

Из приводимых оценок видно, что чувствительность гетеродинных антенн даже малых размеров значительно выше чувствительности обычных квадрупольных детекторов, хотя и при большем времени \hat{t} , затрачиваемом на измерение. Для сравнения укажем, что предельная чувствительность в экспериментах Вебера не лучше $1 \cdot 10^6$ эрг/сек·см² при времени измерения 1 сек и более высокой рабочей частоте — 1660 гц. Использование в антенне гетеродинного типа крутильного осциллятора с диамагнитной или световой жесткостью позволит достичь еще большей чувствительности за счет уменьшения трения, связывающего квадруполь с лабораторией.

В заключение авторы выражают искреннюю признательность А. Д. Сахарову за ряд ценных замечаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагинский В. Б., Зельдович Я. Б., Руденко В. Н. Письма в ЖЭТФ, 10, вып. 9, 437, 1969.
2. Вебер Дж. Общая теория относительности и гравитационные волны. М., 1962.
3. Брагинский В. Б. «Успехи физических наук», 86, вып. 3, 1965.
4. Шкловский И. С. «Астрономический журнал», 46, № 5, 1969.
5. Брагинский В. Б., Панов В. И. «Приборы и техника эксперимента», № 5, 136, 1968.
6. Стронг Дж. Техника физического эксперимента. Л., 1946.

Поступила в редакцию
10.9 1970 г.

Кафедра
теории колебаний

В. Е. ПРОКОПЕНКО

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛУКТУАЦИЙ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДЛИНЕ ВОЛНЫ $\lambda = 6328 \text{ \AA}$

В последнее время исследованию шумовых свойств газовых лазеров уделяется значительное внимание. Достаточно подробно теоретически исследованы флуктуации газовых лазеров в [1] и получен ряд экспериментальных результатов [2—9]. Сравнительная оценка величины шумов и их спектрального состава при возбуждении активного элемента лазера постоянным и высокочастотным токами приведена в работе [9]. Однако в большинстве экспериментальных работ по шумовым свойствам лазерного излучения использованы лабораторные образцы лазеров. В документации на типовые образцы лазеров, выпускаемых в настоящее время промышленностью, как правило, отсутствуют необходимые данные о величине, характере и спектральном распределении шума, что зачастую вызывает определенные трудности при использовании лазеров в целом ряде научных экспериментов. В данной работе, с целью нахождения путей улучшения стабильности лазерного излучения по амплитуде, исследовались шумовые характеристики промышленных гелий-неоновых лазеров типа ЛГ-55, ЛГ-75, ЛГ-126. Основное внимание было обращено на исследование флуктуаций излучения в полосе частот 20 гц ÷ 20 кгц. В качестве параметра, характеризующего флуктуации излучения, [2—4] принята величина, пропорциональная среднему квадрату спектрального коэффициента глубины хаотической модуляции тока фотоэлектронного умножителя K_F^2 :

$$\overline{K_F^2} = \frac{\overline{i_F^2}}{I^2}, \quad (1)$$

где $\overline{i_F^2}$ — средний квадрат спектральной составляющей тока фотоприемника на данной частоте F , I — постоянная составляющая тока фотоприемника. Средний квадрат коэффициента глубины хаотической модуляции в полосе частот от нуля до F герц определяется по формуле

$$\overline{M^2} = \int_0^F \overline{K_F^2} dF. \quad (2)$$

Отличие схемы экспериментальной установки от описанной в [2] в том, что для повышения точности измерений в диапазоне частот 20 гц ÷ 20 кгц, в качестве основного

регистрирующего прибора использовался анализатор гармоник С5-3 в сочетании с самописцем Н-110. Модовый состав излучения контролировался эталоном Фабри—Перо.

Результаты измерений и их обсуждение

На рис. 1 представлено спектральное распределение флуктуаций излучения ЛГ-126 при различных токах и мощностях излучения. Исследования проводились при наличии в излучении в среднем пяти продольных мод типа TEM_{000} . Из рис. 1 видно, что при любом из исследованных режимов работы ОКГ наблюдаются участки резкого возрастания спектрального коэффициента глубины модуляции излучения. Спектральные распределения максимумов интенсивности флуктуаций излучения ЛГ-55 и ЛГ-75 имеют аналогичный с ЛГ-126 характер. По абсолютной величине спектральные коэффициенты модуляции излучения ЛГ-55 и ЛГ-75, для идентичных режимов работы ОКГ, одного порядка с величиной спектрального коэффициента модуляции излучения ЛГ-126. При питании цепи накала трубки ЛГ-55 постоянным током максимумы интенсивности флуктуаций приобретали более выраженный характер, при незначительном общем уменьшении коэффициента глубины хаотической модуляции. Максимумы флуктуаций излучения превышают по величине на два-три порядка средний уровень спектрального коэффициента модуляции излучения, величина которого для исследованных режимов достаточно хорошо согласуется с результатами работы [2]. На низких частотах ($F < 1$ кГц)

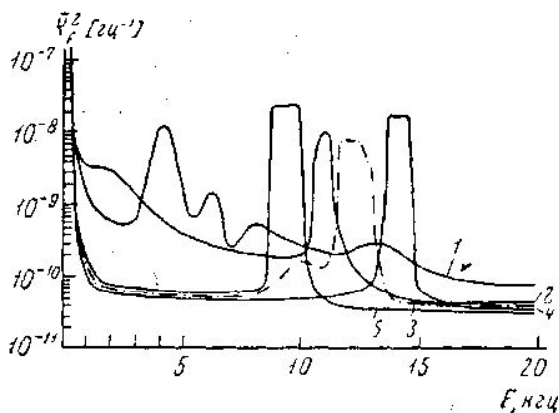


Рис. 1. Средний квадрат спектрального коэффициента модуляции излучения ЛГ-126. 1 — $I=20$ ма, $p=399$ мквт, 2 — $I=24$ ма, $p=345$ мквт, 3 — $I=26$ ма, $p=307$ мквт, 4 — $I=28$ ма, $p=290$ мквт, 5 — $I=30$ ма, $p=268$ мквт

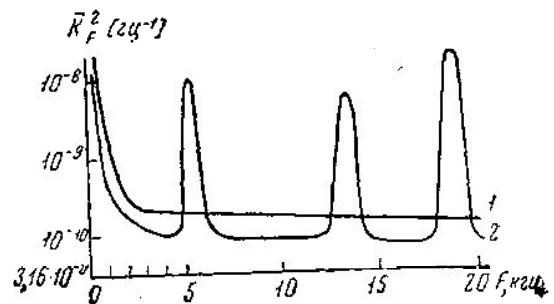


Рис. 2. Зависимость коэффициента \bar{K}_F^2 от качества стабилизации тока. 1 — $I=9,0$ ма, $p=100$ мквт, $k_{ст} \approx 1$, 2 — $I=9,0$ ма, $p=100$ мквт, $k_{ст} \approx 200$

вследствие наличия остаточных уровней акустических и механических вибраций, а также возможно низкочастотных биений мод излучения, наблюдалось резкое возрастание величины флуктуаций. Следует отметить, что при неизменных параметрах внешней цепи и определенных величинах разрядного тока максимумы флуктуаций излучения всегда возникают в одном и том же частотном участке спектра. Частоты, на которых возникают максимумы излучения, зависят от парциальных давлений газов в трубке лазера. Например, в работе [5] подобные максимумы флуктуаций называемые релаксационными колебаниями, наблюдались в другом частотном диапазоне ($35 \div 55$ кГц) и при значительно меньших разрядных токах ($4,5 \div 6,2$ ма).

Влияние стабилизации разрядного тока поясняется кривыми, приведенными на рис. 2. Кривые характеризуют случай, когда цепь накала трубки ЛГ-55 питалась постоянным током, высокое напряжение на ее анод подавалось поочередно от системы батарей и от блока питания типа СБП-5. Соответствующей расстройкой резонатора газоразрядной трубки обеспечивалась одна продольная мода в излучении ОКГ при токе через трубку порядка 9 ма и излучаемой мощности 100 мквт. Из рис. 2 видно, что при замене блока питания СБП-5 высоковольтной батареей релаксационные колебания исчезают (кривая 1). Появление максимумов флуктуаций, по-видимому, можно объяснить тем, что на частотах возбуждения релаксационных колебаний в плазме разряда обратная связь стабилизатора тока становится положительной и способствует не подавлению, а усилению колебаний тока, вызывая модуляцию излучения. Однако, как установлено экспериментально, применение стабилизатора позволяет уменьшить полосу шума в излучении ОКГ по сравнению с полосой шума при питании газоразрядной трубки от батареи примерно в пять раз.

В заключение можно сделать следующие выводы. Возбуждение разряда в трубке ОКГ от источника постоянного напряжения, как правило, вызывает трудноустраняемые низкочастотные колебания в плазме. Применение стабилизатора с большим коэффициентом стабилизации по току позволяет уменьшить среднюю величину флуктуаций в излучении. Соответствующим выбором величины разрядного тока максимумы интенсивности флуктуаций в излучении ОКГ можно смещать за пределы интересующего низкочастотного участка спектра. При данной расстройке резонатора всегда существует оптимальный ток разряда, при котором величина флуктуаций излучения ОКГ минимальна.

Автор выражает глубокую благодарность Э. С. Воронину, руководившему выполнением работы, и Ю. А. Ильинскому за ценные советы при обсуждении результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климантович Ю. Л., Ланда П. С. ЖЭТФ, 56, вып. 1, 1969.
2. Зайцев Ю. И. «Изв. вузов», радиофизика, 12, № 1, 1969.
3. Андронова И. А., Зайцев Ю. И. «Изв. вузов», радиофизика, 11, 149, 1968.
4. Зайцев Ю. И. ЖЭТФ, 50, вып. 3, 1966.
5. Зайцев А. А., Махров В. Ф., Савченко И. А., Швилкин В. Н. ЖТФ, 39, 4, 1969.
6. Forgo G. Mjo Strutt., QE-3, No. 10, 1967.
7. Prescott L. J., van der Ziel. Appl. Phys. Lett., 5, No. 3, 1964.
8. Volwijn P. T. Phys. Lett., 13, No. 4, 15, 1969.
9. Алякишев С. А., Гордеев Д. В., Остапченко Е. П., Пятков Л. М. «Радистехника и электроника», № 10, 1967.

Поступила в редакцию
23. 12 1969 г.

Кафедра
волновых процессов