

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Методические рекомендации

**Методика применения платформы T-FLEX CAD для получения
электрических схем и сопутствующей документации**

**по дисциплине ОП. 12 Цифровое проектирование и оформление
конструкторской документации
по специальности 11.02.15 Инфокоммуникационные сети и системы связи**

**Севастополь
2025**

Методические рекомендации к изучению темы «Знакомство с «T-FLEX CAD» разработаны на основе рабочей программы ОП. 12 Цифровое проектирование и оформление конструкторской документации Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 11.02.15 11.02.15 Инфокоммуникационные сети и системы связи входящей в укрупненную группу специальностей 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи

Организация-разработчик: ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Разработчик:

Пожарова Марина Николаевна, преподаватель

Тема 1 «Знакомство T-Flex»

1.1 Методика применения платформы T-FLEX C для получения электрических схем и сопутствующей документации

Задача создания принципиальных электрических схем и получения всей необходимой документации (спецификаций, монтажных схем, таблиц подключений и т.д.) возникает практически у всех инженеров, занимающихся разработкой, монтажом и поддержкой электротехнического оборудования. Многие специалисты в данной области сталкивались с ситуацией, когда из принципиальной электрической схемы необходимо получить монтажную в кратчайшие сроки. Это несложно, если схема не громоздкая, но что делать, если в ней большое количество элементов? За всем нужно уследить — какой провод куда идет, что с чем соединено. Чаще всего для получения монтажной схемы приходится вносить изменения в принципиальную схему и проходить по тому же циклу изменений. Как правило, больше всего ошибок допускается не на этапе моделирования принципиальной электрической схемы, а на последующем этапе получения рабочей документации на ее основе. Обычно рабочая документация включает в себя следующие документы:

- перечень элементов схемы электрической принципиальной (ПЭЗ);
- схема электрическая соединений (Э4);
- схема электрическая подключений (Э5);
- таблицы соединений внутреннего и внешнего монтажа (ТЭ4 и ТЭ6);
- спецификации и ведомости (ведомости покупных изделий и содержания драгоценных металлов).

В компанию «Топ Системы», являющуюся разработчиком системы автоматизированного проектирования T-FLEX CAD, обратился один из заказчиков с задачей проектирования электрических схем и получения необходимых данных на ее основе. Как выяснилось, этому обращению предшествовало тщательное изучение рынка программного обеспечения в области электрики, но среди представленных продуктов подходящего по всем критериям решения заказчик так и не нашел. Основные показатели, объясняющие причины отказа потребителя от представленных на рынке продуктов:

- соотношение цены и функциональных возможностей;
- необходимость обращения к компании-разработчику для создания собственной элементной базы — часто это неприемлемо, если элемент нужен срочно;
- долгий период внесения в программу необходимой для специалистов функциональности;
- невозможность сбора и обработки данных по элементам, логики их соединения, получения как стандартных, так и специализированных отчетных форм.

Для решения задачи заказчик предоставил специалистам компании «Топ Системы» одну из типовых схем автоматического ввода резерва (ABP 2S1) для

проведения тестов и испытаний. В первую очередь был выделен перечень типовых элементов (одно- и трехфазные автоматические выключатели, реле, лампы, клеммы, трансформаторы), а также более сложных специализированных элементов с изменяющимся количеством вводов и выводов в зависимости от модели и производителя (рисунок 1).

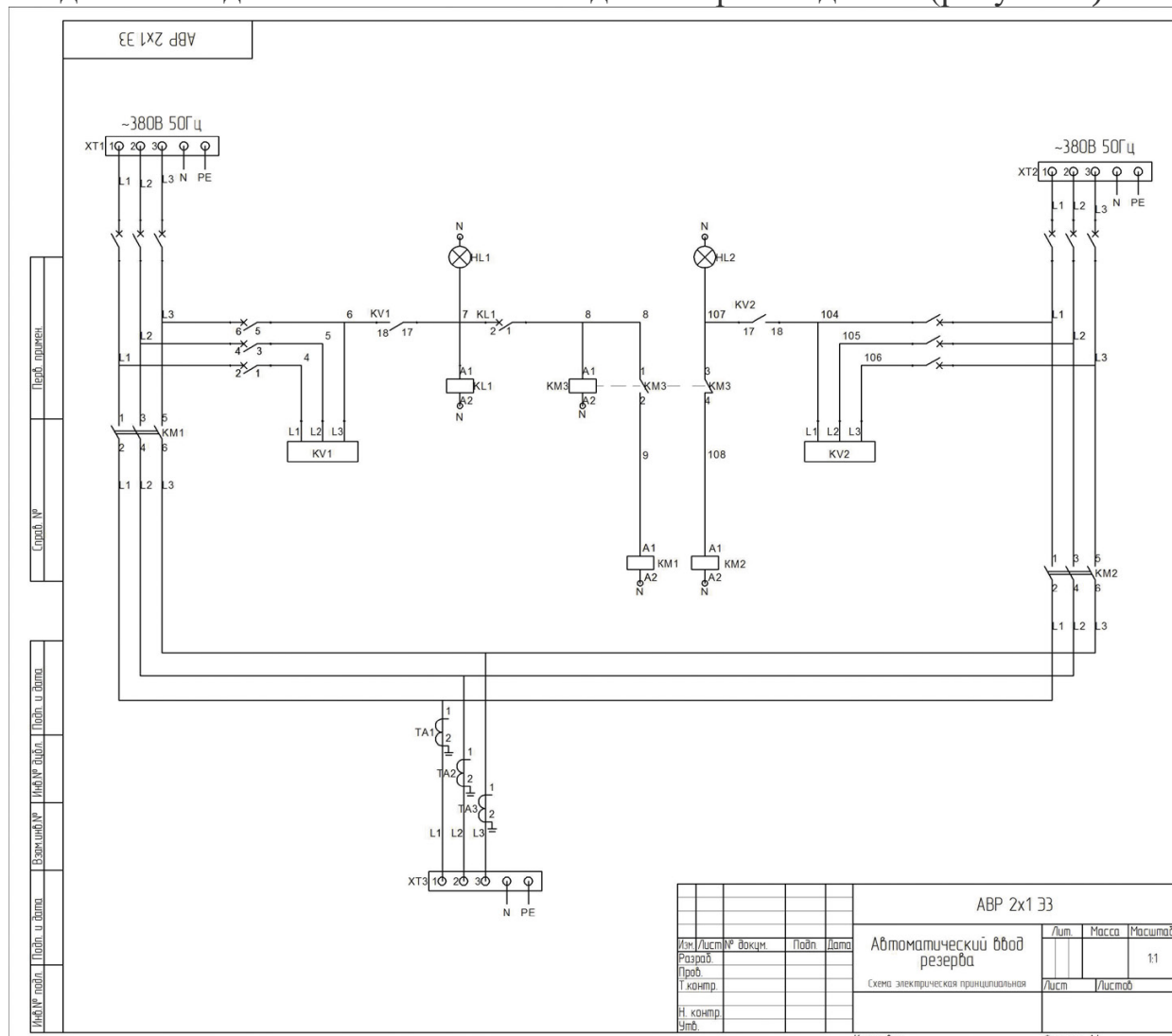


Рисунок 1 -Принципиальная электрическая схема

Принципиальная электрическая схема была построена с использованием обширной библиотеки условно-графических обозначений элементов (УГО).

Недостающие элементы были созданы на месте при помощи базового функционала T-FLEX CAD. Следует отметить, что параметрические возможности системы позволяют при создании одного элемента сразу получить несколько типовых элементов, схожих с создаваемым. При этом также существует возможность построения диалоговых окон стандартными средствами системы T-FLEX, что значительно упрощает работу проектировщика и служит основой для накопления опыта предприятия при обучении новых сотрудников. Таким образом, на предприятии появляется общая методика работы с пополняемой

библиотекой УГО, что является гарантией того, что инженеры будут стремиться использовать только те элементы библиотеки, которые входят в регламентированный перечень элементов, доступных и реально используемых при проектировании объекта.

Собственную библиотеку элементов можно получить, комбинируя элементы существующей библиотеки, применяя как «коробочный» функционал параметризации САПР T-FLEX CAD, так и функционал, представленный в библиотеке T-FLEX CAD API.

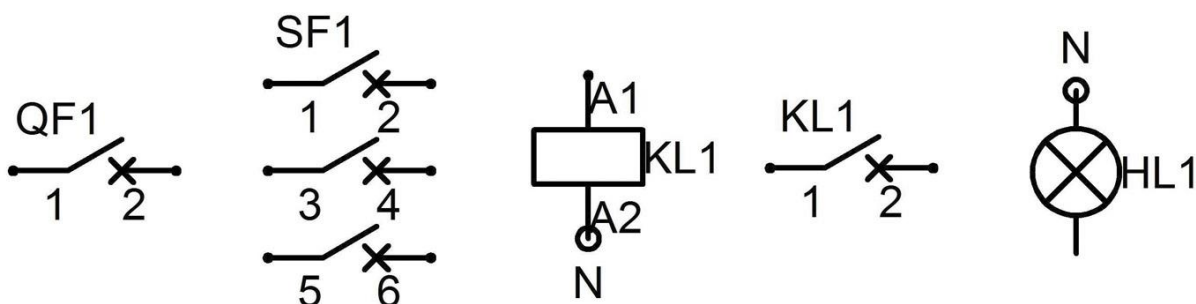


Рисунок 2 - Внешний вид элементов библиотеки УГО для принципиальной схемы ЭЗ

Основная работа делится на несколько этапов:

1. Создание элементной базы, позволяющей получать собственные элементы из ранее созданных и самостоятельно вносить изменения в уже существующие элементы.
2. Формирование специализированного программного модуля для решения прикладных задач по электрике, используя параметрические возможности T-FLEX CAD, а также специализированный механизм программных расширений.
3. Проведение комплекса испытаний на тестовом примере заказчика.

Рассмотрим каждый этап более подробно.

Первый этап

Сначала создана библиотека типовых элементов. Сформирована специализированная методика по формированию и добавлению элементов, позволяющая инженеру создавать и редактировать элементы библиотеки в привычной для него среде T-FLEX CAD без знания основ программирования.

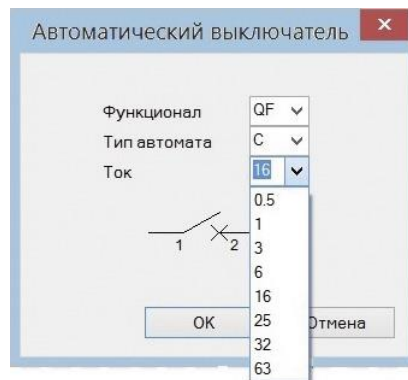


Рисунок 2- Диалог элемента «Автоматический выключатель»

Каждый элемент библиотеки создается в двух видах, легкодоступных для редактирования и внесения изменений:

1. Первый — УГО для отображения и использования в принципиальной схеме (рис. 2, 3).
2. Второй — для отображения элемента в монтажной схеме (рис. 4).

Кроме того, принимаются специализированные правила по формированию элементов (обозначению узлов и переменных, используемых в элементах библиотеки), позволяющих задать необходимые параметры элементам схемы.

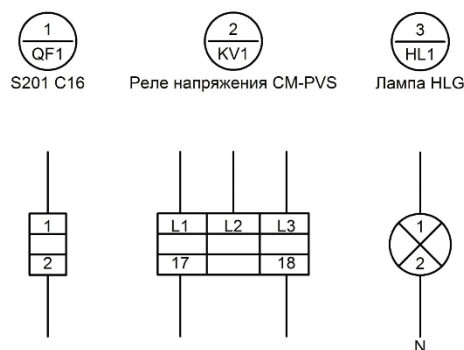


Рисунок 4- Вид элементов для монтажной схемы Э4

Необходимая элементная база «умных» УГО в рамках решаемой прикладной задачи была получена частичным заимствованием и переработкой имеющейся библиотеки УГО для системы T-FLEX CAD, что в значительной мере сократило время на ее формирование.

Второй этап

На втором этапе был реализован модуль управления логикой в виде подключаемого модуля-плагина (динамически подключаемой библиотеки), который на основе указанного выше соглашения по обозначению, именованию узлов и переменных автоматически генерирует монтажную схему.

Аналогичным образом выстраивается таблица соединений с указанием обозначения соединения, прямого и обратного адресата (рис. 5). Прочие отчетные ведомости и таблицы были получены при помощи встроенного модуля генерации спецификаций и ведомостей. Первоначально разработка модуля проводилась на простых схемах. На данном этапе определялась структура модуля, его возможности и функционал, а также закладывался функционал и возможности для его дальнейшей доработки

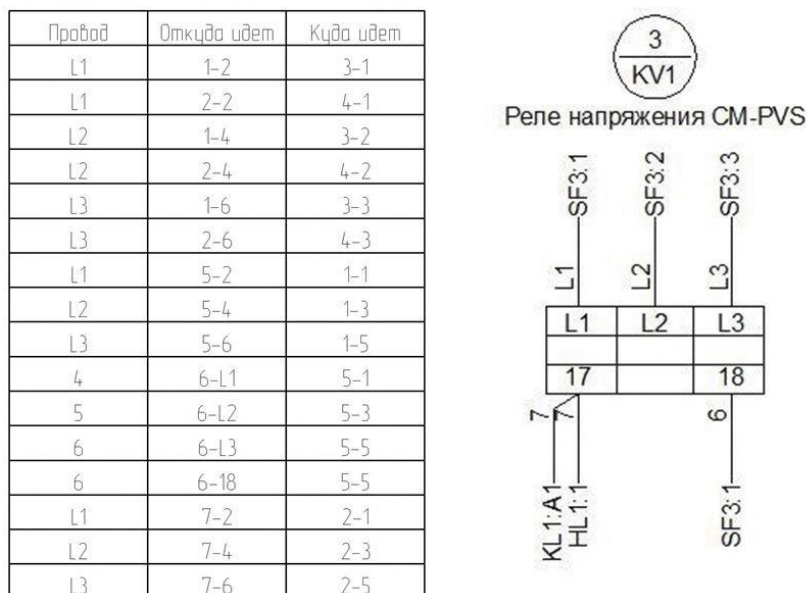


Рисунок 5- Таблица соединений и элемент на монтажной схеме с подключением

Логика работы модуля, следующая: после создания принципиальной схемы модуль проходит по всем ее элементам, происходит распознавание элементов и их соединений. На этапе распознавания отслеживаются соединения элементов, а на основе этих данных заполняются соответствующие переменные элементов принципиальной схемы (обозначения соединяющего провода и адрес соединения). При необходимости в базовый модуль можно внести корректировки по наполнению и задаваемой заказчиком логике работы (например при необходимости введения дополнительных переменных, характерных для конкретного предприятия, или при проведении промежуточных расчетов элементов электрической цепи — подбор элементов по силе тока, мощности и т.д.).

Третий этап

На последнем этапе проводится тест типовой схемы заказчика. В результате тестирования на выходе была получена спецификация, ассоциативная с принципиальной схемой, а также монтажная схема и таблица соединений проводов (рис. 6). Дополнительно была проверена функциональность, необходимая для внесения изменений в схему.

Данная методика применения системы T-FLEX в комплексе со специализированными библиотеками значительно облегчает труд инженера-проектировщика как при создании схемы, так и при ее корректировке с проведением изменений по всей документации, а ассоциативность послужит гарантом исключения ошибок при подготовке и проведении монтажа конструкции.

Выводы

Система T-FLEX CAD с уникальными параметрическими возможностями позволяет решать прикладные задачи в различных областях промышленности: машиностроении, промышленном и гражданском строительстве, энергетике, судостроении и др.

Используя специализированные библиотеки с закладываемой пользователем логикой и возможностью ее редактирования, можно получить автоматическую генерацию чертежей на основе единожды введенных данных, а также ассоциативные спецификации, ведомости, таблицы.

Соотношение цены и функциональных возможностей систем T-FLEX — одно из самых выгодных на рынке при комплексном подходе.

Возможности большинства систем комплекса T-FLEX позволяют специалистам предприятия самостоятельно расширять функциональность, закладывать необходимую логику в работу системы, настраивать ее для обеспечения собственных требований.

Список литературы:

Динасылов, А. Д. Основные требования к выполнению конструкторской документации / А. Д. Динасылов, Э. А. Яхъяев. — Алматы : Альманах, 2016. — 160 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69271.html> Режим доступа: для авторизир. пользователей