

ДВА ВАРИАНТА ЭКОНОМИЧНОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА В R-Z ГЕОМЕТРИИ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХОДА К ПЕРЕМЕННЫМ ВЛАДИМИРОВА

Аристова Е. Н., Байдин Д. Ф., Гольдин В. Я.

(Россия, Москва)

В работе предложен экономичный метод решения стационарного уравнения переноса, которое в r-z-геометрии можно записать в переменных Владимирова [1]. Классический вариант метода Владимирова жестко связывает пространственную и угловую сетки. Независимое построение угловой сетки позволяет явно разрешить структуру возникающих в задаче логарифмических разрывов решения. Предложены два варианта метода: характеристический и консервативно-характеристический, проведено их сравнение. Показано, что даже для грубой сетки консервативно-характеристический метод позволяет строить решение большой точности, особенно для элементов тензора квазидиффузии.

Постановка задачи. Применение метода квазидиффузии [2] в задачах с переносом света или нейтронов позволяет решать уравнение переноса в стационарном или λ -приближении, оставляя корректный учет нестационарности на долю уравнений квазидиффузии, которые являются точными следствиями групповых уравнений переноса при усреднении по углам, затем энергиям. Стационарное уравнение переноса в физических r-z координатах в стандартных обозначениях имеет вид:

$$\Omega_z \frac{\partial \Phi}{\partial z} + \Omega_r \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \Omega_\varphi \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} + \alpha \Phi = Q, \quad (1)$$

$$\Omega_z = \cos \theta, \Omega_r = \sin \theta \cos \varphi, \Omega_\varphi = -\sin \theta \sin \varphi, \theta \in [0, \pi], \varphi \in [0, 2\pi].$$

Введение пространственной сетки в плоскости r - z приводит к конусоподобному разбиению трехмерной расчетной области r - z - φ со сложным взаимным расположением прямых характеристик и изогнутых граней ячейки, что приводит к проблеме порядка расчета ячеек характеристического метода.

Переход к переменным Владимирова [1] позволяет переписать уравнение (1) в виде, содержащем только две пространственные производные:

$$\cos \theta \frac{\partial \Phi}{\partial z} + \sin \theta \frac{\partial \Phi}{\partial s} + \alpha \Phi = Q, \quad (2)$$

где s — проекция характеристики в плоскости, перпендикулярной оси z .

Связь r , φ с переменными s , h осуществляется по формулам

$$\begin{cases} s = r \cos \varphi \\ h = r \sin \varphi \end{cases} \text{ или } \begin{cases} r = \sqrt{s^2 + h^2} \\ \varphi = \arctg(h/s) + \pi(1 - \text{sign}(s))/2 \end{cases} \quad (3)$$

и соответствует замене переменных вида [1, 3]

$$\Phi(z, r, \varphi, \theta) = \Phi(z, h, s, \theta). \quad (4)$$

В классическом варианте метода Владимирова угловая сетка по углу φ для каждого заданного радиуса определяется набором касательных плоскостей к цилиндрам $r = \text{const}$ для меньших радиусов. Это имеет несколько следствий.

Во-первых, если пространственная сетка очень подробна, то угловая сетка на внешних радиусах еще в два раза подробнее, причем максимум подробностей приходится на границы интервала по φ и минимум — на середину. Это явно избыточно.

Второе из следствий касается поведения решения при наличии нескольких зон, отличающихся либо коэффициентом поглощения α , либо источником Q . Известно, что в этом случае реше-

ние обладает логарифмическим разрывом [4], который возникает из-за различного поведения решения на двух близких характеристиках, одна из которых касается внутренней зоны с другими параметрами, а другая проходит по этой зоне. Даже при большой пространственной близости таких характеристик отрезок характеристики внутри зоны с другими параметрами оказывается значительным, отличие двух геометрически близких значений решения быстро растет (рис. 1).

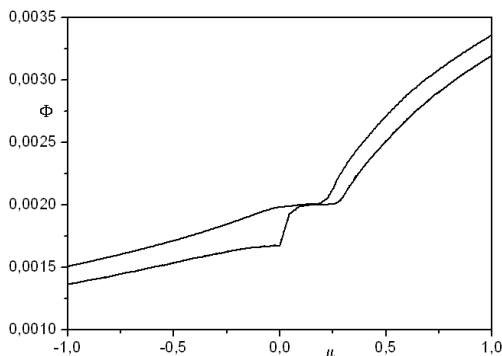


Рис. 1. Зависимость функции распределения от $\mu = \cos \varphi$ для двух соседних радиусов расчетной сетки в задаче нахождения критических параметров реактора. Расчет выполнен по характеристической методике

Угловая дискретизация. В настоящей работе предлагается *совместить* уравнение, записанное в виде (2), с *отсутствием* замены переменных вида (4). Сделаем еще два замечания. Азимутальный угол θ входит в уравнение (2) как параметр, поэтому для различных θ решение может находиться независимо. В методе квазидиффузии от решения уравнения переноса требуются только интегральные вклады в дробно-линейные функционалы от функции распределения [3]. Уравнение, записанное в виде (2), позволяет интерпретировать переменную z как новую переменную времени с той оговоркой, что при $\cos \theta > 0$ характеристика направлена снизу вверх, т.е. время z возрастает, а при $\cos \theta < 0$ на-

правление характеристики сверху вниз, z убывает. С учетом этих оговорок функция распределения рассматривается как функция всего двух аргументов $\Phi^j(r_i, \varphi_{k(i)})$, а уравнение (2) как уравнение вдоль *отрезка характеристики*, лежащего внутри коаксиальных цилиндров r_i и r_{i+1} и между плоскостями $z=z_j$ и $z=z_{j\pm 1}$. Это позволяет на каждом радиусе ввести сетку по углу φ свою, например равномерную по $\mu = \cos \varphi$, и ввести сдвигивание характеристик на границах контактных разрывов внутрь.

Платой за свободу выбора угловой сетки является необходимость определения функции распределения на предыдущем радиусе в точках по углу, где функция не определена. Порядок обхода расчетной области показан на рис. 2.

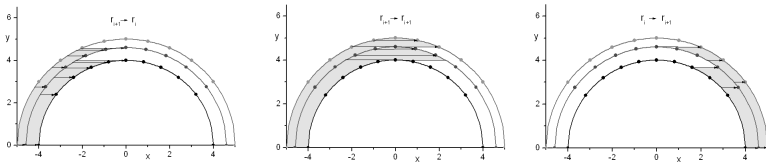


Рис. 2. Порядок расчета функции распределения в расчетных узлах сетки для заданного значения z . Сначала рассчитывается входящее излучение при уменьшающихся радиусах (а) и при сохранении радиуса (по «шапочке») (б), после при увеличивающихся радиусах (в)

Для определения функции на предыдущем радиусе используется независимая интерполяция для положительных и отрицательных μ . Применялся гибридный естественного сплайна второго порядка [5] и линейной интерполяции для монотонизации решения, поскольку монотонность существенна при вычислении дробно-линейных функционалов решения. Кроме того, линейная интерполяция использовалась на логарифмических разрывах.

Характеристический и консервативно-характеристический методы решения. Следующей задачей является нахождение решения в прямоугольной ячейке плоскости s - z для отрезка

характеристики между двумя цилиндрами r_i и r_{i+1} и плоскостями $z = z_j$ и $z = z_{j\pm 1}$. Для удобства положим, что характеристика направлена снизу вверх, второй случай рассматривается аналогично.

I. *Характеристический метод* решения [6, 7] заключается в том, что по значению функции в точках 1, 2, 3 (рис. 3) нужно определить значение в точке пересечения характеристики с границей расчетной ячейки Φ_4^* , после чего значение в точке 4 определяется интегрированием вдоль отрезка этой характеристики. Чтобы обеспечить второй порядок точности, нужно знать снесенное по характеристике назад значение Φ_1^* , построить квадратичную интерполяцию по значениям Φ_1^*, Φ_2, Φ_3 и по ней определить значение Φ_4^* . Решение в узле 4 находится по формуле:

$$\Phi_4 = \Phi_4^* \exp(-\alpha dl) + Q / \alpha (1 - \exp(-\alpha dl)), \quad (5)$$

где dl — длина отрезка характеристики внутри ячейки.

В [7] было показано, что второй порядок аппроксимации может быть достигнут только в том случае, если значение Φ_1^* находится решением *обратной задачи переноса* (5) с параметрами α и Q , приписываемыми рассматриваемой ячейке:

$$\Phi_1^* = \Phi_1 \exp(\alpha dl) - Q / \alpha (\exp(\alpha dl) - 1). \quad (6)$$

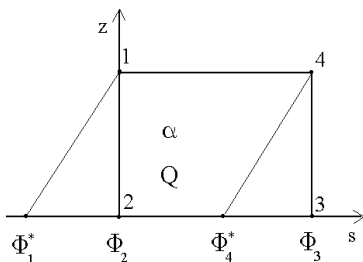


Рис. 3. Расчет функции распределения в характеристическом методе

Такая процедура *не обеспечивает* положительность Φ_1^* , поэтому если условие положительности не выполнено, то полагается $\Phi_1^* = \Phi_1$, что соответствует $\alpha = 0$ и $Q = 0$ для левой ячейки.

Выбор аппроксимации на нижней стороне ячейки параболой рождает проблему, связанную с выпуклостью функции. Поясним это на примере. Пусть цилиндр однороден, так что решение внутри практически одномерно и зависит только от координаты r , снаружи на цилиндр ничего не падает. Рассмотрим ячейку, примыкающую к внешней границе. Тогда значения $\Phi_1^* = 0$, $\Phi_2 = 0$, $\Phi_3 > 0$ порождают параболу, ветви которой направлены вверх, а выпукла она вниз. Точное решение в соответствии с (5) в этом случае обладает *обратной* выпуклостью вверх.

II. *Консервативно-характеристический метод* решения заключается в восстановлении функции распределения на освещенных гранях (1–2, 2–3, рис. 4) по заданным значениям в узловых точках и интегралу от функции распределения по грани аналогично [8]. Этим формируется правильная выпуклость аппроксимирующей функции, что важно на логарифмических разрывах. Значение Φ_5 используется, как в чисто характеристическом методе для нахождения Φ_4 . Основной задачей этого метода является вычисление выходящих потоков, то есть разбиение входящих потоков на части, интегралы от которых вдоль характеристик образуют выходящие потоки. Другой способ консерватизации характеристического метода предложен в [9]. Рассмотрим два случая: первый (будет описан подробно) — когда характеристика из точки 4 назад пересекается с нижней гранью ячейки (рис. 4), и второй, когда эта характеристика пересекается с боковой гранью. Входящий поток на грани 1–2, соответствующим образом преобразуясь, целиком выходит через грань 1–4 (W_{16}). Входящий поток на грани 2–3 разбивается на две части, одна из которых после

учета поглощения и источника (W_{64}) в сумме с W_{16} дает полный поток через грань 1–4, а вторая часть формирует полный поток W_{34} .

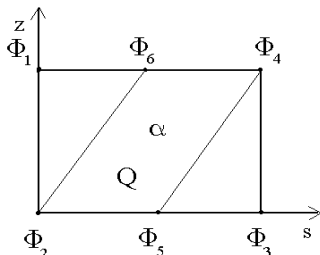


Рис. 4. Расчет функции распределения в консервативном методе

На отрезке 2–3 строится квадратичная интерполяция функции распределения вида:

$$F_{23}(\xi) = a\xi^2 + b\xi + c,$$

$$a = 3(\Phi_2 + \Phi_3)/(ds)^2 - 6W_{23}/(ds)^3, \quad (7)$$

$$b = -2(2\Phi_2 + \Phi_3)/ds + 6W_{23}/(ds)^2, \quad c = \Phi_2.$$

Такой выбор коэффициентов обеспечивает выполнение трех главных требований, налагаемых на интерполирующую функцию в консервативно-характеристическом методе:

$$F_{23}(0) = \Phi_2, \quad F_{23}(ds) = \Phi_3, \quad \int_0^{ds} F_{23}(\xi) d\xi = W_{23}. \quad (8)$$

Условие монотонности интерполяции на интервале $(0, ds)$ означает, что все значения функции должны лежать между Φ_2 и Φ_3 . При нарушении условия монотонности, например, левого:

$$ds(2\Phi_2 + \Phi_3)/3 \leq W_{23} \leq ds(\Phi_2 + 2\Phi_3)/3 \quad (9)$$

вводим псевдоквадратичную интерполяцию

$$F_{23}(\xi) = \begin{cases} a(\xi - s^*)^2 + \Phi_2, & \xi \geq s^* \\ \Phi_2, & \xi < s^* \end{cases} \quad (10)$$

$$a = (\Phi_3 - \Phi_2)/(ds - s^*)^2,$$

где $s^* = ds - 3(W_{23} - \Phi_2 ds)/(\Phi_3 - \Phi_2)$.

Если нарушено правое условие монотонности, строим псевдоквадратичную интерполяцию, подобную (10).

Аналогично строится интерполяция $F_{21}(\xi)$ на ребре 1–2.

Используя формулу (5), для потока W_{64} будем иметь выражение

$$W_{64} = W_{25} \exp(-\alpha dl) + Q/\alpha(1 - \exp(-\alpha dl))(s_5 - s_2), \quad (11)$$

а потоки W_{16} и W_{34} определяются интегрированием интерполяционной функции по линейно изменяющейся длине характеристик:

$$W_{16} = \operatorname{tg} \theta \exp(-\alpha dl) \int_0^{dz} F_{21}(\xi) \exp(\alpha \xi / \cos \theta) d\xi + \quad (12)$$

$$+ Q/\alpha(\operatorname{tg} \theta dz + \sin \theta / \alpha(\exp(-\alpha dl) - 1)),$$

$$W_{34} = \operatorname{ctg} \theta \exp(-\alpha ds / \sin \theta) \times$$

$$\times \int_{ds - \operatorname{tg} \theta dz}^{ds} F_{23}(\xi) \exp(\alpha \xi / \sin \theta) d\xi + \quad (13)$$

$$+ Q/\alpha(dz + \cos \theta / \alpha(\exp(-\alpha dl) - 1)).$$

В случае попадания характеристики на боковое ребро ячейки, формулы для выходящих потоков записываются аналогично.

Интегрирование по углам. Для определения плотности и потока нейтронов, а также коэффициентов квазидиффузии возникает необходимость вычисления интегралов вида:

$$\begin{aligned}
 p(t, z, r) &= \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi} \rho(\theta, \varphi) \Phi(t, z, \gamma, r \sin \varphi, r \cos \varphi) \sin \theta d\theta = \\
 &= 2 \int_0^{\pi} d\varphi \int_{-1}^1 \rho(\gamma, \varphi) \Phi(t, z, \gamma, r, \varphi) d\gamma.
 \end{aligned} \tag{14}$$

Интеграл по γ вычисляется в предположении кусочно-постоянной аппроксимации по γ , интегрирование по углу φ проводится для сплайна $\Phi \approx a_k(\mu - \mu_k)^2 + b_k(\mu - \mu_k) + c_k$, найденного при нахождении решения. Тогда двойной интеграл (14) сводится к двойной сумме вида

$$P = 2 \sum_{k=0}^{N_k} \sum_{q=0}^{N_q} A_q B_k, \tag{15}$$

где A_q равно значению весовой функции в середине интервала по γ , умноженному на величину интервала $\Delta\gamma$; коэффициенты B_k для фиксированного радиуса r_i (см. табл. 1):

Таблица 1. Коэффициенты A_q и B_k для интегрирования по углам

Величина	Ψ	W^z	W^r	$D^{zz}\Psi$	$D^{rr}\Psi$	$D^{rz}\Psi$
$\rho(\theta, \varphi)$	1	γ	$\mu\sqrt{1-\gamma^2}$	γ^2	$\mu^2(1-\gamma^2)$	$\mu\gamma\sqrt{1-\gamma^2}$
A_q	A_q^1	A_q^γ	$A_q^{\sqrt{1-\gamma^2}}$	$A_q^{\gamma^2}$	$A_q^{1-\gamma^2}$	$A_q^{\gamma\sqrt{1-\gamma^2}}$
B_k	B_k^1	B_k^1	B_k^μ	A_q^1	$B_k^{\mu^2}$	B_k^μ

$$\begin{aligned}
 B_k^1 &= \sin \varphi_{k+1} (a_k \mu_{k+1} / 2 - 2a_k \mu_k + b_k) - \sin \varphi_k (b_k - 3a_k \mu_k / 2) + \\
 &+ (\varphi_{k+1} - \varphi_k) (a_k \mu_k^2 - b_k \mu_k + c_k + a_k / 2),
 \end{aligned}$$

$$B_k^\mu = \sin \varphi_{k+1} (a_k \mu_{k+1}^2 / 3 - a_k \mu_k \mu_{k+1} + a_k \mu_k^2 + b_k \mu_{k+1} / 2 - b_k \mu_k + 2a_k / 3 + c_k) - \sin \varphi_k (a_k \mu_k^2 / 3 - b_k \mu_k / 2 + 2a_k / 3 + c_k) + (\varphi_{k+1} - \varphi_k) (b_k / 2 - a_k \mu_k),$$

$$B_k^{\mu^2} = \sin \varphi_{k+1} (a_k \mu_{k+1}^3 / 4 - 2a_k \mu_{k+1}^2 \mu_k / 3 + a_k \mu_k^2 \mu_{k+1} / 2 + b_k \mu_{k+1}^2 / 3 - b_k \mu_{k+1} \mu_k / 2 + 3a_k \mu_{k+1} / 8 + c_k \mu_{k+1} / 2 - 4a_k \mu_k / 3 + 2b_k / 3) - \sin \varphi_k (a_k \mu_k^3 / 12 - b_k \mu_k^2 / 6 - 23a_k \mu_k / 24 + c_k \mu_k / 2 + 2b_k / 3) + (\varphi_{k+1} - \varphi_k) (a_k \mu_k^2 / 2 - b_k \mu_k / 2 + c_k / 2 + 3a_k / 8).$$

После вычисления Φ на новом слое для данных углов θ и φ делаются вклады в интегральные суммы в соответствии с табл. 1.

Результаты численного сравнения. Методика численного решения уравнения переноса тестировалась на задачах, обладающих точным решением [4]. Для того чтобы сопоставлять двумерное решение с одномерным, на торцах цилиндра задавалась входящая функция распределения, равная точному решению.

Задача I. Численное решение строилось для конечного цилиндра с параметрами $R=5$, $H=5$; во всей расчетной области $\alpha=0.2$ и $Q=0.2$. При вычислении коэффициентов квазидиффузии использовались квадратурные формулы численного решения, но для торцов цилиндрической области.

Задача II. Двухобластная задача. Была рассмотрена задача для двух коаксиальных цилиндров конечной высоты $H=5$.

А) Для $0 \leq r \leq r_1=2.5$ взяты параметры $\alpha=0.1$ и $Q=0.2$. Для $r_1 \leq r \leq R=5$ взяты параметры $\alpha=0.2$ и $Q=0.1$.

Б) Для $0 \leq r \leq r_1=2.5$ взяты параметры $\alpha=0.2$ и $Q=0.1$. Для $r_1 \leq r \leq R=5$ взяты параметры $\alpha=0.1$ и $Q=0.2$.

В этой задаче существует логарифмическая особенность.

Для одномерного однородного цилиндра с постоянным поглощением и источником сравнение двух методик приведено в табл. 2. Из табл. 2 видно, что даже на грубой пространственной

сетке консервативный метод обладает очень хорошей точностью для функции распределения, и еще лучшей — для коэффициентов квазидиффузии. При этом точность метода в большей мере определяется угловой дискретизацией, а не пространственной (табл. 3).

Таблица 2. Сравнение точности методов для однообластной задачи I при сгущении пространственной сетки

Ошибка в норме С	Метод решения	10x10	20x20	40x40	80x80
$\ \delta\Phi\ $	характ.	$2,94 \times 10^{-1}$	$2,59 \times 10^{-1}$	$1,84 \times 10^{-1}$	$2,07 \times 10^{-1}$
	консерв.	$1,54 \times 10^{-2}$	$8,80 \times 10^{-3}$	$6,59 \times 10^{-3}$	$4,86 \times 10^{-3}$
$\ \delta D_{rr}\ $	характ.	$1,51 \times 10^{-2}$	$1,10 \times 10^{-2}$	$8,96 \times 10^{-3}$	$6,34 \times 10^{-3}$
	консерв.	$4,23 \times 10^{-4}$	$5,40 \times 10^{-4}$	$3,48 \times 10^{-4}$	$2,66 \times 10^{-4}$
$\ \delta D_{zz}\ $	характ.	$9,71 \times 10^{-3}$	$8,05 \times 10^{-3}$	$4,58 \times 10^{-3}$	$3,16 \times 10^{-3}$
	консерв.	$6,48 \times 10^{-4}$	$4,85 \times 10^{-4}$	$2,87 \times 10^{-4}$	$1,91 \times 10^{-4}$
$\ \delta D_{rz}\ $	характ.	$4,29 \times 10^{-3}$	$1,68 \times 10^{-3}$	$9,59 \times 10^{-4}$	$5,23 \times 10^{-4}$
	консерв.	$1,27 \times 10^{-4}$	$2,68 \times 10^{-4}$	$2,22 \times 10^{-4}$	$1,82 \times 10^{-4}$

Таблица 3. Сравнение точности методов для однообластной задачи I при сгущении угловой сетки; пространственная сетка — 10x10. В верхней строке приведено количество регулярных точек на внешнем радиусе

Ошибка в норме С	Метод решения	7	10	15
$\ \delta\Phi\ $	характ.	$2,94 \times 10^{-1}$	$3,01 \times 10^{-1}$	$2,99 \times 10^{-1}$
	консерв.	$1,54 \times 10^{-2}$	$2,23 \times 10^{-2}$	$1,96 \times 10^{-2}$
$\ \delta D_{rr}\ $	характ.	$1,51 \times 10^{-2}$	$1,57 \times 10^{-2}$	$1,29 \times 10^{-2}$
	консерв.	$4,88 \times 10^{-4}$	$3,96 \times 10^{-4}$	$3,00 \times 10^{-4}$
$\ \delta D_{zz}\ $	характ.	$9,49 \times 10^{-3}$	$9,04 \times 10^{-3}$	$9,02 \times 10^{-3}$
	консерв.	$4,93 \times 10^{-4}$	$5,20 \times 10^{-4}$	$3,59 \times 10^{-4}$
$\ \delta D_{rz}\ $	характ.	$4,36 \times 10^{-3}$	$4,29 \times 10^{-3}$	$2,96 \times 10^{-3}$
	консерв.	$1,90 \times 10^{-4}$	$5,04 \times 10^{-5}$	$3,90 \times 10^{-5}$

Еще одно исследование касалось выбора интерполяции по углу. Программа позволяет использовать как чисто линейную интерполяцию, так и гибрид линейной и квадратичной интерполяции по $\mu = \cos \varphi$, обеспечивающий монотонность. Результаты сравнения на пространственной сетке 10×10 для задачи ИБ и консервативного метода решения приведены в таблице 4.

Таблица 4. Сравнение результатов линейной и квадратичной интерполяции

Тип интерполяции	$\ \delta\Phi\ $	$\ \delta D_{rr}\ $	$\ \delta D_{zz}\ $	$\ \delta D_{rz}\ $
линейная	$1,67 \times 10^{-2}$	$6,01 \times 10^{-4}$	$1,35 \times 10^{-3}$	$2,55 \times 10^{-4}$
квадратичная	$6,50 \times 10^{-3}$	$2,41 \times 10^{-4}$	$5,91 \times 10^{-4}$	$1,38 \times 10^{-3}$

Отметим, что для знакоопределенных коэффициентов квазидиффузии D_{rr} и D_{zz} предпочтительнее использовать квадратичную интерполяцию, в то время как для знакопеременного D_{rz} — линейную (для точного решения $D_{rz} = 0$). Таким образом, диагональные элементы более устойчивы к нарушению симметрии.

В заключение можно сделать вывод, что консервативно-характеристический метод позволяет значительно повысить точность полученного решения как для функции распределения, так и для коэффициентов квазидиффузии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимиров В.С. Численное решение кинетического уравнения для сферы // Вычислительная математика, 1958. — № 3. — С. 3–33.
2. Гольдин В.Я. Квазидиффузионный метод решения кинетического уравнения // Ж. вычисл. матем. и матем. Физики, 1964. — Т. 4. — № 6. — С. 1078–1087.
3. Аристова Е.Н., Гольдин В.Я., Дементьев А.С. Разностное решение двумерного стационарного уравнения переноса в переменных Владимирова // Математическое моделирование (в печати).
4. Четверушкин Б.Н. Построение тестов и некоторые вопросы численного решения уравнения переноса нейтронов // Вычислительные методы в теории переноса: сб. науч. тр. Под. ред. Г.И.Марчука. — М.: Атомиздат, 1969. — С. 189–201.

5. Калиткин Н.Н., Кузьмина Л.В. Об естественных интерполяционных сплайнах // Математическое моделирование, 1994. — Т. 6. — № 4. — С. 77–110.
6. Гольдин В.Я., Данилова Г.В., Калиткин Н.Н. Численное интегрирование многомерного уравнения переноса // Численные методы решения задач математической физики: сб. науч. тр. — М.: 1966. — С. 190–193.
7. Гольдин В.Я., Калиткин Н.Н., Шишова Т.В. Нелинейные разностные схемы для гиперболических уравнений // Ж. вычисл. матем. и матем. физики. — М.: 1965. — Т. 5. — № 5. — С. 938–944.
8. Бакирова М.И., Карпов В.Я., Мухина М.И. Характеристико-интерполяционный метод решения уравнения переноса // Ж. вычисл. матем. и матем. Физики, 1987. — Т. 4. — № 6. — С. 1141–1148.
9. Трошиев В.Е., Нифанова А.В., Трошиев Ю.В. Характеристический подход к аппроксимации законов сохранения в кинетических уравнениях переноса излучений // ДАН, 2004. — Т. 394. — № 4. — С. 454–458.

TWO VARIANTS OF ECONOMICAL METHOD FOR SOLVING OF THE TRANSPORT EQUATION IN R-Z GEOMETRY ON THE BASIS OF TRANSITION TO VLADIMIROV'S VARIABLES

Aristova E. N., Baydin D. F., Gol'din V. Ya.

(Russia, Moscow)

The method for numerical solving of 2D steady transport equation on the basis of transition to the Vladimirof's variables [1] has been suggested. The spatial and angular meshes are rigidly connected in classical variant of Vladimirov's method. The algorithm for equation solving is suggested with independent construction of these meshes. It allows explicitly resolve the structure of all logarithmical discontinuities of solution. Two variants of the method have been suggested: pure characteristic one and conservative characteristic method. It has been shown that for roof mesh conservative characteristic method allows to construct solution of high accuracy, especially for quasi-diffusion tensor.