

УДК 683.1

ПРОГРАММА РАСЧЕТА ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОЛЬНОГО ДВУМЕРНОГО ОБЪЕКТА

Козодой Р.А., Затонский А.В.

*Березниковский филиал Пермского государственного технического
университета*

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

Создана программа расчета нестационарного теплового состояния двумерного объекта с произвольными граничными условиями. Реализована наглядная визуализация процесса.

На кафедре автоматизации технологических процессов Березниковского филиала Пермского ГТУ ведутся работы по созданию универсальной программы для расчёта тепловых, диффузионных, гидравлических и химических процессов в произвольной области. Важность моделирования этих процессов очевидна для многих практических задач. Они являются определяющими при обогреве и кондиционировании зданий. В основные установки металлургической и химической промышленности входят такие элементы, как топки, теплообменники, конденсаторы и реакторы, в которых имеют место течения жидкостей и газов и теплообмен.

Из перечисленных задач самыми простыми являются тепловая и диффузионная, т.к. они описываются не системой, а одним дифференциальным уравнением в

частных производных. Поэтому на первом этапе разрабатывается возможность решения программой двумерной нестационарной тепловой задачи, которая сводится к решению дифференциального уравнения в частных производных. Уравнение в частных производных требует задания не только начальных, но и граничных условий. Для этого необходим удобный графический интерфейс, т.к. непосредственное задание их в программе ненаглядно, трудоёмко и ведёт к возможным ошибкам. Изображая объект исследования графически, можно наглядно задать граничные условия как характеристики границ объекта.

При помощи программы создаётся двумерный (плоский) объект в декартовых координатах (рис. 1):

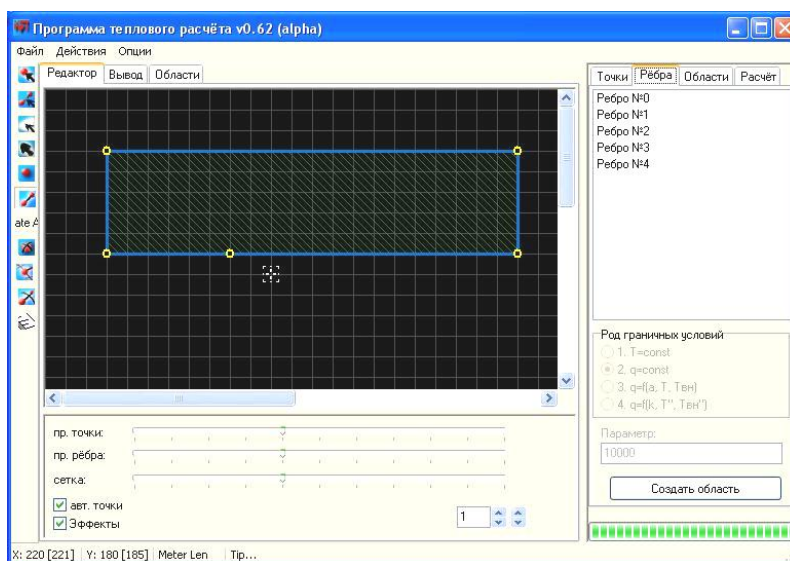


Рис. 1. Конструирование объекта

Строение объекта

Объект составляется из рёбер, ограничивающих расчётные области. Каждое ребро в свою очередь задаётся двумя точками.

Точки

Характеризуются только расположением, которое удобно задаётся в графическом режиме указанием мышкой нужной точки на плоскости. Для повышения точности указания координат, в области редактора существует настраиваемая вспомогательная «сетка привязки» для указателя.

Ребра

Описываются двумя точками, которые выбираются также графически. На местах пересечения рёбер будет создана новая точка, а пересекающиеся рёбра разделятся. Каждое ребро имеет настраиваемые тепловые параметры: род граничных условий и соответствующий роду параметр, например, для граничных условий первого рода это температура. Параметры можно задать только внешним рёбрам объекта, т.к. внутренние рёбра (разделяющие расчётные области) не могут задавать граничных условий. На рис.2 изображен объект, у которого выделено ребро, на панели справа доступны для редактирования его параметры.

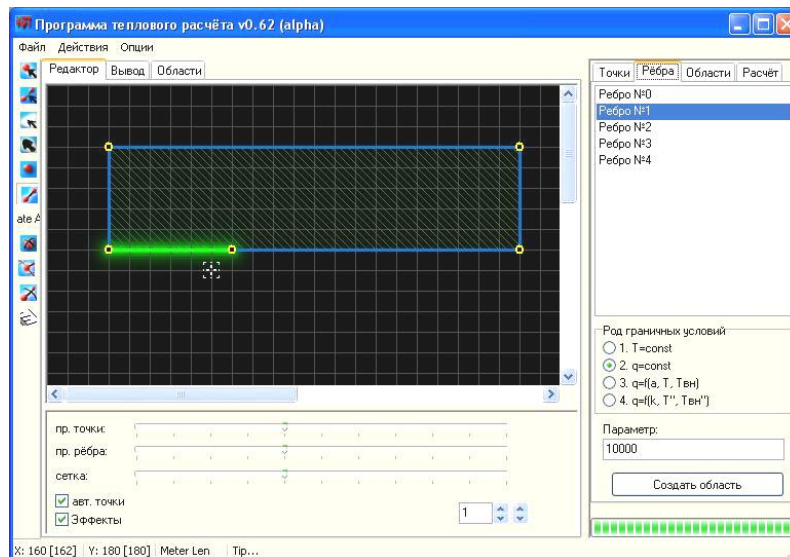


Рис. 2. Задание свойств ребра

Области

Создаются путём объединения нескольких рёбер, образующих простую замкнутую цепь. Каждая область имеет следующие параметры: температура, плотность, теплопроводность и теплоёмкость. На рисунке изображена область и рёбра, входящие в неё. На панели справа её параметры.

Расчёт по модели

Параметры расчёта задаются на соответствующей панели управления. Для проведения расчёта необходимо покрыть объект расчётной сеткой. Задаётся необходимый шаг сетки, далее после нажатия

кнопки «создать сетку» в течение примерно секунды объект покрывается расчётной сеткой. Можно, если необходимо, указать температуру окружающей среды. В ходе процесса моделирования (либо предварительно) можно изменить шаг времени Δt (модельное время одной итерации). Изменение температурного поля в объекте изображается в окне графического вывода. В любой момент можно навести указателем на интересующую точку объекта, и получить информацию о состоянии объекта в этой точке. На рисунке 4 изображено тепловое поле объекта. Около курсора над объектом отображается некоторая инфор-

мация о точке расчётной сетки, на которую указывает пользователь. Изображать точки расчётной сетки можно несколькими способами (напр. рис. 4 и рис. 5).

При желании можно увеличить приоритет программы для ускорения процесса.

Сохранение в файл

Созданный объект можно сохранить в файл, чтобы продолжить работу при следующем запуске программы. Файл построен таким образом, чтобы и старые

версии программы могли работать с файлами, созданными более поздними версиями. Это достигается путём разбивки информации в файле на мелкие блоки данных. Программа из них выбирает только те, с которыми она умеет работать. Таким образом достигается обратная совместимость, что очень важно при обновлении программы.

Получаемое в процессе моделирования изображение можно в любой момент сохранить в BMP файл.

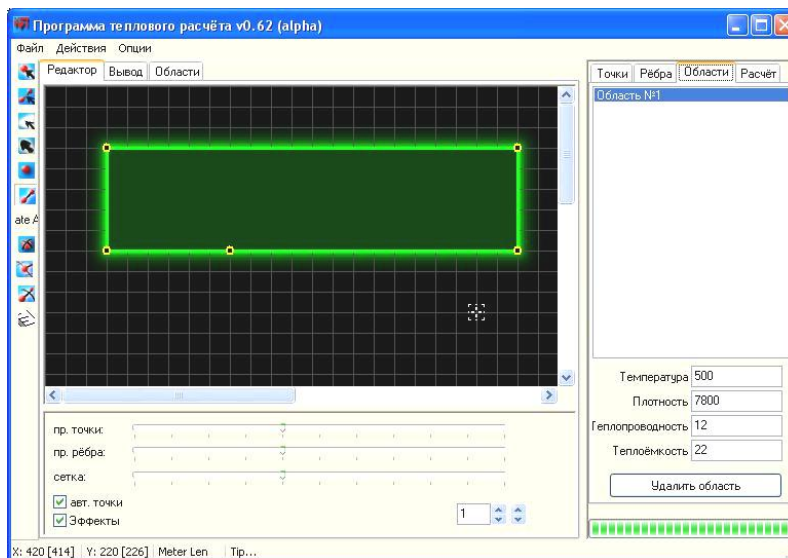


Рис. 3. Задание свойств области

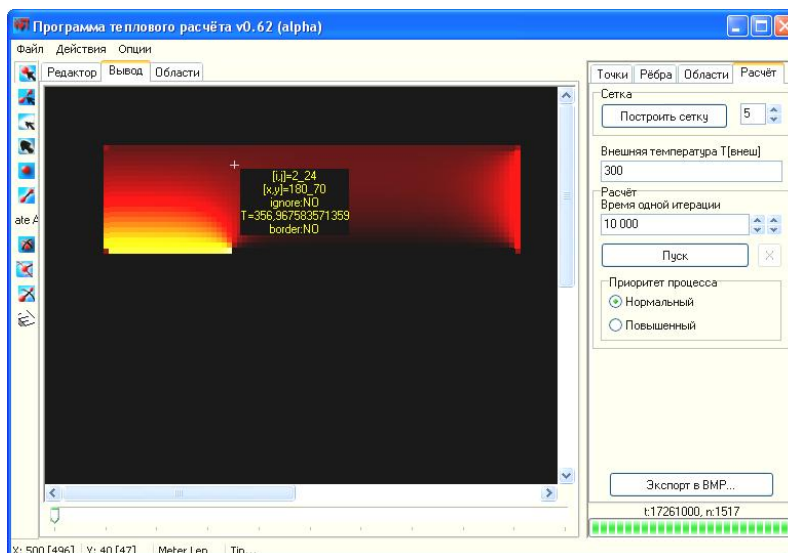


Рис. 4. Пример вывода результата в непрерывной области

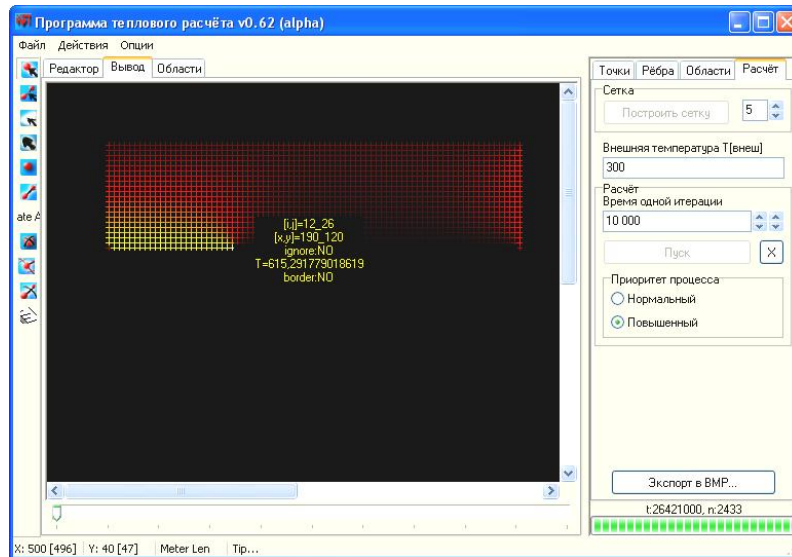


Рис. 5. Пример вывода результата с сохранением сетки

Каждой модели можно сопоставить некоторую текстовую информацию, которая (если задать) будет выводиться в виде сообщения при открытии файла. Также можно задать ряд произвольных полей, которые могут содержать дополнительную информацию о модели. В дальнейшем данные о ходе процесса моделирования будут сохраняться в таблицу базы данных для последующего анализа. Также планируется экспорт и импорт модели в/из популярные форматы файлов сторонних производителей для интеграции с другими приложениями.

Интерфейс и некоторые дополнительные сведения

Функции программы позволяют выбрать любой элемент объекта, как из соответствующего списка, так и путём указания мышкой непосредственно из окна редактора. Для облегчения доступа к основным функциям имеется главное меню. Некоторые команды вынесены на панель управления слева от редактора, большинство из них имеют «горячие клавиши», либо активируются нажатием различных кнопок мыши. Все операции можно выполнять, пользуясь только мышью и клавиатурой, сводя к минимуму обращение к различным меню. Таким образом увидеть «бегущее тепло» можно уже через 15 сек после запуска программы.

Масштаб модели очень просто изменяется, а интересующие размеры можно

очень просто измерить с помощью инструмента «линейка» интуитивно понятным способом.

Процесс моделирования происходит «на глазах» пользователя, что очень наглядно.

Цветовая гамма редактора полностью настраивается, а подписи элементов управления берутся из специального текстового файла, что даёт возможность настройки программы на свой вкус. Визуальные эффекты редактора могут быть отключены для ускорения отображения модели. Об ошибках в строении модели программа сообщает пользователю и предоставляет средства для их решения.

Включена поддержка стилей Windows XP, что делает интерфейс более привычным.

Имеется специальный «отладочный» режим работы программы, в котором отображаются основные операции программы во время выполнения различных алгоритмов. Это полезно для изучения программы с технической точки зрения, а так же для нахождения и исправления возможных ошибок.

Программа использует динамическое распределение памяти и различные методы оптимизации на всех этапах выполнения, что позволяет более экономно расходовать ресурсы компьютера и пользоваться программой на компьютерах с устаревшей конфигурацией.

Вывод

Создаётся программа, позволяющая наглядно задавать расчётные области и граничные условия для двумерного стационарного объекта.

Перспективы

В дальнейшем предполагается реализовать возможность создания объектов в цилиндрической и сферической системах координат и применение методов дискретизации решения уравнений в частных производных. Также будут реализованы явные и неявные методы решения дискретных аналогов, которые позволяют производить численное моделирование теплового состояния произвольных объектов. Обязательно будет реализован механизм «контрольных точек», который будет фиксировать состояние объекта в базе данных. Это позволит использовать методы статистики для возможной оптимизации.

В программу будут включены средства, позволяющие извлекать из процесса

моделирования и обрабатывать максимум полезной информации, чтобы расширить область применения.

Такая программа может быть использована при выполнении научных работ в области теплообмена и в учебном процессе для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Моделирование», «Теплотехника», «Вычислительная математика» и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Козодой Р.А., Затонский А.В. Интерфейс программы расчета теплового состояния объекта // Молодежная наука Верхнекамья: материалы 2 региональной конференции.– Березники, БФ ПГТУ, 2005.– С. 81-83.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование.– М.: Физматлит, 2002.– 320 с.
3. Фленов М. Е. Библия Delphi. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2005. – 880 с.

**PROGRAM OF NUMERICAL CALCULATION OF ARBITRARY
TWO-DIMENSIONAL OBJECT**

Kozodoy R.A., Zatonsky A.V.

Bereznikov branch of Perm State Technical University

Program of numerical calculation of arbitrary two-dimensional object is designed to use in educational process deal with disciplines such as thermodynamics, thermotechnics etc.