

УДК 681.787

**«Задача поиска скважности импульсов тока накачки для обеспечения заданного закона изменения длины волны VCSEL»**

**Аржаненкова А.Н. (ИТМО)**

**Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор  
Мирошниченко Г.П. (ИТМО)**

**Введение.** Лазеры поверхностного излучения с вертикальным резонатором (VCSEL) являются надежными и практичными источниками света для различных волоконно-оптических приборов. VCSEL активно используются в связи с их низким энергопотреблением, небольшими размерами и широким диапазоном перестройки длины волны. Выделяются коротковолновые (650 - 940 нм) и длинноволновые VCSEL (1200 – 1650 нм). В данной работе рассматривается VCSEL с длиной волны 1550 нм, который часто используется в различных волоконно-оптических интерферометрических датчиках [1,2].

Для функционирования волоконно-оптических интерферометрических датчиков необходимо модулировать сигнал, поступающий на вход датчика. Методы модуляции бывают внешними и внутренними. Для реализации внешних методов нужен дополнительный оптический модулятор, усложняющий схему. Внутренние методы основаны на изменении центральной длины волны VCSEL различными методами (настройка осуществляется с использованием нескольких подходов, использующих регулировку физической, оптической длины резонатора, а также нагревом резонатора по определённому закону). Ранее, в работе [3] были получены точные формулы для расчёта параметров закона периодической (синусоидальной) модуляции. Данная работа посвящена решению обратной задачи: зная закон, описывающий сдвиг длины волны в каждой точке дискретизации, можно найти последовательность длительностей токовых импульсов, которые обеспечивают заданную последовательность сдвигов длины волны VCSEL.

**Основная часть:** Аналитическим методом решается обратная задача поиска длительностей импульсов тока накачки. С помощью ранее полученного рекуррентного соотношения, связывающего сдвиги длины волны в соседних временных интервалах и заданных законов, описывающих длину волны лазера на интервале по окончании импульса накачки и охлаждения VCSEL на этом же интервале [3], получаем искомое нелинейное уравнение, содержащее в себе переменную, связанную с длительностью импульсов. Решение определяется соотношением параметров, описывающих скорости нагрева и охлаждения VCSEL. Показано, что решение выводится в явном виде при равенстве данных параметров. В случае же отличия их друг от друга, решение следует искать численно: получаемые длительности импульсов тока будут иметь меньшие либо большие значения, по сравнению с длительностями, определяемыми формулой для решения в явном виде.

**Выводы:** Благодаря решению обратной задачи были получены формулы, описывающие длительности импульсов тока накачки лазера VCSEL в каждом дискретном временном интервале, обеспечивающие требуемый закон изменения длины волны в каждой точке дискретизации и сформулированы условия на параметры задачи, обеспечивающие существование найденных решений.

**Список используемых источников:**

1. Kruglov, R., Saur, G., and Engelbrecht, R.: Precise characterization of VCSEL in the 1550 nm band having a wavelength tuning range of 12 nm within 10  $\mu$ s as light sources for fast sensor systems, *J. Sens. Sens. Syst.*, 11, 161–169, <https://doi.org/10.5194/jsss-11-161-2022>, 2022.
2. Iga, K.: Forty years of vertical-cavity surface-emitting laser: Invention and innovation, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 57, 08PA01, 2018.
3. Miroschnichenko G.P., Arzhanenkova A.N., Plotnikov M.Y. Investigation of the method of current thermal modulation of the wavelength VCSEL // *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics* - 2022, Vol. 13, No. 6, pp. 615-620