

А.А. Кузьминых, А.А. Ступников

*Тюменский государственный университет, г. Тюмень
УДК 004.42*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОДДЕРЖКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В AVEVA E3D

Аннотация. В данной статье представлено описание разработки программного комплекса утилит, которые позволяют автоматически осуществлять трассировку кабелей, создание моделей кабельных эстакад и подземных проводок в системе AVEVA E3D с учетом пользовательских настроек.

Ключевые слова: САПР, AVEVA E3D, WPF, CAF, проектирование кабельных систем.

Введение

Одним из распространённых средств автоматизированного проектирования (САПР) [1] является система AVEVA – многопользовательская среда проектирования промышленного объекта. Несмотря на свою обширную структуру, данная система реализует только базовый функционал, который необходимо модифицировать и дополнять с учетом нужд предприятия. Ниже рассматривается комплекс утилит, предназначенных для расширения возможностей AVEVA в области выполнения электромонтажного проектирования.

Данные утилиты позволят автоматизировать процесс проектирования следующих основных компонентов кабельных систем, а именно:

- Создание модели кабельных эстакад;

- Трассировка кабельных сетей;
- Создание модели подземных проводов.

Система AVEVA

Система AVEVA состоит из нескольких подсистем, каждая из которых разделена на соответствующие несколько модулей, которые используются на разных этапах процесса проектирования: модули дизайна, модули чертежей, модули администрирования, модули управления каталогами и спецификациями (рис. 1) [3].

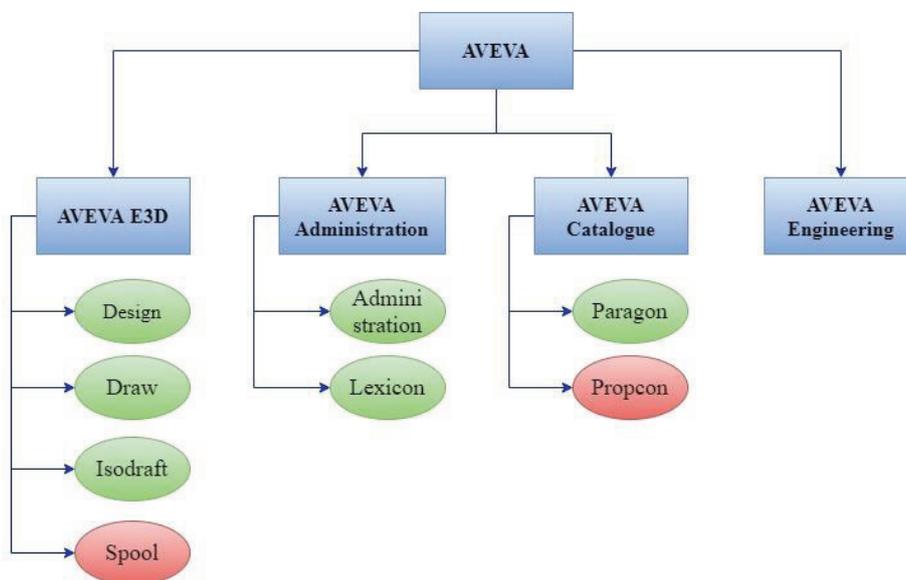


Рис. 1. Архитектура системы AVEVA.

Комплекс утилит разрабатывается для модуля Aveva E3D Design и также имеет тесную взаимосвязь с модулем Aveva Administration Lexicon, предназначенной для работы с объектно-ориентированной базой данных DABACON, речь о которой пойдет ниже.

Модуль «Design» — это основной графический конструктор. Данный модуль позволяет построить и посмотреть полноразмерную трехмерную модель, отражающую текущее состояние проекта, в базе данных проектирования [2].

Каждая база данных в системе AVEVA содержит иерархию элементов. Самый верхний элемент – «World», которому принадлежат административные элементы «SITE» и «ZONE» (рис. 2) [4]. Для моделирования кабельной трассы используются типы элементов представленные ниже зоны:

- Кабельная трасса (CWAY)
- Кабель (CABLE)

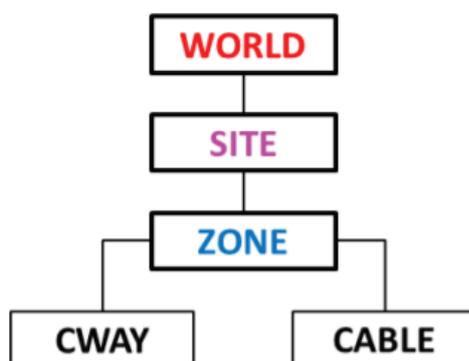


Рис. 2. Иерархия элементов при проектировании кабельной раскладки.

Используемые технологии

Утилиты в комплексе компилируются в отдельную библиотеку для дальнейшего подключения к модулю AVEVA E3D DESIGN. Интерфейс утилит написан с использованием платформы WPF на языке C#.

Для взаимодействия с модулем DESIGN использовался ряд библиотек:

- Aveva.Pdms.Database – библиотека для взаимодействия с базой данных DABACON. Данная библиотека применяется для записи созданных объектов в ходе работ утилит в иерархию модели в модуле AVEVA E3D DESIGN.

- Aveva.Pdms.Graphics – библиотека, связанная с созданием геометрии объектов.
- Aveva.CIE.Interaction – библиотека для взаимодействия с 3D – видом в режиме реального времени. С помощью данной библиотеки реализован функционал, позволяющий задавать маршрут, создавать 3D-объекты в выбранных точках на виде.

Для упрощения взаимодействия с данными библиотеками в процессе реализации были написаны специальные классы, представляющие собой обертку для библиотеки. Также в ходе реализации утилит использовались макросы, написанные на встроенном в систему AVEVA языке PML, на котором реализуется весь основной функционал по обработке данных проекта.

Структура программного комплекса

Программный комплекс утилит представлен как часть модуля системы AVEVA E3D DESIGN. Как видно из рисунка 3, пользователем системы является инженер – проектировщик, который может запустить любую из утилит в зависимости от его нужд. Утилиты тесно взаимодействуют с базой данной системы AVEVA в процессе работы, итоговый результат работ также сохраняется в базе данных системы.

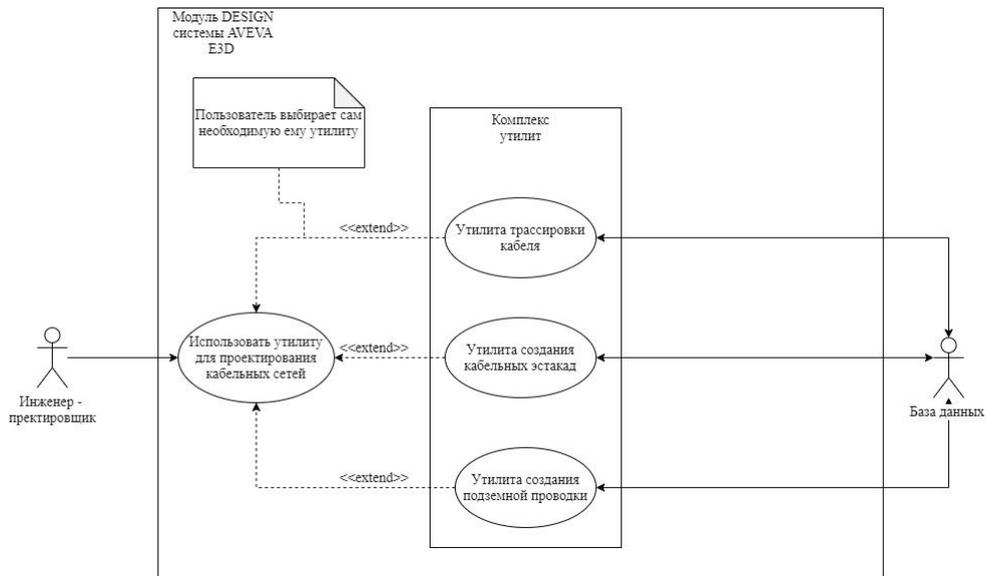


Рис. 3. Общая архитектура программного комплекса

Общий принцип работ утилит может быть представлен следующим образом (рис. 4): пользователь выбирает элементы из базы данных, в случае, если модель была уже создана и необходимо ее изменить, то происходит считывание уже имеющейся модели, задает необходимые настройки по каждой из утилит, затем происходит построение модели, с учетом заданных пользователем настроек, если пользователя устраивает получившаяся модель, то он может создать или обновить ее, в противном случае он вновь может вернуться к изменению соответствующих настроек.

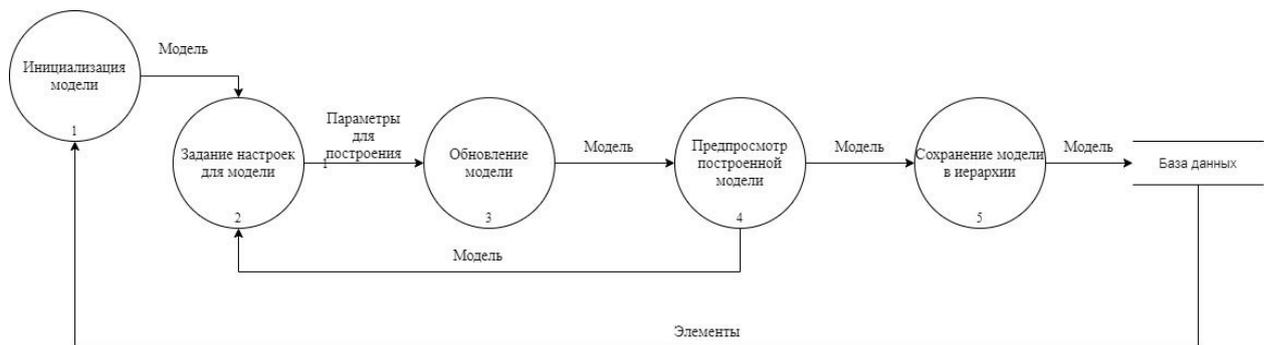


Рис. 4. Общий принцип работы утилит

Архитектура утилиты по созданию модели кабельных эстакад представлена на рисунке 5. Модель эстакады считывается из объекта ZONE или создается, в случае, если элемент типа NpgCableTrestle не

найден. Пользователь может изменить маршрут эстакады, сечения на участках эстакады, затем происходит обновление модели, если пользователя устраивает созданная модель, которая отобразится на 3D – виде, то модель создается или обновляется в базе данных.

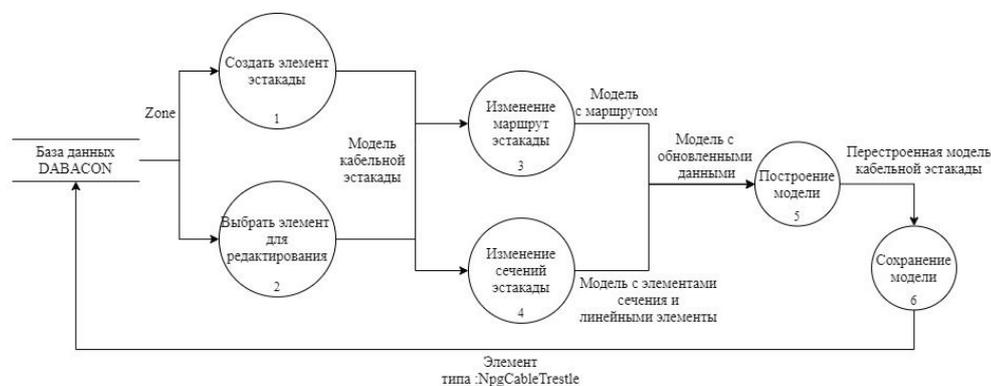


Рис. 5. Архитектура утилиты «Создание модели кабельных эстакад»

Архитектура утилиты по трассировке кабельной системы представлена на рисунке 6. В случае трассировки кабельной системы также обрабатывается элемент типа ZONE: считываются элементы типа CWAY и CBRAN. Далее пользователь настраивает соответствующие характеристики, которые записываются в созданную модель. Проводится трассировка кабельной системы, в случае, если пользователя удовлетворяет проложенной программой маршрут с учетом характеристик, он может сохранить геометрию созданных кабелей.

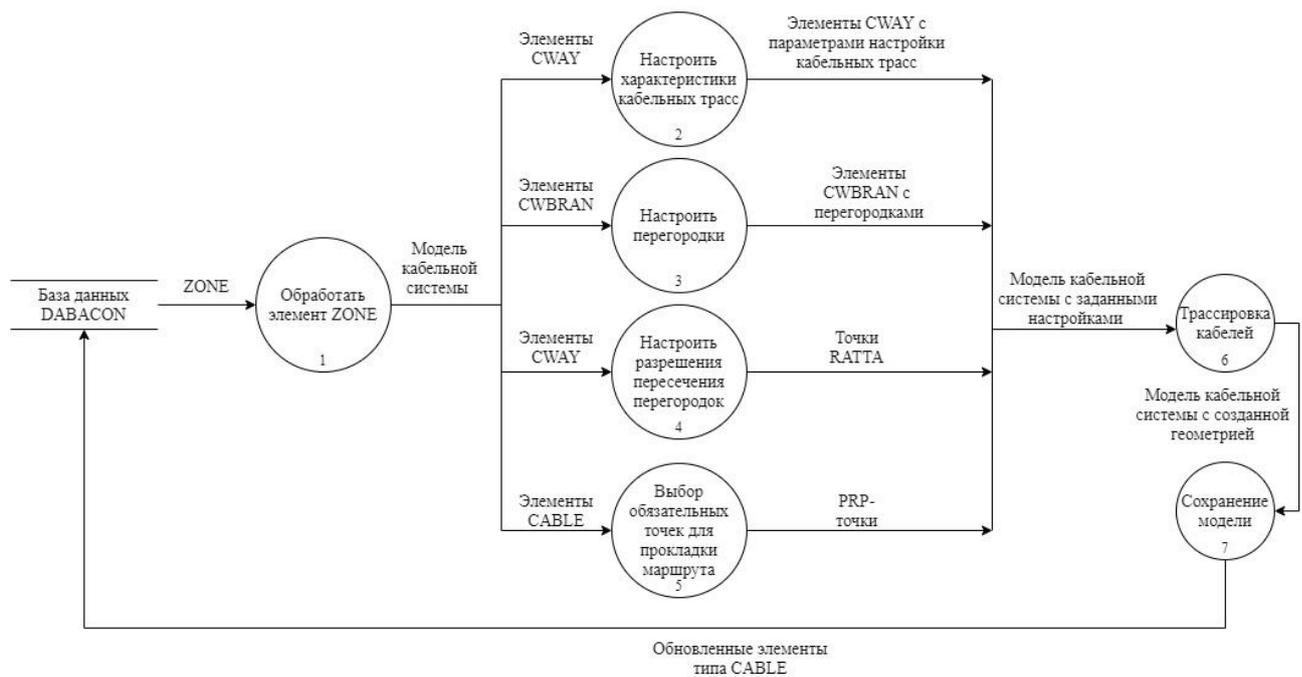


Рис. 6. Архитектура утилиты «Трассировка кабельных систем».

Алгоритм трассировки основывается на алгоритме Дейкстры, при этом учитываются следующие случаи: проверяются правила – характеристики коридоров; в случае, если кабель не соответствует правилам лотка, то маршрут по данному лотку не прокладывается; учитывается настройка «Разрешить переходы кабеля между лотками» - в случае, если она включена – кабели будут прокладываться между выходами из лотков в случае, если нет возможности проложить кабель целиком внутри лотков, при этом максимальная длина кабеля в переходе между лотками не должна превышать значения «Свободная длина кабеля»; вычисляется уровень заполнения лотка в зависимости от специальности, если участок заполнен, то вес участка помечается равным бесконечности.

Архитектура утилиты по созданию модели подземной проводки, представлена на рисунке 7. Алгоритм действий схож с предыдущими утилитами: также обрабатывается выбранный элемент «ZONE», затем изменяются необходимые характеристики, изменяется маршрут, далее формируется модель.

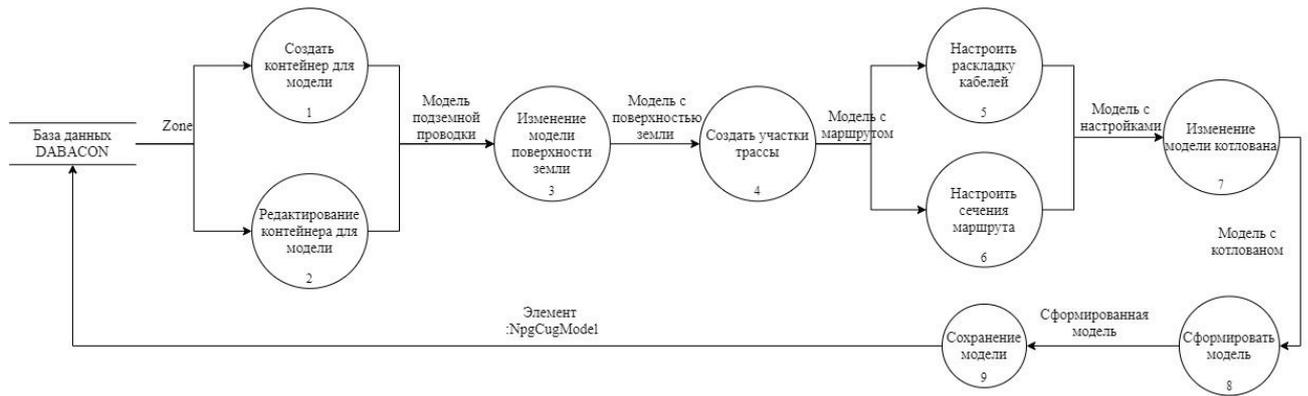


Рис. 7. Архитектура утилиты «Создание модели подземной проводки».

Интеграция утилит в модуль AVEVA E3D

Для взаимодействия со средой AVEVA E3D использовался .NET API, с помощью которого предоставляется доступ к различным аспектам продукта AVEVA, включая графический интерфейс пользователя, базу данных и геометрию [2].

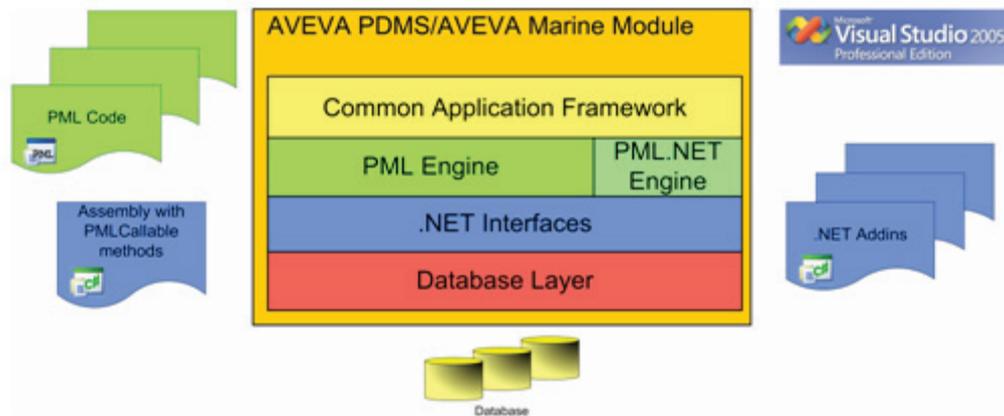


Рис. 8. Методы кастомизации в AVEVA E3D.

Приведенная диаграмма иллюстрирует два метода кастомизации с использованием технологии .NET: первый - через концепцию .NET Addins, а второй - через PML.NET (рис. 8). Оба метода предоставляют механизм, посредством которого сборка .NET (dll) может динамически загружаться в модуль во время выполнения. Для интеграции комплекса утилит в модуль AVEVA E3D DESIGN использовался первый подход.

Common Application Framework — это расширяемая среда, предоставляющая доступ к различным службам, которые поддерживают как разработку, так и настройку приложений. Основы CAF обеспечиваются двумя библиотеками: Aveva.ApplicationFramework.dll и Aveva.ApplicationFramework.Presentation.dll, которые позволили обеспечить интеграцию утилиты в систему.

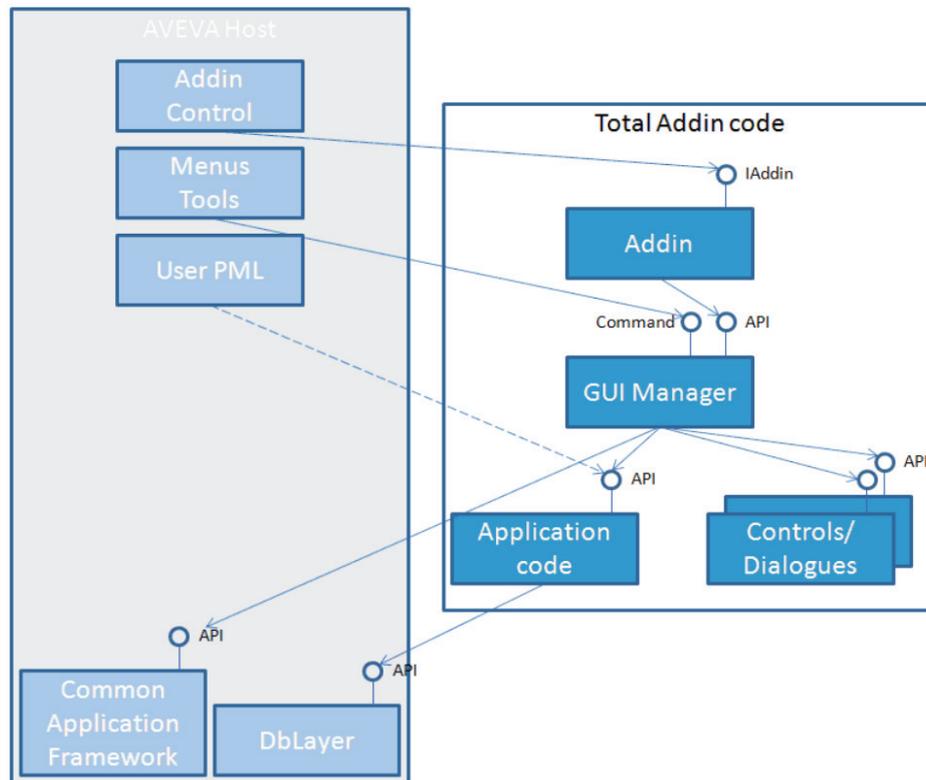


Рис. 9. Общая архитектура взаимодействия с системой AVEVA.

Так как настройка, приложение, управление и элементы управления неизбежно взаимодействуют во время работы, то между ними существует иерархическая связь. На диаграмме, представленной на рисунке 9, показаны основные линии связи между компонентами настройки, а также между настройкой и хост-программой AVEVA. Кружками обозначены интерфейсы, которые предоставляет каждый компонент - собственный API (программный интерфейс приложения) и другие стандартные интерфейсы. Стрелки иллюстрируют естественные линии связи между каждым компонентом и интерфейсами других компонентов.

Описание интерфейсов утилит

Интерфейс главных окон утилит представлен на рисунке 10. Для создания маршрутов в утилитах использует взаимодействие с 3D – видом системы AVEVA E3D DESIGN. Создание сечений (рис. 11) и редактирование лотков имеют визуализацию на 2D – виде.

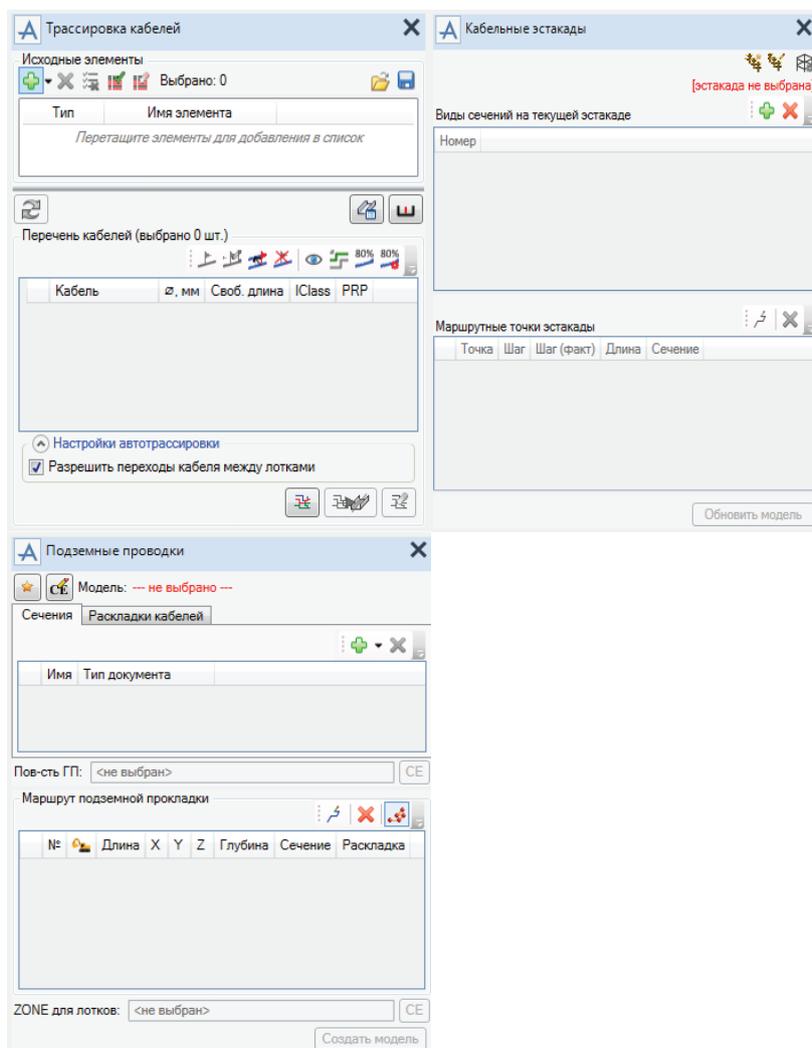


Рис. 10. Главные окна утилит.

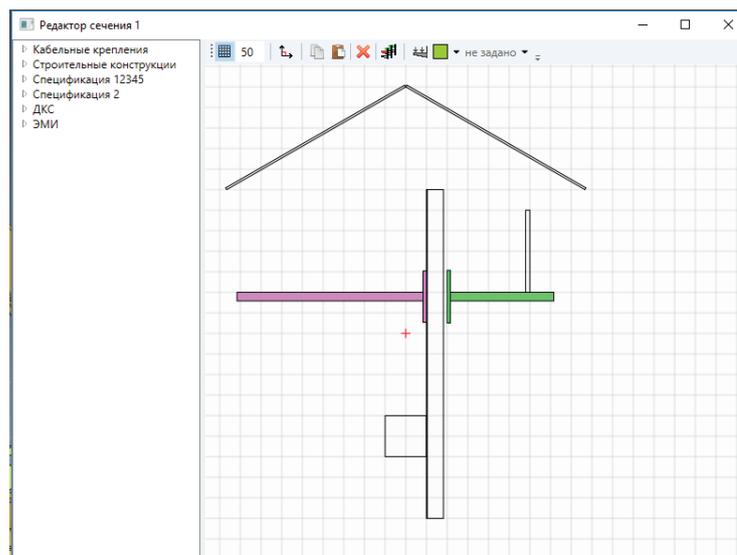


Рис. 11. Окно редактора сечения утилиты «Создание модели кабельных эстакад».

Заключение

Разработка и внедрение данного комплекса утилит по проектированию кабельных систем позволит уменьшить трудозатраты инженеров – проектировщиков при моделировании циклически повторяющихся элементов, избежать ошибок при построении модели. Все вышеперечисленно повлияет в лучшую сторону на повышение качества итоговых проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петровская Т. А. Основы конструирования и САПР: учебно-методический комплекс для студентов специальностей «Промышленная теплоэнергетика». – Минск: БНТУ, 2016. – С. 435.
2. Справочная информация по системам AVEVA [Электронный ресурс] URL: <https://www.aveva.com/> (Дата обращения: 13.04.2020, режим доступа: свободный).

3. Описание модулей системы AVEVA E3D [Электронный ресурс]
URL: <https://www.pdm-pro.com/pdm-pro-pdms.htm> (Дата обращения: 13.04.2020, режим доступа: свободный).
4. Бобровников А. Объектно-ориентированная база данных DAVACON как PLM-решение, разработанное специально для проектирования промышленных объектов [Электронный ресурс] URL: <https://sapr.ru/article/22544> (Дата обращения: 13.04.2020, режим доступа: свободный).