

УДК 621/3

В.П. Лисечко, О.В. Подлужна

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

КОМПЕНСАЦІЯ НАДЛИШКОВОГО ШУМУ У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОМУ ГІРОСКОПІ З ВІДГАЛУДЖЕВАЧЕМ ТИПУ 3×3

Розглянута схема волоконно-оптичного гіроскопа з відгалуджевачем типу 3×3, який дозволяє компенсувати надлишковий шум за рахунок використання відповідних режимів роботи розглянутої системи.

Ключові слова: волоконно-оптичний гіроскоп, надлишковий шум.

Вступ

Постановка задачі. Один зі шляхів підвищення точності волоконно-оптичних гіроскопів пов'язаний з використанням у них суперфлюоресцентних волоконних джерел випромінювання. Такі джерела близькі по властивостях до теплових й характеризуються високим рівнем надлишкового шуму. Експерименти показують, що надлишковий шум домінує над іншими шумами вже при потужностях на фотодетекторі порядку 10 мВт [1]. Тому проблема зменшення його впливу на точність гіроскопів становить великий інтерес.

Аналіз літератури В сучасних літературних джерелах [1 – 5] розглядаються питання компенсації надлишкового шуму. Однак, це питання потребує подальшого дослідження з більш детальним аналізом схем побудови оптичних гіроскопів.

Метою статті є дослідження властивостей схеми волоконно-оптичного гіроскопа з відгалуджевачем типу 3×3, яке дозволяє визначити методи компенсації надлишкового шуму за рахунок зниження рівня поляризаційних шумів.

Основний матеріал

У когерентно-оптичному зв'язку для придушення надлишкового шуму гетеродина використовується балансове детектування. Балансове детектування можна застосувати й у волоконно-оптичних гіроскопах, використовуючи як опорний сигнал випромінювання джерела, затримане на час проходження світла по оптичному тракті волоконно-оптичних гіроскопів [4].

Однак реалізація балансового детектування у звичайній "мінімальній" схемі волоконно-оптичних гіроскопів із входним і контурним відгалуджевачем типу 2×2 сполучена з рядом труднощів, пов'язаних з забезпеченням когерентної взаємодії інформативного й опорного сигналів. Ця проблема вирішується значно простіше при використанні в схемі волоконно-оптичного гіроскопа спрямованого відгалуджевача типу 3×3 [2].

На рис. 1 представлена найпростіша схема во-

локонно-оптичного гіроскопа з відгалуджевачем типу 3×3.

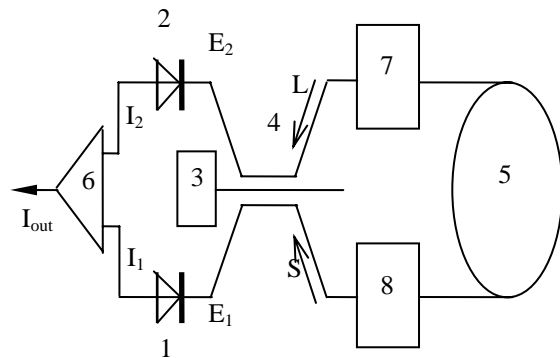


Рис. 1. Схема волоконно-оптичного гіроскопа з відгалуджевачем типу 3×3

Випромінювання від джерела (3) надходить через спрямований відгалуджевач типу 3×3 (4) на входи чутливого контуру (5), а потім – на фотодетектори (1) і (2), виходи яких підключені до диференціального підсилювача (6). Кожна із зустрічних хвиль L і S у схемі є й інформативною (сигнальною) і одночасно опорною для іншої хвилі, причому з точністю до множника, у випадку ідеального спрямованого відгалуджевача маємо:

$$L = A \cdot \exp(i \cdot \varphi) \cdot \exp(-i \cdot \varphi_0), \quad (1)$$

$$S = A \cdot \exp(i \cdot \varphi) \cdot \exp(i \cdot \varphi_0). \quad (2)$$

Тут A і φ – відповідно амплітуда й фаза хвиль, а φ_0 – невзаємний (саньяковський) фазовий зсув. Сигнали, що надходять на фотодетектори:

$$E_1 = S + \exp(i \cdot \varphi_1 \cdot L), \quad (3)$$

$$E_2 = L + \exp(i \cdot \varphi_1 \cdot S), \quad (4)$$

де φ_1 – різниця фаз сигналів, що пройшли через спрямований відгалуджевач по "прямому" і "перехресному" каналах.

Струми фотодетекторів (які вважаються ідентичними):

$$I_1 = |S|^2 + |L|^2 + \exp(i \cdot \varphi_1) \cdot L \cdot S^* + \exp(-i \cdot \varphi_1) \cdot S \cdot L^* + n_1; \quad (5)$$

$$I_2 = |S|^2 + |L|^2 + \exp(i \cdot \varphi_1) \cdot S \cdot L^* + \exp(-i \cdot \varphi_1) \cdot L \cdot S^* + n_2,$$

де n_1 і n_2 – шуми фотодетектування.

На виході диференціального підсилювача

$$I_{\text{out}} = 2 \cdot |A|^2 \cdot \sin(\varphi_1) \cdot \sin(2 \cdot \varphi_0) + n_1 - n_2. \quad (6)$$

Таким чином, надлишковий шум, зумовлений фоновим засвітленням фотодетекторів, виявляється скомпенсованим. З (5), (6) слідує також, що волоконно-оптичний гіроскоп з контурним спрямованим відгалуджевачем типу 3×3 і балансовим детектуванням працює у квадратурному режимі, його оптичний масштабний коефіцієнт такий же, як і в "мінімальній" схемі, однак електричний масштабний коефіцієнт менше, оскільки $\varphi_1 \neq \pi/2$.

Висновок

1. Розглянута схема становить інтерес для волоконно-оптичного гіроскопа грубого й середнього класів точності.

2. Для волоконно-оптичних гіроскопів високої точності можна використати модифіковану "мінімальну" схему зі спрямованим відгалуджевачем типу 3×3.

3. У випадку модифікованої "мінімальної" схеми зі спрямованим відгалуджевачем типу 3×3 в обидва канали включаються додаткові елементи 7, 8, що забезпечують можливість підвищення точності пристрою за рахунок зниження рівня поляризаційних шумів, усунення паразитної модуляції й інших несприятливих факторів.

Список літератури

1. Теумин И.И. Волноводы оптической связи / И.И. Теумин. – М.: Наука, 1988. – 186 с.
2. Волоконно-оптические датчики / Под ред. Т. Окоси; пер. с япон. – М.: Мир, 1992. – 284 с.
3. Marcuse D. Оптические волноводы; пер. с англ. / D. Marcuse. – М.: Мир, 1997. – 420 с.
4. Основы волоконно-оптической связи / Под ред. Е.М. Дианова, перевод с англ. – М.: Мир, 1998. – 520 с.
5. Бакланов И.Г. Технологии измерений в современных телекоммуникациях / И.Г. Бакланов. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2006. – 482 с.

Надійшла до редколегії 23.02.2010

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

КОМПЕНСАЦИЯ ИЗБЫТОЧНОГО ШУМА В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОМ ГИРОСКОПЕ С ОТРАЖАТЕЛЕМ ТИПА 3×3

В.П. Лисечко, О.В. Подлужная

В статье рассмотрена схема волоконно-оптического гироскопа с отражателем типа 3×3, который позволяет компенсировать избыточный шум за счет использования соответствующих режимов работы рассмотренной системы.

Ключевые слова: волоконно-оптический гироскоп, избыточный шум.

INDEMNIFICATION OF SURPLUS NOISE IN FIBER-OPTIC GYROSCOPE WITH REFLECTOR OF TYPE 3×3

V.P. Lisechko, O.V. Podluzhnaya

In the article the chart of fiber-optic gyroscope is considered with to the reflector type 3×3, which allows to compensate surplus noise due to the use of the proper modes of operations of the considered system.

Keywords: fiber-optic gyroscope, surplus noise.