

Секция «Высокопроизводительные вычисления и математическое моделирование»

АЛГОРИТМЫ РЕДАКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ В КОНЕЧНО-ОБЪЁМНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ В ПРЕПОСТПРОЦЕССОРЕ ЛОГОС ПРЕПОСТ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ НАЧАЛЬНЫХ ДАННЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПЕРЕНОСА

Завадская Александра Николаевна

Сотрудник

Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, Россия

E-mail: aleksandra.tsvetkova@yandex.ru

Моделирование процессов теплопереноса лежит в основе решения широкого круга прикладных задач. В ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» разрабатывается отечественный многофункциональный пакет программ инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования «Логос» [1]. Одним из программных модулей пакета программ «Логос» является «Логос Препост» [2], предназначенный для подготовки, запуска и анализа результатов инженерных расчетов. Модуль «Логос Тепло» [3], входящий в состав пакета программ «Логос», позволяет решать задачи теплопереноса с учетом разнообразных сопутствующих процессов.

Имитационное моделирование процессов теплопереноса в пакете программ «Логос» начинается с этапа подготовки начальных данных. Основной задачей данного этапа является построение сеточной модели расчетной области. Для выполнения данной задачи применяются автоматические, полуавтоматические и прямые методы генерации сеточных моделей.

В исходном коде препостпроцессора «Логос Препост» для хранения и редактирования расчетных сеток используется библиотека `lppMesh`, разработанная в ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и позволяющая работать с расчетной сеткой как в конечно-объемном, так и в конечно-элементном представлении. Ранее разработанные алгоритмы редактирования и анализа расчетной сетки были реализованы исключительно для конечно-элементного представления. В связи с расширением пакета программ «Логос» и появлением новых методик, используемых конечно-объемное представление сетки, возникла необходимость во внедрении в препостпроцессор алгоритмов редактирования и анализа расчетных сеток с поддержкой произвольных многоугольников, и многогранников. Операции редактирования и анализа, реализованные для конечно-элементных методик, эффективны для сеточных моделей, состоящих из тетраэдров и гексаэдров. Однако, для подготовки многогранных сеточных моделей данные методики не подходят. Следовательно, средства подготовки начальных данных для многогранных сеток в пакете программ «Логос» для модели «Логос Тепло» – ограничены: пользователю доступен импорт и экспорт готовых сеточных моделей, задание параметров математической модели, а также визуализация результатов расчета. Инструменты прямой генерации, редактирования и анализа сеток в конечно-объемном представлении в препостпроцессоре «Логос Препост» для модели «Логос Тепло» – отсутствуют.

На практике это приводит к необходимости формировать расчетные сетки в стороннем программном обеспечении. В частности, для построения расчетных сеток в автоматическом режиме можно использовать генераторы препроцессора «Логос Аэро-Гидро» [4, 5], позволяющие экспортировать результирующую сеточную модель в конечно-объемном представлении. Такой подход не только удлиняет цикл подготовки данных, но и допускает появление ошибок при трансляции моделей между программными средствами. Дефекты

сеточных моделей затруднительно обнаружить до запуска расчёта без поддержки инструментов анализа качества для сеток в конечно-объёмном представлении. Задачи теплопереноса, как правило, требуют значительных вычислительных ресурсов и расчётного времени на суперкомпьютерах. Выявление неприемлемого качества сетки уже после завершения счёта означает не только потерю машинного времени, но и необходимость повторения всего цикла – генерации, экспорта, импорта, задания параметров математической модели и повторного расчёта.

Цель данной работы состояла в том, чтобы реализовать в препостпроцессоре «Логос Препост» операции редактирования и анализа качества для работы с сетками в конечно-объёмном представлении, реализованном в библиотеке lppMesh, с поддержкой многоугольных и многогранных ячеек, учитывая концепцию программного средства «универсальная модель».

В докладе будут представлены особенности реализации ключевых алгоритмов редактирования сеточной модели в конечно-объёмном представлении, продемонстрирован графический пользовательский интерфейс операции анализа качества сетки и приведены примеры подготовки многогранных сеток для задач теплопереноса в препостпроцессоре «Логос Препост» для модели «Логос Тепло».

В результате в препостпроцессоре «Логос Препост» реализовано 25 алгоритмов для прямой генерации и редактирования сеточной модели [6] и 16 специализированных критериев анализа для конечно-объёмного представления, реализованного в библиотеке lppMesh, для подготовки начальных данных задач теплопереноса. Разработанный инструментарий позволяет сократить временные затраты и повысить надёжность высокопроизводительных расчётов.

Источники и литература

- 1) 1. ЛОГОС: Пакет программ инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://logos-support.ru/logos>
- 2) 2. Логос-Препост [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://logos-support.ru/logos/prepost>.
- 3) 3. Логос Тепло [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://logos-support.ru/logos/heat>.
- 4) 4. Смолкина Д.Н., Борисенко О.Н., Черенкова М.В., Гиниятуллина А.Г., Кузьменко М.В., Чухманов Н.В, Потехина Е.В., Попова Н.В., Турусов М.Р. Автоматический генератор неструктурированных многогранных сеток в препроцессоре пакета программ ЛОГОС // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов. 2018. Вып. 2. с. 25-39.
- 5) 5. Попова Н.В., Борисенко О.Н., Корнеева И.И., Чухманов Н.В., Потехина Е.В., Лазарев В.В., Гиниятуллина А.Г. Автоматический генератор неструктурированных тетраэдральных сеток с призматическими слоями в препроцессоре пакета программ Логос // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов. 2020. Вып. 1. с. 43-57.
- 6) 6. Разработка и реализация алгоритмов прямой генерации расчётных сеток в конечно-объёмном представлении в препостпроцессоре Логос Препост: магистерская диссертация – Саров: СарФТИ НИЯУ МИФИ. Цветкова А.Н. 101 с.