

М. А. КУЧУРЯН

ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА
ПРОЦЕСС ГЕТЕРОДИНИРОВАНИЯ В
ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ФОТОЭЛЕМЕНТЕ

В работе [1] описано устройство и принцип действия гетеродинного приемника СВЧ-модулированного оптического излучения. В этом устройстве высокочастотный фотоэлемент Ф28 сочетается с объемным резонатором, электрическое поле которого управляет электронным потоком фотоэлемента. Если частота модуляции интенсивности оптического потока близка к частоте управляющего напряжения, то в фототоке возникает составляющая разностной частоты и осуществляется гетеродинный прием. Там же приведены зависимости амплитуды и фазы сигнала разностной частоты от величины управляющего чисто синусоидального напряжения гетеродина.

Однако использование чисто синусоидального управляющего напряжения и увеличение его амплитуды недостаточно и нецелесообразно для получения максимального сигнала разностной частоты и увеличения отношения сигнал-шум, что весьма необходимо в случае приема слабых оптических сигналов. При увеличении амплитуды синусоидального напряжения необходимая мощность гетеродина растет в 3—4 раза, одновременно уменьшается скорость нарастания амплитуды сигнала разностной частоты, и наконец, из фотокатода возникает вторичная электронная эмиссия, которая нарушает процесс управления фототоком, поэтому для фотоэлемента Ф28 следует ограничить управляющее напряжение амплитудой не более 30—35 В.

В настоящей работе экспериментально выявлено влияние постоянной составляющей управляющего напряжения на процессы в фотоэлементе при гетеродинировании с целью увеличения амплитуды сигнала разностной частоты.

Исследования проводились согласно схеме, приведенной на рис. 1, где А — анод фотоэлемента, К — катод. На эти электроды одновременно подаются постоянное U_0 и синусоидальное $U_r = U_{rM} \sin(\omega_r t + \varphi)$ напряжения, а на фотокатод поступает немодулированное по интенсивности лазерное излучение F . В фотоэлементе возникает фототок, постоянная составляющая которого I_{a0} измеряется наноамперметром в зависимости от величин U_0 и U_{rM} . Если принять $u_r = 0$, то получается статическая вольтамперная характеристика фотоэлемента, а если $u_r \neq 0$, постоянная составляющая анодного тока I_{a0} уменьшается и при некотором U_0 это уменьшение максимально по сравнению с анодным током I_{a0} в статическом режиме при том же значении U_0 , которое является оптимальным с точки зрения управления фототоком при заданном U_{rM} . Характеристики фотоэлемента приведены на рис. 2.

Уменьшение $I_{\text{ан}}$ происходит потому, что в некоторую часть периода напряжения u_r фотоэлектроны не попадают на анод и происходит модуляция фототока. Для подтверждения полученного результата на фотоземлет подавалось также излучение, модулированное частотой

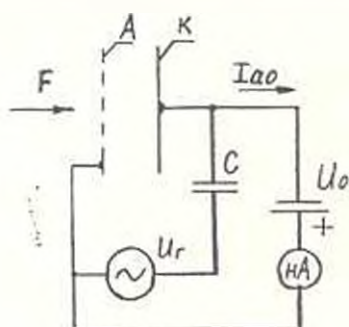


Рис. 1. Схема включения фотоземлет

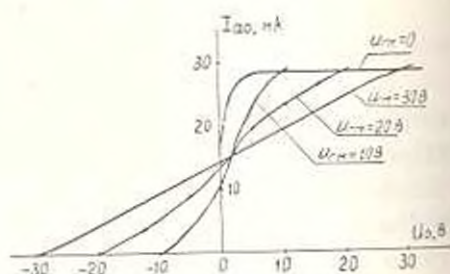


Рис. 2. Характеристики фотоземлет.

500 МГц, при частоте гетеродина 500.005 МГц, что соответствовало выделению разностной частоты 5 кГц. Указанные сверхвысокие частоты генерировались специально сконструированными кварцевыми генераторами, причем, вследствие перестройки частоты гетеродина имелась возможность выделить разностную частоту в диапазоне 2—15 кГц. Из рис. 3 следует, что при заданном $U_{\text{ГМ}}$ существует такое значение U_0 , при котором амплитуда разностной частоты максимальна, следовательно, максимальна и отношение сигнал-шум.

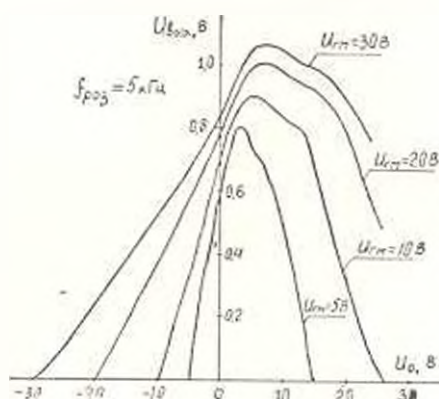


Рис. 3. Характеристики фотоземлет с усилителем разностной частоты.

Влияние постоянного напряжения U_0 на модуляцию фототока и, следовательно, на процесс гетеродинирования в фотоприемнике объясняется пролетными явлениями на СВЧ. При ограниченном $U_{\text{ГМ}}$ под дополнительным влиянием U_0 увеличивается длительность положительной части периода управляющего напряжения, что приводит к постепенному выравниванию количества электронов полетевших и не полетевших на анод за период. При отрицательном значении U_0 , приближенно равном $U_{\text{ГМ}}$, гетеродинирование вовсе не происходит.

Представляет интерес также оценить влияние U_0 на фазу сигнала разностной частоты. Как показали эксперименты, при изменении U_0 на 30% от оптимального значения фаза сигнала разностной частоты изменялась менее 0,5 градусов, при этом световое пятно диаметром ~ 3 мм находилось в центре фотокатода. Такая высокая стабильность фазы достигается следующим образом. При увеличении U_0 сгусток электронов, эммитируемых из фотокатода и в дальнейшем долетевших до анода, почти одинаково расширяется по обе стороны от его центра и, наоборот, одинаково сжимается при уменьшении U_0 . Изменение фазы сигнала разностной частоты обусловлено перемещением центра сгустка электронов на временной оси.

Полученные результаты можно обобщить также на фотоэлектронные умножители с управляющей прикатодной сеткой в режиме гетеродинамирования.

ЕрПИ им. К. Маркса

30. I. 1986

Л И Т Е Р А Т У Р А

Гулгазарян К. А., Кучурян М. А. Высокочастотный фотоэлемент в режиме гетеродинамирования // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН—1983—I XXXVI, № 1—с. 40—44.