

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ
И ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ**

**МОЩНЫЙ ГЕНЕРАТОР СО СТАБИЛЬНОСТЬЮ ЧАСТОТЫ,
ЗАДАВАЕМОЙ МОЛЕКУЛЯРНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ**

И. Л. Берштейн, Ю. А. Дрягин, В. Л. Сибиряков

Молекулярный генератор на аммиаке (сокращенно МГ) является автоколебательной системой, стабильность частоты которой наиболее высока из всех известных ныне источников колебаний. Мощность колебаний, даваемых МГ, однако, крайне мала (10^{-9} — 10^{-10} вт). Отсутствие эффективных усилителей в диапазоне МГ ($\lambda \sim 1,25$ см) исключает возможность создания обычным путем генератора существенно большей мощности, имеющего ту же стабильность частоты, что и колебания МГ.

Целью данной работы являлось создание генераторной установки существенно большей мощности (в принципе—любой мощности), стабильность частоты которой полностью определяется МГ и равна стабильности последнего. Так как частота МГ слишком велика для многих практических применений, мы сочли целесообразным построить генератор на существенно (а именно в 8 раз) меньшую частоту, с сохранением, разумеется, относительной стабильности частоты.

Малая мощность МГ не позволяет практически использовать для решения задачи явление захватывания и т. п. Поэтому наиболее целесообразно применение схемы так называемой фазовой автоподстройки частоты (сокращенно ФАП)*, в которой МГ является источником опорного сигнала, под частоту которого подстраивается частота стабилизуемого генератора (или ее гармоника). Учет специфики работы системы ФАП и малой мощности такого опорного сигнала привел нас к построению установки, блок-схема которой изображена на рис. 1.

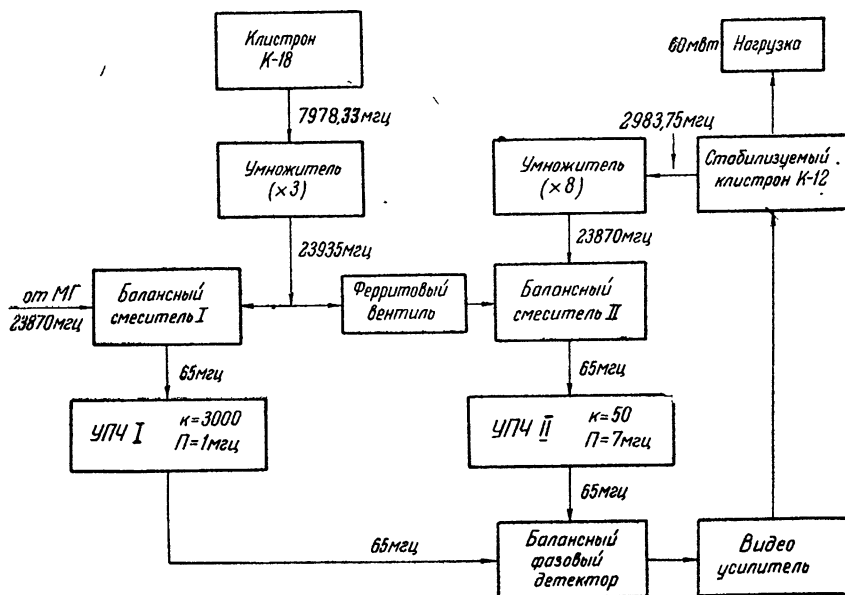


Рис. 1.

Стабилизуемым генератором является клистрон типа К-12, дающий на выходной нагрузке мощность примерно 60 мвт. Небольшая часть мощности клистрона (порядка 10 мвт) подводится к германиевому детектору-умножителю, установленному в волноводе. Для дальнейшего используется 8-я гармоника с выхода этого умножителя, а при нормальной работе ФАП частота этой гармоники точно равна частоте МГ. Колебания 8-й гармоники стабилизуемого клистрона К-12 и колебания МГ по-

* О работе ФАП см., например, [1-3].

даются на два супергетеродинных усилителя, имеющих общий гетеродин. В качестве гетеродинного напряжения для обоих усилителей используется напряжение утроенной частоты клистрона К-18, работающего на волне $\lambda \sim 3,75$ см. Промежуточная частота обоих усилителей равна 65 мГц.

Колебания с выходов обоих УПЧ поступают на балансный фазовый детектор, на выходе которого появляется напряжение, зависящее от разности фаз входных напряжений. Это напряжение усиливается одним видео-каскадом и подается на отражательный электрод стабилизируемого клистрона К-12.

Легко видеть, что УПЧ-II входит в цепь автоматического регулирования. Поэтому полосу пропускания П этого усилителя желательно иметь возможно большей — для получения возможно большей полосы работы системы ФАП. В нашей установке полоса УПЧ-II составляет 6—7 мГц, усиление k (при двух каскадах) — примерно 50. Такого усиления оказалось достаточным для получения на каждом плече фазового детектора напряжения 0,5—1 в.

УПЧ-I в цепь автоматического регулирования не входит, и его полосу желательно взять возможно меньшей для уменьшения уровня шумов тракта усиления сигнала МГ. Разумеется, возможный предел уменьшения полосы этого усилителя определяется, в основном, стабильностью частоты гетеродина, хотя последняя в конечном счете исключается, не влияя на частоту стабилизируемого генератора. Высокая стабильность частоты гетеродина также необходима для исключения паразитной фазовой модуляции напряжения на выходе УПЧ-I, что недопустимо ввиду резкого отличия фазово-частотных характеристик УПЧ-II и УПЧ-I. Поэтому мы стабилизировали частоту клистронного генератора К-18 (3-я гармоника которой является гетеродинным напряжением) высоким номером гармоники кварцевого генератора при помощи системы ФАП, согласно методики и блок-схемы, описанной в работе [3]. При этих условиях мы взяли полосу УПЧ-I примерно 1 мГц. Можно было бы взять и существенно меньшую полосу, но тогда в случае заметных изменений внешней температуры пришлось бы применить термостабилизирование кварцевого генератора.

Усиление УПЧ-I (при 5 каскадах) примерно 3000, т. е. много больше, чем усиление УПЧ-II. Поэтому, несмотря на применение балансных смесителей, более мощный сигнал 8-й гармоники стабилизируемого генератора может попасть в тракт усиления сигнала МГ. Последнее устраняется введением ферритового вентилля между гетеродином и балансным смесителем II.

Работа описанной установки была испытана с молекулярным генератором в лаборатории ИРЭ АН СССР*. Эти испытания дали примерно следующие значения полосы частот работы системы ФАП: полоса удержания = 1 мГц, полоса захвата $\pm 0,5$ мГц**.

Было также установлено, что на выходе УПЧ-I полезный сигнал от МГ превышает уровень собственных шумов примерно в 10^3 раз по мощности. Следовательно, опорный сигнал в нашей установке представляет собой дискретную линию (в разбираемом аспекте так можно аппроксимировать сигнал МГ) и примыкающий к этой линии сплошной спектр шириной $\pm 0,5$ мГц и общей интенсивностью, в 10^3 раз меньшей интенсивности линии. Наличие этого сплошного спектра дает амплитудную и фазовую хаотическую модуляцию опорного сигнала, причем средне-квадратичная флюктуация фазы равна в данном случае $\sqrt{\varphi^2} = 10^{-3/2}$ рад $\approx 1,8^\circ$. Вследствие этого колебания стабилизируемого генератора будут также иметь хаотическую фазовую модуляцию со средне-квадратичным значением флюктуации фазы около $1,8/8 \approx 0,2^\circ$ ***. Источники флюктуаций в самом генераторе также дадут хаотическую фазовую модуляцию, уровень которой рассчитан в работе [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Капланов, В. Левин, Автоматическая подстройка частоты, ГЭИ, гл. 6, 1956.
2. И. Л. Берштейн, Радиотехника и электроника, **3**, 288 (1958).
3. И. Л. Берштейн, В. Л. Сибиряков, Радиотехника и электроника, **3**, 290 (1958).

Исследовательский радиофизический институт
при Горьковском университете

Поступила в редакцию
17 ноября 1958 г.

* За любезное предоставление этой возможности мы признательны М. Е. Жаботинскому и его сотрудникам.

** Эти значения относятся к стабилизируемому генератору. В цепи ФАП фигурируют, очевидно, в 8 раз большие величины.

*** Хаотическая амплитудная модуляция дает существенно меньший эффект, если только система не приближается к границе полосы удержания.