

М.М. Боголюбов, Д.М. Зубарев (Лаб. вимір. приладів АН СРСР, Москва, СРСР)

Метод асимптотичного наближення для систем з обертальною фазою та його застосування до руху заряджених частинок в магнітному полі

Точне інтегрування рівнянь руху зарядженої частинки в неоднорідних електричному та магнітному полях є досить складною задачею, яка у більшості випадків може бути розв'язана лише числовими методами. Але і це не завжди є практично здійсненним. Зокрема, труднощі числового розрахунку виявляються майже нездоланними в тому випадку, коли частинка робить за час свого руху велику кількість обертів по ларморовському колу. Та саме в цьому випадку можна побудувати метод асимптотичного наближення, котрий дозволяє обійти труднощі числових розрахунків.

Припустимо, що магнітне поле мало змінюється на довжині ларморовського радіуса:

$$R_L \frac{1}{H} \frac{dH}{dx} \ll 1, \quad (1)$$

де $R_L = w/\omega_H$ — радіус ларморовського кола, $\omega_H = eH/mc$ — ларморовська частота, w — швидкість частинки в площині, перпендикулярної до магнітного поля.

Тоді заряджена частинка рухається в основному вздовж магнітної силової лінії, обертаючись навколо неї на відстані ларморовського радіуса, і “дрейфує” в напрямку, перпендикулярному до магнітного поля. Скориставшись цією обставиною, можна побудувати спрощені усереднені рівняння для руху центра ваги ларморовського кола.

Виконанню умови (1) сприяє велика величина та однорідність магнітного поля і мале значення швидкості частинки. Проте умова (1) може виконуватись і для більшої швидкості частинки, якщо поле достатньо сильне та однорідне, а також при слабкому магнітному полі, якщо швидкість частинки достатньо мала і поле достатньо однорідне. Дана робота присвячена дослідженню руху зарядженої частинки в неоднорідних електричному та магнітному полях за припущення, що магнітне поле мало змінюється по довжині ларморовського радіуса (1). Подібна задача розглядалась раніше різними авторами [1, 2], проте вона розв'язувалася недостатньо строгими і послідовними методами.

У даній роботі за допомогою загального методу асимптотичного наближення проводиться відокремлення обертання частинки по ларморовському колу від усередненого руху центра ваги ларморовського кола, за припущення, що магнітне поле має малу неоднорідність.

[1] Альфвен Х. Космическая электродинамика. — М.: Изд-во иностр. лит., 1952.

[2] Alfven H. // Arc. Math. Fisic. — 1940. — **27 A**, N 22.