

0.1. Журенков Я.А. К неустойчивости трехмерных состояний динамического равновесия плазмы Власова — Максвелла

В работе рассматриваются пространственные движения неограниченной бесстолкновительной электронейтральной плазмы Власова — Максвелла в трехмерной системе декартовых координат. Полагается, что плазма полностью ионизована и содержит в себе счётный набор сортов заряженных частиц.

Актуальность исследования плазмы Власова — Максвелла обусловлена тем, что она по-прежнему является одной из базовых математических моделей современной физики плазмы. Это связано как с простотой и наглядностью данной модели, так и с очевидной ее полезностью для решения проблемы управляемого термоядерного синтеза.

Как известно, разрешение проблемы управляемого термоядерного синтеза невозможно без решения проблемы устойчивости состояний динамического равновесия плазмы. Отсюда вытекает, что развитие математической теории устойчивости занимает центральное место в изучении плазмы и ее свойств.

Настоящая работа посвящена рассмотрению прямым методом Ляпунова устойчивости точных стационарных пространственных решений уравнений Власова — Максвелла по отношению к малым трехмерным возмущениям. Цель работы — доказать абсолютную линейную неустойчивость пространственных состояний динамического равновесия плазмы Власова — Максвелла относительно трехмерных возмущений.

Итогом проведенных исследований стали такие результаты, как: 1) получено достаточное условие устойчивости точных стационарных пространственных решений уравнений Власова — Максвелла по отношению к малым трехмерным возмущениям, соответствующее ранее известному условию Ньюкомба — Гарднера — Розенблюта; 2) с применением эйлерово-лагранжевой замены независимых переменных (так называемой гидродинамической подстановки) пространственные уравнения Власова — Максвелла преобразованы к бесконечной системе трехмерных уравнений, которые похожи на уравнения пространственных изэнтропических течений идеальной сжимаемой жидкой среды в приближениях «вихревой мелкой воды» и Буссинеска; 3) найдены достаточные условия линейной практической неустойчивости точных стационарных трехмерных решений несчетной системы пространственных уравнений газодинамического типа и доказано, что для малых трехмерных возмущений в форме нормальных мод эти условия служат и необходимыми тоже; 4) в случае, когда достаточные условия линейной практической неустойчивости точных стационарных пространственных решений бесконечной системы трехмерных уравнений газодинамического типа справедливы, построена априор-

ная экспоненциальная оценка снизу роста изучаемых малых возмущений, свидетельствующая об абсолютной неустойчивости данных стационарных решений; 5) известное раньше достаточное условие Ньюкомба — Гарднера — Розенблюта линейной устойчивости точных стационарных пространственных решений уравнений Власова — Максвелла относительно трехмерных возмущений обращено и, к тому же, обнаружен его условный характер; 6) действие классической для электростатики теоремы Ирншоу не только распространено на безграничную бесстолкновительную электронейтральную плазму Власова — Максвелла, но и обобщено с теоретической на статистическую механику.

Важно, что установленным в настоящей работе достаточным условиям линейной практической неустойчивости присуща конструктивность, которая позволяет использовать их как механизм тестирования и контроля при выполнении физических экспериментов и проведении численных расчетов в направлении разрешения проблемы управляемого термоядерного синтеза.

Научная новизна проделанной работы заключается в том, что изложенный в ней алгоритм решения ранее к задаче линейной устойчивости пространственных состояний динамического равновесия плазмы Власова — Максвелла по отношению к трехмерным возмущениям никем не применялся, благодаря чему получилось отыскать целый ряд принципиально новых результатов, до сих пор в мировой научной литературе не встречавшихся и способных изменить наши представления о свойствах плазмы на фундаментальном уровне.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Губарев Ю. Г.