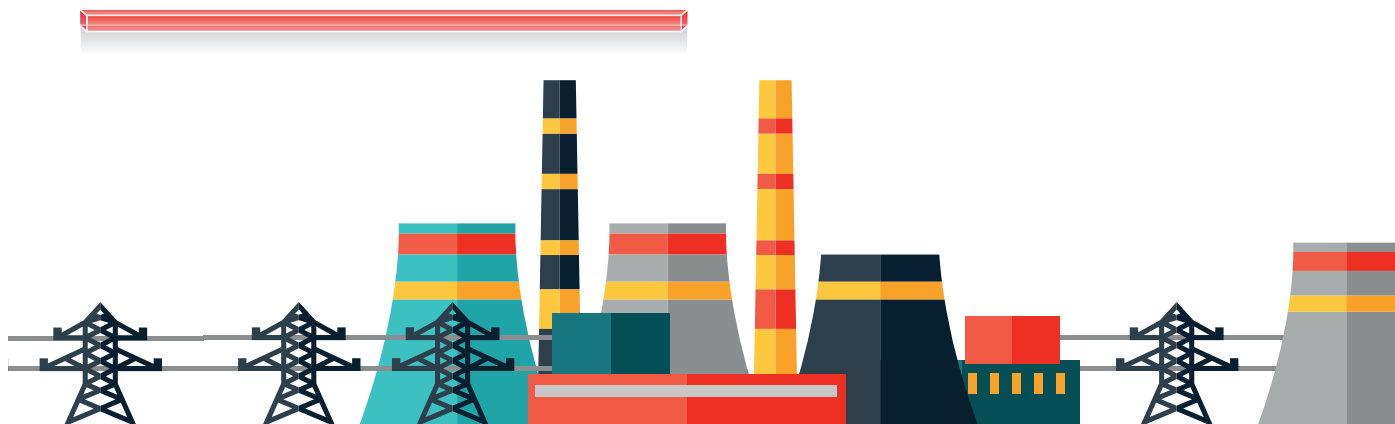


> ELECTRICS ADT 2: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ



Система ElectriCS ADT 2 предназначена для автоматизированного проектирования систем электроснабжения объектов любой размерности (небольшие объекты и крупные заводы, торговые центры, проекты обустройства месторождений и т.д.). Применение ElectriCS ADT позволяет осуществлять комплексную автоматизацию проектной организации в части электротехнического отдела и отдела КИПиА (АСУТП), значительно повышая производительность труда проектировщика-электрика и качество проектов в части систем электроснабжения.

Основные возможности системы

Программный комплекс ElectriCS ADT предназначен для выполнения следующих прикладных задач:

- расчет нагрузок по коэффициентам расчетной мощности в соответствии с "Указаниями по расчету электрических нагрузок РТМ 36.18.32.4-92";
- синтез структуры проектируемой системы с выбором оборудования (кабелей, защитных аппаратов — автоматов, блоков НКУ и т.д.) в соответствии с результатами расчета нагрузок и справочной информацией, имеющейся в базе системы;
- автоматическое присвоение проектных позиций элементов (кабелей, блоков НКУ, автоматов и т.д.) в соответствии с правилами, принятыми в отрасли или на конкретном предприятии;

- расчет потерь напряжения в нормальных режимах и при пусках двигателей;
- расчет токов короткого замыкания в соответствии с ГОСТ 28249-93 или по методу петли фаза-ноль с расшифровкой расчетов;
- расчет отдельных токовых цепочек в упрощенном режиме "Калькулятора ТКЗ" с расшифровкой;
- расчет температуры нагрева кабелей и проверка их на термическую стойкость в соответствии с ГОСТ 30323-95 и циркуляром РАО ЕЭС России № Ц-02-98(Э) "О проверке кабелей на возгорание при воздействии тока короткого замыкания";
- проверка защитных аппаратов по расчетным и пусковым (пиковым) токам;
- проверка защитных аппаратов по чувствительности (к минимальным токам коротких замыканий);
- проверка селективности защитных аппаратов и построение карт селективности;
- вывод списка кабелей (силовых и контрольных) и потребителей в формате системы ElectriCS 3D для последующей автоматизированной раскладки по кабельным конструкциям;
- вывод результатов работы в виде настраиваемых табличных и графических документов;
- возможность ведения иерархической базы документов.

Программный комплекс ElectriCS ADT реализует "сквозную" концепцию про-

ектирования и предоставляет весь необходимый функционал для разработки проектной документации и выполнения расчетов.

Проектная документация, выполняемая средствами ElectriCS ADT, включает комплект документов, регламентированных действующими нормативами и стандартами. Программный комплекс ElectriCS ADT позволяет выпускать следующие документы:

- однолинейные принципиальные схемы питающих и распределительных сетей в традиционном вертикальном (графическом) представлении как с изображением в части управления, так и без него;
- однолинейные принципиальные схемы питающих и распределительных сетей в горизонтальном (табличном) виде в соответствии с ГОСТ 21.613-88;
- общие виды щитов;
- перечни составных частей к общим видам щитов;
- заказные спецификации оборудования;
- таблицы расчета нагрузок;
- таблицы расчета токов КЗ и потерь напряжения;
- схемы отдельных токовых цепочек с расчетом токов КЗ и их расшифровкой;
- кабельные (кабельно-трубные) журналы.

При выводе табличных документов система ElectriCS ADT использует Microsoft Word, графические документы создают-

ся в собственной встроенной графической подсистеме, поддерживающей набор стандартных инструментов для работы с графикой, прямой вывод документов на печать, а также экспорт в формат PDF без необходимости наличия дополнительного графического пакета. Помимо этого, графическая подсистема также поддерживает экспорт в популярные графические системы: AutoCAD с версии 2004, nanoCAD Plus 7.0, BricsCAD v14, v15.

Технология проектирования систем электроснабжения в ElectriCS ADT

Исходными данными для проектирования систем электроснабжения в среде ElectriCS ADT являются:

- перечень электроприемников (ЭП);
- перечень распределительных устройств (РУ);
- перечень источников питания (ИП);

■ перечень секционных выключателей (СВ).

Перечень ЭП обычно поступает от проектировщиков-технологов с указанием основных параметров: полного имени, проектной позиции (обозначения), мощности, режима работы (основной/резервный), координат, типа двигателя, времени пуска двигателя и т.д. Перечень может поступать как в виде бумажных таблиц заданий/опросных листов (при отсутствии комплексной автоматизации), так и в виде таблиц Microsoft Excel или файлов формата CSV (Comma-Separated Values).

К исходным данным по перечню ЭП проектировщиками-электриками добавляется информация о распределении ЭП по РУ, принадлежности к типовой группе ЭП (например, "Вентиляторы"), типе реализации ЭП (например, для электрифицированной задвижки — Б5000,

БМ5000, РУСМ5000, Я5000, БОЭ5000, ПР8500 и МП рассыпью и т.д.), типе силового кабеля. Процесс ввода электроприемников отображен на рис. 1.

Перечни РУ, ИП и СВ формирует проектировщик-электрик. В эти перечни он заносит информацию о проектных позициях, полных именах, координатах, распределении РУ по ИП, типе силового кабеля, типе вводного автомата, мощности трансформатора и т.д.

Информация о первоначальной структуре задается для ЭП, РУ, ИП, СВ в параметрическом виде: в параметре "Соединение" задается список позиций элементов, к которым они подсоединяются. Так, для ЭП это, как правило, РУ или другой ЭП (при запитывании шлейфом с одного защитного аппарата нескольких ЭП). Для РУ это обычно ИП или другое РУ (при нескольких уровнях сборок НКУ). Для СВ это секции РУ, которые он переключает. Перед выполнением расчета нагрузок на основании этой информации автоматически создается начальная структурная модель электрической сети проекта.

Расчет нагрузок производится в соответствии с "Указаниями по расчету электрических нагрузок РТМ 36.18.32.4-92". Все ЭП группируются по типам (задвижки, насосы, освещение и т.д.), и для каждого из них извлекаются из базы системы их коэффициенты использования K_i и $\cos \phi$. Для ЭП электродвигателей из базы извлекаются также их КПД, кратности пускового тока K_p и $\cos \phi$.

Расчет выполняется для каждой секции силового шкафа, при этом определяются эффективное число электроприемников N_{Σ} и средневзвешенный коэффициент использования K_i , в зависимости от которых по имеющейся в базе системы таблице находится коэффициент расчетной мощности K_p . Расчетный ток секционного выключателя I_p определяется как максимальный из I_p -секций, которые он переключает. Расчетный ток на вводе силового шкафа с секционным выключателем определяется как сумма токов всех секций. Расчетный ток конкретного ЭП определяется по его мощности, напряжению, КПД и $\cos \phi$. На рис. 2 приведен фрагмент результатов расчета нагрузок, выведенный в таблицу MS Word.

Синтез структуры производится на основе имеющегося в базе описания типовых структур и включает в себя три процедуры: структурный синтез, параметрический синтез, агрегативный синтез.

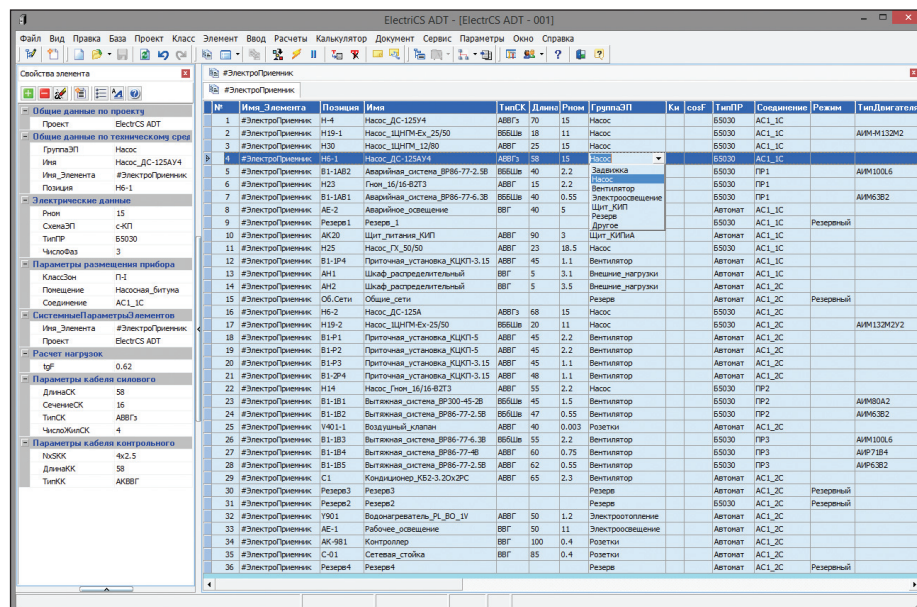


Рис. 1. Окно ввода электроприемников в ElectriCS ADT 2

Исходные данные													
По заданию технолога				По справочным данным				Средняя мощность		Расчетная мощность			
Наименование характеристик нагрузки	Количество, шт.	Имя	Имя (установочная)	Имя	Имя	Имя	Имя	Р _{ср}	Q _{ср}	Р _р	Q _р	Р _{ср}	Q _{ср}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Задвижка	11	0.25-7.5	20	0.45	0.65/1.17	9	10.53						
Насос	3/1	0.55-5.5	11.55/5.5	0.75	0.65/1.17	8.66	10.13						
Резерв	2	1.5	3	0	0.65/1.1	0	0						
Внешние нагрузки	2	5-17	22	0.3	0.65/1.17	6.6	7.72						
Центральный	1	3	3	0.5	0.9/0.5	1.5	0.75						
Электроосвещение	1	3	3	0.75	0.95/0.33	2.25	0.74						
Итого по ВЭП-1:			62.55	0.45		28.01	29.87	8	1.09	30.5	32.9	44.9	68
Задвижка	10	0.25-7.5	25.75	0.45	0.65/1.17	11.59	13.56						
Насос	4	0.55-5.5	17.05	0.75	0.65/1.17	12.79	14.96						
Электроосвещение	2	0.8-1.1	1.9	0.9	0.95/0.33	1.71	0.56						
Резерв	2	7.5	15	0	0.65/1.1	0	0						
Внешние нагрузки	2	5-17	22	0.3	0.65/1.17	6.6	7.72						
Итого по ВЭП-2:			81.7	0.4		32.69	36.8	10	1.06	34.7	40.5	53.3	81

Рис. 2. Фрагмент документа с результатами расчета нагрузок

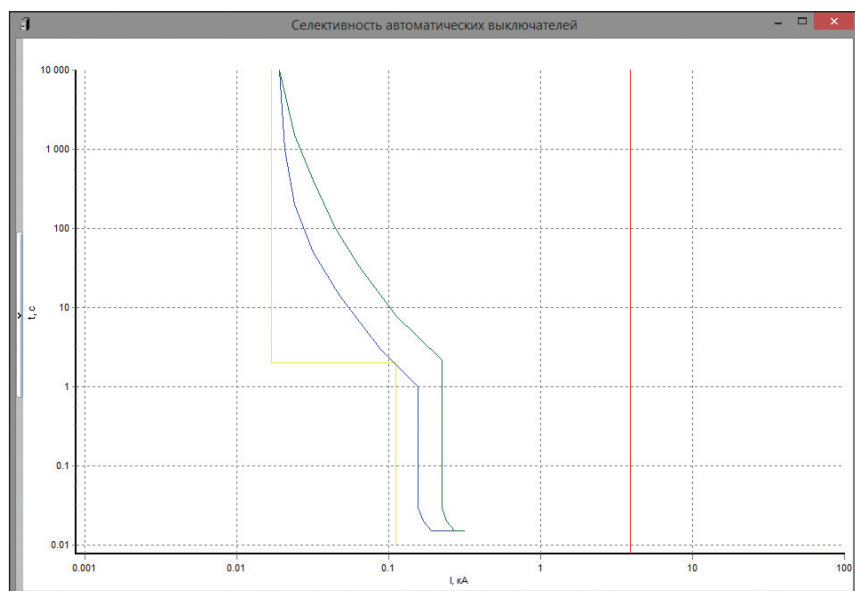


Рис. 5. Окно просмотра карты селективности токовой цепочки №1

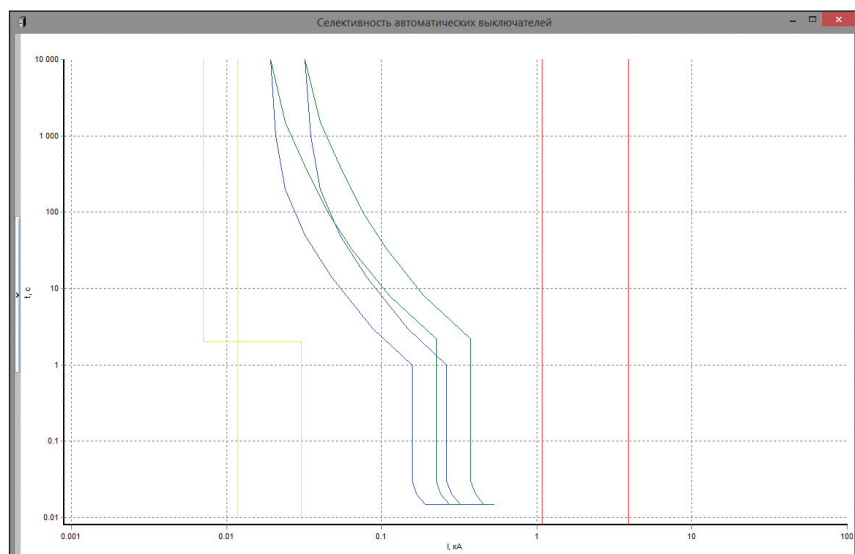


Рис. 6. Окно просмотра карты селективности токовой цепочки №2

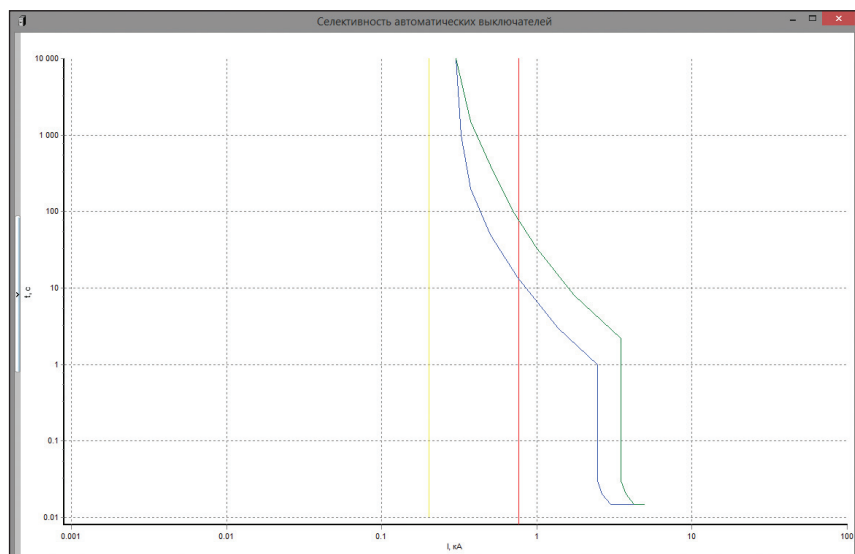


Рис. 7. Окно просмотра карты селективности токовой цепочки №3

пиковых токов и по условиям селективности осуществляется для всех цепочек от ЭП до ИП. При этом пиковый ток определяется как расчетный ток РУ минус расчетный ток и плюс пусковой ток ЭП из этой цепочки. При запуске проверки на экран выдаются диагностические сообщения о нарушенных условиях. Проверка защитных аппаратов по пусковым (пиковым) токам состоит в проверке на предмет отсутствия пересечения пикового тока с характеристикой защитного аппарата. На рис. 5 представлена карта селективности цепочки, диагностика по которой показала, что защитный аппарат ЭП не отстроен от пиковых токов. Видно, что линия пускового тока немного заходит на нижнюю кривую срабатывания автомата. В этом случае необходимо на одну ступень увеличить уставку автомата ЭП, что с необходимым запасом обеспечит условие несрабатывания защитного аппарата.

Проверка защитных аппаратов по селективности заключается в проверке на отсутствие пересечения линий характеристик срабатывания защитных аппаратов на смежных защищаемых участках. На рис. 6 приведена карта селективности цепочки, диагностика по которой показала, что секционный и вводной автоматы не проходят по условию селективности. Верхняя линия характеристики срабатывания секционного автомата заходит на нижнюю линию характеристики срабатывания вводного автомата. В этом случае необходимо на одну или две ступени увеличить уставку по времени срабатывания вводного автомата (возможно, придется изменить типы аппаратов). Проверка защитных аппаратов по чувствительности заключается в проверке на способность мгновенно отключить минимальный ток КЗ. На рис. 7 представлена карта селективности автомата, диагностика по которому показала, что он не проходит по чувствительности. Ток КЗ находится левее зоны работы электромагнитного расцепителя. Очевидно, что в этом случае требуется увеличить сечение кабеля к данному ЭП. Необходимую величину сечения кабеля легко определить простым подбором. Если же решение получается "неразумным" (к примеру, для двигателя мощностью 1-2 кВт требуется кабель с сечением жилы 95 мм² или больше), то, возможно, следует изменить схему и повторить расчет.

Когда модель проекта проходит по всем условиям, можно приступать к ее документированию.

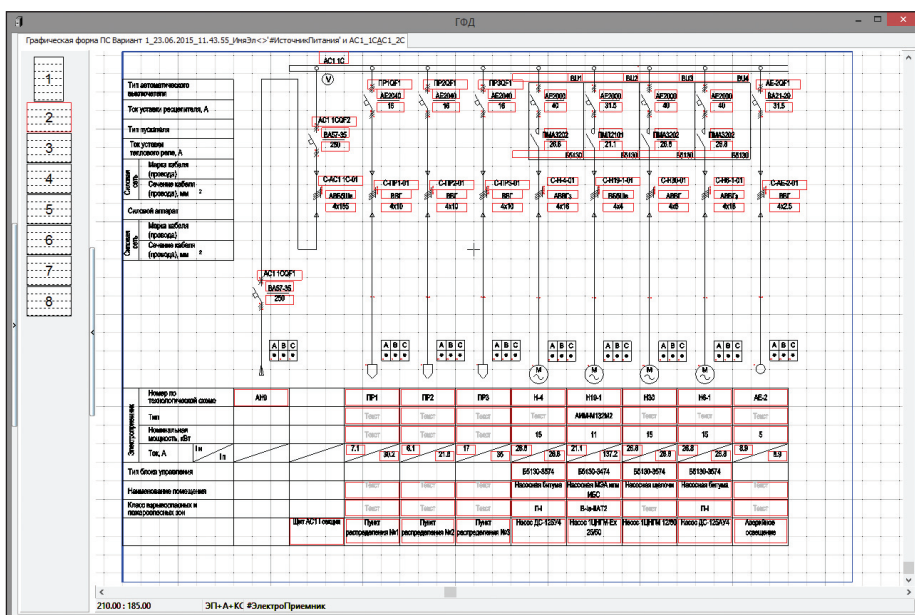


Рис. 8. Фрагмент вертикальной однолинейной принципиальной схемы

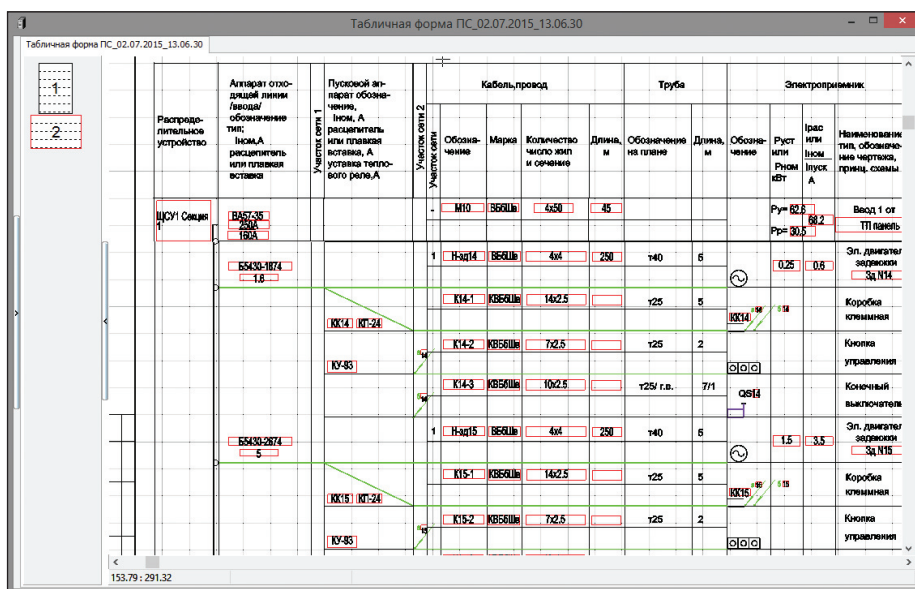


Рис. 9. Фрагмент горизонтальной однолинейной графической схемы

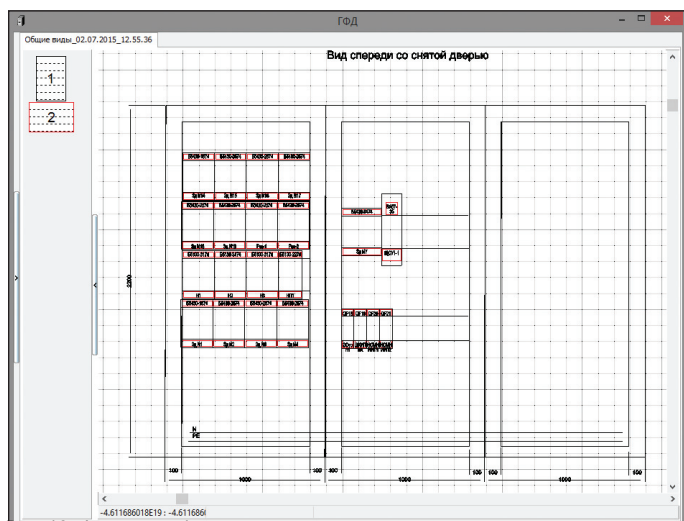


Рис. 10. Фрагмент общего вида панели

Виды графических и табличных документов в ElectriCS ADT

Основу графического документирования составляют так называемые графические фреймы, которые отличаются от обычных блоков AutoCAD и аналогов тем, что у них есть, во-первых, слоты (окна под переменную информацию из модели проекта), а во-вторых, информация о привязке к узлу модели проекта. Привязка к узлам (спискам элементов) модели проекта используется для автоматического поиска и активации фрейма (активация фрейма заключается в заполнении его слотов текстовой и графической информацией из модели проекта). Графический фрейм может документировать сразу несколько элементов модели проекта (автомат, кабель, ЭП и т.д.). Документирование графическими фреймами возможно как по отдельности, так и группами — для этого в состав фрейма может входить так называемый шлюз: точка автоматического подсоединения следующего графического фрейма (его привязочной точки).

Использование графических и табличных фреймов позволяет настраиваться на любую форму выходных документов. На рис. 8 изображен фрагмент однолинейной принципиальной схемы графической формы в окне собственной встроенной графической подсистемы. Красные прямоугольники на этом рисунке — слоты, которые не выводятся на печать (или их слой просто отключается). На рис. 9 приведен фрагмент этой же схемы в табличной форме.

На рис. 10 приведен фрагмент общего вида панели без проставленных размеров, на рис. 11 изображен фрагмент перечня составных частей для предыдущего общего вида панели (отдельно для каждой панели). На рис. 12 показан фрагмент общей заказной спецификации сразу на все панели.

ElectriCS ADT	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
			ЩСУ1-1		
	Зд N14	B5430-1874	Блок управления	2	
	Зд N1		In=0.6 А		
	Зд N15	B5430-2674	Блок управления	10	
	Зд N16		In=4 А		
	Зд N17				
	Зд N18				
	Зд N19				
	Рез-1				
	Рез-2				
	Зд N2				
	Зд N3				
	Зд N4				
	N1	B5130-3174	Блок управления	3	
	N2		In=12.5 А		
	N3				
	НП1	B5130-2274	Блок управления	1	
			In=1.6 А		
	Зд N7	B5430-3474	Блок управления	1	
			In=25 А		

Рис. 11. Фрагмент перечня составных частей

№ п/п	Наименование и техническое описание оборудования и материалов (для монтажных работ)	Тип кабеля, оборудования, обозначение документа и номер проектной спецификации	Способ прокладки	Кабель, оборудование	Кабель, оборудование	Сила тока, А	Количество кабелей, шт	Материал, м	Примечание
1	Кабель силовой, 3х10 А, 4х4 А	БП130-2174	шт	795					
2	Кабель силовой, 3х10 А, 4х4 А	БП130-2174	шт	871			2		
3	Кабель силовой, 3х10 А, 4х4 А	БП130-2174	шт	871			3		
4	Кабель силовой, 3х10 А, 4х4 А	БП130-2174	шт	871			3		
5	Кабель силовой, 3х10 А, 4х4 А	БП130-2174	шт	871			17		
6	Кабель силовой, 3х10 А, 4х4 А	БП130-2174	шт	871			1		
7	Волокно оптическое, 3х10 А, 4х4 А	АЭ208-180-00-УУ03-10А	шт	795			1		
8	Волокно оптическое, 3х10 А, 4х4 А	АЭ208-180-00-УУ03-10А	шт	795			1		
9	Волокно оптическое, 3х10 А, 4х4 А	АЭ208-180-00-УУ03-12.5А	шт	795			2		
10	Волокно оптическое, 3х10 А, 4х4 А	БАЭТ-35-340010-35-100А-УУ03-1	шт	795	34238-3		1		
11	Волокно оптическое, 3х10 А, 4х4 А	БАЭТ-35-340010-35-100А-УУ03-1	шт	795	34238-3		2		

Рис. 12. Фрагмент общей заказной спецификации

Кабели (силовые и контрольные) и потребители, которые они соединяют, можно передать в систему ElectriCS 3D для автоматизированной раскладки по кабельным конструкциям или выдать в формате кабельного журнала (без результатов трассировки кабелей). Фрагмент кабельного журнала приведен на рис. 13. При автоматизированной раскладке кабелей в среде ElectriCS 3D можно передать скорректированные в результате раскладки длины силовых кабелей для проверочного пересчета в среде ElectriCS ADT.

Новые возможности системы

В систему ElectriCS ADT 2 встроена собственная графическая подсистема, которая позволяет удобнее работать с графическими формами документов, редактировать их и получать обратную связь с моделью проекта, а также выводить документы на печать и экспортировать в формат PDF без дополнительных графических пакетов. Использование графических фреймов при документировании обеспечивает возможность гибко настраивать шаблоны для всех видов документов.

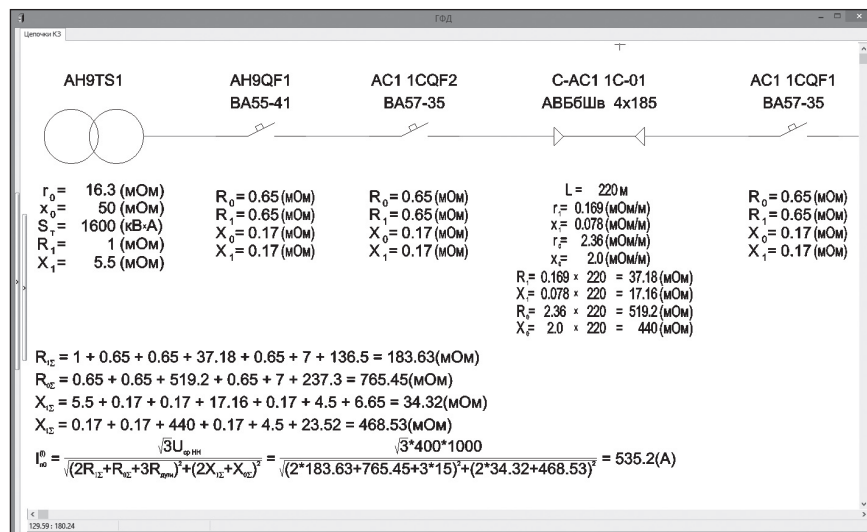


Рис. 14. Окно просмотра рассчитанной токовой цепочки в графике

Объект	Начало	Конец	Способ прокладки кабеля	Кабель	Число кабелей	Длина, м
H44014	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м14	ВВБПв	4х4	230
K14-1	ЩОУ1	ЩОУ1	Коробка соединительная	ВВБПв	14х2.5	
K14-2	ЩОУ1	ЩОУ1	Коробка соединительная	ВВБПв	7х2.5	
K14-3	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м14	ВВБПв	10х2.5	
H44015	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м15	ВВБПв	4х4	230
K15-1	ЩОУ1	ЩОУ1	Коробка соединительная	ВВБПв	14х2.5	
K15-2	ЩОУ1	ЩОУ1	Коробка соединительная	ВВБПв	7х2.5	
K15-3	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м15	ВВБПв	10х2.5	
H44016	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м15	ВВБПв	4х4	230
K16-1	ЩОУ1	ЩОУ1	Коробка соединительная	ВВБПв	14х2.5	
K16-2	ЩОУ1	ЩОУ1	Коробка соединительная	ВВБПв	7х2.5	
K16-3	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м16	ВВБПв	10х2.5	
H44017	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м17	ВВБПв	4х4	230
K17-1	ЩОУ1	ЩОУ1	Коробка соединительная	ВВБПв	14х2.5	
K17-2	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м17	ВВБПв	7х2.5	
K17-3	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м17	ВВБПв	10х2.5	
H44018	ЩОУ1	ЩОУ1	Заданная 12 м18	ВВБПв	4х4	230
K18-1	ЩОУ1	ЩОУ1	Коробка соединительная	ВВБПв	14х2.5	

Рис. 13. Фрагмент кабельного журнала

Для хранения модели проекта, базы данных и знаний, а также всех графических фреймов, шаблонов, входных и выходных документов комплекс ElectriCS ADT 2 применяет СУБД Microsoft SQL Server. При этом все документы и шаблоны организованы в иерархическую структуру с возможностью хранения нескольких версий одного типа документа. Также в новой версии системы представлена возможность работы в режиме "Калькулятора ТКЗ", который обеспечивает возможность быстро скомпоновать из необходимых элементов отдельную токовую цепочку от источника питания до электроприемника, указать необходимые для расчета параметры и произвести расчет токов КЗ, температур кабелей, произвести проверку полученных результатов, просматривать и документировать их. Возможность добавления макросов (настраиваемых скриптов на языке VBScript) и их привязки к пунктам меню программы значительно расширяет инструментарий

системы. А запуск из одних макросов других позволяет полностью автоматизировать всю процедуру проектирования и запускать ее одной командой.

Заключение

Применение ElectriCS ADT 2 обеспечивает возможность повысить качество проектов в части проектирования систем электроснабжения и производительность труда проектировщика-электрика. Использование системы совместно с другими проектирующими системами этой среды — AutomatiCS (автоматизированное проектирование систем контроля и управления), ElectriCS 3D (автоматизированная раскладка силовых и контрольных кабелей) — позволяет осуществить комплексную автоматизацию проектной организации в части электротехнического отдела и отдела КИПиА (АСУТП). Новый режим "Калькулятора ТКЗ" обеспечивает возможность удобно и быстро строить токовые цепочки, производить для них расчет токов КЗ, температур кабелей и выполнять проверку результатов. При этом пользователь может вносить изменения в цепочку и многократно производить расчет. Таким образом, новый функционал позволяет использовать систему ElectriCS ADT 2 не только в проектных, но и в эксплуатационных организациях.

Александр Салин
д.т.н., с.н.с.,
заместитель генерального директора
компании CSoft Иванова

Анатолий Рунцов
Ивановский государственный
энергетический университет,
аспирант

Тел.: (4932) 26-9656
E-mail: tselishev@ivanovo.csoft.ru