

Литература

1. Заявление на государственную регистрацию Программы для ЭВМ «Оболочка библиотеки теплогидравлических моделей» № 2013612824 от 09.04.13г.
2. RU.20686.504100-01 31 01-1 «Программный комплекс моделирования процессов транспортирования, циркуляции теплопередачи для газовых, жидких и смешанных сред в конструктивных элементах ТСО». Описание программы.

Модуль подготовки моделей элементов систем и технологических процессов теплогидравлического кластера

к.т.н. Елисеева О.А., Пьянков И.Б.
ООО «НТЦ «Комплексные модели»,
МГМУ (МАМИ)

Аннотация. Описан модуль подготовки элементов систем и технологических процессов теплогидравлического кластера. Целью разработки является создание универсального инструмента для подготовки и отладки пользовательских расчетных моделей, позволяющего одновременно работать с трехмерными модализационными схемами, функциональными схемами и элементами визуального программирования.

Ключевые слова. Теплогидравлический кластер, оптимизация, модуль, технически сложные объекты.

Введение

В настоящее время средства автоматического проектирования активно внедряются в проектирование и производство промышленных объектов, в том числе для обеспечения информационной поддержки принятия технических решений для проектирования технически сложных объектов (ТСО).

В рамках выполнения ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет К.Э. Циолковского» совместно с ООО «НТЦ «Комплексные модели» ОКР разработан программный комплекс моделирования (ПКМ). ПКМ предназначен для использования на этапах проектирования высокотехнологичных технически сложных объектов с целью повышения качества проектирования и снижения издержек на их разработку.

Одной из функциональных задач ПКМ является поиск оптимальных решений в многокритериальных многопараметрических задачах моделирования газовой динамики с целью получения наилучших характеристик моделирования элементов систем и технологических процессов теплогидравлического кластера (ТГК):

- 1) процессов течения и теплопередачи при транспортировании газовой, жидкой или смешанной среды в магистральном трубопроводе;
- 2) динамики движения и состояния теплоносителя (вода-пар) водо-водяной ядерной энергетической установки.

Модуль подготовки моделей элементов систем и технологических процессов входит в состав программного комплекса оптимизации газовой динамики (ПК ОГД) в качестве и функционального блока и программного компонента [1]. Модуль используется на всех этапах работы с теплогидравлической моделью ТСО, в том числе с конструктивными элементами (КЭ).

Модуль реализует следующие функции:

- представление ТСО и его подсистем;
- добавление в проект библиотечных КЭ и подсистем ТСО;
- создание КЭ и подсистем ТСО;
- определение свойств КЭ и подсистем ТСО;

- определение алгоритмов работы, вновь создаваемых КЭ;
- удаление КЭ и подсистем ТСО;
- формирование топологии ТСО, в том числе создание нодализационных схем и организация потока данных;
- 3D представление нодализационных схем;
- пополнение библиотеки КЭ и ТСО;
- интерфейс для управления модулем комплексных расчетов.
- возможность отображения и корректировки параметров КЭ и подсистем в динамическом режиме;
- возможность графического представления параметров КЭ и подсистем в динамическом режиме, в том числе с цветографическим представлением значений расчетных параметров на 3D схеме.

Модуль имеет визуальный интерфейс, который является основным интерфейсом при работе с ТГК. Кластер может быть вызван из ПКМ, так и запущен самостоятельно.

В модуль интегрирован текстовый редактор с подсветкой синтаксиса для работы с исходным кодом КЭ.

Работа пользователя с модулем подготовки элементов систем и технологических процессов теплогидравлического кластера осуществляется с персонального рабочего места. В таблице 1 приведен список минимальных требований к рабочему месту.

Таблица 1

Минимальные требования к рабочему месту

Наименование	Описание требования
Центральный процессор	Intel Core i3 530 или совместимый
Объем ОЗУ	DDR2, 2 ГБ
Объем жесткого диска	50 ГБ
Дисплей	1280x1024, глубина цвета не ниже 16 бит
Сетевой адаптер	Fast Ethernet, 100 Мбит/с
Операционная система	Microsoft Windows XP, Microsoft Windows 7

Представление элементов реализовано в соответствии с топологией модели. Каждый элемент модели является контейнером и может содержать в себе другие элементы в том числе элементы типа «скрипт».

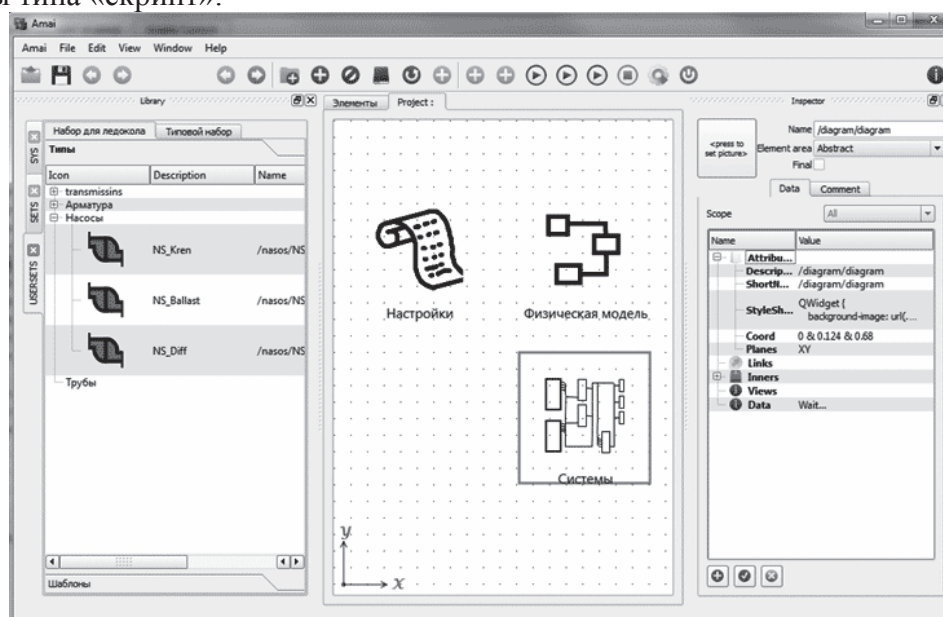


Рисунок 1. Основное окно

Для ввода/вывода значений расчетных параметров в подсистемах модели ТСО, создан-

ных на основе типа Unit, применяются специальные объекты – типа Data. По умолчанию такие элементы являются глобальной переменной, к которой может быть подсоединена связь внутри рабочего поля. Если установить для элемента Data атрибут connector, то поле для подсоединения связи становится доступно на пиктограмме подсистемы. Для определения потока данных между коннекторами элементов используются объекты типа «связь». В общем случае «связь» может содержать код производящий обработку значений коннекторов.

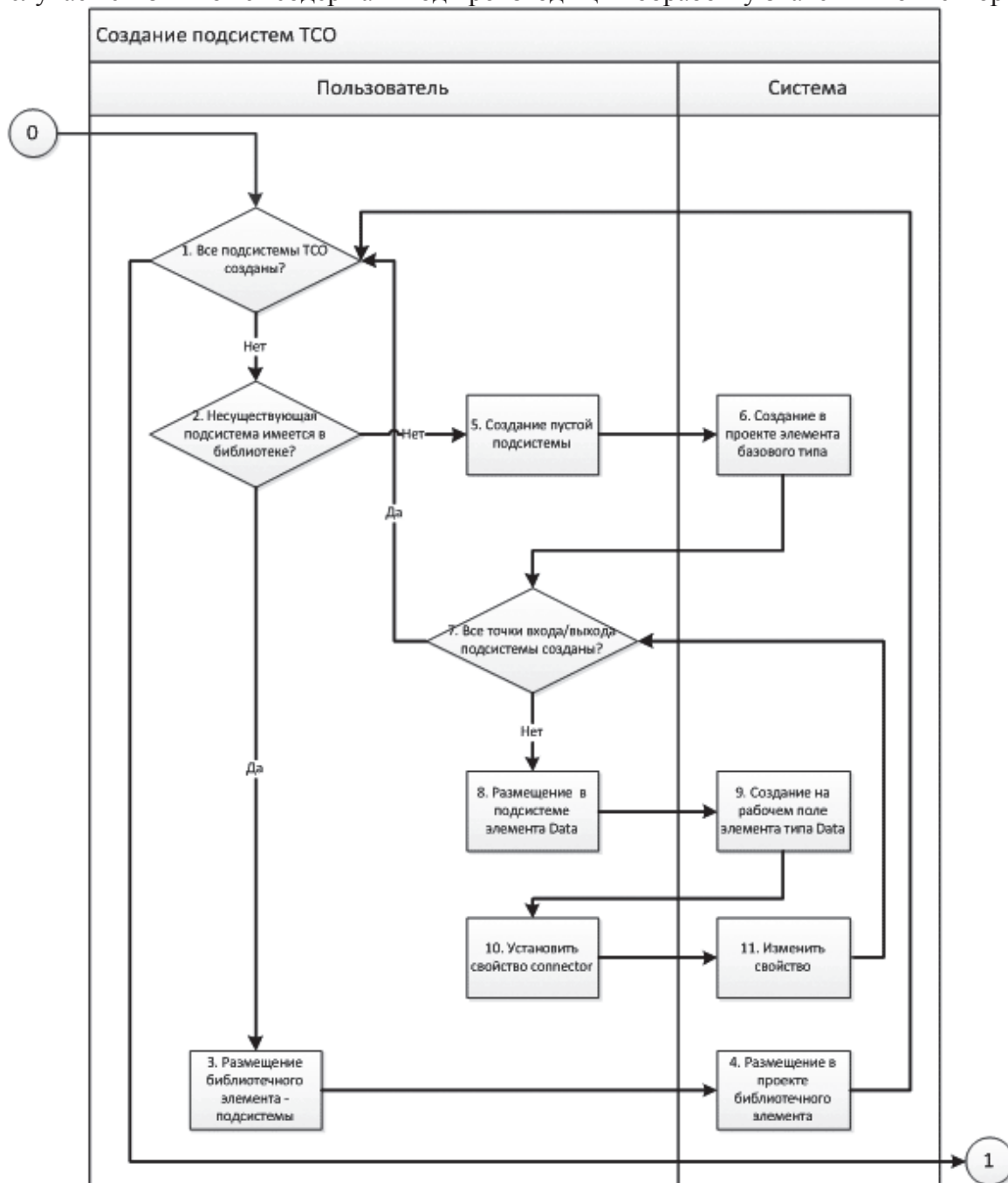


Рисунок 2 – Создание подсистем ТСО:

- 0 – исходное состояние (проект ТСО загружен и готов к работе);
- 1 – выходное состояние – все подсистемы существуют в проекте

Элемент «скрипт» предназначен для размещения пользовательского алгоритма и его рабочее поле представляет собой текстовый редактор с функцией подсветки синтаксиса.

Для открытия рабочего поля элемента используется двойной щелчок мыши. Каждое

рабочее поле открывается в отдельном окне. Для навигации по рабочему полю используются полосы прокрутки.

При выделении элемента, его атрибуты (параметры) можно просматривать и изменять в панели «Инспектор». Аналогичным образом можно изменять расчетные значение параметра коннектора в ходе выполнения расчета.

Размещение библиотечных элементов на рабочее поле производится методом перетягивания из библиотечной панели.

Возможно изменение положения элемента (/2d_vertex) и его коннекторов (/2d_inner) путем перетягивания.

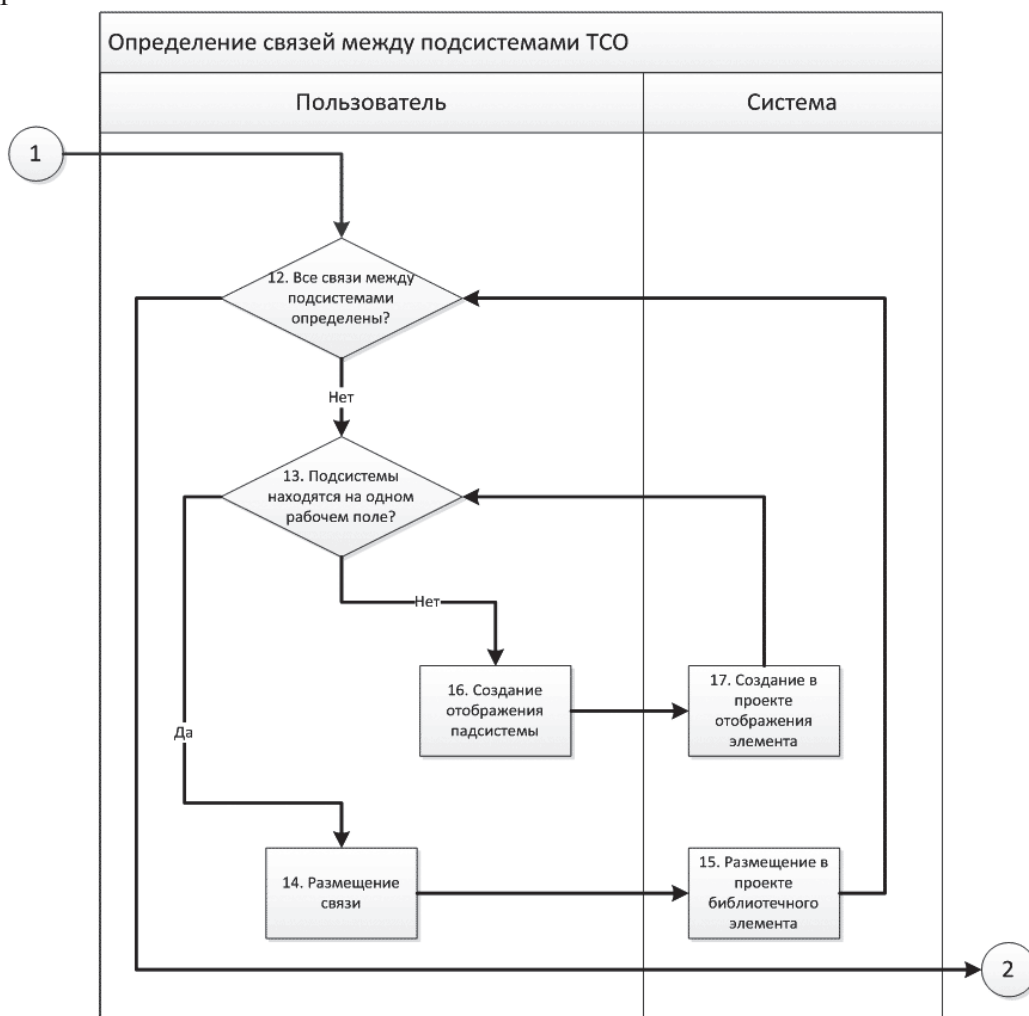


Рисунок 3. Определение связей между подсистемами ТСО

1 – исходное состояние (все подсистемы ТСО существуют в проекте); 2 – выходное состояние – топология ТСО создана

Алгоритм работы с программой Начало работы с проектом

При вызове из ПКМ в ТКК передается модель ТСО, которая считывается с помощью модуля обмена данными и визуализируется с помощью модуля подготовки элементов систем и технологических процессов. При самостоятельном запуске следует открыть заранее экспортированный из ПКМ файл исходных данных. Основное окно модуля представлено на рисунке 1.

Создание подсистем ТСО

Работа с проектом начинается с создания топологии модели, для этого сначала произ-

водится создание подсистем ТСО (рисунок 2).

1) Пользователь просматривает структуру модели ТСО и определяет, все ли подсистемы созданы. Если все подсистемы существуют, то завершение этапа «Создание подсистем ТСО», в противном случае переход на шаг 2.

2) Пользователь определяет: существует ли недостающая подсистема в библиотеке моделей. Если соответствующий элемент найден в библиотеке – переход к шагу 3, в противном случае к шагу 5.

3) Пользователь перетягивает из библиотечной панели элемент на рабочее поле.

4) Система производит добавление в проект информации о библиотечном элементе и отображает его на рабочем поле. После чего пользователь возвращается к пункту 1.

5) Пользователь перетягивает базовый тип для размещения подсистемы (тип Unit, Scheme, Diagram, Model...).

6) Система производит добавление в проект информации о новом элементе и отображает его на рабочем поле. После чего пользователь переходит к пункту 7.

7) Для определения топологии подсистем необходимо, чтобы все подсистемы имели точки входа/выхода параметров. На данном шаге пользователь определяет все ли точки входа или выхода существуют для созданной подсистемы. Если точек входа/выхода не хватает, пользователь переходит к пункту 8, в противном случае возвращается к пункту 1.

8) Пользователь перетягивает из библиотечной панели элемент Data на рабочее поле подсистемы.

9) Система производит добавление в проект элемент Data и производит его отображение.

10) Пользователь устанавливает в панели инспектор для созданного элемент свойство «connector».

11) Система изменяет свойства элемента.

Определение связей между подсистемами ТСО

После создания подсистем ТСО необходимо определить взаимосвязи между ними. Для этого производится создание взаимосвязей и при необходимости дополнительных отображений подсистем (рисунок 3).

12) Пользователь просматривает существующую топологию ТСО и определяет, все ли точки входа/выхода подсистем замкнуты. Если необходимо добавить новую связь в проект, пользователь переходит к пункту 13, в противном случае этап «определение связей между подсистемами ТСО» завершается.

13) Пользователь определяет, возможно ли создание связи между точками входа/выхода подсистем. Если подсистемы находятся на одном поле, пользователь переходит к пункту 14, в противном случае к пункту 16.

14) Пользователь перетягивает связь необходимого типа из библиотечной панели.

15) Система производит создание связи в проекте.

16) Пользователь производит создание отображения элемента на рабочем поле для возможности размещения связи.

17) Система создает отображение подсистемы на указанном рабочем поле.

Определение подсистем ТСО

После определения топологии подсистем ТСО следует этап определения топологии подсистем ТСО (рисунок 4).

18) Пользователь просматривает существующую топологию подсистем ТСО и определяет, все ли подсистемы полностью определены. Если необходимо скорректировать подсистему, пользователь переходит к пункту 19, в противном случае этап «определение топологии подсистем ТСО» завершается.

19) Пользователь определяет необходимость добавления в подсистему ТСО КЭ. Если все КЭ уже созданы, пользователь переходит к пункту 22, в противном случае к пункту 20.

20) Пользователь перетягивает из библиотеки элементов необходимый КЭ. Если необходимого элемента в библиотеке не существует, КЭ следует рассматривать как подсистему и вернуться к этапу «Создание подсистем ТСО».

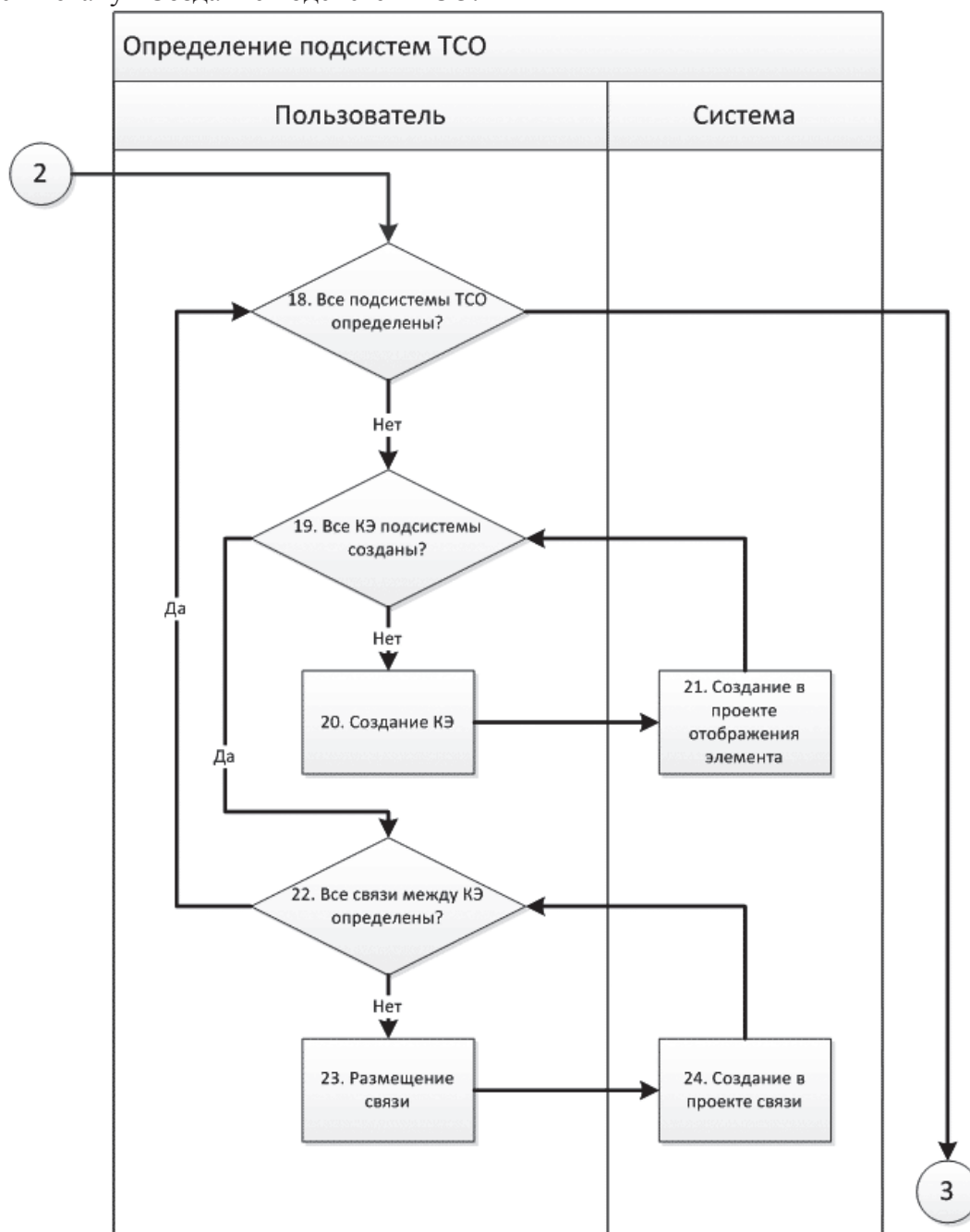


Рисунок 4. Определение топологии подсистем ТСО

2 – исходное состояние (топология ТСО создана); 3 – выходное состояние (топология подсистем ТСО определена)

21) Система производит добавление в проект информации о библиотечном элементе и отображает его на рабочем поле. После чего пользователь возвращается к пункту 19.

22) Пользователь просматривает существующую топологию подсистемы ТСО и определяет, все ли точки входа/выхода подсистем замкнуты. Если необходимо добавить новую связь в проект, пользователь переходит к пункту 23, в противном случае этап «определение топологии подсистем ТСО» завершается. Если необходимо соединить КЭ находящиеся на

разных рабочих полях – производится создание отображения элемента (см. пункт 16)

23) Пользователь перетягивает связь необходимого типа из библиотечной панели.

24) Система производит создание связи в проекте. После этого пользователь возвращается к пункту 22.

Если функции элемента предполагается реализовать с помощью программирования, следует вместо КЭ использовать элемент типа скрипт.



Рисунок 5. Удаление лишних элементов



Рисунок 6. Определение характеристик элементов ³ – входное состояние (топология ТСО определена); ⁴ – выходное состояние (модель полностью определена)

Удаление лишних элементов

Если на предыдущих этапах произошло добавление лишнего элемента, производится его удаление (рисунок 5).

Входное состояние соответствует 1-3, выходное – лишние элементы удалены.

25) Пользователь определяет, имеются ли в проекте лишние элементы (или связи) и при их наличии переходит к пункту 26.

26) Пользователь производит удаление лишнего элемента.

27) Если элемент не является отображением, система производит удаление всех его вхождений в проект, в противном случае удаляет его отображение с рабочего поля.

Далее пользователь определяет, полностью ли определена топология модели ТСО, и при необходимости повторяет вышеперечисленные этапы.

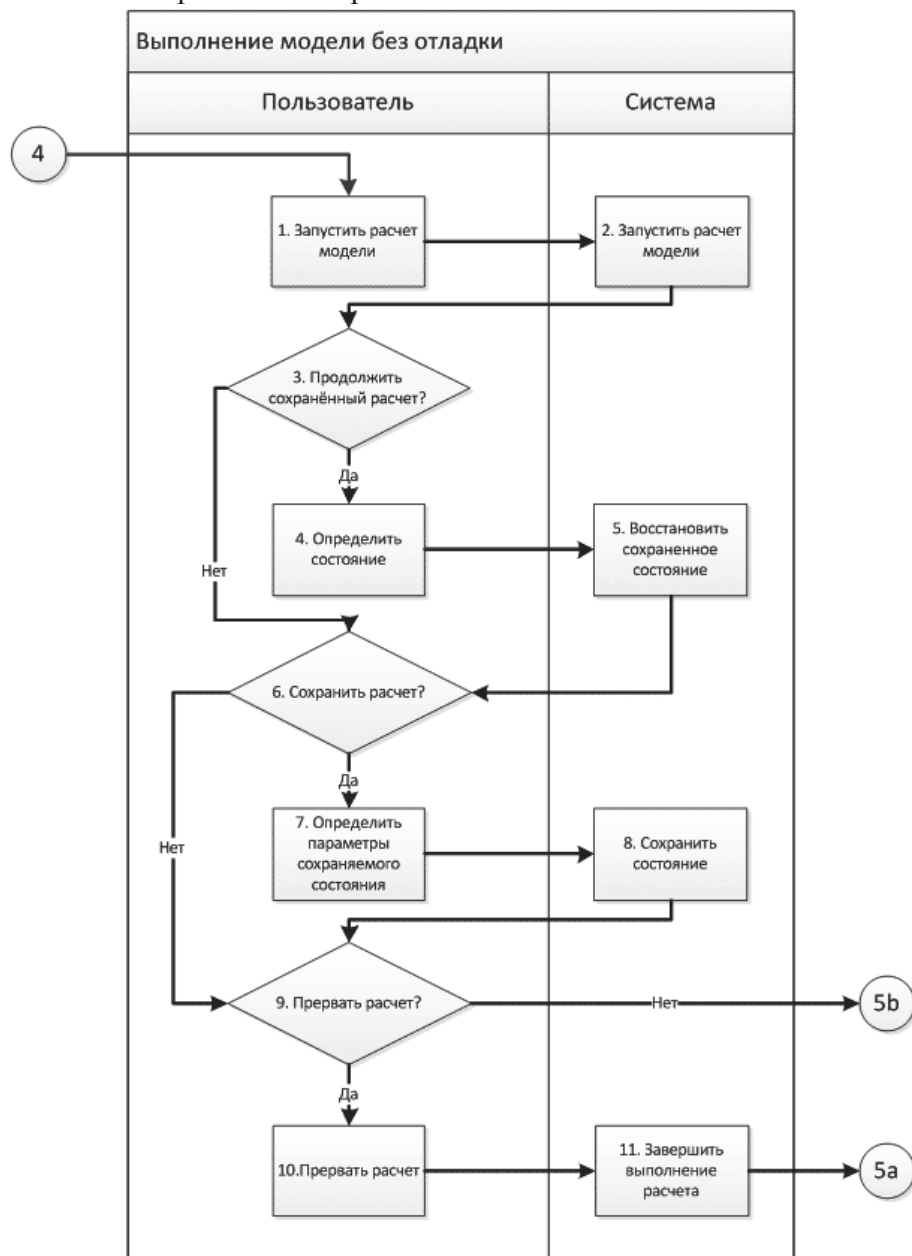


Рисунок 7. Определение характеристик элементов

4 – входное состояние (модель полностью определена); 5a – выходное состояние а (выполнение расчета прервано); 5b – выходное состояние б (выполнение расчета завершено)

Определение характеристик элементов ТСО

Методику определение характеристик КЭ и подсистем (рисунок 6).

28) Пользователь просматривает атрибуты элементов и проверяет их корректность. Если какой-либо атрибут нуждается в изменении, пользователь переходит к пункту 29, в противном случае этап «Определение характеристик элементов ТСО» завершается.

29) Пользователь в панели «Инспектор» изменяет значение атрибута.

30) Система производит изменение значения атрибута.

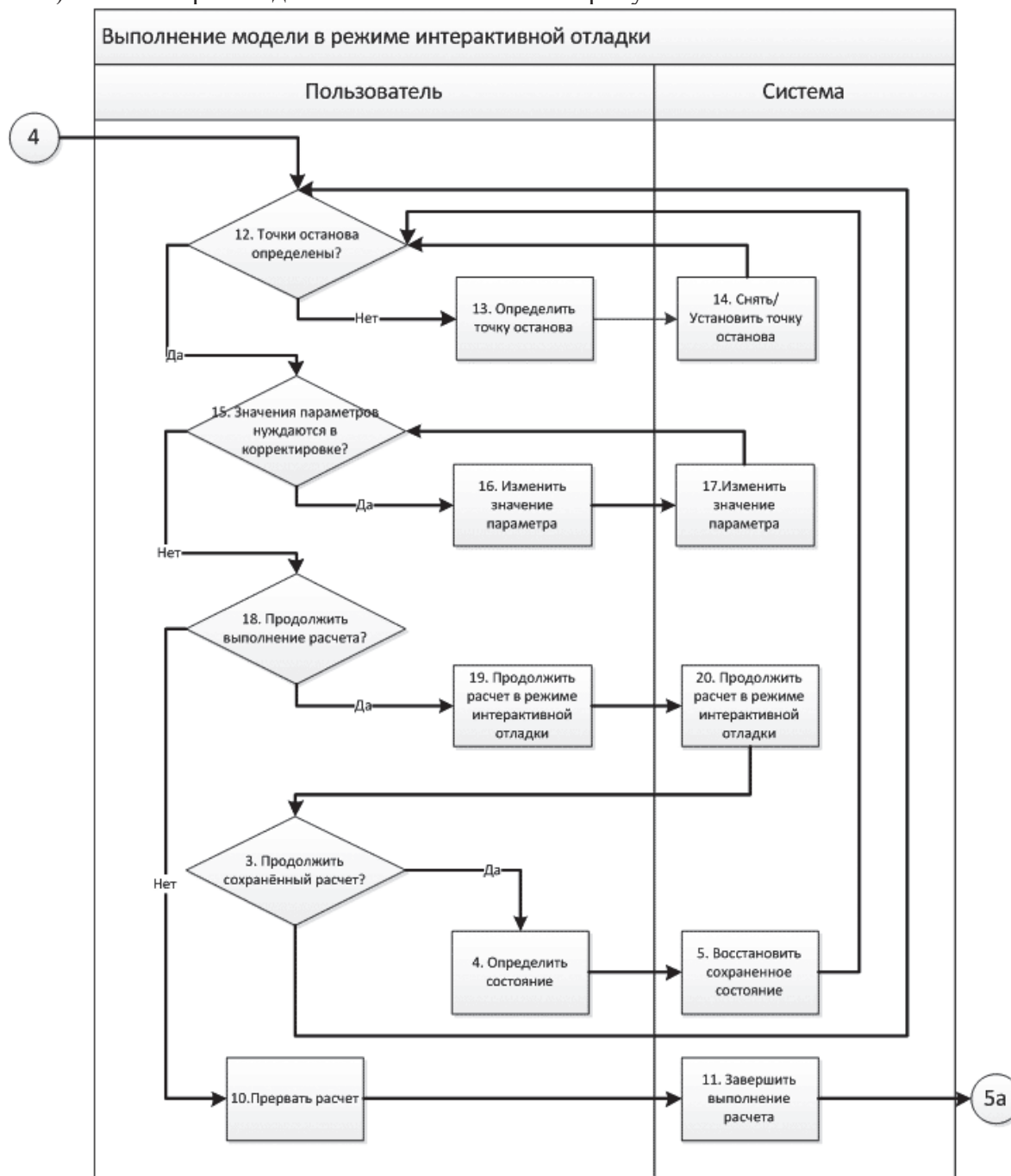


Рисунок 8. Выполнение модели в режиме интерактивной отладки

Выполнение и отладка модели

Математическая обработка модели производится в «Модуле комплексных расчетов», данный модуль предоставляет интерфейс для управления ходом расчет и интерактивной отладки и интерфейс для вызова и остановки скриптового отладчика.

Модуль комплексных расчетов получает данные о модели и возвращает ссылки на расчетные параметры элементов.

Выполнение модели без отладки

Последовательность действий для выполнения расчета модели без отладки (рисунок 7).

Пользователь в панели вызывает выполнение расчета без отладки.

2) Система передает модулю комплексных расчетов: топологию и атрибуты элементов модели, команду на «запуск расчета».

3) Пользователь определяет необходимость выполнения загрузки состояния расчета. Если загрузка состояния расчета необходимо, пользователь переходит к пункту 4, в противном случае к пункту 6.

4) Пользователь дает команду на загрузку состояния расчета при этом пользователь в окне диалога указывает на экземпляр состояния расчета.

5) Система передает в модуль комплексных расчетов команду «Восстановить расчет» и выбранный экземпляр состояния.

6) Пользователь определяет необходимость выполнения сохранения текущего состояния расчета. Если сохранение состояния расчета необходимо, пользователь переходит к пункту 4, в противном случае к пункту 9.

7) Пользователь дает команду на сохранение состояния расчета при этом пользователь в окне диалога указывает имя состояния расчета.

8) Система передает в модуль комплексных расчетов команду «Сохранить расчет» и выбранное имя состояния.

9) Пользователь определяет необходимость прерывания расчета. Если расчет необходимо прервать, пользователь переходит к пункту 10, в противном случае расчет завершается по варианту в.

10) Пользователь дает команду «Завершить расчет».

11) Система передает в модуль комплексных расчетов команду «Завершить расчет».

Выполнение в режиме интерактивной отладки

Последовательность действий для выполнения расчета модели в режиме интерактивной отладки представлена на рисунке 8.

12) Пользователь определяет, все ли точки останова установлены. Если необходимо изменить точки останова, пользователь переходит к пункту 13, в противном случае к пункту 15.

13) Пользователь снимает/устанавливает точку останова на элементе модели.

14) Система визуализирует новое состояние точки останова элемента и передает в модуль комплексных расчетов команду «Точка останова» и ссылку на элемент.

15) Пользователь просматривает параметры элементов и определяет, нуждаются ли расчетные параметры в ручной корректировке. Если необходимо изменить значение параметра, пользователь переходит к пункту 16, в противном случае к пункту 18.

16) Пользователь в окне «Инспектор» для выбранного элемента изменяет значение параметра.

17) Система по ссылке изменяет значение параметра.

18) Пользователь определяет, следует ли продолжить расчет. Если необходимо продолжить, пользователь переходит к пункту 10, в противном случае к пункту 19.

19) Пользователь дает команду на запуск/продолжение расчета в режиме интерактивной отладки.

20) Система передает в модуль комплексных расчетов команду «Выполнить интерактивную отладку».

Выполнение в режиме скриптовой отладки

Модуль комплексных расчетов имеет собственный интерфейс для работы с программным кодом. Рассматриваемый модуль по команде пользователя передает модулю комплексных расчетов: топологию и атрибуты элементов модели и команду на «запуск скриптового отладчика».

При работе со скриптовым отладчиком могут быть выполнены:

- Сохранение/восстановление состояния (пункты 4,5,7,8)
- Остановка расчета (Пункты 10,11).

Заключение

Была проведена оценка качества программных средств ПКМ, в том числе, модуля подготовки моделей элементов систем и технологических процессов теплогидравлического кластера. Оценка качества выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ 28195-99 и соответствует фазам реализации, тестирования и изготовления. Методами определения показателей качества ПКМ на фазах реализации, тестирования и изготовления являлись экспертный и расчетный методы.

Полученные результаты оценки качества работы ПКМ показали высокое качество программного средства. С точки зрения сравнения с эталонным образцом Relap5, разработанный ПКМ превосходит эталон практически по всем факторам.

Список сокращений

ТСО	Технически Сложный Объект
КЭ	Конструкционный Элемент
ТГК	ТеплоГидравлический Кластер
ОЗУ	Оперативное Запоминающее Устройство
ПКМ	Программный Комплекс Моделирования

Работа проводится по заказу Минобрнауки Российской Федерации в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы». ГК № 07.524.12.4013 от 28.10.2011 по теме: «Развитие методик и создание системы комплексного моделирования на примерах моделирования процессов транспортирования, циркуляции и теплопередачи для газовых, жидких и смешанных сред в конструкционных элементах ТСО»

Литература

1. Заявление на государственную регистрацию Программы для ЭВМ «Технологическая подготовка моделей для выполнения расчетов» № 2013612826 от 09.04.13г.

Интенсификация процесса горения топлива и уменьшение выбросов при применении противоизносной присадки

Клыкканова А.А.

*Астраханский государственный технический университет
anna_123-84@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается вопрос снижения выбросов топливной аппаратуры при применении противоизносной магнитной присадки, полученной с использованием нанотехнологий, что дает возможность получить смазывающую жидкость с низким коэффициентом трения, обладающую металлоплакирующим эффектом. Нарастиваемый слой магнитных частиц на поверхности дает возможность не только уменьшать напряжение сдвига в поверхностном слое, но одновременно и уменьшать зазор между сопрягаемыми поверхностями, тем самым она обеспечивает за счет уменьшения коэффициента трения, более полное сгорание топлива.