

УДК 621.372.83

Кочергина О. В.<sup>1</sup>, Курмашев В. И.<sup>1</sup>, Матковская Т. А.<sup>1</sup>, Тимошков Ю. В.<sup>2</sup>

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАНАЛА УТЕЧКИ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЕНСАЦИОННОГО СПОСОБА, СОЗДАНИЕ ОСНОВ НОВОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ

<sup>1</sup> УО «Белорусская государственная академия связи», Минск, Беларусь

<sup>2</sup> УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, Беларусь

В настоящее время для передачи информации широко применяются оптические волокна. Считается, что они имеют хорошую информационную безопасность [1]. Информационный сигнал, распространяется внутри оптического волокна и доступ к нему без разрыва волокна затруднен. В настоящее время известны различные способы формирования каналов утечки информации из оптического волокна без его разрыва [2]. Одним из наиболее скрытных и эффективных среди этих способов является компенсационный. Сущность этого способа заключается в выводе части мощности информационного сигнала за пределы оптического волокна, а затем обратного ввода такой же мощности в волокно, таким образом, чтобы пользователь не обнаружил несанкционированного подключения. Вывести часть мощности сигнала за пределы оптического волокна можно с помощью изгиба, сформированного ответвителем-прищепкой. Целью исследования является реализация компенсационного съема передаваемой информации при помощи ответвителей-прищепок для различных типов оптических волокон и длин волн оптического излучения.

В качестве объектов исследований использовались одномодовые оптические волокна G.652, G.655 и G.657, так как они наиболее часто применяются в современных системах связи. Собрана экспериментальная установка, состоящая из участка оптического волокна, к обоим концам которого подключены измерители мощности. Для вывода и ввода оптического излучения с боковой поверхности оптического волокна использовались серийно выпускаемые ответвители-прищепки FOD 5503. Ввод мощности обратно в волокно осуществляется также посредством ответвителя-прищепки. Таким образом, для реализации компенсационного способа необходимо определить долю мощности ответвляемую из оптического волокна, потери мощности на ответвителе-прищепке и коэффициент ввода излучения в оптическое волокно в сторону источника оптического излучения и в сторону его получателя для длин волн оптического излучения 1310, 1490, 1550 и 1625 нм.

Получено, что увеличение длины волны приводило к росту потери мощности оптического излучения для всех исследуемых оптических волокон от  $-5,04$  до  $-1,89$  дБ для G652, от  $-0,47$  до  $-0,04$  дБ для G655 и от  $-6,22$  до  $-2,08$  дБ для G657. Наибольшее значение потери мощности соответствовало длине волны 1625 нм и волокну G655, а наименьшее – длине волны 1310 нм и волокну G657. Увеличение длины волны приводило к росту значения доли ответвляемой мощности оптического излучения с боковой поверхности оптического волокна для всех исследуемых волокон. Максимальная величина ответвляемой мощности была получена для длины волны 1625 нм и волокна G655 и составила  $-10,65$  дБ, а минимальная – для длины волны 1310 нм и волокна G657 и составила  $-20,71$  дБ. Таким образом, для уменьшения потерь мощности оптического излучения, вносимых ответвителем-прищепкой, и снижения ответвляемой ею мощности необходимо использовать для передачи информационного сигнала длину волны 1310 нм и оптическое волокно G657.

Установлено, что увеличение длины волны приводило к росту коэффициентов ввода оптического излучения, как в сторону источника оптического излучения, так и в сторону его получателя. Мощность, вводимая в оптическое волокно, распространяется не одинаково в сторону источника, и в сторону получателя для всех исследуемых длин волн. Коэффициент ввода в сторону источника принимает меньшие значение, чем коэффициент ввода в сторону

получателя. При этом, если поменять местами вход и выход ответвителя-прищепки, то ситуация изменяется на противоположную. Такое распределение мощности связано с расположением макроизгиба, созданного ответвителем-прищепкой. Чем большее расстояние проходит сигнал, тем большие потери он испытывает.

Таким образом, установлено, что реализация компенсационного метода съема информации возможна, но с учетом расположения точки ввода оптического излучения в макроизгиб. На основании проведенных исследований предложена методика оценки применимости компенсационного съема информации из оптического волокна при помощи ответвителей-прищепок.

В настоящее время демонстрируются возможности использования оптических микроэлектрохимических систем (МЭМС) для преобразования инфраструктуры оптоволоконной сети. МЭМС компоненты позволяют повысить скорость, пропускную способность и надежность оптической сети. Использование передовой элементной базы открывает новые возможности построения и интегрирования микроответвителей-прищепок в оптические каналы передачи информации [3]. Применительно к рассматриваемой задаче, будут снижены размеры ответвителей, снижены сигналы и, соответственно, возможность их обнаружения.

Разрабатывается базовая LIGA-like технология на основе фоторезиста SU-8 (Microchem, USA). Основой для построения оптических МЭМС являются микроструктуры с высоким аспектным отношением и реальные 3D компоненты (рисунок 1).

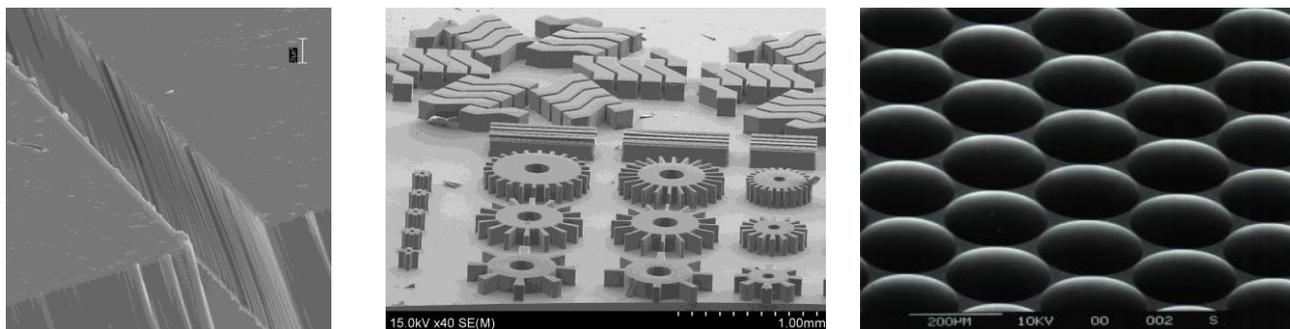


Рисунок 1 – МЭМС микроструктуры с высоким аспектным отношением и матрица микролинз.

Получены микроструктуры с аспектным отношением 1:20, толщина – до 300 мкм, минимальный размер – 10 мкм. Данная технология является базовой для создания плоских металлинз в системах передачи оптических сигналов на основе  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$ ,  $HfO_2$ . Для создания матриц микролинз разработаны основы градиентной (серой) фотолитографии.

#### Список литературы

1. Govind P. Agrawal Fiber-Optic Communication Systems. New York: Wiley-Interscience; 2002. 530 Pages.
2. Зеневич А. О. Обнаружители утечки информации из оптического волокна. – Минск: Белорусская государственная академия связи; 2017. 143 с.
3. Guangya Zhou, Chengkuo Lee Optical MEMS, Nanophotonics, and Their Applications. CRC Press, March 31, 2021. 448 Pages.