

диапазоне за счет работы на связанных модах с большими значениями продольных индексов.

Рассматривается гиротрон с резонатором, имеющим скачок диаметра в его середине, подобранный таким образом, чтобы осуществить связь мод TE_{84q_1} и TE_{85q_2} ($q_{1,2}$ – продольные индексы колебаний). Методом конечных элементов [4] рассчитаны свойства связанных колебаний в резонаторе со скачком (частоты, добротности, распределения полей). Исследована перестройка типов колебаний при изменении радиуса одного из резонаторов. Полученные данные используются для расчета стартовых токов гиротрона со связанными модами с помощью линейной теории, основанной на приближении фиксированной структуры поля. Показано, что при работе на связанных модах с малыми продольными индексами $q_{1,2} \sim 1, 2$ требования на точность изготовления резонаторов в терагерцевом диапазоне оказываются очень жесткими. В то же время, при переходе к связанным колебаниям с относительно большими значениями индексов $q_{1,2} \sim 5$ эти требования значительно смягчаются. Расчеты стартовых токов показывают, что при токах пучка до 2 А в рабочем диапазоне изменения магнитного поля паразитные колебания на моде TE_{14} оказываются подавленными, в этом же диапазоне магнитных полей наблюдается кусочно-непрерывная перестройка частоты в интервале 2 ГГц.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-02-00961).

1. Yamaguchi Y., Tatematsu Y., Saito T. et al. // 38th Int. Conf. on IRMMW-THz. Copenhagen, Denmark, Sep. 2016, Abstracts. P. 1-2.
2. Павельев В.Г., Цимринг Ш.Е. // А.С. № 661664. Б.И., 1979, №17, с. 240.
3. Pavel'ev V.G., Tsimring Sh.E., Zapevalov V.E. // Int. J. Electron., 1987. V. 63, No. 3, P. 379.
4. Melnikova M.M., Rozhnev A.G. // Proc. 12th Int. Conf. on APEDE, Saratov, Russia, 2016, V. 1, P. 438.

Сани Чаплыгина

Кузнецов С.П.

УдГУ, Ижевск

СФИРЭ РАН, Саратов

Сани Чаплыгина это твердое тело – платформа, движущаяся по горизонтальной плоскости при условии, что поступательная скорость в некоторой точке саней всегда ориентировано вдоль определенного фиксированного направления относительно платформы. Это условие неголономной связи, которую можно реализовать с помощью закрепленного на санях лезвия (конька) или колесной пары. В последнее время различные обобщения задачи о санях Чаплыгина привлекают внимание в контексте мобильных робототехнических систем. В этом плане принципиальное значение имеет рассмотрение задач о возможности реализации направленного перемещения за счет присутствия внутренних подвижных масс. Содержанием лекции является обзор исследований в рамках проекта, выполняемого под руководством автора в Удмуртском университете при поддержке гранта Российского научного фонда [1-3].

Введено в рассмотрение двумерное отображение, которое для систем неголономной механики с сохранением энергии может претендовать на роль обобщенной модели, аналогичной стандартному отображению Чирикова – Тейлора, применительно к саням, у которых неголономная связь периодически переключается между тремя опорами. На фазовой плоскости имеют место "хаотическое море" и "острова", образованные инвариантными кривыми, как в консервативной динамике, наряду с аттракторами и репеллерами, как в диссипативных системах.

Для саней Чаплыгина, несущих колеблющуюся по периодическому закону внутреннюю массу, показана возможность режимов неограниченного разгона, а также периодических, квазипериодических и хаотических движений, сопровождающихся ограниченным изменением скорости. При разгоне, обусловленном малыми колебаниями небольшой внутренней массы, продольный импульс саней асимптотически растет пропорционально времени в степени $1/3$. Для случая движения со слабым трением указан альтернативный механизм ускорения, обусловленный эффектом параметрической раскачки колебаний, когда масса, совершающая осцилляции, порядка массы платформы. Параметрическая неустойчивость и разгон саней ограничены, если линия колебаний движущейся массы смещена от центра масс. Установившийся режим движения при этом ассоциируется с аттрактором, который во многих случаях оказывается хаотическим, а движение саней подобно диффузионному процессу.

Исследовано движение саней Чаплыгина под действием периодических импульсов приложенного вращающего момента, зависящего от мгновенной пространственной ориентации платформы. Присутствие слабой вязкой силы сопротивления обеспечивает установление режимов движения, ассоциирующихся с аттракторами в редуцированном трехмерном фазовом пространстве (скорость, угловая скорость, угол поворота). Выявлены и классифицированы различные динамические режимы, соответствующие регулярным и хаотическим аттракторам редуцированных уравнений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 15-12-20035.

1. Borisov A.V., Kuznetsov S.P. *Regular and Chaotic Dynamics* **21** (2016) 792-803.
2. Kuznetsov S.P. *Europhysics Letters* **118** (2017) 10007.
3. Bizyaev I.A., Borisov A.V., Kuznetsov S.P. *Europhysics Letters* **119** (2017) 60008.

Кто же всё-таки изобрёл и создал лампу с бегущей волной?

Трубецков Д.И.^{1,2}, Вдовина Г.М.¹

1. СГУ имени Н.Г. Чернышевского, Саратов
2. НИЯУ МИФИ, Москва

До выхода в свет в 1994 году книги A.S. Gilmour, Jr. *Principles of Travelling Wave Tubes* (русский перевод Гилмор А.С. мл. Лампы с бегущей волной. М.: Техносфера, 2013 – 616 с.) мало кто сомневался, что лампу с бегущей волной (ЛБВ) изобрёл и создал Рудольф Компфнер в 1942 году во время его работы в Англии. В книге Гилмора параграф «Ранняя история ЛБВ» начинается так: «Возможность взаимодействия между электронным пучком и ВЧ-системой была обнаружена Гаевым [патенты Гаева 1933 г.] в 1933 г.» И далее: «В патентах этого года Гаев описал лампы с отклонением электронного пучка,