

## МАГНИТООПТИЧЕСКИЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ВЕНТИЛИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА НОВЫХ ПРИНЦИПАХ

*Хидиров Абдували Махмадалиевич*

*Самаркандский филиал ТУИТ, Узбекистан, [abduvali.xidirov@mail.ru](mailto:abduvali.xidirov@mail.ru)*

*Жуманов Хакберди Ахмедович*

*Самаркандский филиал ТУИТ, Узбекистан, [jumanov56@mail.ru](mailto:jumanov56@mail.ru)*

*Киличов Жасур Рузикулович*

*Самаркандский филиал ТУИТ, Узбекистан, [k\\_jasur1987@mail.ru](mailto:k_jasur1987@mail.ru)*

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты исследования, направленные на изучение возможностей применения в различных областях науки и техники свойств магнитооптических (МО) кубитов для конструирования широкого спектра устройств обработки, хранения и передачи информации на новых принципах с использованием элементной базы логических вентилях с альтернативной архитектурой.

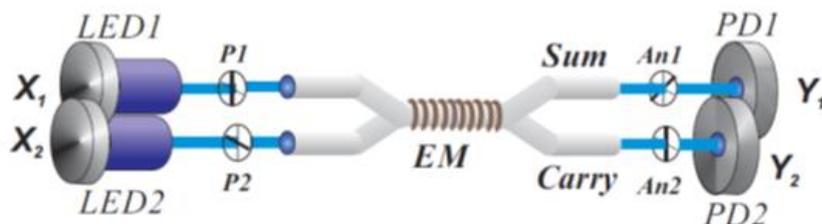
**Ключевые слова:** Логические вентили, магнитооптические кубиты, логический вентиль, обработка сигналов.

Логическое устройство с кубитами может быть описано как квантовый регистр, который более информативен, чем классический. [1]

На *рис. 1* представлена оптическая схема изготовленной модели простейшего МО полусумматора. Разработанный и экспериментально испытанный магнитооптический полусумматор для проверки функционирования логических вентилях на базе X-конфигурации волновода позволил на практике изучать основные свойства разрабатываемых магнитооптических логических вентилях таких, например, как выполняющих операции И (AND) и ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (XOR).

Основным элементом, использовавшимся нами в качестве магнитооптического волновода при проведении исследований, являлся Y-

образный образец из оргстекла, тщательно обработанный и отполированный во избежание оптического потерь на рассеяние и поглощение. Электромагнит представляет собой многослойную катушку из медного провода. Назначение и функции остальных деталей понятны без дополнительных объяснений [2].



*Рис. 1. Схема магнитооптического полусумматора: LED1 и LED2 – светодиоды ( $\lambda = 440 \text{ nm}$ ) соответственно для сигналов  $X_1$  и  $X_2$  с  $HP$  и  $VP$  ориентациями поляризации света,  $EM$ - электромагнит;  $Sum$  – волноводный канал суммы;  $Carry$ – канал переноса;  $An1$  и  $An2$  – анализаторы;  $PD1$  и  $PD2$  – фотодиоды для каналов суммы и переноса.*

Пусть первичное двоичное кодирование входных сигналов осуществляется с помощью импульсной модуляции, то есть,  $LED$  горит - “1”, выключен - “0”.

Необходимо ввести некоторые дополнительные пояснения относительно физической природы входных и выходных сигналов. Информация, закодированная в виде электрических сигналов, преобразуется в видеоимпульсы и подается на питание светодиодов, которые преобразуют их в оптическое излучение с импульсами определенной длительности. Далее эти сигналы  $A$  и  $B$  проходят через поляризаторы, становятся линейно- поляризованными, соответственно, со взаимно перпендикулярными  $HP$  и  $VP$  поляризациями.

Рассмотрим последовательно процессы, происходящие, соответственно, в каналах  $SUM$  и  $CARRY$ .

Пусть два оптических сигнала  $A$  и  $B$  из двух светодиодов попадают на  $Y$  образный волновод, как это показано на *рис. 2*. Проходя через <https://scientific-jl.com/> 29-to'plam 2-son Mart 2026

поляризационные фильтры, расположенные между источниками света и волноводом, они преобразуются в сигналы  $X_1$  и  $X_2$ , поляризованные горизонтально ( $HP$ ) и вертикально ( $VP$ ), соответственно [3].

Вообще говоря, входные сигналы  $X_1$  и  $X_2$  являются по своей природе чисто оптическими, его электрическим отображением служил бы потенциальный (видео) сигнал, напряжением порядка сотни милливольт для логической «1» и напряжением близким к нулю для «0». С выходным сигналом у ситуация такова, что он представляет собой только переменную составляющую прошедшего сквозь модулятор и анализатор светового пучка с частотой модуляции равной частоте модулирования магнитного поля, создаваемого внутри волновода катушкой электромагнита.

Фарадеевское вращение плоскости поляризации проходящего света с амплитудой  $\alpha_F$  осуществляется за счет переменного тока синусоидальной формы, приложенного к катушке. Результирующая интенсивность пучка света прошедшего через анализатор ( $AN$ ), регистрируется фотодиодом  $PDI$  как на рис. 1.

Полученный фототок может быть далее разделен на постоянную  $DC$  и переменную  $AC$  составляющие. Угол между поляризатором и анализатором составляет  $\pi/4$ .

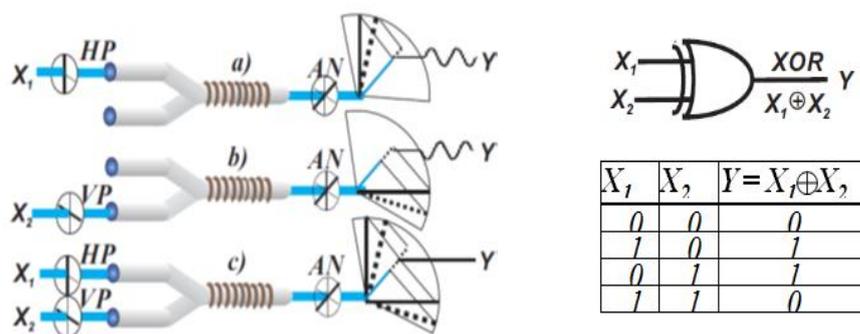


Рис. 2. Схема магнитооптического логического вентиля XOR, для обработки двух бинарных сигналов в канале суммы волновода: а)  $X_1=1$ ,

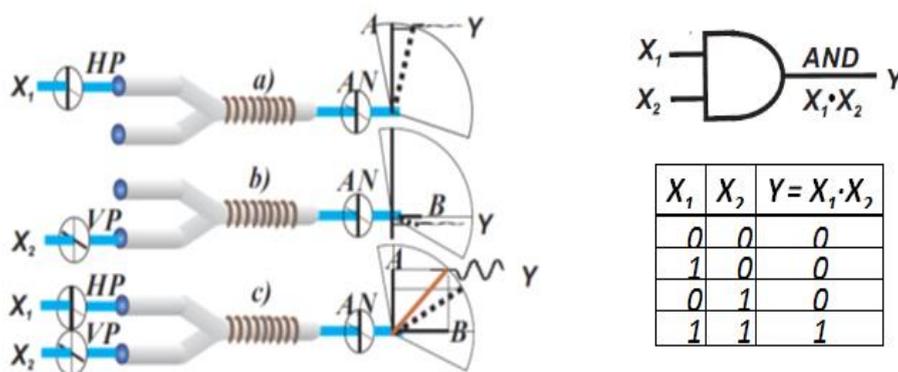
$$X_2=0, Y=1;$$

б)  $X_1=0, X_2=1, Y=1$ , в)  $X_1=1, X_2=1, Y=0$ . Справа на врезке сверху вниз – его условное обозначение и таблица истинности.

Таким образом, мы получили логический вентиль  $XOR$  для двух входящих сигналов. Выходной сигнал в данной геометрии работает как канал суммы классического полусумматора.

Реализация магнитооптического вентиля  $AND$  осуществляется при такой же геометрии и с тем же набором элементов, что и для  $XOR$ , который мы использовали для канала суммы волноводного полусумматора.

Сигналы  $X_1$  и  $X_2$  на *рис. 3* после прохождения через поляризаторы, имеют те же оси поляризации и такое же расположение как на *рис. 2*, но ось анализатора в данном случае ориентирована перпендикулярно оси поляризации сигнала  $X_1$  и, соответственно, параллельно к  $X_2$ . В обоих случаях (*рис. 3 a и 3 b*), когда имеется один сигнал (только  $X_1$  или только  $X_2$ ) выходной переменный сигнал будет равен нулю, как это показано на соответствующих врезках. Это можно более строго доказать с помощью простых тригонометрических преобразований для малых углов фарадеевского вращения. При наличии обоих сигналов мы получаем отклик синусоидальной формы, которому можно присвоить значение  $1$ .



*Рис. 3. Схема магнитооптического логического вентиля  $AND$ , для обработки двух бинарных сигналов в канале переноса: а)  $X_1=1, X_2=0, Y=0$ ; б)  $X_1=0, X_2=1, Y=0$ , в)  $X_1=1, X_2=1, Y=1$ . Справа на врезке сверху вниз - его условное обозначение и таблица истинности.*

Для того, чтобы операции  $XOR$  и  $AND$  проходили одновременно в одном волноводе достаточно объединить *рис. 2* и *рис. 3* и перейти от  $Y$  <https://scientific-jl.com/> 29-to'plam 2-son Mart 2026

конфигурации волновода к  $X$ , как это показано ранее на *рис. 1*.

Предлагаемая нами методика квантовой обработки информации радикально меняет ситуацию с элементной базой логических устройств. Отпадает необходимость в использовании громоздких и дорогостоящих элементах, таких как высококачественные зеркала, полупрозрачные пластинки, кристаллические поляризаторы, фазовые пластинки, оптические скамьи и источники света. Все процессы локализуются в пределах одного волноводного элемента, размером в доли квадратного сантиметра, используя очевидные преимущества волоконной и интегральной оптики.

### **Список литературы:**

[1] Michel Le Bellac. Short Introduction to Quantum Information and Quantum Computation. Cambridge University Press. 2007. 171 p.

[2] Sh.V.Egamov, A.M.Xidirov. Цифровая логика и магнитооптические волноводные вентили. “Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” Ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnali, № 3 (13), 2020. 71-74 b.

[3] Sh.V.Egamov, A.M.Khidirov, Kh.O.Urinov, Kh.A.Zhumanov. Waveguide Logic Gates for Magneto-optical Qubits. J:Technical Physics Letters, 2020, Vol. 46, No. 10, pp. 947–949.