



- | | |
|--|--|
|  РАДИОКОНСТРУКТОРСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ |  ФАКУЛЬТЕТ
БЕЗОПАСНОСТИ |
|  ФАКУЛЬТЕТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ |  ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ |
|  ФАКУЛЬТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ |  ФАКУЛЬТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ |
|  ФАКУЛЬТЕТ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ |  ЮРИДИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ |
|  ГУМАНИТАРНЫЙ
ФАКУЛЬТЕТ |  ЗАОЧНЫЙ И ВЕЧЕРНИЙ
ФАКУЛЬТЕТ |
| |  ФАКУЛЬТЕТ
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ |

Преимущества обучения в ТУСУРе:

- Высокое качество образования в ТУСУРе основано на высокой квалификации профессорско-преподавательского состава, а также на передовой исследовательской материально-технической базе;
- Применение передовых технологий обучения, ориентированных на развитие творческого потенциала студентов, основанных на неразрывной связи с научными исследованиями и командной работой над реальными проектами;
- Полученное в ТУСУРе образование гарантирует 100%-ное трудоустройство, достойные условия труда, высокую зарплату и карьерный рост.

Прием документов на очную форму обучения начинается 19 июня и заканчивается 24 июля (если у абитуриента имеется полный комплект результатов вступительных и испытаний в форме ЕГЭ или результатов олимпиад школьников, утвержденных Минобрнауки РФ) и 13 июля (если абитуриент будет сдавать вступительные и испытания, проводимые ТУСУР самостоятельно). Абитуриент имеет право подать заявление не более чем на 3 направления подготовки и/или специальности ТУСУР, указав их рейтинг.

Вступительные испытания профильной направленности для инженерно-технических направлений - математика, физика, русский язык; для направлений в области IT технологий и информационной безопасности - математика, информатика, русский язык; для экономико-управленческих направлений - математика, обществознание, русский язык; для гуманитарных направлений - история России, обществознание, русский язык.

Конкурс абитуриентов на бюджетные места очной формы обучения проводится с 27 июля по сумме баллов за три экзамена в порядке ее убывания. Возможен прием абитуриентов на бюджетные места по договорам целевого приема. Зачисление в число студентов ТУСУРа на бюджетные места будет вестись с 30 июля по 7 августа включительно, зачисление на платные места - 7 и 21 августа.

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, каб. 129
Тел.: (3822) 900-100
Факс: (3822) 900-100

E-mail: onir@main.tusur.ru
Сайт: <http://tusur.ru/>



**НАУЧНАЯ СЕССИЯ
ТУСУР-2015**



**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
13-15 мая 2015 г. (В пяти частях)**

Часть 2

г. Томск

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)»

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2015

**Материалы
Всероссийской научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2015»**

13–15 мая 2015 г., г. Томск

В пяти частях

Часть 2

В-Спектр
2015

окружности в системе Mathcad, пересекающиеся в одной точке (см. рис. 2).

Таким образом, описанная методика позволяет измерить шумовые параметры СВЧ-транзисторов с приемлемой точностью при существенном упрощении процесса измерения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Покровский М.Ю.* Декомпозиционный структурный синтез малошумящих широкополосных транзисторных УВЧ- и СВЧ-усилителей: дис. ... к.т.н. Томск: ТУСУР, 1993. 235 с.
2. *Keysight Technologies.* Основы измерения коэффициента шума в радиочастотном и микроволновом диапазонах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5952-8255RURU.pdf>
3. *Maxim Integrated.* Low-Noise Amplifier (LNA) Matching Techniques for Optimizing Noise Figures [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pdfserv.maximintegrated.com/en/an/AN3169.pdf>

МАКЕТ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИЕЙ ЗАДЕРЖКИ

А.В. Горевой, аспирант, инженер АО «Микран»;
Г.К. Толендиев, Д.Е. Бадырова, М.Г. Шарипова, магистранты;
А.А. Лукина, аспирант; Д.А. Конкин, ст. преподаватель каф. РЗИ
Научный руководитель А.С. Задорин, проф. каф. РЗИ, д.ф.-м. н.
г. Томск, ТУСУР, РТФ, каф. РЗИ, gkt7@bk.ru

Описан экспериментальный макет оптоэлектронного генератора (ОЭГ) с линией задержки на основе оптического волокна (ОВ), работающий на частоте 900 МГц.

Одним из перспективных схемотехнических приемов построения СВЧ-генераторов, формирующих колебания с высокой спектральной чистотой и малым уровнем фазовых шумов, в настоящее время является архитектура оптоэлектронного автогенератора (ОЭГ), в котором в качестве физического носителя энергии формируемой волны СВЧ-поля используется пучок фотонов, взаимодействующий с СВЧ-полем через соответствующие медиаконвертеры – фотоприемный модуль (ФПУ) и оптоэлектронный модулятор (ОЭМ) [1–4].

Целью настоящей работы является описание экспериментального макета такого рода ОЭГ, в качестве резонансной структуры в котором использована линия задержки на основе ОВ. Схема макета приведена на рис. 1.

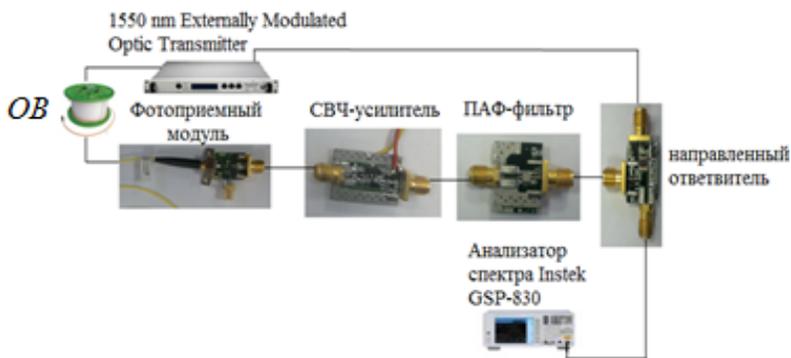


Рис. 1. Схема макета оптоэлектронного автогенератора с линией задержки

Макет ОЭГ был построен на основе серийного блока Externally Modulated Optic Transmitter производства Hangzhou Huatai Optic Tech., Китай ($P = 3$ дБм, $RIN = -160$ дБм/Гц) с встроенным ОЭМ, работающий в окне прозрачности ОБ, на длине волны 1550 нм.

В качестве оптического резонатора ОЭГ использовались линии задержки, составленные из нескольких переключаемых отрезков стандартного одномодового ОБ длиной 2,7, 415 и 725 м.

Фотоприемный модуль был изготовлен на основе быстродействующего фотодетектора FRM5J141GW фирмы Fujitsu, с полосой пропускания 11 ГГц. и чувствительностью 19 дБм. Потери ФПУ, связанные с преобразованием оптического поля в электрический сигнал составили 27 дБ.

Общие петлевые потери в разработанном ОЭГ, связанные в том числе и с отводом -10 дБ СВЧ-мощности в направленном ответвителе (НО) из цепи обратной связи ОЭГ на его выход, компенсировались в тракте широкополосного СВЧ-усиления с общим коэффициентом усиления 30 дБ.

Указанная частотная зависимость петлевого усиления ОЭГ при разомкнутой петле обратной связи ОЭГ, измеренная векторным анализатором цепей P4M, приведена на рис. 2.

Для обеспечения условий генерации ОЭГ только на узком участке АЧХ (рис. 2) и фильтрации спектра паразитных мод применялась серийная микросхема узкополосного ПАВ-фильтра, настроенного на центральную частоту 900 МГц. с полосой пропускания 30 МГц. На рис. 3 приведена соответствующая АЧХ фильтра, измеренная с помощью с векторного анализатора цепей P4M.

В проведенных нами экспериментах представленная на рис. 1 схема ОЭГ обеспечивала генерацию гармонического сигнала мощностью -5 дБм на частоте 900 МГц.

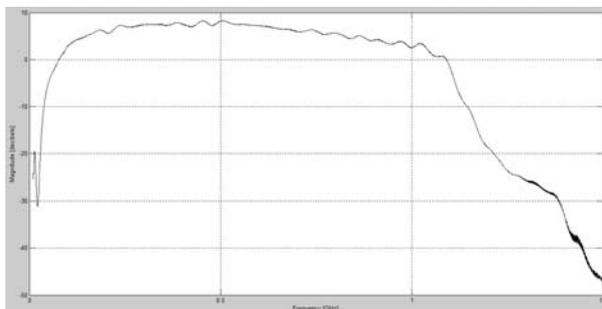


Рис. 2. Частотная зависимость петлевого усиления ОЭГ

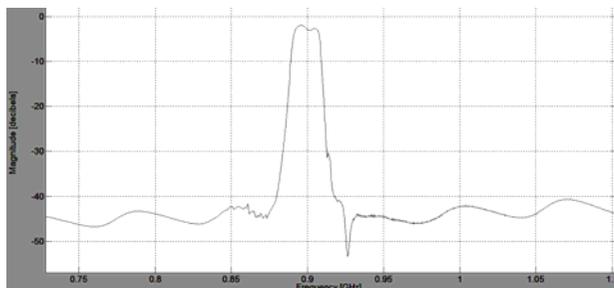


Рис. 3. АЧХ ПАВ-фильтра

В [5] представлено более подробное описание полученных нами экспериментальных результатов, измерения односторонней спектральной плотностью мощности шума $L(f)$, полученные с помощью описанного выше макета ОЭГ, а также экспериментов по снижению уровня фазовых шумов $L(f)$ за счет увеличения длины волоконно-оптического тракта ОЭГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борцов А.А. Оптоэлектронный генератор радиочастотного диапазона с накачкой квантоворазмерным лазерным диодом: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2014. 402 с.
2. Steve X. Yao and Maleki L. Optoelectronic microwave oscillator // Journal of the Optical Society of America B. Vol. 13, № 8. August 1996. P. 1725–1735.
3. Maleki L. The optoelectronic oscillator // Nature Photonics. 2011. Vol. 5. № 12. P. 728–730.
4. Белкин М., Лопарев А. Оптоэлектронный генератор – первое практическое устройство СВЧ-оптоэлектроники // Электроника: наука, технология, бизнес. 2010. № 6. С. 62–70.
5. Горевой А.В., Конкин Д.А., Лукина А.А., Толендиев Г.К. Оптоэлектронный генератор на основе волоконно-оптических линий задержки: численное моделирование и экспериментальное исследование (наст. сборник).

А.Б. Сариев ИК-ПРОЖЕКТОР ДЛЯ АКТИВНО-ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ	47
К.Н. Тулеуова, А.В. Максимов ПРОГРАММИРОВАНИЕ В LABVIEW СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПО ПРИНЦИПУ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ С ПИД-РЕГУЛИРОВАНИЕМ	53
А.С. Ахметова, Б.Б. Тулубаев ПРИМЕНЕНИЕ САПР SYSTEMVUE ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЕРИФИКАЦИИ РАДИОЧАСТОТНЫХ ТРАКТОВ	56
Д.В. Тимошин, Д.А. Тюфякин ДЕТЕКТОРЫ ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ СИГНАЛОВ СВЧ	59
Р.Р. Вишняков СВЧ-УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ВХОДНЫХ КАСКАДОВ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ	62
А.А. Залевский, Ж.Т. Эрдынеев ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ КОРРЕКЦИИ СИГНАЛА ЛЧМ-РАДАРА	64
А.Б. Тулегенов, Н.В. Жаренко ИЗМЕРЕНИЕ ШУМОВЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	67
А.В. Горевой, Г.К. Толендиев, Д.Е. Бадырова, М.Г. Шарипова, А.А. Лукина, Д.А. Конкин МАКЕТ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИЕЙ ЗАДЕРЖКИ	70

СЕКЦИЯ 8

ОПТИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАНОФОТОНИКА И ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

*Председатель секции – Шарангович С.Н., проф., зав. каф. СВЧиКР,
к.ф.-м.н.;*

зам. председателя – Буримов Н.И., зав. УНЛ каф. ЭП НИЧ, к.т.н.

Т.И. Богомякова, А.М. Ситдииков, Ю.В. Ряполова, В.С. Солдаткин ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЮМИНОФОРОВ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ БЕЛОГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ	73
А.М. Ситдииков, Ю.В. Ряполова, В.С. Солдаткин ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА НАПРЯЖЕНИЯ ОТ КОЛИЧЕСТВА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ПОДКЛЮЧЕННЫХ СВЕТОДИОДОВ	75
В.Г. Дю, Е.С. Худякова ДИНАМИКА ТЕРМОИНДУЦИРОВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ $VI_2TiO_{20}:AL$	76
И.Д. Гермогентов, Е.А. Дмитриев, С.Б. Козлов, В.Ю. Рябченко ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛЯ ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА НА ВЫХОДНОЙ ГРАНИ КРИСТАЛЛА НИОБАТА ЛИТИЯ	78