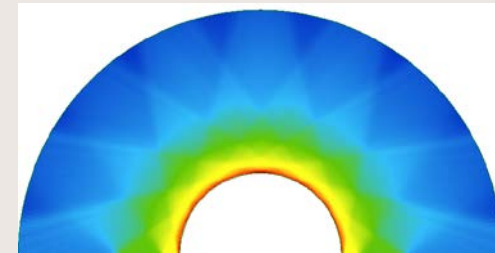


# Численные эффекты при моделировании переноса теплового излучения



Шестаков А.А., РФЯЦ-ВНИИТФ

При численном моделировании уравнений математической физики возникают эффекты, не связанные с физикой описываемых процессов и мешающие правильному пониманию этих явлений. Самыми распространенными среди них являются **сеточные эффекты**, связанные с дискретизацией рассматриваемого пространства разностной сеткой.

**Особенно сложно** разбираться с сеточными эффектами в численных методах **переноса теплового излучения**, т.к. при численном моделировании этого процесса наблюдается **наибольшее количество** их проявлений. Это связано с тем, что дискретизация уравнения переноса проводится по семи переменным. При этом данные задачи отличаются существенной нелинейностью всех переменных величин.

## К численным эффектам при разностном моделировании УПИ в различных приближениях можно отнести:

1. **лучевой эффект**, который возникает в кинетическом приближении при аппроксимации уравнения переноса  $DS_n$ -методом в многомерных геометриях из-за ротационной неинвариантности этого метода;
2. **волновой эффект**, который возникает в методе сферических гармоник из-за волновой природы решения гиперболических уравнений;
3. **колебательный эффект**, который возникает в кинетическом приближении для плотности излучения при численном интегрировании интенсивности по направлениям;
4. **эффект неравномерной сетки**, который приводит к немонотонности по пространству;
5. **эффект сферической неинвариантности**, который возникает из-за неинвариантной аппроксимации разностных операторов дивергенции и градиента в многомерных геометриях;
6. **шахматный эффект**, который возникает на квадратных и кубических сетках в градиентных схемах;
7. **осевой эффект**, который возникает из-за ухудшения аппроксимации в осесимметричных задачах около оси;
8. **эффект немонотонности потока в центрах**, который проявляется в отличиях потоков в узлах и центрах разностных ячеек при монотонном поведении остальных функций;
9. **шаговый эффект**, который возникает при использовании явной аппроксимации коэффициента поглощения и теплопроводности в неявных схемах из-за ограничения на шаг по времени;
10. **эффект гибридных схем**, который возникает при переключении с одной схемы на другую;
11. **итерационный эффект**, который возникает при не сходимости итерационных процессов.