

Исследование различных приближений при моделировании задач переноса теплового излучения

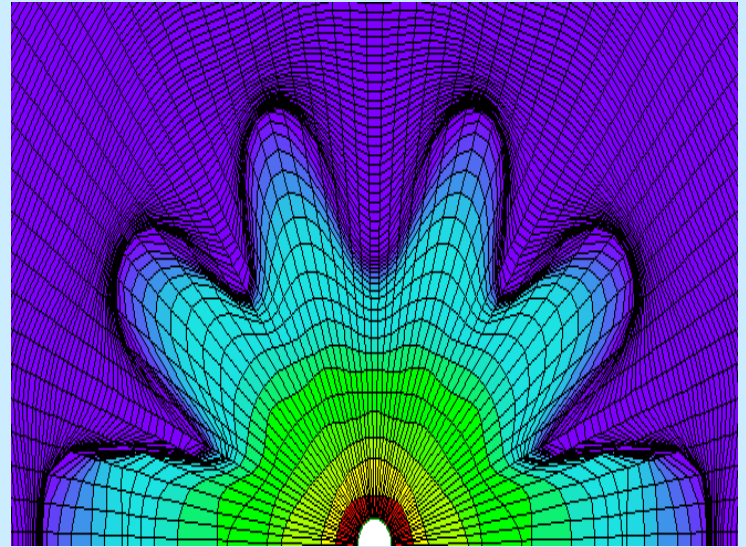
Вершинская А.С., Грабовенская С.А., Завьялов В.В., Кошутин Д.А.,
Уракова А.В., Чубарешко И.С., Шестаков А.А.

Приближения уравнения переноса теплового излучения

1. **Кинетическая модель для фотонов (уравнение Больцмана, 1872)**
2. **Квазидиффузионное приближение Гольдина В.Я., 1964 (приближение Эддингтона, 1916)**
3. **P_n -приближение (метод сферических гармоник, Джинс, 1917, P_1 -приближение Маршака, 1958)**
4. **Диффузионное приближение (приближение Фика, 1947)**
5. **Трехтемпературное приближение**
6. **Приближение лучистой теплопроводности (приближение Росселанда, 1930)**
7. **Приближение 'вперед-назад' (приближение Шустера-Шварцшильда, 1905)**
8. **Метод моментов Крука, 1955**
9. **SP_n -приближение Гелбарда, 1961**
10. **$P_{1/3}$ -приближение Олсона, 1960**
11. **M_1 -приближение Минербо, 1978**
12. **Квазиспектральные приближения (Немчинов И.В., 1970)**
13. **Псевдодиффузионное приближение Долголевой Г.В., 1983**
14. **Квазикинетическое приближение Козманова М.Ю., 2010 (КП)**
15. **Квазикинетическое приближение Карлыханова Н.Г., 2010 (с учетом КД коэффициентов)**

Основные проблемы при решении УПИ в кинетической постановке

1. *Большая размерность системы (в трехмерной геометрии решается семимерная задача, 1D – 4 переменные, 2D – 6 переменных, 3D – 7 переменных).*
2. *Невозможно построение линейной монотонной разностной схемы порядка аппроксимации ≥ 2 (теорема Годунова).*
3. *Лучевой эффект (возникновение нефизичных осцилляций).*
4. *Существенная нелинейность системы УПИ (затрудняет создание эффективных методов решения УПИ).*



Искажение разностной сетки из-за лучевого эффекта при решении УПИ с газодинамикой в сферически-симметричной задаче

Обоснование необходимости использования методик решения УПИ в различных приближениях

- *Возможность построения монотонных разностных схем не ниже 2 порядка аппроксимации*
- *Возможность устранения или уменьшения лучевого эффекта*
- *Создание разнообразных эффективных методов решения нелинейной системы разностных уравнений (использование более простых методов ускорения итераций для приближенного решения задачи)*
- *Использование различных приближений приводит к уменьшению времени счета задач (из-за уменьшения размерности системы, возможности создания разнообразных эффективных методов в более простых приближениях)*

Основные вопросы, рассмотренные в докладе

1. Можно ли получить решение в ЛТП, Д, Р1, Р1/3, КД, КП приближениях, совпадающее с решением кинетического уравнения? Можно. В оптически плотных средах это следует из асимптотического анализа. В оптически прозрачных средах - только в КД и КП приближениях при условиях выполнения теоремы эквивалентности.
2. В ЛТП, Д, Р1, Р1/3 приближениях приходится вводить ограничения тепловых потоков. КД и КП приближения полностью снимают проблему выбора ограничений тепловых потоков.
3. Лучевой эффект отсутствует в ЛТП, Д, Р1, Р1/3 приближениях, но проявляется в КД приближении через коэффициент D , а в КП приближении - через коэффициент m .