

## Разработка механизма для управления поляризатором в гиротронном комплексе

Скороходов Сергей Александрович

8 класс, Гимназия №2

Руководитель Седов Антон Сергеевич,

с.н.с. ИПФ РАН, к.ф.-м.н.

В настоящее время гиротронные комплексы активно используются для решения многочисленных научных и технологических задач, таких как: нагрев плазмы, спектроскопия высокого разрешения, изготовление инновационных материалов, в том числе нанопорошков и других. При этом одним из актуальных требований к данным комплексам является возможность перестройки выходных параметров в процессе работы.

Обычно, такая перестройка осуществляется изменением одного из управляющих параметров (ток, напряжение, магнитное поле и т.д.). Основная проблема заключается в том, что изменяя один управляющий параметр одновременно меняются все выходные параметры излучения, а именно мощность и рабочая частота (причем в зависимости от вида управляющего параметра и той части зоны генерации, в который в настоящий момент находится рабочий режим, характер этого изменения может быть разным). Однако в ряде задач требуется сохранение с высокой точностью одного выходного параметра, при изменении другого в широких пределах.

Другой способ возможный способ управления выходными параметрами - это изготовление специальных устройств, находящихся на оси распространения волнового пучка, выходящего из гиротрона и преобразующих данный пучок. В данной работе мы рассматриваем разработку, конструкцию и испытание одного из таких устройств, который основан на использовании вращения поляризатора расположенного перпендикулярно оси волнового пучка (в качестве поляризатора выступала круглая рамка с натянутыми параллельно друг другу тонкими металлическими проволоками). Для выполнения данной работы были сформулированы следующие задачи: разобраться что такое гиротрон и поляризатор, разработать принципиальную схему устройства, выбрать материалы и комплектующие, создать макеты для печати на 3D принтере, разработать программу управления устройством вращения в автоматическом и ручном режиме, а также собрать и испытать устройство.

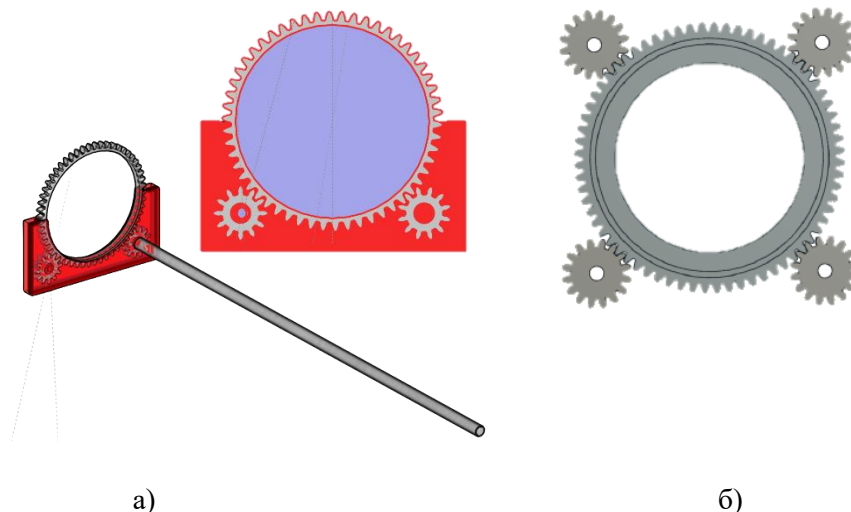


Рис. 1 Различные варианты реализации поворотного механизма.

Основной решаемой проблемой было создание непосредственно поворотного механизма. При этом были рассмотрены различные варианты: в первом из них, с полуоткрытым корпусом (Рис.1а), шестерня в которой находился поляризатор могла отсоединиться от конструкции, из-за отсутствия какого-либо крепления. Следующий вариант представлял из себя систему из пяти шестерёнок (Рис. 1б), такая конструкция решала описанные выше проблемы, однако из-за увеличения числа элементов мог появиться шанс заклинивания системы в момент поворота поляризатора.

В результате был выбран вариант с одной большой шестерней в которой вставлен поляризатор, и одной вращающей шестерней приводит в движение поворачивающее устройство

при помощи специального вала. Обе шестерни были закреплённые между двух пластин в специальном корпусе (правая часть Рис. 2). Точность поворота поляризатора обеспечивалась тем, что вращающая шестерня имела существенно меньший диаметр, чем шестерня с поляризатором

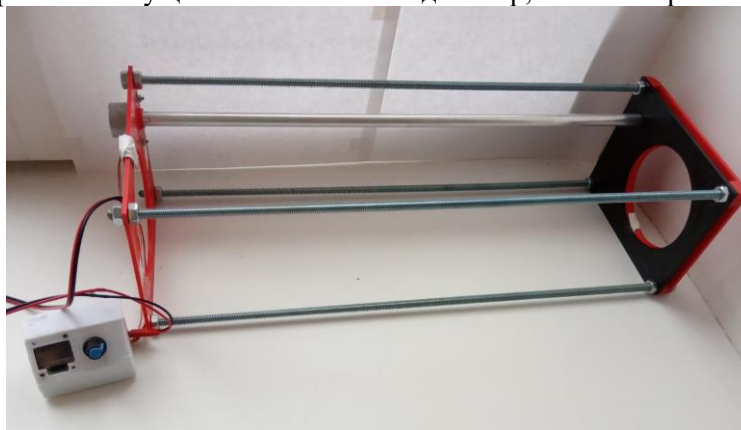


Рис.2 Общий вид изготовленного устройства

Другим важным моментом при создании этого устройства был выбор платформы и написание программы для неё. В качестве контроллера использовалась платформа Arduino Nano, т.к. она удобна в разработке и эксплуатации.

Так же был сделан блок управления устройством (представлен в левой нижней части рисунка 2.) У данной системы управления есть два режима: автоматический и ручной. В ручном режиме можно самостоятельно установить угол поворота и повернуть поляризатор на заданный угол. Таким образом можно реализовать плавное изменение проходящей через поляризатор мощности при неизменных параметрах работы непосредственно гиротрона. Автоматический режим позволяет стабилизировать мощность при изменении управляющих параметров гиротронного комплекса. Данный режим использует систему обратной связи, осуществляемую следующим образом. За поляризатором внутри корпуса устройства находится датчик микроволнового излучения, сигнал которого обрабатывается системой, при изменении данного сигнала (в случае изменения одного из управляющих параметров гиротронного комплекса) происходит срабатывание механизма поворота поляризатора в целях стабилизации мощности излучения, проходящего через поляризатор. Таким образом можно реализовать сценарий при котором будет меняться частота излучения при сохранении мощности, падающий на объект исследования. Кроме управления с помощью блока, данное устройство можно подключить к компьютеру напрямую и выводить следующие параметры: угол поворота, скорость поворота и время после начала прокрутки.

Для тестирования работы механизма и программы управления излучение гиротрона и датчик микроволнового излучения моделировалось с помощью фонарика и датчика освещённости. Тест производился следующим образом: на место поляризатора устанавливался обрезанный листок бумаги, закрывавший часть отверстия под поляризатор. Затем запускалась программа с заданными максимальными и минимальными параметрами освещённости, после чего изменялось направление излучения фонарика, при этом фиксировалось изменение сигнала с датчика освещённости и через систему обратной связи происходил поворот листа бумаги. Затем протестированное устройство было успешно применено для экспериментов на реальном гиротронном комплексе с выходной частотой 263 ГГц.

Используемый механизм может быть успешно использован для многочисленных применений микроволнового и терагерцового излучения и том числе исследований связанных со спектроскопией высокого разрешения, где особенно важна стабильность выходной мощности при плавном изменении частоты выходного излучения.

Список литературы:

<file:///C:/Users/Sergey/Downloads/10.1109PIERS-FALL.2017.8293359.pdf>  
[http://uf.pskgu.ru/ebooks/sav3/sav3\\_05\\_28.pdf](http://uf.pskgu.ru/ebooks/sav3/sav3_05_28.pdf)