



Головков С.Л., Осипов А.В.

Разработка и реализация
Конструктора расчетной
модели для
теплогидравлического кода
«TRIANA» (версия 1.0).
Руководство пользователя

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Головков С.Л., Осипов А.В. Разработка и реализация Конструктора расчетной модели для теплогидравлического кода «TRIANA» (версия 1.0). Руководство пользователя // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2011. № 28. 32 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2011-28>

**Ордена ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
им. М. В. КЕЛДЫША
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

С.Л. Головков, А.В. Осипов

**Разработка и реализация
Конструктора расчетной модели
для теплогидравлического кода «TRIANA»
(версия 1.0)**

Руководство пользователя

**Москва
2011**

Головков С. Л., Осипов А. В.

Разработка и реализация Конструктора расчетной модели для теплогидравлического кода «TRIANA» (версия 1.0). Руководство пользователя

Одним из трудоемких этапов решения задач математического моделирования является создание расчетных моделей. Для моделирования теплогидравлики реакторов типа СВБР используется расчетный код TRIANA. Недостатком, затрудняющим эффективную эксплуатацию данного расчетного кода, является отсутствие современного системного обеспечения теплогидравлического расчетного кода. В настоящем документе описана часть такого системного обеспечения - система, предназначенная для формирования расчетной модели (Конструктор расчетных моделей).

Настоящий документ является инструкцией пользователя для работы с Конструктором.

В Приложениях описаны форматы файлов с исходными данными и файлов, в которых сохраняются результаты работы.

S. L. Golovkov, A. V. Osipov

The development and implementation of the Computational Model Constructor for the TRIANA thermohydraulic code (version 1.0). User manual

The creation of the computational models is one of the labor-intensive stages of the solving of mathematical modeling problems. For the modeling of the LBFR-type (Lead-Bismuth Fast Reactor) reactors thermohydraulics, the TRIANA computational code is used. The shortcoming, which complicates efficient usage of this computational code, is the absence of the modern system software of the thermohydraulic computational code. In this document, a part of such system software is described – the system intended for the creation of the computational model (Computational Models Constructor).

This document is Constructor's user manual.

In Appendices, initial and final data file formats are described.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (проект 11-01-00401-а «Создание средств разработки и использования расчетных моделей для моделирования теплогидравлических процессов в ядерных реакторах с жидкометаллическим теплоносителем»).

Введение

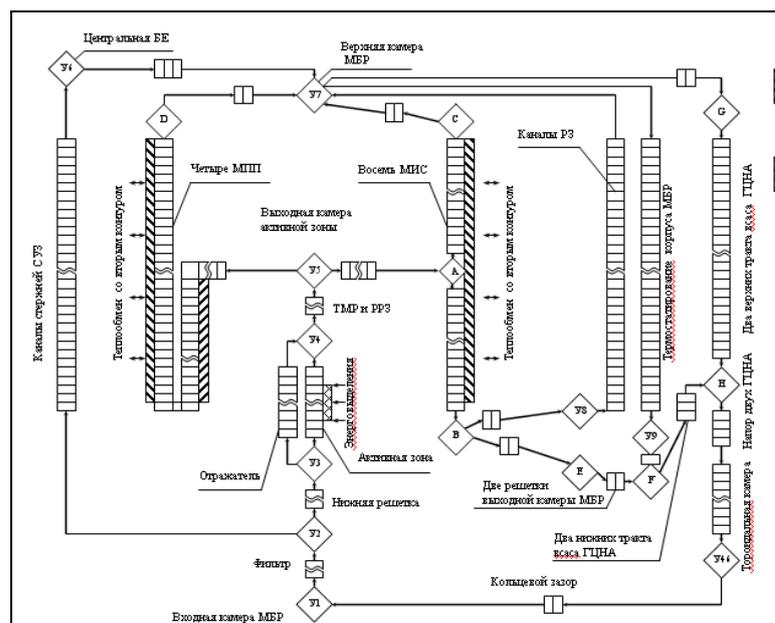
Одним из трудоемких этапов решения задач математического моделирования является создание расчетных моделей.

Для моделирования теплогидравлики реакторов типа СВБР (реакторы на быстрых нейтронах со свинцово-висмутовым теплоносителем) используется расчетный код TRIANA, предназначенный для расчета полей скоростей, температуры, давления теплоносителя в контурах реакторной установки: активной зоне, напорной камере, верхней камере смешения, промежуточных теплообменниках, парогенераторах, трубопроводах, в газовом контуре, в газовой подушке, межкассетном пространстве и других каналах и трактах реакторной установки.

Недостатком, затрудняющим эффективную эксплуатацию расчетного кода TRIANA, является отсутствие современного системного обеспечения теплогидравлического расчетного кода. Такая система необходима для обеспечения полного комплекса обслуживания расчетного кода: от построения математической (расчетной) модели до анализа и визуализации результатов расчета.

Первым шагом построения такого обеспечения (будем называть его «системной средой») является создание системы для построения расчетных моделей (Конструктор расчетных моделей). Задача, которую должен решать Конструктор, состоит в следующем.

Расчетная теплогидравлическая модель описывается с помощью нодализационных схем. Ниже представлен фрагмент нодализационной схемы первого контура реакторной установки:



Конструктор должен позволять пользователю строить (редактировать) нодализационную схему в интерактивном режиме, задавать для каждого

элемента схемы значения множества параметров (геометрические размеры, тип жидкости, энтальпия, начальное давление, температура и т.п.), проверять корректность схемы и сохранять описание схемы в файле входных данных для расчетного кода TRIANA.

Базовая (исходная) функциональность Конструктора (сформулированная пользователями) должна предоставлять следующие возможности

- визуальное (графическое) представление нодализационных схем и «тепловых структур»;
- интерактивную оболочку, позволяющую разрабатывать нодализационные схемы «с нуля» или автоматически строить нодализационные схемы по входным файлам для дальнейшего редактирования;
- диагностирование исходных данных на выявление ошибок в исходных данных и некорректного задания (несоответствие одних расчетных данных другим и рекомендациям методики расчета);
- автоматическое изменение расчетной схемы и «тепловых структур»;
- построение графиков по заданным параметрам во время счета;
- построение 2D и 3D представления промежуточных и финальных состояний различных полей (температурных и т.п.) в тепловых структурах и других элементах реакторной установки.

В настоящем документе описана система, предназначенная для формирования расчетной модели. Документ является руководством пользователя для работы с Конструктором.

В Приложениях описаны форматы файлов с исходными данными и файлов, в которых сохраняются результаты работы.

1. Запуск системы

Исполняемым модулем Конструктора является файл SVBR_preprocessor.exe.

Замечание. Перед запуском Конструктора необходимо настроить файл конфигурации **config.ini**. Описание структуры файла дано Приложение 2. Кроме того, должны быть сформированы файлы Репозитория, описывающие допустимые значения литерных констант, используемых при построении нодализационных схем (типы узлов, жидкостей и т.д.). Описание этих файлов приведено в Приложении 3.

Начало работы может состоять либо в чтении ранее подготовленных данных из dat- или xml-файла для последующего редактирования, либо в построении нодализационной схемы «с нуля».

Изложение возможностей системы удобнее начинать «с нуля».

2. Основные операции построения схемы

Нодализационная схема строится из следующих типов объектов:

- узел (node) – особый элемент схемы (вентиль, разветвление и т.п.);
- связь (junction) – элемент, определяющий топологию схемы и направление движения жидкостей;
- труба (pipe) – элемент, представляющий трубопровод;
- контрольный объем (control volume) – фрагмент трубопровода, описываемый отдельным набором параметров;
- тепловая структура (heat structure) – элемент, описывающий теплообменник (и вообще процесс теплового обмена).

Кроме того, используется вспомогательный (производный) тип объектов:

- мультиузел (multinode) – элемент схемы, представляющий множество однотипных узлов, которые могут различаться значениями своих параметров.

2.1. Построение узлов

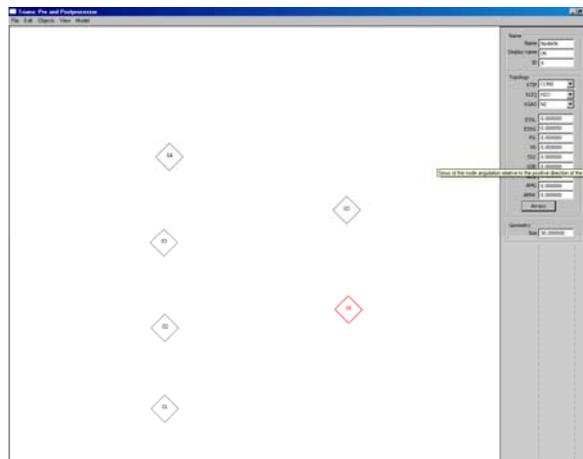
Первый шаг построения схемы состоит из построения узлов. Для этого выполним функцию меню

Objects / Create Node

После выполнения этой функции система входит в режим построения узлов. Это значит, что каждое нажатие левой кнопки мыши порождает новый узел в точке окна, на которую указывает курсор мыши.

Нажатие правой кнопки мыши (либо выполнение другой функции меню) – выход из режима.

Построим несколько узлов:



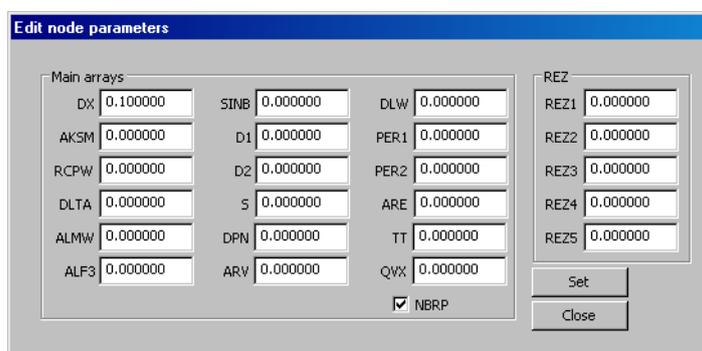
Каждому порождаемому узлу присваивается очередной номер (начиная с единицы).

Порождение узла сопровождается появлением в правой части окна «панели параметров», индицирующей параметры (установленные по умолчанию) текущего порожденного узла:

- группа «Name» идентифицирует узел – имя узла, которое используется для поиска элемента по имени (будет описано позже); имя, индицирующееся на экране, и идентификатор (номер) узла, представляющее узел в dat-файле. Пользователь может изменить эти имена, например, изменить имя, представляющее узел на экране.
- группа «Topology» содержит поля параметров, характерных для узлов. Например, тип узла или тип жидкости в узле. Значения символьных констант в списках «KTIP», «KLIQ» и «KGAS» берутся из файлов репозитория (см. Приложение), поэтому пользователь имеет возможность самостоятельно формировать нужные списки констант.
- группа «Geometry» содержит поле, позволяющее управлять размером ромба, представляющего данный узел на экране.

Если поместить курсор на некоторое поле параметра, то появляется подсказка, поясняющая смысл параметра.

Поля индикации и установки параметров, общих с контрольными объемами, расположены на панели, вызываемой кнопкой «Arrays»:



Поле «NBRP» предназначено для указания – нужно ли данный узел указать в массиве NBPR (т.е. нужно или не нужно выполняться печать данных для этого узла).

Для установки значений параметров необходимо указать требуемые значения в соответствующих полях и нажать кнопку «Set».

2.2. Построение связей

Второй шаг состоит в соединении узлов линиями связи. Для этого выполним функцию меню

Objects / Create Junction

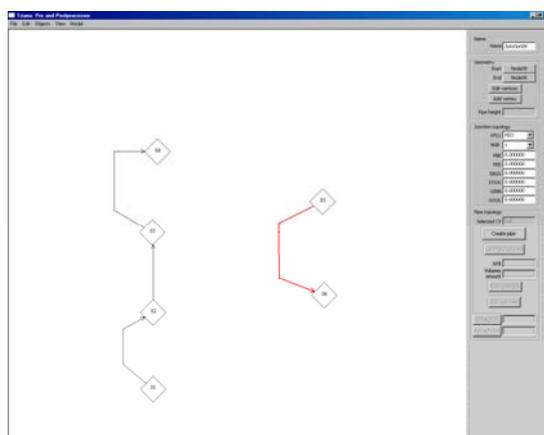
После выполнения этой функции система входит в режим построения связей. Это значит, что каждое нажатие левой кнопки мыши порождает новую

«точку перелома» линии связи в точке окна, на которую указывает курсор мыши.

Нажатие правой кнопки мыши (либо выполнение другой функции меню) – выход из режима.

Очередная линия связи строится следующим образом. Щелкаем левой кнопкой мыши по узлу, являющемуся началом линии связи. Затем щелкаем левой кнопкой мыши по точке экрана, где должна быть очередная точка перелома. Затем по следующей точке перелома и так далее, до тех пор, пока не щелкнем левой кнопкой мыши по узлу, где должна завершиться искомая линия связи.

Построим несколько линий связи:



Порождение линии связи сопровождается появлением в правой части окна «панели параметров», индицирующей параметры (установленные по умолчанию) текущей линии связи:

- группа «Name» идентифицирует линию связи – имя, которое используется для поиска элемента по имени (будет описано позже). Пользователь может изменить это имя.
- группа «Geometry» содержит средства, позволяющее управлять представлением линии связи – связи с узлами и точки перелома.
- группа «Junction topology» одержит поля параметров, характерных для линий связи. Например, тип жидкости. Значения символьных констант в списке «KFLU» берутся из файлов репозитория (см. Приложение), поэтому пользователь имеет возможность самостоятельно формировать нужный список констант.
- группа «Pipe topology» содержит средства, позволяющее управлять порождением «труб» (контрольных объемов).

2.3. Изменение схемы (узлы, точки излома и линии связи)

На этом этапе мы можем перестроить представление этой схемы, перемещая узлы, перемещая точки излома, строя новые точки излома,

перемещая концы линий связи.

Для перехода в режим **перемещения узлов и точек излома** предназначена функция меню

Objects / Move

В этом режиме нажатием левой кнопки мыши мы можем «схватить» узел или точку излома и перетащить узел (точку излома) в новое место окна.

Для **перемещения точек излома** можно также воспользоваться следующей возможностью: пометить (выделить) нужную линию связи с помощью щелчка левой кнопки мыши, а затем нажать кнопку

Edit vertices

После этого мы можем нажатием левой кнопки мыши «схватить» точку излома и перетащить ее в новое место окна. Отличие этого способа от описанного выше состоит в том, что перемещать можно только точки излома помеченной линии связи. Выйти из этого режима можно с помощью повторного нажатия кнопки «Edit vertices».

Для **порождения новых точек излома** необходимо пометить (выделить) нужную линию связи с помощью щелчка левой кнопки мыши, а затем нажать кнопку

Add vertices

После этого нажатие левой кнопки мыши по любой точке помеченной линии связи порождает в этом месте новую точку излома.

Выход из режима – повторное нажатие кнопки «Add vertices».

Перемещение концов линии связи позволяет переместить начало (или конец) линии связи с одного узла на другой. Для **перемещения концов линии связи** необходимо пометить (выделить) нужную линию связи с помощью щелчка левой кнопки мыши, а затем нажать кнопку с именем соответствующего узла.

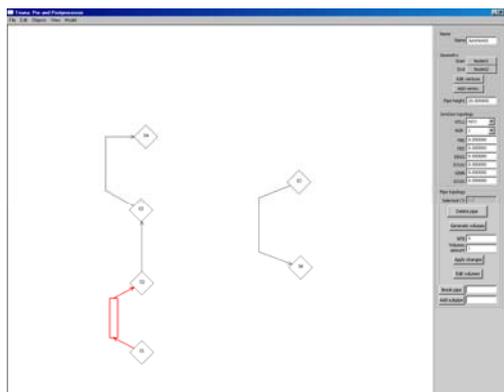
Кнопка, помеченная словом «Start», соответствует началу линии связи. Кнопка, помеченная словом «End», соответствует концу линии связи.

После нажатия кнопки указываем мышкой узел, где должна начинаться (завершаться) линия связи, и нажимаем левую кнопку мыши.

2.4. Построение контрольных объемов

Следующий шаг состоит в построении на линиях связи контрольных объемов. Для этого пометим нужную линию связи и нажмем кнопку «Create pipe».

После этого нажатие левой кнопки мыши указываем фрагмент помеченной линии связи (между двумя точками излома). На этом фрагменте появляется «труба» контрольных объемов:



В группе «Geometry» активизировалось поле «Pipe height», позволяющее управлять «толщиной» визуального представления трубы.

Теперь нужно разбить трубу на контрольные объемы. Основными параметрами разбиения являются «номер первого контрольного объема» (NTB), «число контрольных объемов» и «длина каждого контрольного объема».

Первый из этих параметров («номер первого контрольного объема») задается с помощью поля NTB. Вообще говоря, за этим параметром можно совершенно не следить – при порождении каждой очередной трубы Конструктор присваивает этому параметру очередное допустимое значение.

Но, конечно, пользователь может самостоятельно указать значение этого параметра с помощью поля NTB. При этом Конструктор проверяет – не приводит ли указанное пользователем значение к конфликту с ранее определенными значениями номеров контрольных объемов, и если это так, то он скорректирует номера необходимым образом.

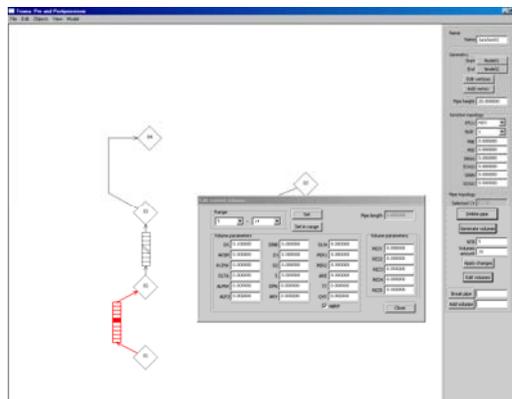
Для определения «числа контрольных объемов» и «длин каждого контрольного объема» существует две возможности.

Первый (простой) вариант состоит в том, что пользователь указывает число контрольных объемов в поле «Volumes amount» и нажимает кнопку «Apply changes». В этом случае Конструктор считает, что длина трубы равна 1, и, исходя из этого, вычисляет длину каждого контрольного объема. (В дальнейшем пользователь может переопределить длины контрольных объемов).

Для использования второго варианта нажмем кнопку «Generate volumes». Появится панель, на которой пользователь может указать длину трубы (поле «Pipe»), длину первого и последнего контрольного объема (поля «First control volume» и «Last control volume»), затем указать необходимое число контрольных объемов (поле «Volumes») и нажать кнопку «Generate».

Допустим, мы разбили первую трубу (между узлами 1 и 2) с помощью первого способа, указав число контрольных объемов, равное 10. А вторую трубу (между узлами 2 и 3) с помощью второго способа, указав следующие параметры трубы:

Теперь мы можем определить другие параметры контрольных объемов. Пометим интересующую нас трубу (щелчком левой кнопки мыши по любой позиции трубы) и нажмем кнопку «Edit volumes»:



Заметим, во-первых, что помечена не только труба, но и контрольный объем, по которому мы щелкнули мышью. Номер этого контрольного объема индицируется в поле «Selected CV» - относительный номер контрольного объема (от начала трубы) и абсолютный (настоящий) номер контрольного объема.

На панели «Edit control volumes» индицируются параметры контрольного объема, номер которого указан в левом поле группы «Range». Для того чтобы изменить значения параметров этого контрольного объема, необходимо ввести эти значения в соответствующие поля, а затем нажать кнопку «Set».

Можно воспользоваться массовой операцией «Set in range», устанавливающей указанные значения параметров для всех контрольных объемов в диапазоне номеров, указанном полями группы «Range». Например, установить с помощью этой кнопки значение параметра DX, для всех контрольных объемов в трубе, а затем с помощью операции «Set» переустановить значение этого параметра для некоторых контрольных объемов.

Поле «NBPR» предназначено для указания – нужно ли данный контрольный объем указать в массиве NBPR (т.е. нужно или не нужно выполняться печать данных для этого контрольного объема).

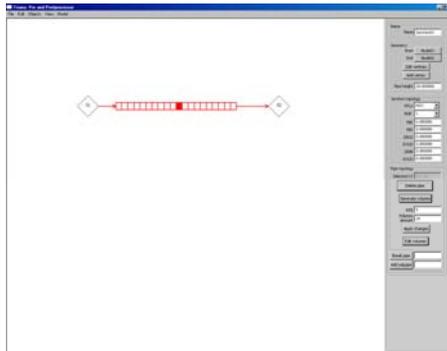
Поле «Pipe length» индицирует общую длину трубы (сумма длин контрольных объемов).

Если количество контрольных объемов на трубе слишком велико для индикации отдельных объемов, то система рисует их с «разрывом».

2.5. Изменение схемы (разбиение трубы, вставка узлов, удаление)

2.5.1. Разбиение трубы

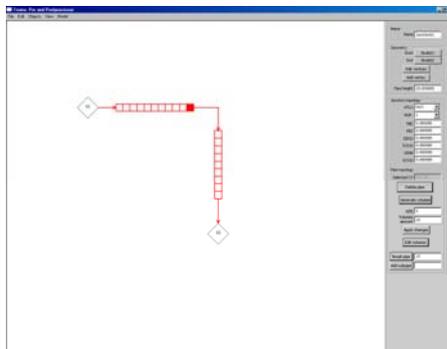
Допустим, мы построили следующую схему:



Допустим, для удобства визуального представления мы хотим разбить трубу на две части и одну из них сделать вертикальной.

Для начала нужно разбить трубу. Для этого в поле, находящееся рядом с кнопкой «Break pipe», необходимо ввести точку разбиения – номер контрольного объема, **после** которого необходимо создать точку разбиения, а затем нажать кнопку «Break pipe». Необходимый номер можно определить с помощью поля «Selected CV» (абсолютный номер контрольного объема), пометив мышью требуемый контрольный объем. Допустим, мы ввели туда число 15 (середина трубы) и нажали эту кнопку.

Теперь с помощью операций перемещения узлов и концов связей, а так же добавления дополнительных точек перелома (с помощью кнопки “Add vertex”) можно придать схеме следующий вид:

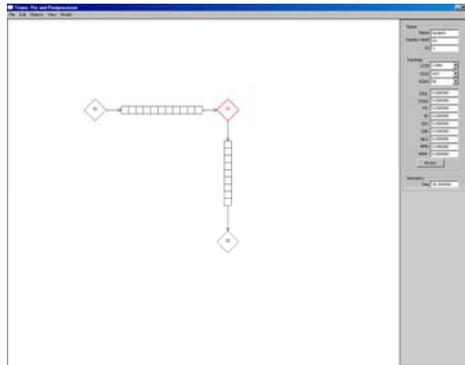


2.5.2. Вставка нового узла

Допустим, мы хотим теперь вставить между частями трубы новый узел. Для этого необходимо выполнить функцию меню

Objects / Insert Node

а затем щелкнуть левой кнопкой мыши по интересующей нас точке связи между фрагментами трубы. После этого, с помощью операций перемещения узлов и концов связи, придадим схеме окончательный вид:



Заметим, что выполнение этой операции привело к тому, что вместо одной трубы (с номерами контрольных объемов 5 – 24), пусть и разбитой на два участка, возникло две трубы (с номерами контрольных объемов 5 -15 и 20 – 28). То есть Конструктор выполнил необходимую коррекцию номеров контрольных объемов.

2.5.3. Удаление трубы

Допустим теперь, что мы хотим удалить одну из труб. Для этого необходимо пометить ее, а затем нажать кнопку «Delete Pipe».

При выполнении этой операции Конструктор не изменяет никаких номеров контрольных объемов.

2.5.4. Добавление нового фрагмента трубы

Кнопка «Add subpipe» позволяет добавить указанное число контрольных объемов к уже существующим объемам. Например, добавим к вертикальной трубе десять новых объемов – введем число 10 в поле рядом с кнопкой «Add subpipe» и нажмем ее.

Заметим, что новой трубы не создается, а меняются параметры (число контрольных объемов и т.п.) уже существующей трубы. Длина новых контрольных объемов устанавливается равной значению по умолчанию (0.1).

При необходимости Конструктор корректирует номера ранее определенных номеров контрольных объемов.

2.5.5. Удаление элемента схемы

Для удаления элементы схемы (узла, линии связи, трубы) можно воспользоваться клавишей «Del».

Нужно пометить элемент схемы и нажать клавишу «Del». В этом случае удаляется не только помеченный элемент, но и связанные с ним элементы схемы. Если удаляем трубу, то удаляется и линия связи, на которой лежит труба. Если удаляется узел, то удаляются и линии связи, замкнутые на этой узел.

2.6. Параметры контрольных объемов

Как уже говорилось, для того чтобы определить параметры контрольных объемов, нужно пометить нужную трубу, а затем нажать кнопку «Edit volumes». На экране появится следующая панель:

В полях группы «Range» указан диапазон номеров контрольных объемов помеченной трубы.

В полях группы «Volume parameters» индицируются параметры контрольного объема, номер которого указан в левом поле группы «Range». Для того чтобы изменить значения параметров этого контрольного объема, необходимо ввести эти значения в соответствующие поля, а затем нажать кнопку «Set».

Можно воспользоваться массовой операцией «Set in range», устанавливающей указанные значения параметров для всех контрольных объемов в диапазоне номеров, указанном полями группы «Range». Например, установить с помощью этой кнопки значение параметра DX, для всех контрольных объемов в трубе, а затем с помощью операции «Set» переустановить значение этого параметра для некоторых контрольных объемов.

Поле «NBRP» предназначено для указания – нужно ли данный контрольный объем указать в массиве NBPR (т.е. нужно или не нужно выполняться печать данных для этого контрольного объема).

Поле «Pipe length» индицирует общую длину трубы (сумма длин контрольных объемов).

2.7. Копирование и вставка элементов схемы

Конструктор предоставляет пользователю возможность копирования и вставки элементов нодализованной схемы – узлов, связей, труб и тепловых структур. Для этого имеются функции меню:

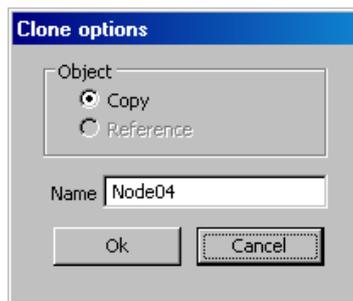
Edit / Copy Ctrl+C
 Edit / Paste Ctrl+V

Вызов функций возможен с помощью меню или с помощью нажатия комбинаций клавиш.

Пользователь может пометить некоторый элемент схемы, выполнить функцию «Copy», а затем выполнить нужное число функций «Paste».

Функция «Paste» является контекстно-зависимой, т.е. ведет себя по-разному в зависимости от того, какой именно элемент скопирован.

Допустим, мы создали некоторый узел и определили его параметры. Теперь мы хотим создать еще несколько узлов с таким же набором параметров. Мы можем скопировать созданный узел, а затем выполнить функцию «Paste». На экране появится панель



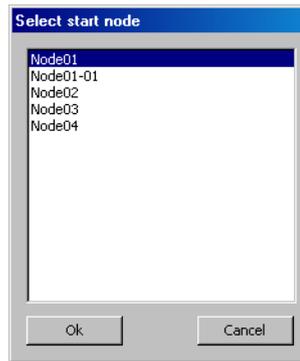
Переключатель «Object» позволяет выбрать способ вставки (способ «Reference» - по ссылке - не реализован в текущей версии Конструктора).

Поле «Name» предназначено для ввода имени нового элемента нодализованной схемы. В данный момент оно содержит имя элемента, который был скопирован и теперь предлагается для вставки. Введем, например, имя «Node04-02» и нажмем кнопку «ОК».

Конструктор создаст новый узел с набором параметров, совпадающим с параметрами скопированного узла, и поместит его на том же самом месте экрана, где находится исходный узел. Поэтому необходимо переместить созданный узел на требуемое место.

Допустим, мы создали некоторую линию связи, построили на ней трубу и определили параметры контрольных объемов этой трубы. Теперь мы хотим создать еще один экземпляр такой линии связи с трубой. Для этого пометим трубу, выполним функцию «Copy», а затем выполним функцию «Paste».

Введем, например, имя нового соединения «Junction01-02» и нажмем кнопку «ОК». На экране появится панель выбора узла, который будет началом новой связи:



Выберем имя требуемого узла и нажмем кнопку ОК. На экране появится аналогичная панель выбора конечного узла.

Укажем имя конечного узла и вновь нажмем кнопку ОК. Конструктор создаст точную копию связи и трубы между указанными узлами, за исключением, конечно, номеров контрольных объемов, которым Конструктор даст очередные допустимые значения:

2.8. Построение тепловых структур

Следующий шаг состоит в построении на контрольных объемах тепловых структур. Тепловая структура имеет вертикальную (продольную) модель и радиальную модель. Сначала строится первая из них, а затем определяется вторая.

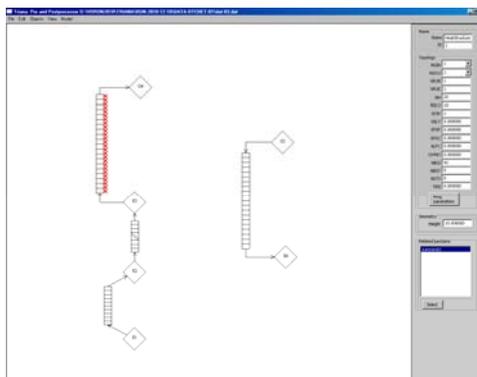
2.8.1. Вертикальная модель

Сначала мы строим внутреннюю сторону тепловой структуры. Для этого пометим нужную линию связи, содержащую нужные контрольные объемы, выполним функцию меню

Objects / Create Heat Structure

и щелкнем левой кнопкой мыши по той стороне трубы контрольных объемов, на которой мы хотим видеть тепловую структуру (эта сторона индицируется синим цветом).

Теперь картинка выглядит следующим образом:



Затем «сбросим» режим порождения тепловых структур, щелкнув правой

кнопкой мыши по любой точке окна.

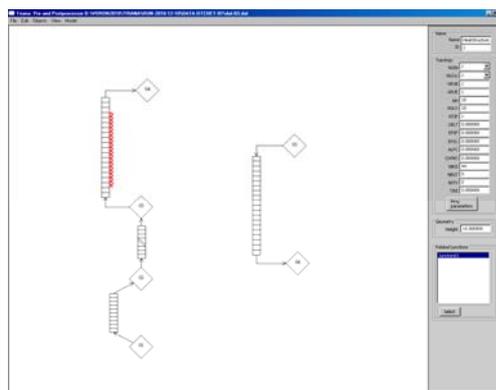
Обратим внимание на текстуру визуального представления тепловой структуры. Такая текстура используется для тех тепловых структур, которые связаны с внешней средой (пока мы не указали, с чем связана эта тепловая структура, она считается именно такой).

В правой стороне экрана появилась панель, индицирующая параметры тепловой структуры:

- группа «Name» идентифицирует тепловую структуру – имя, которое используется для поиска элемента по имени (будет описано позже) и идентификатор (номер), представляющий тепловую структуру в dat-файле. Пользователь может изменить эти имена, например, изменить имя, представляющее узел на экране.
- группа «Topology» содержит поля параметров тепловой структуры.
- группа «Geometry» содержит поле, позволяющее управлять размером графического объекта, представляющего данную тепловую структуру на экране.
- группа «Related junction» содержит список связей, с которыми связана данная тепловая структура.

По умолчанию система создает тепловую структуру для всей трубы контрольных объемов: поскольку номер первого контрольного объема этой трубы равен 43, а число контрольных объемов равно 20 (эти параметры можно увидеть на панели параметров трубы, пометив ее), то параметры тепловой структуры устанавливаются следующим образом: $NBGI = 42$, $NH = 20$.

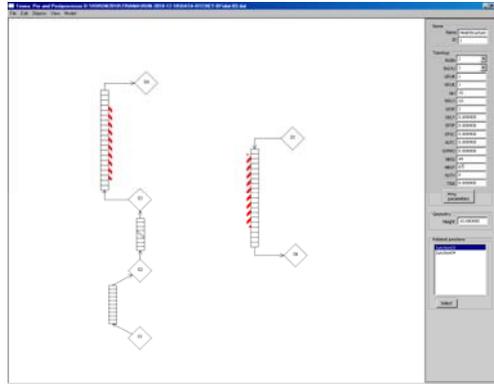
Если изменить эти параметры, то изменится и представление тепловой структуры. Например, если мы установим значения этих параметров следующим образом: $NBGI = 44$, $NH = 15$, то представление тепловой структуры станет таким:



Теперь необходимо построить внешнюю сторону тепловой структуры. Допустим, мы хотим построить ее на контрольных объемах линии связи, связывающей узлы 5 и 6. Если мы пометим эту линию связи, то обнаружим, что номер первого контрольного объема этой линии связи равен 67.

Вновь переместимся на построенную тепловую структуру и в поле $NBGT$ укажем номер 67. Схема приобретет следующий вид (внешняя сторона

тепловой структуры оказалась сдвинутой от начала трубы, поскольку параметр NBGT определяет номер контрольного объема, предшествующего контрольным объемам, относящимся к внешней стороне тепловой структуры):



Вновь обратим внимание на текстуру визуального представления тепловой структуры. Такая текстура используется для тех тепловых структур, которые связаны «внутри» схемы.

Можно изменить положение тепловой структуры на трубе контрольных объемов: с одной стороны или с другой. Для этого необходимо выполнить функцию меню

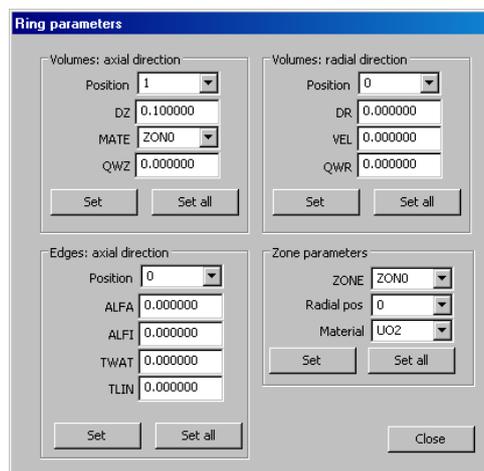
Objects / Move

После выполнения этой функции система входит в режим перемещения. Это значит, что нажатием левой кнопки мыши мы можем «схватить» тепловую структуру и перетащить ее на другую сторону трубы контрольных объемов.

2.8.2. Радиальная модель

Теперь необходимо задать «радиальную» модель тепловой структуры.

Радиальная модель строится следующим образом. Пометим интересующую тепловую структуру (на скриншоте она уже помечена) и нажмем кнопку «Ring Parameters». На экране появится панель:



Группа «Volumes: axial direction» позволяет задать параметры контрольных объемов в осевом направлении (параметры DZ, MATE, QWZ).

Группа «Volumes: radial direction» отвечает за параметры в радиальном направлении (параметры DR, VEL, QWR).

Группа «Edges: axial direction» устанавливает параметры на границах контрольных объемов в осевом направлении (параметры ALFA, ALFI, TWAT, TLIN).

Группа «Zone parameters» позволяет для каждого типа зон задать материал каждого участка тепловой структуры. Эта группа позволяет определить организацию всех типов зон от ZON0 до ZON9. Однако при сохранении в dat-файле при описании тепловой структуры будут выводиться описания только тех типов зон, которые были использованы при определении осевой модели (группа «Volumes: axial direction», поле «MATE»).

2.9. «Множественные» узлы

Множественный узел является алиасом набора узлов. Такая возможность удобна для представления наборов однотипных узлов, позволяя упростить визуальное восприятие нодализации схемы.

2.9.1. Построение «множественных» узлов

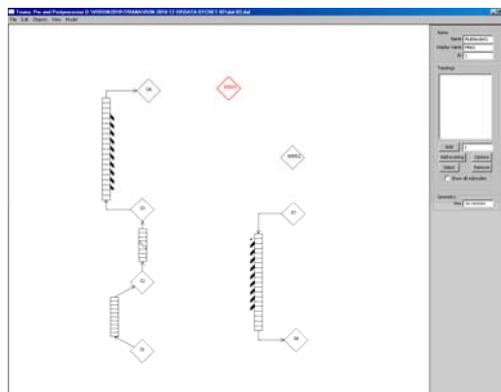
Для построения «множественных» узлов выполним функцию меню

Objects / Create MultiNode

После выполнения этой функции система входит в режим построения «множественных» узлов (мультиузлов). Это значит, что каждое нажатие левой кнопки мыши порождает новый мультиузел в точке окна, на которую указывает курсор мыши.

Нажатие правой кнопки мыши (либо выполнение другой функции меню) – выход из режима.

Допустим, мы построили два мультиузла:



На панели параметров индицируются значения параметров помеченного мультиузла:

- группа «Name» идентифицирует узел – имя узла, которое используется для поиска элемента по имени (будет описано позже); имя, индицирующееся на экране, и идентификатор (номер) узла, представляющее узел в dat-файле. Пользователь может изменить эти имена, например, изменить имя, представляющее узел на экране.
- группа «Topology» содержит поля параметров мультиузла и средства определения параметров.
- группа «Geometry» содержит поле, позволяющее управлять размером ромба, представляющего данный мультиузел на экране.

Панель указывает, что по умолчанию множественный узел содержит только один узел (поле рядом с кнопкой «Add»).

Введем в это поле требуемое число узлов (например, 10) и нажмем кнопку «Add». В поле «Topology» появился список имен отдельных узлов, представляемых на схеме множественным узлом.

В состав мультиузла можно добавлять уже существующие узлы. Для этого после нажатия кнопки «Add existing» щелчком мыши выбирается требуемый узел.

Кнопка «Remove» удаляет выбранный узел из множественного узла (но не из схемы) и отображает его в том же месте, где находится соответствующий множественный узел. Пользователь может выбрать этот узел (с помощью контекстного поиска) и переместить на другой место.

Если пометить некоторый узел, входящий в состав мультиузла (в списке «Topology»), и нажать кнопку «Select», то на пометке мультиузла (на экране и в списке) появится указание на то, какой именно узел выбран. Теперь можно нажать кнопку «Options» и на экране появится обычная панель, позволяющая определить параметры выбранного узла.

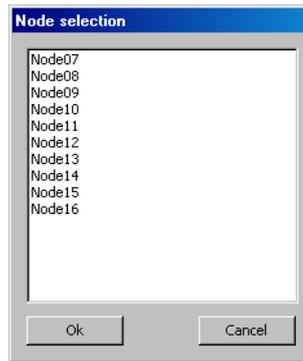
Поле «Size» в группе «Geometry» позволяет изменить размер ромба, представляющего мультиузел, с тем, чтобы его представление на экране отличалось от других узлов.

2.9.2. Построение связей между «множественными» узлами

Построение связей между «множественными» узлами имеет свою специфику. Эта специфика связана с тем, что каждый узел из состава мультиузла может быть соединен с любым другим узлом, из состава другого мультиузла или отдельного узла.

Допустим, мы хотим построить связи между мультиузлами MN01 и MN02, каждый из которых представляет десять узлов.

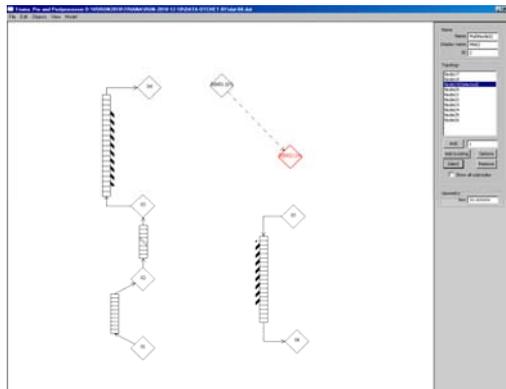
Выполним функцию меню «Objects / Create Junction» и щелкнем по узлу MN01. На экране появится панель выбора конкретного узла, входящего в состав мультиузла:



Пометим первый из них (Node07) и нажмем кнопку «Ok». Далее строим линию связи обычным образом. Но когда мы, наконец, щелкнем по конечному мультиузлу, вновь появится панель выбора конкретного узла, входящего в состав этого мультиузла.

Пометим первый из них (Node17) и нажмем кнопку «Ok». На пометках мультиузлов появились указания на то, какие именно узлы связаны.

Если мы выберем в окне списка узлов, входящих в состав данного мультиузла, некоторый другой узел и нажмем кнопку «Select» (выбор конкретного узла), то линия связи станет пунктирной.



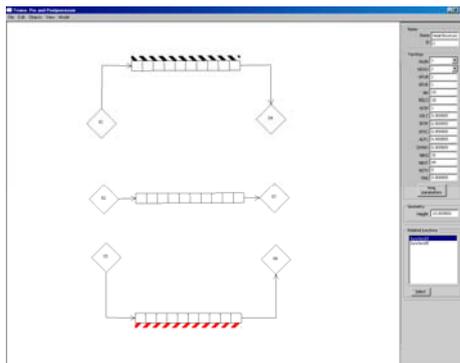
Это означает, что данные два мультиузла, вообще говоря, связаны, но данные два выбранных конкретных узла не имеют связи.

Если необходимо, чтобы на экране отображались все связи, существующие между узлами, входящими в состав помеченного мультиузла, необходимо поставить пометку в поле «Show all subnodes». При отсутствии такой пометки отображаются только те связи, которые есть у выбранного (в списке «Topology») узла.

Если мы строим линию связи между одиночным узлом и мультиузлом (или, наоборот, мультиузла с одиночным узлом), то Конструктор будет предлагать выбор узла (с помощью панели «Node selection») только в необходимом случае – при финише (или старте) построения линии связи.

2.9.3. Присоединение узла к «множественному» узлу

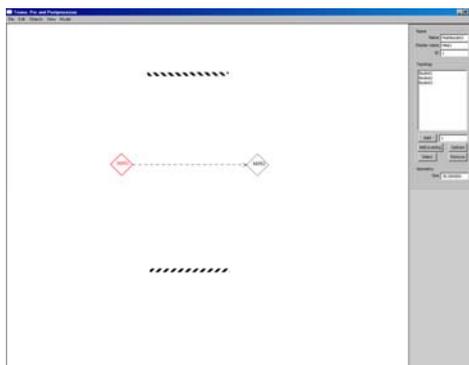
Допустим, имеется следующая схема:



Допустим, мы решили объединить первые три узла в один мультиузел, в последние три узла – во второй мультиузел. Для этого создадим два мультиузла.

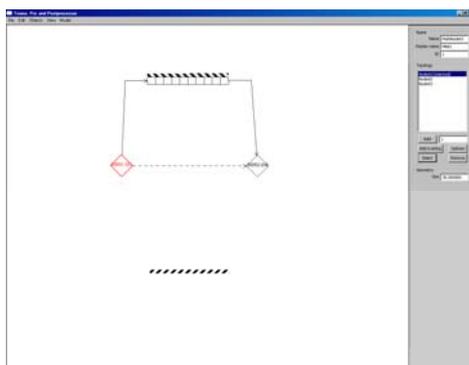
Пометим первый мультиузел, нажмем кнопку «Add existing» и, щелкая левой кнопкой мыши по первым трем узлам, объединим их в первый мультиузел. Затем повторим эту процедуру для объединения остальных узлов во второй мультиузел.

Картинка на экране приобретет следующий вид:



Причина состоит в том, что Конструктор знает, что данные два мультиузла связаны, но не знает, какую именно связь нужно отображать.

В данном случае проблема решается просто: мы выбираем в списке первого мультиузла нужный узел (например, Node 01) и нажимаем кнопку «Select», а в списке второго мультиузла таким же способом выбираем узел Node04. Теперь Конструктор знает, какую связь требуется отображать:



Но иногда выбрать нужные узлы непросто, например, когда схема сгенерирована автоматически по достаточно сложному dat-файлу. Для таких случаев предназначена следующая возможность. Пометим интересующую нас тепловую структуру. В поле «Related junctions» указаны связи помеченной тепловой структуры. Выберем (позначим) какую-либо из них и нажмем кнопку «Select». Конструктор определит трубу, которой соответствует данное соединение, пометит ее и, соответственно, отрисует.

2.10. Комментирование схемы

Схему можно разметить комментариями. Для этого необходимо выполнить функцию меню «Objects / Text Create», затем щелкнуть левой кнопкой мыши по точке окна, где должна начинаться линия-указатель комментария, затем щелкнуть левой кнопкой мыши по той точке окна, где мы хотим разместить комментарий, а в поле «Text» ввести текст.

Комментарий можно перемещать, хватая левой кнопкой мыши любую из трех «характерных» точек комментария. При этом текст может вращаться.

Флажок «Show lines» указывает, нужно ли рисовать линию-указатель комментария. Если сбросить этот флажок, то на экране остается только текст комментария.

2.11. Удаление объектов

Выделенный объект можно удалить из схемы, нажав клавишу Del на клавиатуре. В этом случае удаляется не только помеченный элемент, но и связанные с ним элементы схемы. Если удаляем трубу, то удаляется и линия связи, на которой лежит труба. Если удаляется узел, то удаляются и линии связи, замкнутые на этой узел. Удаление множественного узла приводит к удалению всех входящих в него узлов.

2.12. Поиск объектов по их имени

В системе присутствует возможность выделения (выбора) объектов по их имени. Для этого необходимо воспользоваться функцией меню «Objects/Select By Name». Откроется диалог с отсортированным списком имен объектов.

Для некоторых объектов в скобках указаны некоторые вспомогательные параметры. Для соединений это имя начального и конечного узлов и диапазон контрольных объемов, а для тепловых структур – диапазон внутренних и внешних контрольных объемов, а так же параметр NSLO.

Если пометить имя какого-либо элемента и нажать кнопку «Select», то этот элемент будет выделен на схеме.

2.13. Общие и вспомогательные параметры

Для определения значений полного набора параметров, необходимых для формирования dat-файла, необходимо иметь возможность определения «общих и вспомогательных» параметров, таких как PRNT (признак печати результатов

расчета в файл) и т.п. Для этого предназначена панель диалога, вызываемая функцией меню «File / Common Param ...». Необходимо указать (выбрать) требуемые значения параметров и нажать кнопку «Apply» или «OK».

2.14. Проверка параметров

Для того чтобы проверить корректность значений параметров построенной нодализационной схемы, предназначена функция меню «Model / Check Model».

Выполнение функции состоит в анализе параметров текущей модели, записи результатов в файл «report.txt» (этот файл создается в системном каталоге) и вызове текстового редактора, предьявляющего содержимое этого файла пользователю.

Указанный файл содержит справочную информацию (длину массивов параметров) и сообщения об ошибках в параметрах, если они есть.

3. Чтение dat-файла

Для чтения файлов, содержащих описание нодализационных схем, предназначены следующие функции меню:

File / Open ...

При выполнении функция «Open» на экране появляется стандартная панель выбора имени файла. Можно выбрать либо dat-файл, либо xml-файл.

Если открыть dat-файл, то визуальное представление система выполнит по своему разумению. Поскольку в dat-файле отсутствуют какие-либо указания на визуальное представление нодализационной схемы, то схема может отобразиться в довольно невразумительном виде (в дальнейшем будут добавлены какие-либо алгоритмы, позволяющие придать схеме более понятный вид). Однако с помощью средств перестроения схемы (перемещения узлов, связей и т.п.) можно придать осмысленный вид.

Если открыть xml-файл, то система прочитает dat-файл, указанный в xml-файле, а из самого xml-файла прочитает информацию о визуальном представлении схемы.

При чтении dat-файла выполняются синтаксический анализ и семантический анализ (анализ корректности описания нодализационной схемы).

Результаты анализа записываются в файл «report.txt». Этот файл создается в том же каталоге, в котором находится читаемый dat-файл.

Обнаруженные ошибки в dat-файле могут быть **фатальными** или **корректируемыми**. Если обнаружены фатальные ошибки (например, в dat-файле отсутствует параметр NEM или его значение равно нулю), то визуализация прочитанной схемы не производится.

Если обнаружены корректируемые ошибки (например, длина массива DZ в описании тепловой структуры не соответствует значению параметра NH), то

выполняется коррекция длины массива и схема визуализируется. Перечень проверок, выполняемых системой, описан в Приложении.

4. Сохранение схемы

Построенная нодализационная схема имеет два аспекта: содержательный (определяемый информацией, описывающей смысл схемы и ассоциируемый с dat-файлом) и презентационный (определяемый информацией, описывающей представление схемы на экране).

Эти два типа информации сохраняются в двух разных файлах: содержательная информация сохраняется в dat-файле, готовом для работы с системой TRIANA, а презентационная сохраняется в xml-файле.

Для сохранения построенной схемы предназначены следующие функции меню:

File / Save File / Save As ... File / Save Dat File

Функции «**Save**» и «**Save As ...**» сохраняют построенную нодализационную схему в dat-файле, а визуальное представление сохраняют в xml-файле.

Функция «**Save**» сохраняет данные в тех же самых файлах, из которых схема была прочитана. Если схема была построена «с нуля», то действие функции совпадает с действием функции «**Save As ...**».

При выполнении функции «**Save As ...**» на экране последовательно появляются два стандартных окна для выбора имен dat-файла и xml-файла.

Сначала происходит сохранение содержательной информации в dat-файле, а затем - презентационной информации в xml-файле с выбранными именами. При этом в первой строке xml-файла указывается имя dat-файла, в котором была сохранена содержательная информация (таким образом, xml-файл содержит всю информацию о схеме). Например, если для dat-файла было выбрано имя «dat01.dat», то начало xml-файла будет выглядеть следующим образом:

<pre><Scene DatFileName="dat01.dat"> <HeatStructures> </pre>

Функция «**Save Dat File**» сохраняет построенную нодализационную схему в dat-файле. При этом информация о визуальном представлении схемы теряется.

5. Управление сценой

Для управления всей сценой предназначены функции меню View:

View / Pan
View / Zoom
View / Reset View

После выполнения функция «Pan» можно «схватить» левой кнопкой мыши любую точку окна и «перетащить» изображение. Эта операция в неявном виде доступна с помощью зажатия средней кнопки мыши.

После выполнения функция «Zoom» можно масштабировать изображение: движение мышкой влево вверх увеличивает масштаб, направо вниз – уменьшает. Эта операция в неявном виде доступна посредством вращения колесика мыши.

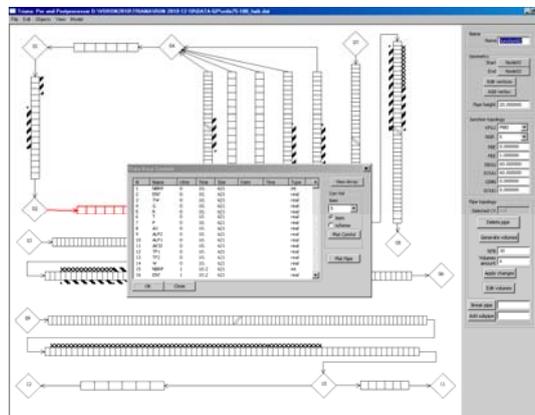
Нажатие правой кнопки мыши сбрасывает режим перемещения или масштабирования. Выполнение функции «Reset View» восстанавливает исходное представление схемы.

6. Доступ к базе данных

Этот раздел является «эскизным», в котором описываются некоторые возможности использования нодализационных схем на этапах анализа промежуточных и финальных данных.

Во время счета задачи (выполнения кода TRIANA) происходит запись некоторых данных в бинарную Базу данных. Эти данные могут использоваться на этапе анализа результатов счета. Работать с Базой данных можно автономно, но можно использовать возможности Конструктора для более удобной работы.

Загрузим в Конструктор нодализационную схему, по которой выполнялся счет, и выполним функцию «File / Open Data Base». На экране появится панель, индицирующая содержимое бинарной Базы данных:



В основном окне панели индицируется список массивов Базы данных (имя массива, номер и момент времени итерации, размер массива и тип массива).

Реализовано три функции доступа к данным.

Функция «View Array» вызывает текстовый редактор, в окне которого индицируются значения элементов указанного массива. Каждое значение предваряется порядковым номером и номером контрольного объема.

Функция «Plot ConVol» вызывает графическую систему (Tecplot), в окне которой строится график изменения по времени указанной величины (давление, температура и т.п.), связанной с указанным контрольным объемом:

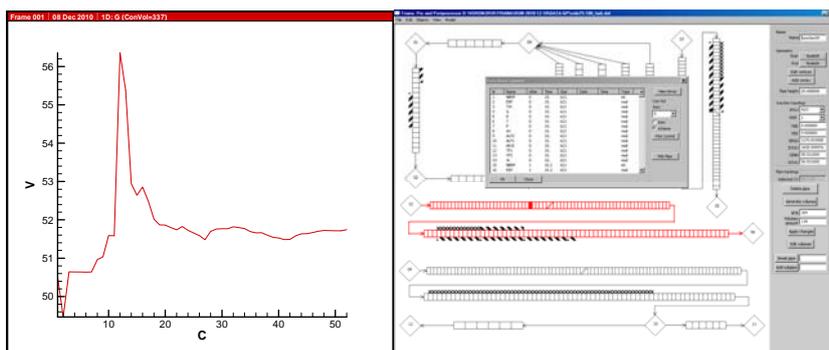
- по оси X откладываются номера итераций,
- по оси Y откладываются значения указанного элемента указанного массива (осуществляется перебор всех массивов с указанным именем, соответствующим последовательным итерациям).

Для выбора элемента массива необходимо указать номер контрольного объема, по которому будет определен элемент массива, соответствующий указанному контрольному объему. Сделать это можно двумя способами:

- выбрать номер контрольного объема в поле «item» на панели диалога «Data Base Content»,
- непосредственно указать интересующий контрольный объем на нодализационной схеме.

Выбор способа осуществляется с помощью переключателя «item» (номер контрольного объема берется из списка) – «scheme» (номер берется из схемы).

На следующем скриншоте представлен второй способ выбора контрольного объема (пользователь щелкнул мышкой по интересующему его элементу схемы и получил график изменения по времени некоего параметра G в данной точке модели):



Функция «Plot Pipe» строит 2D график для всей помеченной трубы - каждая вертикальная колонка графика описывает состояние всей трубы (всех контрольных объемов трубы) в некоторый момент времени. Выполним эту функцию. На экране появится окно графической системы, предьявляющее следующий график:

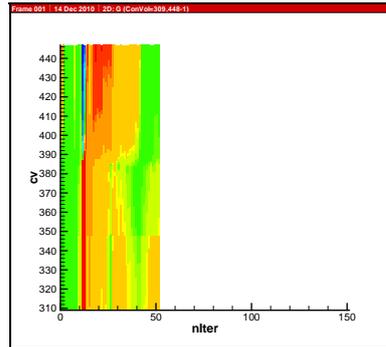


График построен следующим образом:

- по оси X откладываются номера итераций,
- по оси Y откладываются номера контрольных объемов помеченной трубы,
- в каждой позиции (x,y) индицируется значение выбранного массива (в данном случае массива G) для контрольного объема у в момент x.

Иначе говоря, каждая вертикальная колонка описывает состояние всей трубы в некоторый момент времени.

Заключение

В настоящем документе описана часть системного обеспечения теплогидравлического кода TRIANA - система, предназначенная для формирования расчетной модели (Конструктор расчетных моделей).

В препринте приводится общая постановка задачи, описаны функциональные возможности Конструктора, управляющие элементы интерфейса и проиллюстрированные скриншотами типовые сценарии работы пользователя.

Приложение 1. Структура каталога Конструктора

Системный каталог Конструктора должен иметь следующую организацию:

```

CONSTRUCTOR
  fonts
  textures
REPOSITORY
  flu.lst
  gas.lst
  ktip.lst
  liq.lst
TEMP
config.ini
SVBR_Preprocessor.exe
  
```

Каталог **fonts** содержит шрифты, используемые для построения комментариев.

Каталог **textures** содержит текстуры, используемые для рисования тепловых структур.

Каталог **REPOSITORY** содержит файлы, содержащие списки допустимых символьных констант.

Каталог **TEMP** содержит временные файлы, необходимые, в частности, при работе с Базой данных.

Файл **SVBR_Preprocessor.exe** - исполняемый файл Конструктора.

Файл **config.ini** - файл конфигурации Конструктора

В системном каталоге могут возникать временные файлы, используемые при выполнении функций проверки модели и т.п.

Приложение 2. Файла конфигурации config.ini

Этот файл используется для того, чтобы указать местонахождение ресурсов, необходимых для работы Конструктора, а также значения некоторых управляющих параметров. Пример файла **config.ini**:

```

/*=====
/* Расчетный комплекс "TRIANA-6" *
/* Подсистема "PrePostEditor" (версия 1.0) *
/* Компонент: файл конфигурации *
/* Дата модернизации: 09.12.2010 *
/* Организация: Институт прикладной математики им.М.В.Келдыша РАН *
/* Авторы: С.Л.Головков,А.В.Осипов *
/*=====
/* список доступных редакторов
EDITOR wordpad C:\Program Files\Windows NT\Accessories\wordpad.exe
EDITOR winword C:\Program Files\Microsoft Office\Office10\WINWORD.EXE
EDITOR excel C:\Program Files\Microsoft Office\Office10\EXCEL.EXE
/* графические системы
PLOT tecplot C:\Program Files\TEC90\Bin\tecplot.exe
PLOT surfer C:\Program Files\Golden Software\Surfer\Surfer.exe
/* база данных
DB D:/Work/Triana/TrianaDataBase
/* цвет основной
COLOR_MAIN 0 0 0
/* цвет выделенного элемента
COLOR_MARK 255 0 0
/* стартовый номер узла
FIRST_NEM 1
/* количество пропускаемых номеров контрольных объемов
N_BLANK_VOL 4
/* список проверок по умолчанию
CHECK_SYNTAX yes синтаксис значений параметров
CHECK_COUNT yes корректность количеств (связей, узлов etc.)

```

Строки этого файла представляют собой директивы, описывающие расположение различных ресурсов, используемых Конструктором. Строки, начинающиеся литерой «#», считаются комментариями. Допустимы директивы:

- описывающие доступные пользователю редакторы,
- описывающие доступные пользователю графические системы,
- описывающие расположение базы данных кода TRIANA,
- определяющие значения параметров Конструктора.

Приложение 3. Репозиторий

Для того чтобы пользователь мог самостоятельно определять символьные константы, используемые для описания типов жидкостей, газов и т.п., определение этих констант осуществляется с помощью текстовых файлов, расположенных в каталоге REPOSITORY.

В этом каталоге находятся следующие файлы:

flu.lst	- список допустимых имен теплоносителя в линия связи
gas.lst	- список допустимых имен газов
ktip.lst	- список допустимых типов узлов расчетной сетки
liq.lst	- список допустимых имен жидкости в узлах

Каждый из этих файлов представляет собой перечень допустимых символьных констант, за каждой из которых через пробелы или табуляции могут следовать комментарии. Пустые строки и строки, начинающиеся литерой #, игнорируются.

Пример файла (ktip.lst):

список допустимых типов узлов расчетной сетки
CONS узел с постоянными параметрами
PLEN коллектор
PRS компенсатор объема
BNDR граничный контрольный объем
UNCN резервное наименование

Приложение 4. Проверки и сообщения об ошибках

Фатальные ошибки

- **Проверка значения параметра NEM (число узлов схемы)**

Сообщение:

Параметр NEM отсутствует или равен нулю

- **Проверка значения параметра CIRC (число связей схемы)**

Сообщение:

Параметр CIRC отсутствует или равен нулю
--

Корректируемые ошибки

▪ Проверка допустимости имени параметра

Если в dat-файле встречается неизвестный параметр, выдается следующее сообщение:

Неизвестное имя параметра <имя>

Такой параметр пропускается.

▪ Проверка длины векторов, содержащих значения параметров узлов схемы

Проверяется длина векторов KТИР, KЛИQ, KGAS, V0, SS2, GSB, АКG, ESSL, ESSG, СИW, СИG, АМG, АМW, PГ. В случае несовпадения длины вектора со значением параметра NEM выдается следующее сообщение:

Некорректность: NEM=<число>, а длина вектора <имя>=<число>
--

Коррекция заключается в следующем:

- если длина вектора больше NEM, то используются только первые NEM значений вектора;
- если длина вектора меньше NEM, то недостающие элементы вектора заполняются пустыми значениями (нулями или пустыми строками).

▪ Проверка длины векторов, содержащих значения параметров связей

Проверяется длина векторов KFLU, NTB, NTE, NFST, NSND, NGR, PBE, PEE, EBGG, EOOU, GINN, GOOU. В случае несовпадения длины вектора со значением параметра CIRC выдается следующее сообщение:

Некорректность: CIRC=<число>, а длина вектора <имя>=<число>

Коррекция заключается в следующем:

- если длина вектора больше CIRC, то используются только первые CIRC значений вектора;
- если длина вектора меньше CIRC, то недостающие элементы вектора заполняются пустыми значениями (нулями или пустыми строками).

▪ Проверка допустимости символьных констант

Проверяются значения символьных констант, используемых в качестве значений векторов KТИР, KЛИQ. В случае отсутствия константы в соответствующем файле репозитория (см. Приложение 1) выдаются следующие сообщения:

Неизвестный тип узла (параметр KТИР). Указан тип узла <строка> Неизвестный тип жидкости в узле (параметр KЛИQ). Указан тип жидкости <строка>

▪ **Проверка определения параметров, описывающих тепловую структуру**

Для каждого описания тепловой структуры проверяется наличие полного комплекта параметров. В случае отсутствия некоторого параметра выдается следующее сообщение:

Параметр <имя> не определен (в тепловой структуре номер <номер>)

▪ **Проверка корректность векторов, описывающих тепловую структуру**

Для каждого описания тепловой структуры проверяется корректность длины векторов параметров. Проверяется длина векторов:

длина(DZ)	= NH + 2	
длина(MATE)	= NH + 2	
длина(QWZ)	= NH + 2	
длина(ALFA)	= NH + 3	(если задан параметр NBGT)
длина(ALFI)	= NH + 3	(если задан параметр NBGI)
длина(TWAT)	= NH + 3	
длина(TLIN)	= NH + 3	
длина(DR)	= NSLO + 1	
длина(VEL)	= NSLO + 1	
длина(QWR)	= NSLO + 1	
длина(ZON)	= NSLO + 1	

Длины векторов ZON проверяются только для тех, которые были определены (прочитаны из dat-файла). В случае некорректности длины вектора выдается, например, следующее сообщение:

Некорректность: NH=12, а длина вектора TWAT=13 (в тепловой структуре номер 2)

Коррекция заключается в следующем:

- если длина вектора больше требуемого, то используются только первые требуемые значений вектора;
- если длина вектора меньше требуемого, то недостающие элементы вектора заполняются пустыми значениями (нулями или пустыми строками).

▪ **Проверка корректности параметра NBGI**

Если DR(1) = 0, то NBGI должен равняться нулю. Если это не так, то выдается следующее сообщение:

Некорректность: DR(1)= 0, а NBGI либо отсутствует, либо не равно 0 (в тепловой структуре номер <номер>)

Содержание

Введение.....	3
1. Запуск системы.....	4
2. Основные операции построения схемы.....	5
2.1. Построение узлов.....	5
2.2. Построение связей.....	6
2.3. Изменение схемы (узлы, точки излома и линии связи).....	7
2.4. Построение контрольных объемов.....	8
2.5. Изменение схемы (разбиение трубы, вставка узлов, удаление).....	11
2.5.1. Разбиение трубы.....	11
2.5.2. Вставка нового узла.....	11
2.5.3. Удаление трубы.....	12
2.5.4. Добавление нового фрагмента трубы.....	12
2.5.5. Удаление элемента схемы.....	12
2.6. Параметры контрольных объемов.....	13
2.7. Копирование и вставка элементов схемы.....	14
2.8. Построение тепловых структур.....	15
2.8.1. Вертикальная модель.....	15
2.8.2. Радиальная модель.....	17
2.9. «Множественные» узлы.....	18
2.9.1. Построение «множественных» узлов.....	18
2.9.2. Построение связей между «множественными» узлами.....	19
2.9.3. Присоединение узла к «множественному» узлу.....	20
2.10. Комментирование схемы.....	22
2.11. Удаление объектов.....	22
2.12. Поиск объектов по их имени.....	22
2.13. Общие и вспомогательные параметры.....	22
2.14. Проверка параметров.....	23
3. Чтение dat-файла.....	23
4. Сохранение схемы.....	24
5. Управление сценой.....	25
6. Доступ к базе данных.....	25
Заключение.....	27
Приложение 1. Структура каталога Конструктора.....	27
Приложение 2. Файла конфигурации config.ini.....	28
Приложение 3. Репозиторий.....	29
Приложение 4. Проверки и сообщения об ошибках.....	29