

ЧИСЛЕННЫЕ И АСИМПТОТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ НЕЛОКАЛЬНОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОЙ СРЕДЫ

С.А. Синюков¹, А.Е. Кулагин², А.В. Шаповалов¹

¹Томский государственный университет, Россия, 634050, Томск, пл. Новособорная, 1,
Телефон: (3822) 529843, E-mail: shpv@phys.tsu.ru

²Томский политехнический университет, Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, 30,
Телефон: (3822) 418913, E-mail: aek8@tpu.ru

Кинетическое уравнение в модели ионизации активной среды на парах металлов, возбуждаемой электрическим разрядом [1], исследуется методом квазиклассических асимптотик, развитым в [2] для нелокального обобщения кинетического уравнения. Данное уравнение имеет вид

$$\partial_t u(\vec{x}, t) = D_a(t) \Delta u(\vec{x}, t) + a(\vec{x}, t) u(\vec{x}, t) - \kappa u(\vec{x}, t) \int_{R^2} d\vec{y} \int_{R^2} d\vec{z} b(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}, t) u(\vec{y}, t) u(\vec{z}, t). \quad (1)$$

Функция $b(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}, t)$, где $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z} \in R^2$, представляет плотность вероятности тройной рекомбинации при столкновении иона с двумя электронами, коэффициент амбиполярной диффузии $D_a(t)$ в уравнении (1) задается выражением $D_a(t) = D \tilde{D}_a(t)$, где явно выделен асимптотический малый параметр D , κ - параметр нелинейности, $a(\vec{x}, t)$ характеризует кинетический коэффициент процесса ионизации нейтральных атомов.

В работе [3] было построено счетное семейство приближенных решений уравнения (1) в виде главных членов квазиклассических асимптотик относительно малого параметра $D \rightarrow 0$ с точностью $O(D^{3/2})$.

На основе работы [3] численными и аналитическими методами исследованы свойства полученных решений для $b(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}, t) = b(t) \exp\left[-\frac{(\vec{x}-\vec{y})^2 + (\vec{x}-\vec{z})^2}{2\mu^2}\right]$, $\tilde{D}_a(t) = d_1 \exp\left[-\frac{t}{\tau_d}\right]$, $a(\vec{x}, t) = a(t) = A_1 \exp\left[-\frac{t}{\tau_a}\right]$, $b(t) = B_2 + (B_1 - B_2) d_1 \exp\left[-\frac{t}{\tau_b}\right]$ на интервале $[0, T)$.

Проведено сравнение численных решений нелокального кинетического уравнения (1) с асимптотическими решениями. Построена и исследована зависимость невязки асимптотических решений $g(t, \vec{x}, D)$ от изменения малого параметра D .

Литература

1. Torgaev S.N., Kulagin A.E., Evtushenko T.G., Evtushenko G.S. Kinetic modeling of spatio-temporal evolution of the gain in copper vapor active media // *Optics Communications*. **Vol. 440**, 2019, P. 146–149.
2. Shapovalov A.V., Kulagin A.E. Semiclassical approach to the nonlocal kinetic model of metal vapor active media // *Mathematics*, **Vol. 9**, 2021, P. 2995.
3. Shapovalov A.V., Kulagin A.E., Siniukov S.A. Family of asymptotic solutions to the two-dimensional kinetic equation with a nonlocal cubic nonlinearity // *Symmetry*, **Vol. 14**, No 6, 2022, P. 577.