

0.1. Зинина В.П. К неустойчивости одномерных состояний динамического равновесия электронного газа Власова — Пуассона

В данной работе рассматривается задача линейной устойчивости некоего подкласса одномерных состояний динамического равновесия безграничного бесстолкновительного электронного газа в электростатическом приближении — газа Власова — Пуассона. Актуальность решения настоящей задачи обусловлена тем, что математическая модель электронного газа Власова — Пуассона является одной из базовых в современной физике плазмы и активно используется, к примеру, для описания процесса дополнительного нагрева пучков элементарных частиц в ускорителях облаками горячих электронов.

Предполагается, что изучаемый электронный газ сначала находился в некотором одномерном статическом состоянии глобального термодинамического равновесия. Конкретно, электроны покоились и равномерно заполняли собой все физическое пространство. При этом расстояния между электронами были настолько велики, что электрическим полем можно было пренебречь, так как ему, ввиду его слабости, было не под силу сдвинуть электроны с места из-за наличия у них конечной массы.

Считается, что затем, в некий последующий момент времени, по той или иной причине происходит спонтанная флуктуация, «включающая» электрическое поле и приводящая электронный газ в движение. В результате, у электронов возникает реальный шанс оказаться в некотором одномерном динамическом состоянии того либо другого локального термодинамического равновесия.

Цель данной работы заключается в доказательстве прямым методом Ляпунова абсолютной неустойчивости любого из рассматриваемых одномерных динамических состояний всякого локального термодинамического равновесия относительно одномерных же малых возмущений в случае, когда газ Власова — Пуассона содержит в себе электроны со стационарной функцией распределения, постоянной по физическому континууму, но переменной по пространству скоростей.

Для достижения настоящей цели в качестве функционала Ляпунова был выбран так называемый вириал. Для этого вириала было получено линейное обыкновенное дифференциальное неравенство второго порядка с постоянными коэффициентами. В процессе интегрирования данного неравенства были найдены конструктивные достаточные условия линейной практической неустойчивости изучаемых динамических состояний по отношению к малым одномерным возмущениям. Результатом настоящего интегрирования служит априорная оценка снизу роста исследуемых малых возмущений. Эта оценка демонстрирует, что малые одномерные возмущения

рассматриваемых динамических состояний нарастают по времени не медленнее, чем экспоненциально. Важно, что и дифференциальное неравенство, и априорная оценка построены без каких бы то ни было добавочных ограничений на изучаемые динамические состояния, свидетельствуя именно об абсолютной линейной неустойчивости последних. Данный факт означает, что малые одномерные возмущения рассматриваемых динамических состояний будут расти со временем независимо от того, выполнено известное достаточное условие линейной устойчивости Ньюкомба — Гарднера — Розенблюта или нет. Тем самым, оно носит чисто условный характер.

В подтверждение полученных результатов сконструированы аналитические примеры изучаемых динамических состояний и наложенных на них малых одномерных возмущений, которые нарастают во времени согласно построенной оценке.

Научная новизна проделанной работы заключается в том, что, во-первых, приведенные в ней аналитические примеры новые, ранее в мировой научной литературе не встречались. Во-вторых, настоящие примеры одновременно являются контрпримерами к спектральной теореме Ньюкомба — Гарднера и критерию Пенроуза, а также к достаточному условию линейной устойчивости Ньюкомба — Гарднера — Розенблюта. И наконец, в-третьих, установленные результаты распространяют действие классической для электростатики теоремы Ирншоу с теоретической механики на статистическую.

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