специфических, как системы собственных нужд тепловых и атомных электростанций.

Предполагается, что технологическая схема формируется с использованием специального программного обеспечения (PLANT-4D P&ID, PDS 2D, SmartPlant P&I и др.). Перечень электрифицированного оборудования подается в электронном виде в качестве задания на проектирование электрической части, КИП и АСУ.

Для выполнения разработки конфигурации распределительной сети и выполнения комплексных расчетов может использоваться EnergyCS Электрика (рис. 2) — значительно усовершенствованный вариант поставившейся ранее программы ElectriCA¹.

Программа позволяет решать следующие задачи:

- определение расчетных нагрузок для всех элементов распределитель-



Рис. 2. Программа EnergyCS Электрика

тельной сети различными методами, включая представленные в "Указаниях по расчету электрических нагрузок РТМ 36.18.32.4-92"; расчет рабочих токов в фазных и нулевом проводах четырехпроводной сети по заданным нагрузкам, расчет фазных и линейных напряжений в каждой точке сети, а также определение наибольших

¹В рамках технической поддержки будет осуществляться свободный обмен ElectriCA на EnergyCS Электрика.

№	Обозначение	Наименование	Объемные группы	№	Пом.	Э	У	З	Фазы	Вид	Тем.	Услов.	Ас.	Пом.	Пром.	Сред.
	ИД	назначение			М	М	М	М				В	С	В	В	В
4.2	Y06L1340002	Элементы стальные для автомобильного транспорта	Y06L1340002	1	0	13	15	3	ABCH	AD	AD-25-8-23	230	AC	3	2.25	0.65
4.3	Y06L1340003	Элементы стальные для автомобильного транспорта	Y06L1340003	1	0	15	15	3	ABCH	AD	AD-25-8-23	230	AC	3	2.25	0.65
7.1	Y10K2_A0001	Электрокапитальный конденсатор, 0.11MWh	Y10K2_A0001	1	0	28	3	1	ABCH	Нормальная		400	AC	3	4	1
7.1	Y10K2_A0002	Электрокапитальный конденсатор, 0.43MWh	Y10K2_A0002	1	0	34	1	1	ABCH	Нормальная		400	AC	3	16	1
7.1	Y10A230AH01	Автоматический конденсатор	Y10A230AH01	1	0	26	11	1	ABCH	AD	AD-25-8-09	690	AC	3	25	0.9
7.1	Y10A230AH02	Автоматический конденсатор	Y10A230AH02	1	0	26	8	1	ABCH	AD	AD-25-8-09	690	AC	3	25	0.9
7.1	Y10A230AH03	Промысловый конденсатор	Y10A230AH03	1	0	26	11	1	ABCH	AD	AD-25-8-09	690	AC	3	3	0.63

Рис. 3. Перечень потребителей электрической энергии, полученный из системы проектирования предыдущего уровня

отклонений напряжения в установившемся режиме;

- расчет потоков и потерь мощности во всех элементах сети в установившемся режиме работы;
- расчет величины тепловыделений в проводниках и электрооборудовании в заданных помещениях;
- расчет пиковых (пусковых) токов и времени их протекания во всех элементах сети, а также напряжений в каждой точке при протекании пиковых токов с оценкой наибольших отклонений напряжений от номинальных значений;
- определение для каждого элемента сети максимальных токов в начальный момент времени при трехфазном и однофазном КЗ и наибольшего значения ударного тока КЗ. Для трехфазных КЗ учитываются возможные подпитки от синхронных и асинхронных двигателей с учетом параметров установившегося режима, предшествующего КЗ;
- определение для каждого элемента сети минимальных токов при однофазном, двухфазном и трехфазном КЗ с учетом сопротивления дуги, а также нагревания токоведущих частей рабочим током и током КЗ (учет теплового спада);
- определение для каждой возможной точки КЗ времени отключения в соответствии с заданными характеристиками срабатывания основных и резервных защитных аппаратов;
- оценка температуры жил проводов и кабелей при рабочих токах и в моменты отключения токов КЗ основными и резервными защитами для проверки кабелей на термическую стойкость и невозгорание;
- автоматический выбор из встроенной базы данных сечений проводов и кабелей, коммутационных и защитных аппаратов;
- проверка селективности срабатывания защитных аппаратов с за-

висимой и независимой от тока характеристикой времени срабатывания, а также построение карт селективности;

- автоматизированный выбор уставок автоматов и номинальных токов плавких вставок предохранителей;
- расчеты для сетей постоянного тока с аккумуляторными батареями: расчет нагрузок, расчет максимальных и минимальных токов КЗ.

Весь комплекс расчетов выполняется на единой компьютерной модели и позволяет рассматривать множество схемно-режимных состояний. Для внесения в схему модификаций достаточно простым нажатием клавиши мыши изменить состояние коммутационных аппаратов.

Программу можно использовать и как самостоятельный продукт для выполнения комплексных расчетов, и как компоненту системы автоматизированного проектирования. В первом случае все данные вводятся вручную с использованием графического и табличного редакторов. Во втором формальный ввод информации о перечне потребителей электрической энергии осуществляется из САПР технологического процесса.

Перечень потребителей электрической энергии может быть представлен в табличной форме (рис. 3).

Объем информации в перечне потребителей должен быть достаточен для проектирования электроснабжения объекта и подключения его к АСУ. Как правило, здесь отображаются следующие сведения:

- обозначение (для тепловых и атомных станций это может быть код по системе ККС);
- код группы (признак идентичности параметров нескольких потребителей, выполняющих одинаковую функцию и имеющих одинаковые параметры);
- наименование;
- номинальная мощность;
- номинальное напряжение;

- коэффициент мощности (cosφ);
- коэффициент загрузки устройства;
- пусковой ток устройства;
- ожидаемое время пуска при номинальном напряжении;
- ожидаемое время пуска при пониженном напряжении (80%);
- информация о режиме работы;
- необходимость участия в самозапущке;
- необходимость АВР;
- признак необходимости управления от центрального ПТК (DCS);
- признак и способ местного управления;
- наличие аварийной местной кнопки *Смон*;
- заводской тип двигателя (если определен);
- режим работы устройства и др.

Часть этих параметров необходима для выполнения расчета, а часть предназначена для передачи на следующий этап проектирования (например, для выбора блоков управления и решения конструкторского аспекта проектирования распределительных устройств).

При вводе все электроприемники делятся на группы по принципу одинаковости и возможности взаимного резервирования. Так, если для обеспечения нормального технологического процесса необходимы три насоса, а по условиям обеспечения требуемого уровня надежности и резервирования принято решение об установке пяти, то все эти пять насосов образуют одну группу. В таблице групп содержатся все основные параметры потребителей электрической энергии, а в таблице электроприемников — только индивидуальные параметры каждого насоса (например, уникальное обозначение, пространственные координаты (X, Y, Z) и др.).

В начале проектирования сети проектировщику необходимо распределить электроприемники по источникам питания, а однофазные — еще

№	Обозначение	Наименование	Вид	Тип	Уровень	АС	Число фаз	Расчетная мощность	Сред. ф.	Темп. А	Темп. Б	Темп. В	Сред. ф.	Сред. ф.	Сред. ф.	Сред. ф.	Сред. ф.	Сред. ф.	Сред. ф.
1	KOENCS15AP001	Насос перекачки легкого макута в раздатный бак парогенератора	АД	АД-45-0-09	690	AC	3	46	0,9	45,5	273	0,367	2		Две	1	1		
2	KOENCS15AP002	Насос перекачки легкого макута в раздатный бак лоповой трубы	АД	АД-7-5-0-09	690	AC	3	7,5	0,06	0,34	62	0,366	2		Две	1	1		
3	KOENCS15AP001	Насос перекачки тяжелой макуты в легкого макута	АД	АД-5-5-0-09	690	AC	3	5,5	0,06	0,26	37,8	0,296	2		Две	1	1		
4	KOENCS15AP001	Насос перекачки тяжелой макута	АД	АД-45-0-09	690	AC	3	46	0,9	45,5	273	0,367	2		Две	1	1		

Рис. 4. Перечень потребителей, распределенный по группам одинаковых, взаиморезервирующих потребителей

и по фазам. В первом случае должна быть учтена необходимость питания взаиморезервирующих технологических устройств от двух разных независимых источников питания. Под источником питания в программе понимается энергосистема: вышестоящая сеть, автономный генератор, аккумуляторная батарея. Связь с системой, как правило, осуществляется через понижающие трансформаторы. При распределении нагрузок должна быть обеспечена равномерная загрузка трансформаторов. От автономных генераторов и аккумуляторных батарей питаются наиболее значимые электроприемники, требующие гарантированного питания.

Результаты оценки расчетных нагрузок (рис. 4) позволяют сразу оценить загруженность потребителя, а также необходимую мощность понижающего трансформатора и автономных источников энергии.

Однофазные электроприемники при распределении по фазам необходимо обеспечить равномерной загрузкой, определенной в результате расчета режимов.

Задача проектировщика на этапе функционального проектирования схемы электроснабжения состоит в разработке конфигурации сети и выбора оборудования, способного обеспечить заданные функциональные характеристики:

- надежное электроснабжение всех электроприемников, представленных в исходных данных;
- коэффициенты загрузки всего сетевого оборудования с учетом по-

правки на температуру окружающей среды в соответствии с заданием;

- равномерное распределение по фазам при несимметричной нагрузке;
- соответствие отклонений напряжений во всех нормальных и послеаварийных режимах, а также при нормальных пусках механизмов напряжениям, оговоренным в задании; возможность их регулировки предусмотренными средствами регулирования напряжения;
- термическая стойкость к наибольшим токам КЗ в течение времени действия основных защит, исключающая аварии, связанные с возгоранием кабелей, при отказе основных и срабатывании резервных защит;
- стойкость к динамическим воздействиям токов КЗ;
- чувствительность к минимально возможному токам КЗ, которые должны отключаться соответствующими защитами;
- согласованность защит разного уровня по селективности.

Выполнение перечисленных условий часто осложнено тем, что они могут противоречить друг другу. Как показывает практика, при проектировании без подобных программ, как правило, весь комплекс требований не выполняется: или допускается неселективность в отдельных частях схемы, или оборудование где-то оказывается нестойким при отказах защит и т.п.

Такие "огрехи проектирования" часто выявляются и исправляются в процессе пуско-наладочных работ, но могут остаться незамеченными со всеми вытекающими последствиями.

В EnergyCS Электрика ввод конфигурации схемы выполняется с использованием встроенного графического редактора. При этом в любой момент возможен расчет режима уже введенной части схемы и уточнение ее параметров.

Единая модель схемы электроснабжения может быть представлена на многих листах. Предусмотрена возможность отображать как схему в целом, так схемы отдельных сборок. Например, на рис. 5 приведена общая схема верхнего уровня, воспроизводящая электроснабжение насосной станции. Детальное описание сборок перенесено на последующие листы. На рис. 6 и 7 приведены подсхемы 2 и 3, размещенные на разных листах. Такое представление упрощает визуальный анализ результатов расчетов и документирование. Кроме того, программа, конечно, позволяет изображать всю схему и на одном листе (максимальный допустимый размер — 10x10 м), но это неудобно.

Выполнение расчетов осуществляется заданием соответствующей команды главного или контекстного меню либо нажатием кнопки "!" панели инструментов. В программе всегда выполняется комплексный расчет. В любой момент доступна вся совокупность режимных параметров каждого элемента сети, на основе которых осуществляется выбор или

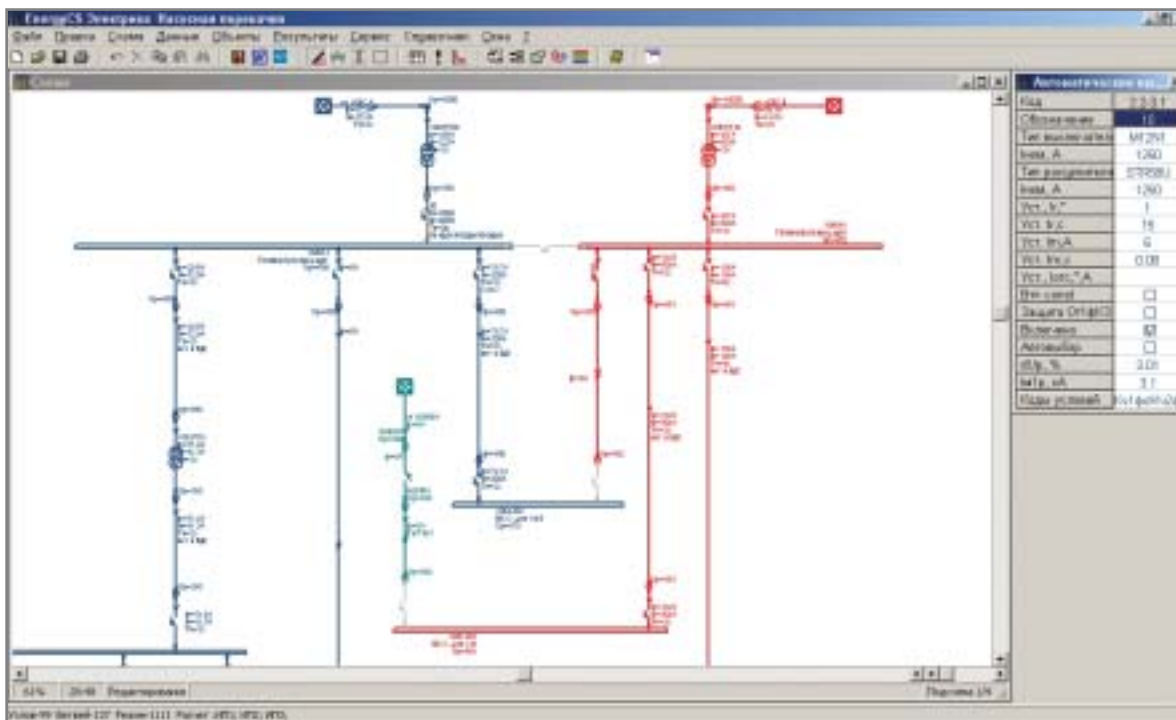


Рис. 5. Схема электроснабжения насосной станции (общая схема верхнего уровня)

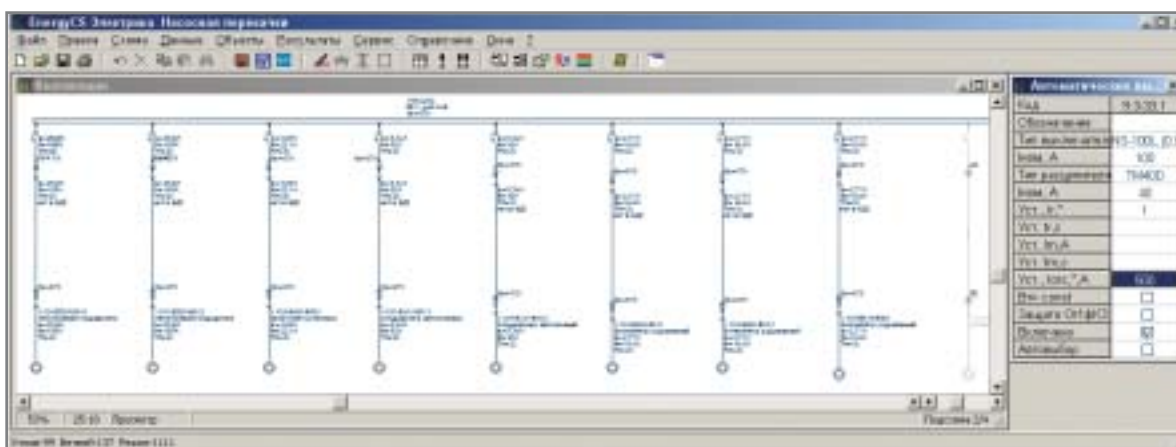


Рис. 6. Схема сборки YOBVJ02 насосной станции

проверяется пригодность для выполнения той или иной функции. Расчетчик только управляет видимостью параметров на схеме и в таблицах.

Контроль параметров, вышедших за допустимые пределы, выполняется при каждом комплексном расчете. Результаты проверки могут быть выведены на схему в виде специальных строк кодов. Например, левый кабель, изображенный на рис. 7, не соответствует предъявляемым требованиям к допустимому току и термической стойкости. Об этом свидетельствует строка "Идоп!Тт!", появившаяся на схеме. Расшифровку кодов, которые выводятся на все проблемные элементы, можно получить

в отдельном окне, как показано на рисунке. Одновременно возможно и цветное представление схемы: элементы, режимные значения которых не вписываются в допустимые пределы, окрашены в красный цвет, а отвечающие заданным параметрам — в черный.

В числе прочих сообщений о нарушенных условиях выводится и сообщение о невыполненных условиях селективности.

Обеспечить селективность помогают график зависимости времени от тока (карта селективности), где выводится следующая информация.

1. Линия пускового рабочего тока нагрузки (красная).

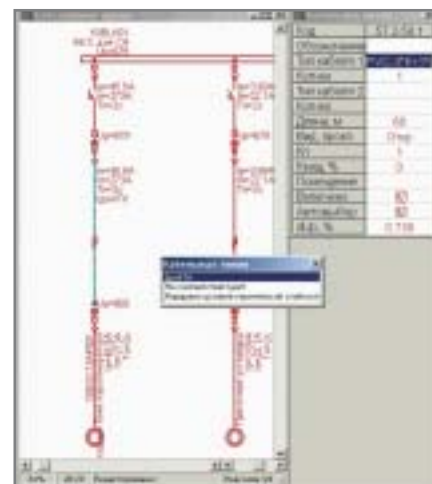


Рис. 7. Часть схемы сборки YOBVJ01 насосной станции

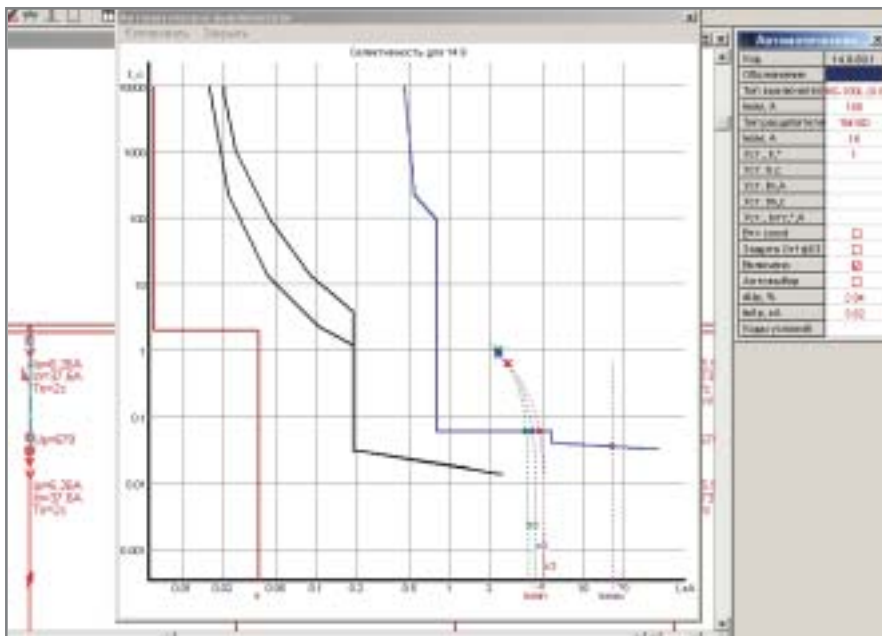


Рис. 8. Анализ селективности защит

2. Линия кривой срабатывания основной защиты участка (выделенного защитного аппарата) с учетом его текущих уставок (черная линия).
3. Линия кривой срабатывания резервной защиты участка (вышестоящей по отношению к выделенному защитному аппарату) с учетом его текущих уставок (синяя линия).

4. Линии минимальных токов короткого замыкания (однофазного, двухфазного и трехфазного) для данного защитного аппарата, отражающие изменение тока в зависимости от времени (пунктир). В верхней части эти линии могут заканчиваться перекрестом, которое обозначает точку нагрева жилы кабеля до температуры, предельной по возгоранию.
5. Линия максимального значения тока короткого замыкания. Несогласованность защит при токах, превышающих максимальный, не проверяется и не считается нарушением селективности.

Программа не автоматизирует процесс согласования защит, а лишь информирует о согласованности или несогласованности уставок. Подбор уставок производится расчетчиком за конечное число операций. В программе предусмотрен режим "Автоматический", позволяющий мгновенно оценить влияние любой настройки на режимные параметры.

Часто для получения приемлемого решения приходится изменять из-

SchematicS

Никогда конструирование схем не было таким простым и столь эффективным

- интеллектуальные схемы на основе стандартов
- российская библиотека условно-графических обозначений
- параметрические объекты
- работа со сборками
- выпуск чертежей и спецификаций
- работа в среде AutoCAD 2006\2005\2004\2002
- интеграция с MS Office
- поддержка XML
- интеграция с агрегативно-декомпозиционной технологией
- инженерам-электрикам
- инженерам КИПиА
- инженерам-технологам
- схемотехникам



Autodesk
Authorized Developer

Consistent[®]
Software

Тел.: (095) 913-2222
Internet: www.consistent.ru
E-mail: info@consistent.ru

начально выбранную конфигурацию сети. Использование компьютерной модели позволяет произвести такое изменение с минимальными затратами: время тратится в основном на обдумывание и принятие решений.

Документирование результатов расчетов в графической форме

Результаты вычислений могут быть представлены и в графическом виде, и в виде текстовых табличных документов. Возможен непосредственный вывод графического изображения на принтер или плоттер. Если принтер имеет ограниченный формат (А4 или А3), то изображение может быть разбито на заданное число листов и склеено после распечатки. При этом возможно его масштабирование как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

Однако окончательные документы целесообразно формировать с использованием AutoCAD или MS Word. Специальный инструмент позволяет непосредственно из программы или с помощью файла формата DXF передать изображение в AutoCAD (в настоящее время такую передачу можно осуществить только для AutoCAD 2004-2005). Формат DXF поддерживается любой версией Windows. При любом способе передачи информация о цвете транслируется в слои, что позволяет после несложной настройки получить цветное изображение чертежа AutoCAD.

В MS Word изображение схемы может быть перенесено посредством системного буфера обмена. При этом благодаря внутреннему формату WMF (windows metafile) переданное в MS Word изображение остается векторным и масштабируемым. По качеству и цвету оно сохраняет строгое соответствие исходному в программе и к тому же занимает не-

Рис. 9. Пример выходного документа, полученного в автоматическом режиме на основе расчетов

большой объем памяти. Если схема вписывается в формат до А3, а принтеры поддерживают такой формат — это лучшее решение для организации.

Документирование результатов расчетов в табличной форме

Результаты в табличной форме могут быть непосредственно выведены на принтер. Однако для оформления итоговой документации на основе расчетов целесообразно воспользоваться внешней программой — например, MS Word с применением заранее заготовленных шаблонов. На рис. 9 приведен пример кабельного журнала, автоматически полученного таким способом.

Таким образом, программа EnergyCS Электрика позволяет сформировать конфигурацию сети и выбрать необходимый состав оборудования. Однако это лишь часть проектной задачи. Не решены вопросы конструктивного исполнения. Выбраны абстрактные автоматические выключатели, но не рассмотрен способ их монтажа, не определена формула заказа. Обычно используется комплектное оборудование, а авто-

матические выключатели с их расцепителями — это компоненты шкафов или блоков управления.

Конструктивное проектирование распределительных устройств

Выполнение конструктивной части проекта электроснабжения обеспечивает ElectricCS ADT. Если установлен тип распределительного устройства, то на основе информации о конфигурации сети, полученной из программы EnergyCS Электрика, эта система позволит:

- выбрать необходимые типы блоков, которые соответствуют месту РУ в сети и его функциональному назначению;
- выполнить обозначение всех элементов в соответствии с заданными правилами, определяемыми стандартом предприятия;
- создать полный набор проектной документации, описывающий принятые решения (это может быть задание заводу на изготовление распределительных устройств и распределительных щитов или итоговая проектная документация в виде однолинейных электрических схем с заполнением

Рис. 10. Таблица данных для передачи в ElectricCS ADT

№	Имя	Полосы	Позиция	Таблица	Дата	Таблица	Модель
1	Электрические кабели	YWS005	l=105 b=180 l=180 P=180 l=180 P=116 Q=56,5 d				
2	Имя: КР9.28		l=105 b=180 l=180 P=180 l=180 P=116 Q=56,5 d LA	2		MS18N	PLA1112-P1W
4	Электрические кабели	YWS04	l=608 dP=3,87 l=674 dP=4,23 l=603				
5	Имя: КР9.28			LA	2	MS18N	PLA1112-P1W
6	Электрические кабели	YWS06	l=602 dP=3,32 l=672 dP=4,18 l=608				
7	Имя: КР9.28		l=79,7 b=79,7 l=79,7 P=73 l=79,7 P=62,5 Q=44,8 LA	4		MS18N	PLA1112-P1W
8	Имя: КР9.28		l=79,7 b=79,7 l=79,7 P=73 l=79,7 P=62,5 Q=44,8 LA	7		MS18N	PLA1112-P1W
9	Имя: КР9.28		l=79,7 b=79,7 l=79,7 P=73 l=79,7 P=62,5 Q=44,8 LA	7		MS18N	PLA1112-P1W
10	Электрические кабели	YWS120	l=25,8 b=25,8 l=25,8 P=25 l=25,8 P=27,3 Q=13,2 UT	5		MS18N	110DT1465-P1W
11	Имя: КР9.28	SA					
12	Имя: КР9.28	YWSAE2000011-81					
13	Электрические кабели	YWSAE2000011	l=678 dP=2,78 l=671 dP=4,15 l=608 l=21				
14	Имя: КР9.28	SD	l=25,8 b=25,8 l=25,8 P=25 l=25,8 P=27,3 Q=13,2 UT	5		MS18N	110DT1465-P1W
15	Имя: КР9.28	YWSAE2000012-81					
16	Электрические кабели	YWSAE2000012	l=678 dP=2,78 l=671 dP=4,15 l=608 l=21				
17	Имя: КР9.28	1A	l=3,68 b=3,68 l=3,68 P=3,68 l=3,68 P=3,68 Q=2,42 UT	1		MS18N	110DT1465-P1W
18	Имя: КР9.28	YWSAE4000001-81					
19	Электрические кабели	YWSAE4000001	l=678 dP=2,78 l=671 dP=4,15 l=608 l=21				
20	Имя: КР9.28	1B	l=5,34 b=5,34 l=5,34 P=4,5 l=5,34 P=5,27 Q=3,4 UT	1		MS18N	110DT1465-P1W
21	Имя: КР9.28	YWSAE4100011-81					
22	Электрические кабели	YWSAE4100011	l=5,34 b=5,34 l=5,34 P=4,5 l=5,34 P=5,27 Q=3,4 UT	25		MS18N	PVC-6x18
23	Имя: КР9.28	1C	l=5,34 b=5,34 l=5,34 P=4,5 l=5,34 P=5,27 Q=3,4 UT	1		MS18N	110DT1465-P1W
24	Имя: КР9.28	YWSAE4100012-81					
25	Электрические кабели	YWSAE4100012	l=5,34 b=5,34 l=5,34 P=4,5 l=5,34 P=5,27 Q=3,4 UT	28		MS18N	PVC-6x18
26	Имя: КР9.28	2A	l=2,77 b=2,77 l=2,77 P=2,77 l=2,77 P=2,77 Q=1,82 UT	2		MS18N	110DT1465-P1W

Рис. 13. Таблица присоединений РУ с результатами расчетов и нанесения проектных позиций

кого нанесения проектных позиций. Для документирования остается выделить присоединения распределительного устройства и дать команду для их автоматического нанесения на заранее разработанную подоснову чертежа.

Результат автоматизированного формирования итогового чертежа в AutoCAD приведен на рис. 14.

Кабельная раскладка

Раскладка кабелей по трассам зданий и сооружений производится на заключительном этапе проектирования электроснабжения. Для ее выполнения необходимы: описание трасс, полученное из трехмерной модели, перечень конечных точек-потребителей и перечень собственно кабелей для раскладки. Как правило,

на таких объектах, как тепловые или атомные станции, за одну операцию раскладываются по трассам не только силовые кабели, но и кабели АСУ ТП, связи, сигнализации и т.п. Программа ElectricCS 3D, предназначенная для решения именно таких задач, обладает эффективными инструментами для объединения перечней кабелей, являющихся частью общей компьютерной модели и формируемых в разных проектирующих системах: EnergyCS Электрика, ElectricCS ADT, AutomatiCS ADT. Кроме того, ElectricCS 3D имеет собственные средства ввода описания кабелей, полученных в результате неавтоматизированного проектирования.

Описания кабельных трасс могут быть представлены в табличном виде или получены непосредственно из трехмерной модели компоновки объекта, подготовленной в системах PLANT-4D, PDS 3D, Smart Plant 3D и др. Результатом кабельной раскладки является кабельный журнал с описанием трасс (рис. 15). На рис. 16 показан выходной документ, автоматически сформированный на основе модели.

В результате кабельной раскладки неизбежно увеличение длин кабелей (иногда в три раза!). Это может привести к повышению потерь напряже-



Рис. 14. Результат автоматического построения чертежа в AutoCAD на основе расчетной модели, подготовленной в EnergyCS Электрика

№	Имя	Полосы	Отрасл	Канал	Трасса	Цена	Тип	№UD
1	Кабель	110V110001-01a	110001	110V110001	110201_110202_110203_110V001	1	000w-LS	11011201
2	Кабель	10CN001-01a	10CN01	10CN00001.2	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x150+1x70
3	Кабель	10CN001-01b	10CN01	10CN00001.2	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x150+1x70
4	Кабель	10CN001-01c	10CN01	10CN00001.3	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x95+1x70
5	Кабель	10CN001-01d	10CN01	10CN00001.3	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x95+1x70
6	Кабель	10CN001-01e	10CN01	10CN00001.2	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
7	Кабель	10CN001-01f	10CN01	10CN00001.2	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
8	Кабель	10CN001-01g	10CN01	10CN00001.6	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
9	Кабель	10CN001-01h	10CN01	10CN00001.5	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
10	Кабель	10RW11C2_0303-01	10C003	10RW11C2_0303	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
11	Кабель	10C20400	10C007	10C204000	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x95+1x70
12	Кабель	10CY00001-01	10C005	10CY00000	10C201_10C033_10C0009_10V001_10V0011210	50	000w-LS	4x105
13	Кабель	10C70110-01	10C006	10C7011001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
14	Кабель	10C0001-01	10C007	10C000001	10C201_10C033_10C0009_14C001_14C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
15	Кабель	10C0111-01	10C008	10C0111001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
16	Кабель	10C0211-01	10C008	10C0211001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
17	Кабель	10C0311-01	10C008	10C0311001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
18	Кабель	10C0411-01	10C008	10C0411001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
19	Кабель	10C0511-01a	10C008	10C0511001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
20	Кабель	10C0611-01b	10C008	10C0611001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
21	Кабель	10C0711-01c	10C008	10C0711001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
22	Кабель	10C0811-01d	10C008	10C0811001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
23	Кабель	10C0911-01e	10C008	10C0911001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
24	Кабель	10C1011-01f	10C008	10C1011001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
25	Кабель	10C1111-01g	10C008	10C1111001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
26	Кабель	10C1211-01h	10C008	10C1211001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95

Рис. 15. Кабели, разложенные по трассам в ElectriCS 3D

ния и нарушении чувствительности некоторых защит. Поэтому после раскладки кабелей необходимо проведение повторного расчета. Поскольку программы работают с компьютерной моделью, то выполнение проверочных расчетов не составляет труда. Результаты таких расчетов, естественно, могут привести к изменению отдельных принятых проектных решений.

Заключение

В этой статье мы привели пример взаимодействия различных программ для получения проектных решений, оформленных в виде проектной документации по силовой электрической части сложных промышленных объектов. При описании последовательности выполнения проектных процедур всегда предполагается наличие проектиру-

ющих систем для других частей проекта, взаимодействующих с системой проектирования электрической части. Речь идет не столько о конкретных программах, сколько о возможности их использования в составе системы проектирования. Применение упомянутых в статье программных средств ведет к существенным сокращениям трудозатрат при выполнении электротехнического проектирования и повышению качества полученных решений.

*Николай Ильичев,
к.т.н., доцент ИГЭУ
E-mail: ilichov@dsn.ru*

*Вячеслав Серов,
к.т.н., доцент ИГЭУ
E-mail: sva@ivrdu.so-cdu.ru*

*Александр Салин,
к.т.н., доцент ИГЭУ
E-mail: salin@dsn.ru*

*По вопросам приобретения программ:
ilichev@csoft.ru*

№	Имя	Полосы	Отрасл	Канал	Трасса	Цена	Тип	№UD
1	Кабель	110V110001-01a	110001	110V110001	110201_110202_110203_110V001	1	000w-LS	11011201
2	Кабель	10CN001-01a	10CN01	10CN00001.2	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x150+1x70
3	Кабель	10CN001-01b	10CN01	10CN00001.2	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x150+1x70
4	Кабель	10CN001-01c	10CN01	10CN00001.3	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x95+1x70
5	Кабель	10CN001-01d	10CN01	10CN00001.3	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x95+1x70
6	Кабель	10CN001-01e	10CN01	10CN00001.2	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
7	Кабель	10CN001-01f	10CN01	10CN00001.2	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
8	Кабель	10CN001-01g	10CN01	10CN00001.6	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
9	Кабель	10CN001-01h	10CN01	10CN00001.5	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
10	Кабель	10RW11C2_0303-01	10C003	10RW11C2_0303	10C201_10V011_10V002_10V00002	50	000w-LS	4x95+1x70
11	Кабель	10C20400	10C007	10C204000	10C201_10C033_10C0009_110001_110V001175	50	000w-LS	4x95+1x70
12	Кабель	10CY00001-01	10C005	10CY00000	10C201_10C033_10C0009_10V001_10V0011210	50	000w-LS	4x105
13	Кабель	10C70110-01	10C006	10C7011001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
14	Кабель	10C0001-01	10C007	10C000001	10C201_10C033_10C0009_14C001_14C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
15	Кабель	10C0111-01	10C008	10C0111001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
16	Кабель	10C0211-01	10C008	10C0211001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
17	Кабель	10C0311-01	10C008	10C0311001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
18	Кабель	10C0411-01	10C008	10C0411001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
19	Кабель	10C0511-01a	10C008	10C0511001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
20	Кабель	10C0611-01b	10C008	10C0611001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
21	Кабель	10C0711-01c	10C008	10C0711001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
22	Кабель	10C0811-01d	10C008	10C0811001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
23	Кабель	10C0911-01e	10C008	10C0911001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
24	Кабель	10C1011-01f	10C008	10C1011001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
25	Кабель	10C1111-01g	10C008	10C1111001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95
26	Кабель	10C1211-01h	10C008	10C1211001	10C201_10C033_10C0009_10C001_10C000400	50	000w-FRLS	4x105+1x95

Рис. 16. Кабельный журнал, сформированный в MS Word

НОВОСТИ

Новые возможности PLANT-4D по сохранению типовых моделей в базе данных

Компания Consistent Software объявила о выходе обновления подключаемого модуля (Plug-in) *PLANT-4D Assembly*, предназначенного для сохранения типовых моделей или типовых фрагментов (узлов) трехмерных моделей в БД сборок.

Модуль *PLANT-4D Assembly*, выпущенный отделом новых технологий компании Consistent Software, работает со всеми версиями AutoCAD и MicroStation, поддерживаемыми PLANT-4D.

Сохраняя модели и их фрагменты с одновременным сохранением параметров и всей атрибутивной информации, пользователь может создавать собственные трехмерные библиотеки типовых решений, что значительно облегчает работу над проектами. Помимо средств работы со сборками *PLANT-4D Assembly* имеет ряд дополнительных функций, также упрощающих работу проектировщика.

Среди пользователей PLANT-4D модуль распространяется бесплатно.