

all activities in the complex (P pro). Market threat / change requirements for products / services move the priorities of the administration in the organization (system).

Thus, we can conclude the model management system, based on my design SWOT-matrix and the quality management system rather sketchy and full, using all the units and elements of SWOT-matrix and the quality management system. The model provides all the information management systems and can be used in the construction and selection of the vectors of the strategic development of individual enterprises, appropriate interventions and energy complex of Russia.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бир С. Кибернетика и менеджмент. – М.: Изд-во "УРСС" (Editorial URSS). – 2006. – С. 280.
2. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Изд-во Наука, 1973. – С. 270.
3. Вяткин В.Н. Организационное проектирование хозяйственных комплексов. – М.: Экономика, 2002. – С. 325.
4. Новиков В.С. Обеспечение системности гарантий качества образовательных услуг высшего профессионального образования. Перспективы социально-экономического развития Юга России. Работы молодых ученых Южного института менеджмента. – Краснодар: Изд-во ЮИМ, 2007. – С. 106-110.
5. Организационные структуры управления производством / Под. общ. ред. Б.З. Мильнера. – М.: Экономика, 2001.
6. Поваров Г.Н. О матричном анализе связей в частично ориентированных графах. – 1956.
7. Садовский В.Н. Методологические проблемы исследования объектов, представляющих собой системы. Социология в СССР. Т.1. – М.: Наука, 1965.
8. Холл А.Д., Фейджин Р.Е. Определение понятия системы. Исследования по общей теории систем. – М., 1969.

#### **Новиков Владимир Сергеевич**

Кубанский институт международного предпринимательства и менеджмента.  
E-mail: conference\_kimpim@mail.ru.  
350063, г. Краснодар, ул. Кубано-Набережная, д. 3.  
Тел.: 89094601810.

#### **Novikov Vladimir Sergeevich**

Kuban Institute of International Entrepreneurship and Management.  
E-mail: conference\_kimpim@mail.ru.  
3, Kubano-Naberezhnaia, Krasnodar, 350063, Russia.  
Phone: 89094601810.

УДК 621.373.

**М.В. Орда-Жигулина, Ю.И. Алексеев, А.В. Демьяненко**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВЧ-МОДУЛЯТОРОВ КАК ЭЛЕМЕНТОВ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЭНЕРГЕТИКЕ**

*Обсуждаются схема и результаты экспериментального исследования статических модуляционных характеристик микрополоскового макета оптического СВЧ-модулятора, разработанного на основе бескорпусного инжекционного полупроводникового лазера (ИПЛ).*

*Радиопередающее устройство; энергетика.*

M.V. Orda-Zhigulina, Yu.I. Alekseev, A.V. Demyanenko

**MICROWAVE OPTICAL MODULATORS FOR TELECOMMUNICATION SYSTEMS IN ENERGY SECTOR (EXPERIMENTAL RESEARCH)**

*Scheme and experimental results for the static modulation characteristics of microwave optical modulator microstrip model designed on the basis of packageless diode laser are represented.*

*Radio transmitters; power.*

При разработках оптических СВЧ-модуляторов, в которых амплитудная модуляция осуществляется на основе механизма поглощения оптических колебаний свободными носителями заряда, задаваемыми током накачки, приобретающим переменную составляющую при приложении к р-n-переходу ИПЛ СВЧ-напряжения модулирующего сигнала, возникает вопрос эффективности проводимой модуляции, которая может быть определена экспериментальным путем на основе исследования процесса асинхронного тушения оптических колебаний модулирующим СВЧ-сигналом [1].

С целью управления колебаниями ИПЛ был разработан экспериментальный макет, эквивалентная схема которого представлена на рис. 1,а. Управляющий СВЧ-сигнал от внешнего генератора через разделительный конденсатор С1 подается на ИПЛ (Н1) через последовательно включенное сопротивление R1. Для предотвращения проникновения СВЧ-сигнала в цепь питания ИПЛ предусмотрен фильтр нижних частот (ФНЧ), образованный индуктивностями L1, L2 и емкостями C2, C3. Сопротивление R1 предназначено для согласования волнового сопротивления линии передачи с сопротивлением ИПЛ на СВЧ.

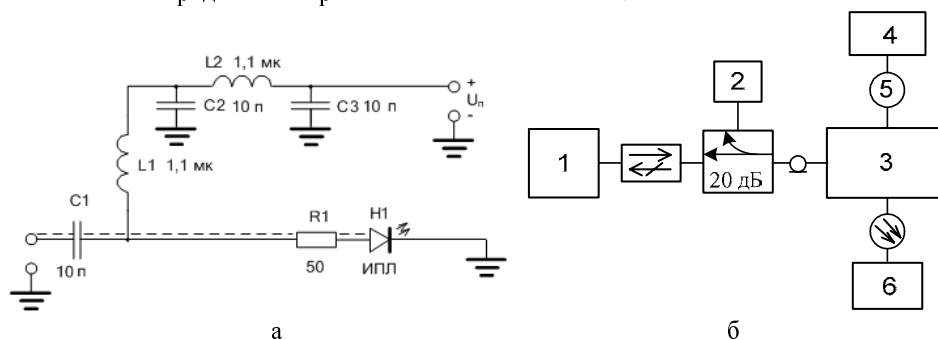


Рис. 1. Эквивалентная схема устройства управления амплитудой колебаний ИПЛ (а) и структурная схема измерительной установки (б). (1 – генератор СВЧ, 2 – измеритель мощности, 3 – исследуемый модулятор, 4 – источник питания, 5 – миллиамперметр, 6 – оптический спектроанализатор)

Макет модулятора выполнен на основе несимметричной микрополосковой линии, в качестве источника несущего колебания выбран бескорпусный ИПЛ с длиной волны  $\lambda=640$  нм и мощностью 1 мВт.

Экспериментальное исследование возможности управления мощностью колебаний ИПЛ проведено для коротковолновой части дециметрового диапазона.

Структурная схема экспериментальной установки показана на рис. 1,б.

Мощность модулирующего СВЧ-сигнала контролировалась измерителем МЗ-51 (2); питание ИПЛ осуществлялось от источника напряжения GPS-3030DD (4); миллиамперметр (5) предназначен для измерения рабочего тока модулируемого лазера (3).

Наблюдение за динамикой работы ИПЛ и измерение его спектральных характеристик осуществлялось при помощи оптического спектроанализатора YOKOGAWA AQ-6370 (6).

Из рис. 2, представляющего основную статическую модуляционную характеристику – зависимость мощности оптических колебаний от мощности модулирующего СВЧ-сигнала на различных частотах, видно, что при увеличении мощности модулирующего сигнала происходит уменьшение выходной мощности оптического излучения лазерного диода, что свидетельствует о прямом управлении внешним СВЧ-сигналом колебаниями ИПЛ, т.е. имеет место асинхронное тушение колебаний ИПЛ [1]. Такое взаимодействие на нелинейном элементе положительно смещенного р-п-перехода ИПЛ двух сигналов свидетельствует о наличии амплитудной СВЧ-модуляции оптического колебания. Характеристики асинхронного тушения оптических колебаний (см. рис. 2) являются существенно информативными при разработках оптических модуляторов, поскольку в каждой точке зависимости  $P_{\text{опт}}=f(P_{\text{СВЧ}})$  содержится информация о наличии процесса модуляции. Кроме того, на рис. 2 достаточно хорошо видна частотная зависимость модуляционных характеристик, по которой можно судить о режимах работы исследуемой системы: до уровня  $P_{\text{СВЧ}} \approx 15$  мВт режим можно считать малосигнальным, свыше  $P_{\text{СВЧ}} \approx 15$  мВт – режим большого сигнала, который в зависимости от  $P_{\text{СВЧ}}$  может сопровождаться нежелательной частотной модуляцией, являющейся следствием амплитудной зависимости реактанса ИПЛ.

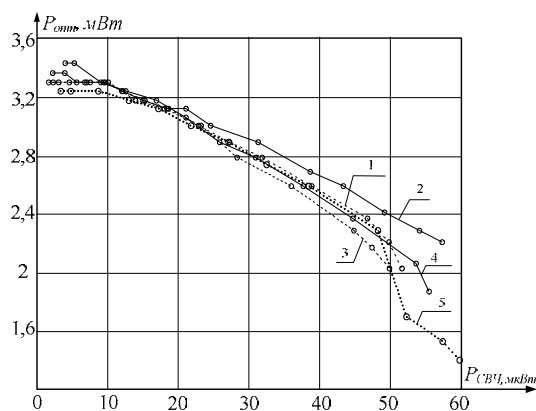


Рис. 2. Зависимость мощности оптических колебаний от мощности СВЧ-сигнала на различных частотах управляющего сигнала. (Ток питания ИПЛ  $I=22$  мА; кривая 1 – соответствует частоте сигнала 1950 МГц, 2 – 2025 МГц, 3 – 1900 МГц, 4 – 1925 МГц, 5 – 2000 МГц)

На рис. 3 приведены статические модуляционные характеристики, показывающие роль рабочих токов ИПЛ при осуществлении модуляции; здесь же виден частотный фактор, имеющий существенное значение при выборе режима работы оптического СВЧ-модулятора.

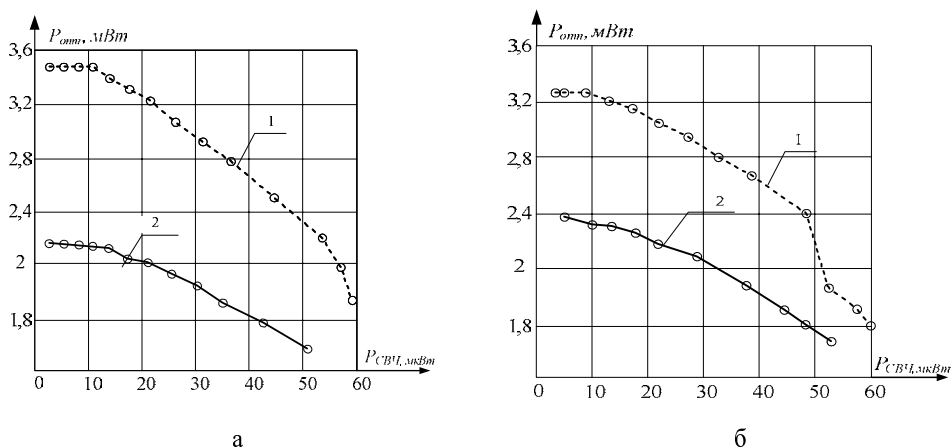


Рис. 3. Зависимость мощности оптических колебаний от мощности СВЧ-сигнала при различных токах питания ИПЛ: 1 – 22 мА, 2 – 18 мА (рисунок а – соответствует  $f=2000$  МГц, б – 1925 МГц)

Спектральная характеристика (СХ) исследуемого модуляционного процесса показана на рис. 4.

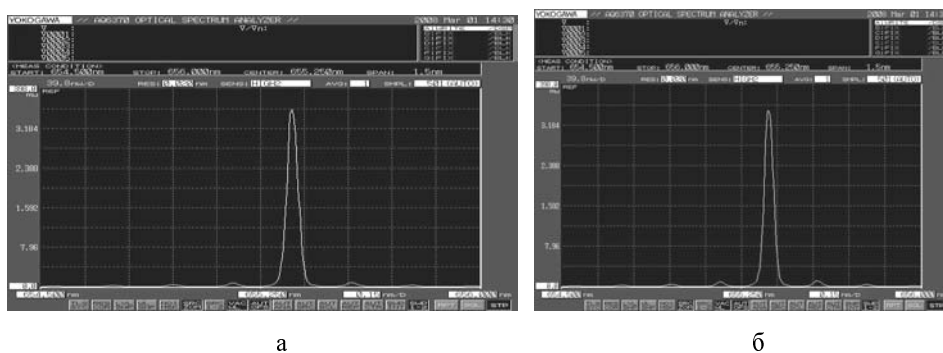


Рис. 4. Спектр излучения ИПЛ без воздействия СВЧ-модулирующего сигнала (а) и при его воздействии ( $P_{СВЧ} \approx 4$  мкВт) (б)

Для центральной спектральной составляющей, соответствующей несущему оптическому колебанию, характерна следующая закономерность: при воздействии СВЧ-сигнала на р-п-переход ИПЛ расширяется спектральная линия в целом, и особенно в области пьедестала СХ, а также наблюдается уменьшение уровня мощности несущего колебания. Эти изменения объясняются появлением в спектре модулированного оптического излучения боковых суммарно-разностных составляющих исследуемого модуляционного процесса.

«Проседание» огибающей спектра (см. рис. 4,б) также свидетельствует о перераспределении мощности несущего колебания в пользу боковых спектральных составляющих.

Для исследуемого макета модулятора зафиксированы следующие данные:  $P_{opt\ max}=3,58$  мВт,  $P_{opt\ min}=3,43$  мВт. На рис. 4 показаны спектры излучения ИПЛ без воздействия СВЧ-модулирующего сигнала (см. рис. 4,а), и при его воздействии (см. рис.4,б) – глубина модуляции составила около 4%.

Эти данные хорошо согласуются с опубликованными в литературе результатами, полученными У. Тсангом, А. Яривом, Р. Хансперджером [2-4].

Эксперимент поставлен на оборудовании, предоставленном по национальному проекту “Образование”.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кухаркин Е.С.*, Основы инженерной электрофизики. Т. I. – М.: Высшая школа, 1969.
2. Полупроводниковые инжекционные лазеры. Динамика, модуляция, спектры: Пер. с англ. / Под ред. *У. Тсанга*. – М.: Радио и связь, 1990.
3. *Ярив А.* Введение в оптическую электронику. – М.: Высшая школа, 1983.
4. *Хансперджер Р.* Интегральная оптика: теория и технология / Хансперджер Р.; Пер. с англ. – М.: Мир, 1985.

**Орда-Жигулина Марина Владимировна**

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: [jigulina@mail.ru](mailto:jigulina@mail.ru).

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371733.

Кафедра антенн и радиопередающих устройств; доцент.

**Алексеев Юрий Иванович**

E-mail: [jigulina@mail.ru](mailto:jigulina@mail.ru).

Кафедра антенн и радиопередающих устройств; профессор.

**Демьяненко Александр Викторович**

E-mail: [demalex@inbox.ru](mailto:demalex@inbox.ru).

Кафедра антенн и радиопередающих устройств; ассистент.

**Orda-Zhigulina Marina Vladimirovna**

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: [jigulina@mail.ru](mailto:jigulina@mail.ru).

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371733.

The Department of Antennas and Radio Transmitters; associate professor.

**Alekseev Yuriy Ivanovich**

E-mail: [jigulina@mail.ru](mailto:jigulina@mail.ru).

The Department of Antennas and Radio Transmitters; professor.

**Demyanenko Alexander Victorovich**

E-mail: [demalex@inbox.ru](mailto:demalex@inbox.ru).

The Department of Antennas and Radio Transmitters; assistant.