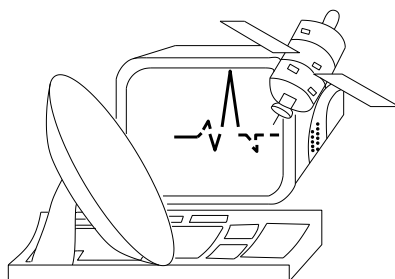


**Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Національний технічний університет «Київський політехнічний  
університет ім. Ігоря Сікорського»  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Новий Лісабонський університет  
(Португальська республіка)  
Люблінська політехніка (Польща)  
Hebei university of engineering (КНР)  
Державний університет телекомунікацій  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»  
Чернівецький національний університет**



*СПРТП-2017*

**VI Міжнародна науково-технічна конференція  
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ (СПРТП-2017)**

**Вінниця  
28-30 вересня 2017 року**

## СЕКЦІЯ 8

### Радіовимірювальні пристрої та системи

29.09.17, 9:30, ауд. 1305

*Голова: О. Осадчук*

1. Й.Й. Білинський, К.В. Огородник, Н.А. Стоян, А.В. Сироватський. Дослідження похибок ультразвукового методу вимірювання густини нафтопродуктів
2. Й. Й. Білинський, В. П. Стахов, О. О. Лазарев. Пасивні радіочастотні моноімітансні здавачі
3. В.С. Белов, А.С. Белов. Панорамна обробка широкосмугових сигналів з використанням SDR
4. М. О. Вікарєнко, М. В. Васильківський. Дослідження параметрів високошвидкісних оптичних передавачів
5. А.А. Негур, С.П. Кононов. Одноканальний ідентифікатор частотних міток
6. В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, О. М. Жагловська, І. О. Романчук. Пристрій вимірювання потужності оптичного випромінювання
7. В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, О. О. Селецька. Мікроелектронні частотні перетворювачі вологості на основі транзисторних структур з від'ємним опором
8. В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, О.О. Селецька, Л.В. Крилик. Мікроелектронні вимірювачі потужності оптичного випромінювання
9. В.О. Шаталюк, О. С. Городецька. Дослідження параметрів підсилювальної ділянки магістральної ВОЛТ
10. O. V. Osadchuk, S. V. Varaban, V. V. Basich. Temperature converter based on IGBT-VJT structure with negative resistance

В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, О.О. Селецька, Л.В. Крилик  
(Україна, Вінниця, Вінницький національний технічний університет)

## МІКРОЕЛЕКТРОННІ ВИМІРЮВАЧІ ПОТУЖНОСТІ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

**Анотація.** Наведено моделі оптичного перетворювачів на основі МДН-транзисторів з фоторезистором в якості фоточутливого елемента. Перетворювачі володіє високою чутливістю в діапазоні низьких значень потужності оптичного випромінювання, що дає можливість достовірно вимірювати навіть слабкі оптичні сигнали.

**Ключові слова:** оптичні перетворювачі, частотні перетворювачі, від'ємний опір

**Abstract .** The models of the optical frequency transducers based on dual-gate MOSFET with photoresistor as a photosensitive sensor are presented. The transducers have a high sensitivity in the range of low values of optical power. It makes possible to measure low-power optical signals.

**Keywords:** optical transducers; frequency transducers; negative resistance

На сьогоднішній день оптичні перетворювачі широко використовуються як складова частина автоматизованих систем управління завдяки високій надійності, стійкості до впливу зовнішніх факторів та великим відстаням спрацьовування [1,2].

Використання залежності реактивних властивостей транзисторних структур з від'ємним опором від взаємодії оптичного випромінювання і створення на їх основі частотних перетворювачів оптичного випромінювання дає можливість реалізувати перетворення "потужність оптичного випромінювання-частота", який забезпечує підвищення завадостійкості, точності, дає змогу отримати значно більші вихідні сигнали ніж дають амплітудні перетворювачі та покращити метрологічні показники перетворювачів [3].

Для виготовлення оптичного перетворювача у вигляді інтегральної схеми потрібно створити пасивну індуктивність за допомогою плівкової технології. Однак, така індуктивність має низьку добротність, крім того, її розміри на частотах 106 Гц несумісні з розмірами інтегральної схеми перетворювача. Таким чином, для вирішення цієї проблеми запропоновано використати індуктивний характер повного опору біполярного транзистора з фазозсувним RC-колом, що дає можливість реалізувати оптичний перетворювач у інтегральному виконанні [4,5].

Схеми частотних оптичних перетворювачів на основі МДН-транзисторів з пасивним та активним індуктивним елементом показані на рис. 1.

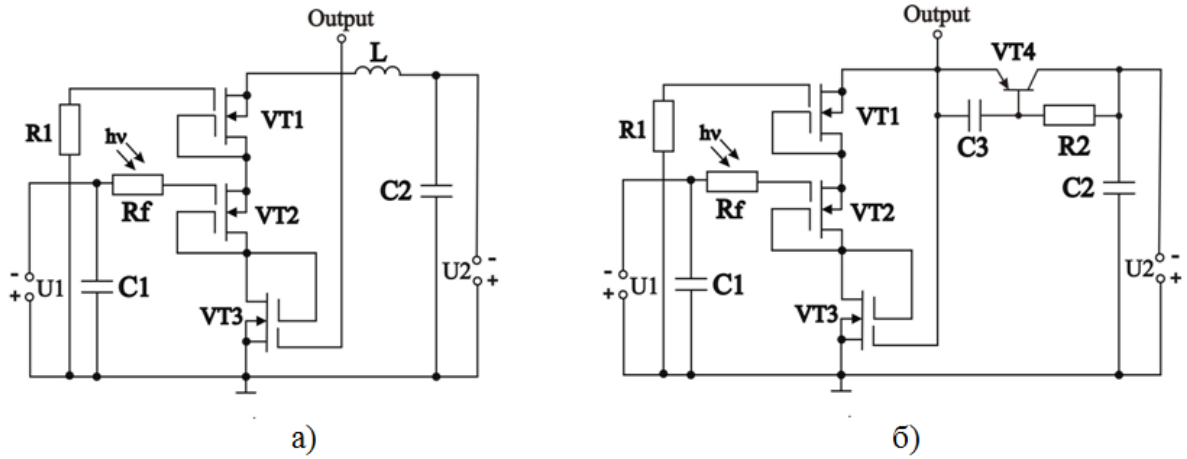


Рисунок 1 – Схеми оптичного перетворювача на основі МДН-транзисторів з фоторезистором: а) з пасивною індуктивністю; б) з активним індуктивним елементом

Еквівалентна ємність коливального контуру автогенератора утворюється ємнісною складовою повного опору на електродах витік-витік МДН-транзисторів VT1 і VT3.

Функція перетворення, отримана на основі розв'язку систем рівнянь Кірхгофа, складеної для еквівалентної схеми оптичного перетворювача [6] з пасивною індуктивністю (рис. 1, а) буде мати вигляд:

$$F = \frac{\sqrt{2} \sqrt{LC'_{pd2} (-LC'_{pd2} + R_f^2(P)C_f^2 + R_f^2(P)C_f C'_{pd2} + A)}}{2LC_f C'_{pd2} R_f(P)}, \quad (1)$$

де

$$A_1 = \sqrt{L^2 (C'_{pd2})^2 + 2LC_f^2 C'_{pd2} R_f^2(P) - 2L(C'_{pd2})^2 C_f R_f^2(P) + A_2},$$

$$A_2 = R_f^4(P)C_f^4 + 2R_f^4(P)C_f^3 C'_{pd2} + R_f^4(P)C_f^2 (C'_{pd2})^2.$$

Для виразу (1) використано такі наступні позначення:  $C'_{pd2}$  – ємність підкладка-стік МДН-транзистора VT1,  $R_f$  – опір фоторезистора  $R_f$ ,  $C_f$  – ємність фоторезистора  $R_f$ ,  $L$  – індуктивність пасивного індуктивного елемента  $L$  для схеми на рис. 1, а та еквівалентна індуктивність активного індуктивного елемента, утвореного транзистором VT4 та фазозсувним колом з конденсатора C3 та резистора R2 (рис. 1, б).

Залежність частоти генерації від потужності оптичного випромінювання, розрахована за формулою (1) та визначена показана на рис. 2.

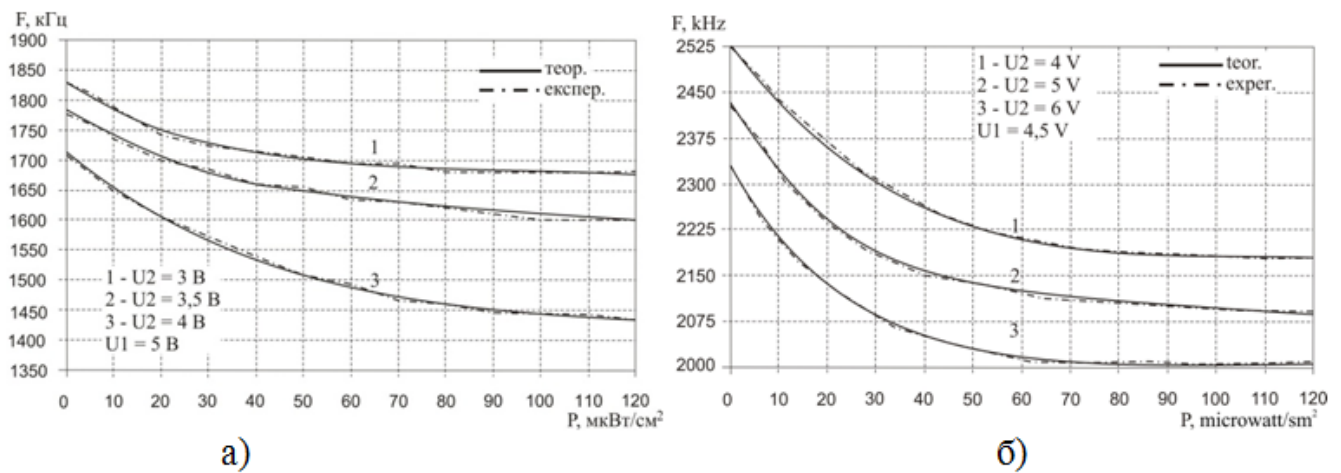


Рисунок 2 – Теоретичні та експериментальні залежності частоти генерації від потужності оптичного випромінювання для оптичного перетворювача з пасивною (а) та активною індуктивністю (б)

З графіка видно, що із збільшенням потужності випромінювання спостерігається зменшення частоти генерації. Розбіжність теоретичної та експериментальної складової не перевищує  $\pm 5\%$ . Теоретичні та експериментальні залежності показали, що чутливість розроблених оптичних перетворювачів складає з пасивною та активною індуктивністю складає  $0,5 - 4 \text{ кГц}/\mu\text{Вт}/\text{см}^2$  та  $2 - 12 \text{ кГц}/\mu\text{Вт}/\text{см}^2$  відповідно.

### Література

1. Optical Fiber Sensor Technology. Vol. 3. Edited by K. T. V. Grattan and B. T. Meggitt. Published in 1998 by Kluwer Academic Publishers, London. ISBN 978-1-4419-4736-9.
2. Krioukov E. Sensor based on an integrated optical microcavity / E. Krioukov, D. J. W. Klunder, A. Driessen, J. Greve, and C. Otto. // Optics Letters. – 2002. – Vol. 27. – № 7. – PP. 512–514.
3. Осадчук О.В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором / О. В. Осадчук – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2000. – 303 с.
4. Осадчук В. С., Осадчук О. В., Селецька О. О. Радіовимірвальні оптичні перетворювачі для мікроелектронної технології / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, О.О. Селецька Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2013. – 160 с.
5. Осадчук В. С. Оптичний мікроелектронний перетворювач з фототранзистором для контролю плазмохімічних процесів / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Ю. С. Кравченко, О. О. Селецька // Вісник ХНУ. – 2009. – № 5. – С. 226-231.
6. Осадчук А. В. Фоточувствительные преобразователи на основе структур с отрицательным сопротивлением: монография / Александр Владимирович Осадчук. – Винниця: Континент, 1998. – 130 с.