



Нелинейная динамика гиротронов под воздействием внешнего или отраженного от нагрузки сигнала

Н. М. Рыскин¹⁾, Ю. В. Новожилова²⁾

¹⁾Саратовский филиал Института радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова РАН

²⁾Институт прикладной физики РАН

Мазеры на циклотронном резонансе и их наиболее известная разновидность — гиротроны — обладают рекордными значениями генерируемой мощности в коротковолновой части миллиметрового и субмиллиметрового (терагерцевого) диапазона. В течение многих лет развитие гиротронов было в основном направлено на повышение мощности и продвижение во все более высокочастотные диапазоны. Однако в последнее десятилетие не меньший интерес привлекли задачи о синхронизации и стабилизации частоты излучения гиротронов, или, в более широком смысле, проблема управления спектром колебаний. Актуальность перечисленных задач обусловлена многочисленными практическими приложениями гиротронов. Это, прежде всего, проекты реализации сверхмощных гиротронных комплексов, в которых организуется синфазное сложение сигналов большого количества (десятка и более) генераторов, а также создание спектрометров с высоким разрешением, включая ядерную магниторезонансную спектроскопию с динамической поляризацией ядер, разработка источников для диагностики высокотемпературной плазмы методами коллективного рассеяния и др.

Многообразие возникающих задач по управлению спектром генерации вынуждает искать новые подходы к их решению. В лекции обсуждаются две идеи: воздействие на гиротрон внешнего управляющего сигнала и воздействие собственного излучения, отраженного от удаленной нагрузки. Хотя оба этих способа представляются развитием классических радиофизических подходов, в полной мере возможности их использования применительно к гиротронам открылись лишь недавно.

В лекции картина синхронизации гиротрона внешним сигналом обсуждается в контексте теории синхронизации многомодовых систем. Рассматриваются такие вопросы, как синхронизация гиротрона в режиме жесткого возбуждения, влияние внешнего сигнала на процессы конкуренции мод в многомодовом гиротроне, воздействие на гиротрон модулированного внешнего сигнала. Анализируются принципиальные отличия от классической задачи о синхронизации системы с одной степенью свободы.

При обсуждении воздействия отраженного сигнала на работу гиротрона основное внимание уделяется стабилизации частоты отраженным сигналом (автосинхронизации). Затрагиваются вопросы снижения стартовых токов, расширения диапазона перестройки частоты и подавления паразитных мод за счет отражений.