

УДК: 621.311

О СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

А.Тешебаев – к.т.н., проф.ОшТУ

З.Чынгызбек к. – преп ОшТУ ГТК

И.Н. Борубаев – магистр ОшТУ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10646013>

Аннотация: В статье подробно обосновано актуальность развития САПР, технологии применения при проектировании электрических сетей, также принципы и методы используемые для интеграции системы с AutoCAD.

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования (САПР), AutoCAD Electrical 2016, организационно-техническая система, проектирование электрических систем и сетей, реконструкция, электроснабжения, энергосистема, регулирования напряжения, электрические нагрузки потребителей, баланс активной мощности, понижающие подстанции, режим работы электростанций, статические и динамические устойчивости, противоаварийная автоматика, компенсирующие устройства, ток короткого замыкания, дугогасящие реакторы.

ABOUT MODERN AUTOMATED SYSTEMS ELECTRICAL NETWORK DESIGN

Abstract: The article substantiates in detail the relevance of the development of CAD, technology used in the design of electrical networks, as well as the principles and methods used to integrate the system with AutoCAD.

Keywords: computer-aided design system (CAD), AutoCAD Electrical 2016, organizational and technical system, design of electrical systems and networks, reconstruction, power supply, power system, voltage regulation, consumer electrical loads, active power balance, step-down substations, operating mode of power plants, static and dynamic stability, emergency automatics, compensating devices, short circuit current, arc suppression reactors.

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью применения технологии автоматизированного проектирования электрической сети является сокращение сроков выполнения проекта и, как следствие, создание условий более детального и качественного поиска инженерных решений.

Развитие современных технологий приводит к постоянному увеличению количества данных, которые необходимо обрабатывать и анализировать. Вместе с этим растет и потребность в создании эффективных инструментов для автоматизации этого процесса[1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Понятие «автоматизированное проектирование» означает процесс проектирования, при котором часть операций выполняется автоматически, без участия человека, часть – автоматизировано, с малой долей участия человека, а оставшиеся операции выполняются только человеком. Автоматизированное проектирование предназначено для избавления человека от ручной работы со справочниками и упрощения большинства инженерных расчетов, предоставив проектировщику лишь ввод минимума информации и выбор основных технических решений. При этом пользователь должен иметь возможность

вмешиваться в автоматический процесс расчетов, так как могут возникнуть ситуации, которые невозможно предусмотреть заранее. Помимо удобств пользователя важно, чтобы процесс улучшал эффективность работы проектировщика. С одной стороны, процесс проектирования следует ускорить для сокращения времени выполнения проектов, с другой – выполняемые проекты должны быть качественными.

В настоящее время имеется ряд компьютерных программ, созданных для автоматизации процесса проектирования. Среди них и программы, предназначенные для работы в сфере электроэнергетики. Существуют обособленные программы и программы, объединенные в систему автоматизированного проектирования (САПР) [4].

САПР – это автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования. Представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

Проектирование электрических систем и сетей начинается с разработки обосновывающих материалов для определения экономической эффективности и целесообразности проектирования, строительства или реконструкции и расширения электросетевых объектов. Данный комплекс работ включает схемы развития электрических систем и сетей, энергетические и электросетевые разделы в составе проектов электростанций, а также схемы внешнего электроснабжения крупных промышленных предприятий.

Проект развития электрической сети может выполняться в качестве самостоятельной работы или как составная часть схемы развития энергосистемы. Проектирование электрических сетей требует совместного решения развития сетей различных назначений и напряжений [2]. На каждом этапе проектирования электрических сетей решаются разные по составу и объему задачи, которые имеют следующее примерное содержание:

- анализ существующей сети энергосистемы (района, города, объекта), включающий рассмотрение сети с точки зрения загрузки, условий регулирования напряжения, выявления «узких мест» в работе и т. д.;
- расчет электрических нагрузок потребителей и составление балансов активной мощности по отдельным подстанциям и энергоузлам, обоснование сооружения новых понижающих подстанций;
- выбор расчетных режимов работы электростанций (при их наличии) и определение загрузки проектируемой сети;
- электрические расчеты различных режимов работы сети и обоснование схемы построения сети на рассматриваемые расчетные уровни;
- проверочные расчеты статической и динамической устойчивости, выявление основных требований к системе противоаварийной автоматики;
- составление баланса реактивной мощности и выявление условий регулирования напряжения в сети, обоснование пунктов размещения компенсирующих устройств, их типа и мощности;
- расчеты токов КЗ проектируемой сети и установление требований к отключающей способности коммутационной аппаратуры, разработка предложений по ограничению мощности КЗ;

- выбор и обоснование количества, мощности и мест установки дугогасящих реакторов для компенсации емкостных токов (сети 35 кВ и ниже);
- сводные данные по намеченному объему развития электрической сети, натуральные и денежные показатели, очередность развития.

Анализ содержания проектов развития электрических сетей показывает, что в них входит очень широкий круг вопросов, которые в совокупности решаются на основе системного подхода. Такая задача чрезмерно громоздка, практически ее можно решать только по частям. При проектировании одной из частей остальные представляются приближенно, в них учитываются лишь влияющие на проектируемую часть элементы, для которых первоначально предполагаются типовые решения. В дальнейшем полученные при проектировании очередного элемента решения согласуются и уточняются, что превращает процесс проектирования в итерационную задачу.

Исследования в области автоматизированного проектирования электрических сетей, показали, что непосредственное плодотворное время участия проектировщика в проекте составляет лишь 15 % от общего времени проектирования[1]. Наибольшую долю времени занимают операции по подготовке чертежей и проектной документации. Подобного рода операции можно значительно сократить посредством компьютерных программ для автоматизации процесса проектирования.

Разработаны базовые алгоритмы и программа для автоматизированного проектирования электрических сетей. Для эффективной работы проектировщика с компьютерной программой необходимо, прежде всего, рационально распределить операции между программой и пользователем. В процессе предлагается следующее распределение операций между пользователем и компьютерной программой. Пользователь:

- указывает географическое положение существующих электростанций и подстанций и электрические нагрузки;
- вводит и редактирует существующую сеть, намечает основную конфигурацию проектируемой сети;
- добавляет проектируемые электростанции и подстанции;
- имеет возможность вмешиваться в любое из решений программы.

Компьютерная программа:

- выполняет необходимые расчеты режимов сети;
- рассчитывает оптимальную площадь поперечного сечения проводников и выбирает марки проводов;
- рассчитывает требуемую номинальную мощность трансформаторов и выбирает тип трансформатора для каждого проектируемого узла;
- рассчитывает и выбирает коммутационные аппараты;
- определяет надежность электроснабжения потребителей;
- следит за допустимыми значениями параметров сети и дает рекомендацию по нормализации значений;
- определяет состояние развития сети, корректирует действия по оптимальному развитию сети проектируемого района;
- формирует отчет, где представлены расчеты и инженерные решения как пользователя, так и программы.

Одним из примеров таких программ можно рассмотреть Автокад электрических систем управления.

AutoCAD Electrical — это программное обеспечение, которое специализируется на создании электронных схем. Данное решение, основанное на САПР AutoCAD, имеет возможность легкого доступа к обширным каталогам необходимых элементов электрификации, что позволяет создавать электросхемы максимально легко и быстро[3]. Решение AutoCAD Electrical обеспечивает высокую эффективность в проектировании электрических схем, высокую точность данных и предотвращает возможность возникновения ошибок. Большие библиотеки условных обозначений и автоматизация рабочих процессов позволяет AutoCAD Electrical быстро и легко составлять проекты электрических систем. Каталоги компонентов разных производств, которые использованы в данной САПР, способствуют ускорению процесса проектирования.

Программное обеспечение AutoCAD Electrical позволяет управлять формированием и преобразованием блоков AutoCAD в интеллектуальные элементы Electrical[3]. Преобразователь обозначений образует систему редактирования, базирующуюся на редакторе AutoCAD блоков и позволяющую формировать электрические условные обозначения и символы ACAD-E. Обширная библиотека символов способствует созданию точных гидравлических, пневматических схем, моделей трубопроводов и контрольно измерительных средств. База состоит из различных устройств, таких как манипуляторы, клапаны, счетчики, распределительные коробки, фильтры, регуляторы и т.д.

Проектирование электрических систем управления:

- **основанное на стандартах взаимодействие с библиотеками** — AutoCAD Electrical имеет обширные библиотеки элементов;
- **на базе данных таблицы создаются чертежи устройств ввода/вывода ПЛК** — автоматическое формирование ПЛК по табличным данным;
- **обеспечение связи катушки с ее контактами в режиме реального времени** — мониторинг контактов родительских и дочерних составляющих;
- **изменение деталей и присвоение каталогу графических образов;**
- **предварительный просмотр** и вставка компонентов в обозревателе каталогов;
- **встраивание в Inventor с трехмерными деталями электрических цепей.**

Сопроводительная документация к электрическим схемам:

- работа с заказчиками и поставщиками, использование DWGTM совместно с другими участниками проекта;
- гибкое создание файлов с возможностью их перетаскивания, редактирование файловых порядков в электротехнических проектах;
- формирование отчетов в автоматическом режиме, Сбор документов отчета и их обновление;
- публикация схем в многостраничном PDF-формате.

Составление электрических панелей:

- проектирование соединений клемм, повышение точности, благодаря редактору клеммных колодок;
- интеллектуальное создание чертежей компоновки монтажных панелей — при составлении панелей, добавляются компоненты;

- создание трехмерных моделей, содержащих сведения о соединениях клемм, экспортирование и импортирование клеммных колодок;
- быстрое редактирование осуществляется при помощи доступа к отслеживающим меню, которое минимизирует время на изменение.

Схемотехническое проектирование:

- проектирование цепей и их повторное использование, применение конструктора цепей;
- назначение позиций обозначения компонентов и нумерация проводов в автоматическом режиме;
- проверка на правильность в реальном времени — способствует предотвращению многих проблем;
- взаимодействие с библиотеками условных обозначений для электрических схем, применение расширенной библиотеки.

ВЫВОДЫ

В работе показана актуальность развития САПР и технологии их применения. Указана программа позволяющая выполнять графическое построение различных вариантов электрических схем, расчеты и анализ режимов проектируемой сети, выбор площади поперечного сечения проводников и номинальной мощности трансформаторов.

Литература

1. **Малюх, В. Н.** Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.
2. **Норенков, И. П.** Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с.
3. **Съёмщикова, Л.** Создаем чертежи на компьютере. AutoCAD 2005/2006 / М. Съёмщикова. — М. : ДМК-Пресс, 2005. — 192 с.
4. **Норенков, И.П.** Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем / И.П. Норенков — М. : Высшая школа, 1986. — 304 с.