

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.В. Поляков, К.Н. Коростик, С.И. Чубаров

В настоящее время в системах оптической обработки и хранения информации все большее применение находят оптоэлектронные рециркуляционные системы (ОРС) на основе замкнутых в кольцо излучателя, оптической линии задержки, фотоприемного устройства и устройства регенерации [1,2]. Для наиболее полного использования преимуществ оптоэлектронных методов необходимы исследования и разработка мер по повышению стабильности ОРС. При детальном рассмотрении флуктуационных явлений в ОРС оказывается, что, например, такие параметры, как время доступа к биту информации, объем рециркуляционной памяти определяется не только параметрами элементов системы, но и стабильностью рециркуляции. Данная работа посвящена экспериментальному исследованию относительной долговременной нестабильности (ОДН) частоты рециркуляции в ОРС.

В качестве элементов хранения информации в ОРС могут использоваться различные линии задержки (ЛЗ), поэтому представляет интерес сравнительное исследование стабильности частоты рециркуляции f для различных типов ЛЗ, а также режимов работы элементов ОРС. Оценка ОДН проводилась из отношения $\Delta f/f_{cp}$, где Δf — максимальное отклонение частоты рециркуляции от f_{cp} за время наблюдения, f_{cp} — средняя частота за интервал наблюдения t_n .

Стабильность частоты рециркуляции в ОРС исследовалась нами на макете, функциональная схема которой показана на рис.1. В качестве излучателя использовался инжекционный лазер ИЛПН-108 с пороговым током $I_n=115\text{мА}$. Блок регенерации, осуществляющий коррекцию информационного потока в процессе рециркуляции, содержал фотоприемное устройство (ФПУ), пороговое устройство (ПУ) с порогом срабатывания U_n и формирователь стандартных по амплитуде и длительности импульсов (Ф).

Для исследования особенностей управления излучением лазера устройством возбуждения ИЛ в ОРС помимо формирования коротких импульсов с крутыми фронтами должно обеспечивать подачу регулируемого

постоянного смещения, коррекцию параметров импульсов тока инжекции, осуществление регулировки и стабилизации амплитуды импульсов тока инжекции и т.д. Для реализации перечисленных функций использовался модулятор тока (МТ) инжекционного лазера, обеспечивающий формирование импульсов тока с фронтом 2-3нс, регулируемой в диапазоне (0-220)мА амплитудой и постоянным смещением I_0 .

Учитывая возможности внутреннего усиления лавинных фотодиодов в качестве фотоприемника в ФПУ использовался лавинный фотодиод ЛФД-2А. Перспективность применения таких фотоприемников в ОРС исследовалось нами ранее в [3]. ФПУ включало цепи питания лавинного

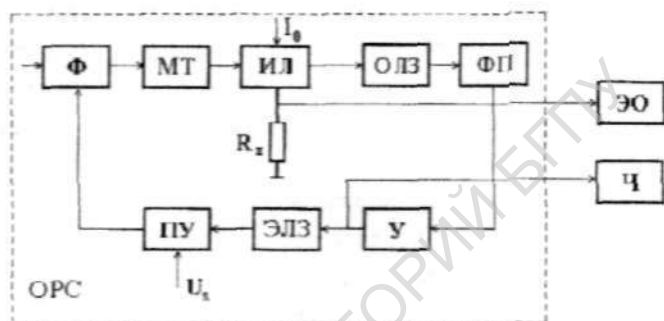


Рис. 1. Функциональная схема для исследования стабильности частоты репиркуляции в ОРС.

фотодиода и усилитель У. Усилитель обладал полосой пропускания 85 МГц с неравномерностью АЧХ ± 2 дБ и коэффициентом усиления по напряжению $K_u=20$ дБ. Для предотвращения возбуждения усилитель выполнен на транзисторах разной структуры и имел 2 каскада усиления по напряжению и выходной эмиттерный повторитель. Входное и выходное сопротивление усилителя составляло 50 Ом. Измеренная задержка в электрической цепи от выхода формирователя до выхода ФПУ составляла 8нс. Задержка в цепи ПУ-выход МТ составляла 12нс. В качестве линии задержки в контуре использовались многомодовый кварцевый волоконный световод (ВС) со ступенчатым профилем показателя преломления длиной $L_1=15$ м и радиочастотный коаксиальный кабель типа РК-75-7-310 с $L_2=15$ м.

Форма импульса тока инъекции ИЛ контролировалась по падению напряжения на измерительном сопротивлении R_n электронным осциллографом (ЭО) С1-75, а частота рециркуляции регистрировалась частотомером (Ч) типа ЧЗ-35А. Длительность циркулирующих в контуре ОРС импульсов составляла 20-30нс.

В исследуемой системе при указанных параметрах была получена частота циркуляции $f=10,5$ МГц. Исследовалась стабильность частоты рециркуляции в замкнутом контуре без внешней синхронизации и термостабилизации при работе лазера в режиме свободной генерации с оптической ЛЗ (ОЛЗ), электрической ЛЗ (ЭЛЗ) и комбинированный вариант с использованием одновременно ОЛЗ и ЭЛЗ. Экспериментальная зависимость относительной долговременной нестабильности частоты ($\Delta f/f$) от порога срабатывания компаратора U_n при времени усреднения 1с и времени наблюдения $t_n=10$ мин показана на рис.2. Кривая 1 соответствует режиму работы ИЛ при токе накачки $I=1.04I_n$ ($I=120$ мА), а кривая 2- $I=1.5I_n$ ($I=184$ мА). Линия задержки представляла собой ВС длиной 15м. Различие в стабильности более чем на порядок для этих режимов, по нашему мнению, связано с влиянием шумов интенсивности ИЛ в припороговой области и сильной зависимостью его порогового тока от температуры.

На рис.3 представлены экспериментальные зависимости $\Delta f/f$ от U_n для различных типов ЛЗ. Кривые 1,2 соответствуют току накачки ИЛ $I=200$ мА, кривые 3,4- $I=192$ мА. Длительность исходных стандартных импульсов для обоих случаев составляла 28нс на полувысоте с фронтом 12нс. Погрешность измерений составляла величину 10^{-6} .

Как следует из рис.3, наибольшей стабильностью обладает комбинированный вариант ЛЗ, что, вероятно, связано с взаимной компенсацией дестабилизирующих факторов.

Анализ экспериментальных результатов показал, что основной вклад в долговременную нестабильность частоты рециркуляции вносят флуктуации параметров ИЛ, нестабильность задержки волоконного световода и коаксиального кабеля ЛЗ и вариации крутизны фронта циркулирующих импульсов. Зависимость $\Delta f/f$ от U_n имеет экстремальный характер, где минимум определяется линейным участком фронта импульса, когда $U_n/U_c \approx 0.5$, поэтому возможно найти такое значение U_n , при котором величина относительной долговременной нестабильности минимальна. Для

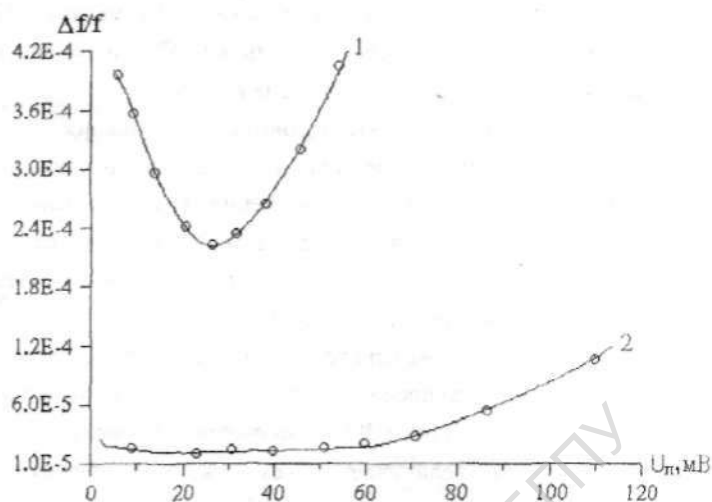


Рис.2 Зависимость ОДН частоты рециркуляции от величины порога срабатывания компаратора для ОЛЗ.

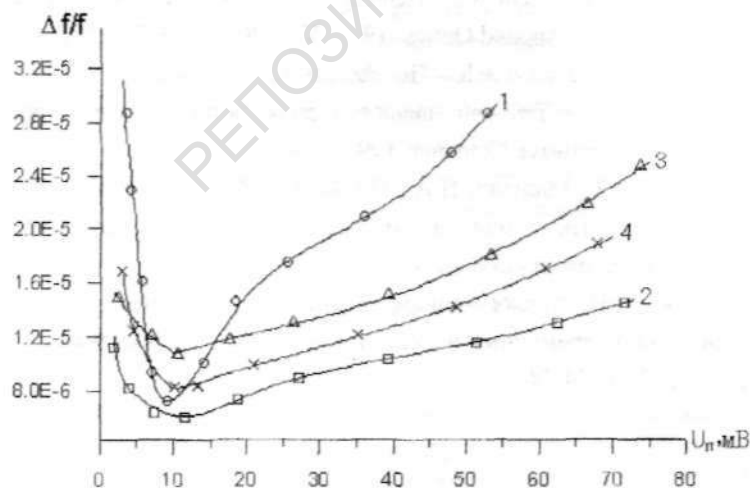


Рис.3 Зависимость ОДН в ОРС от величины порога ПУ при различных типах линий задержки (1-ОЛЗ, 3-ЭЛЗ, 2 и 4 - ОЛЗ+ЭЛЗ).

заданной системы параметров, характеризующих элементы ОРС, эта величина находится в пределах 5-15 мВ. Увеличение тока накачки ИЛ увеличивает стабильность частоты рециркуляции в ОРС, однако это влечет за собой ускорение деградиационных процессов в лазере.

Постоянное смещение I_0 лазера повышает стабильность рециркуляции в контуре ОРС в равной степени как и увеличение амплитуды импульса тока инжекции I . Выбором соотношения I и I_0 можно получить относительную долговременную нестабильность частоты рециркуляции порядка 10^{-5} , что не хуже долговременной нестабильности электронных динамических запоминающих устройств [4].

Динамическая память на основе ИЛ позволяет осуществлять режимы оптического демультиплексирования, спектрального уплотнения, что совместно с наращиванием длины ЛЗ и уменьшением длительности информационных импульсов увеличивает объем хранимой информации. ОРС подобного типа могут найти применение в системах высокоскоростной оптической связи, мониторинга окружающей среды и других системах в качестве быстродействующей буферной памяти.

Литература

1. Soukup T.J., Feuerstein R.J., Heuring V.P. Implementation of a fiber-optic delay-line memory // *Applied Optics*.-1992.-V.31, №17.-P.3233-3240.
2. Pilipovich V.A., Esman A.K., Goncharenko I.A., Posedko V.S., Solonovich I.F. A circulator fibre-optic memory loop using an additional opposite-flow channel // *Sov. Lightwave Commun.*-1993.-№3.-P.169-175.
3. Коростик К.Н., Малевич И.А., Поляков А.В. Влияние температуры на параметры оптоэлектронного динамического запоминающего устройства // *Доклады АН Беларуси*.-1996.-Т.40, №4.- С.54-58.
4. Пранович В.И. Аналого-динамические запоминающие устройства для анализа потоков временных интервалов // *Приборы и техника эксперимента*.-1987.- №2.- С.74-77