

## Волноводный режим распространения света в жидкокристаллических элементах с различной топологией модуляции границы раздела мезофаз

И. И. Оленская,\* О. С. Кабанова, А. Л. Толстик, Е. А. Мельникова  
 Белорусский государственный университет  
 Республика Беларусь, 220030,  
 Минск, пр. Независимости, д. 4

Разработаны и изготовлены жидкокристаллические элементы с электрически управляемой пространственной топологией ориентации директора. Впервые реализован режим волноводного распространения светового пучка в пространственно модулированной ЖК ячейке.

PACS: 42.79.Fm, 42.79.Kg, 42.70.Df. УДК: 535.515.

Ключевые слова: нематический жидкий кристалл, полное внутреннее отражение, волноводные элементы.

Одной из причин пристального внимания ученых к жидким кристаллам (ЖК) является широкое практическое применение, которое они находят во многих областях техники. Наряду с традиционными сферами использования ЖК элементов (индикаторы, модуляторы света) в последнее время анализируются пути создания управляемых волноводных структур.

Целью настоящей работы является создание электрически управляемых жидкокристаллических элементов с различной топологией модуляции границы раздела мезофаз и реализация на их основе режимов волноводного распространения и управления световыми пучками.

В ходе выполнения эксперимента разработаны два способа создания волноводных ЖК структур. В первом случае имеем начальную планарную перпендикулярную ориентацию директора ЖК в смежных областях. Приложенное напряжение приводит к переориентации директора и сглаживанию модуляции анизотропии показателя преломления. Во втором случае модуляция анизотропии показателя преломления индуцируется внешним электрическим полем.

Таким образом, в ячейке с планарной пространственно модулированной анизотропией показателя преломления при отсутствии внешнего электрического поля в пределах ЖК слоя имеется набор периодически чередующихся областей с ортогональной планарной ориентацией директора  $n$  молекул ЖК. Принцип формирования управляемых ЖК волноводов основан на реализации эффекта полного внутреннего отражения от электрически контролируемой границы раздела двух областей ЖК с различными топологиями ориентации директора [1]. Входящее в ЖК ячейку лазерное излучение горизонтально поляризовано. В тех областях ЖК слоя, где направление директора ЖК молекул  $n$  совпадает с направлением поляризации возбуждающего излучения, формируется необыкновенная волна, показатель преломления для которой  $n_e = 1,67$ . В тех областях ЖК слоя, где направление директора ЖК молекул

отлично от направления поляризации входящего луча, возбуждается обыкновенная волна ( $n_o = 1,49$ ). При подключении внешнего электрического поля к данной структуре в результате перехода Фредерикса промодулированная планарная ориентация заменяется однородной гомеотропной [2]. Горизонтально поляризованное лазерное излучение в этом случае будет обыкновенной волной в пределах всего слоя ЖК, что обусловит «выключение» волноводного режима.

Принцип работы изготовленной ЖК ячейки представлен на рисунках 1а,б.

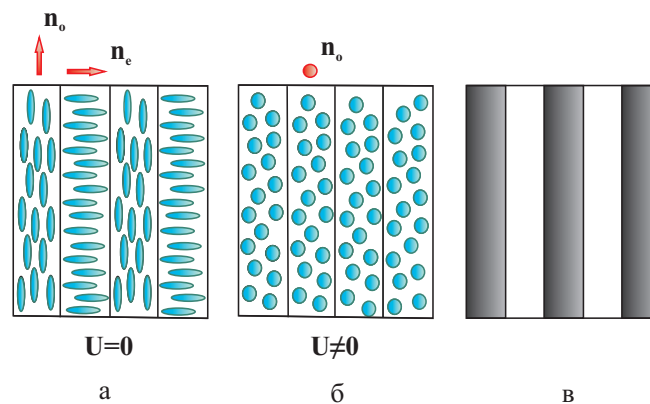


Рис. 1: Формирование набора волноводов в тонком слое нематического ЖК; а, б — в ЖК ячейке с начальной планарной перпендикулярной ориентацией директора ЖК в смежных областях; в — топология электродов в ЖК ячейке с параллельной начальной ориентацией ЖК

Во втором варианте в ЖК ячейке с волноводными элементами с параллельной начальной топологией ЖК при выключенном внешнем поле директор ориентирован однородно планарно во всем объеме ЖК слоя. При подаче напряжения, вследствие перехода Фредерикса, директор ЖК ориентируется вдоль силовых линий электрического поля (гомеотропная ориентация), пространственное распределение которых в объеме ЖК определяется топологией структурированного электрода. В тех местах ЖК элемента, где нет электрода, направление директора остается планарным. Таким об-

\*E-mail: Irochek\_Olenskaya@tut.by

разом, в объеме ЖК создается модуляция ориентации директора, которая приводит к образованию волноводных каналов для линейно поляризованного света в ЖК элементе. Топология электродов представлена на рисунке 1в.

Картина распространения лазерного излучения в созданных ЖК элементах представлена на рисунке 2. Линейно поляризованное излучение HeNe лазера с помощью микрообъектива вводилось в торец ЖК элемента.

Так, для ЖК ячейки, созданной первым методом, при нулевом напряжении реализуется волноводный режим распространения горизонтально поляризованного лазерного излучения (рис. 2а). При увеличении внешнего поля происходит нарушение волноводного режима распространения и входящий луч рассеивается (рис. 2а;  $U = 3$  В и 5 В).

Для ЖК ячейки, созданной вторым способом, при выключенном внешнем поле (рис. 2б) свет, введенный в ЖК ячейку, рассеивается на неоднородностях ЖК. При включении электрического поля в объеме ЖК возбуждаются волноводные каналы, по которым распространяется излучение лазера (рис. 2б;  $U = 3$  В и 5 В).

Таким образом, в настоящей работе отработаны технологии изготовления ЖК элементов с различной топологией модуляции границы раздела и показана возможность создания электрически управляемых волноводных структур.

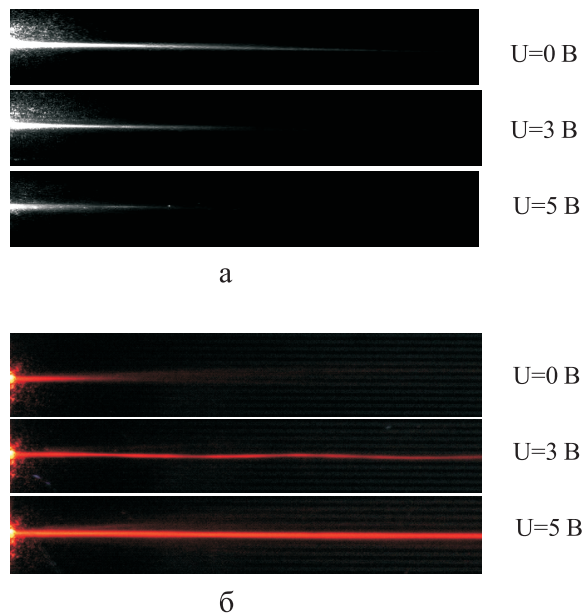


Рис. 2: Распространение лазерного излучения; а — в ЖК ячейке созданной первым способом; б — в ЖК ячейке, созданной вторым способом

- [1] Комар А.А. и др. Письма в ЖТФ. **37**, 15. (2011).  
 [2] Блинов Л.М. Электро- и магнитооптика жидких

кристаллов. (Москва: Наука, 1978).

## Waveguide mode of light propagation in liquid crystal cells with different topologies modulation of interface mesophases

I. I. Olenskaya<sup>a</sup>, O. S. Kabanova, A. L. Tolstik, E. A. Melnikova

Belarusian State University. Minsk 220030, Belarus

E-mail: <sup>a</sup>Irochek\_Olenskaya@tut.by

Designed and manufactured liquid crystal elements with electrically controlled spatial topology of the director orientation. First implemented mode waveguide propagation of a light beam in a spatially modulated LCD cell.

PACS: 42.79.Fm, 42.79.Kr, 42.70.Df.

Keywords: nematic liquid crystal, total internal reflection, waveguide. elements.

### Сведения об авторах

1. Кabanova Ольга Сергеевна — аспирант, младший научный сотрудник; e-mail: KabanovaOS@bsu.by.
2. Оленская Ирина Ивановна — магистрант, стажер; e-mail: Irochek\_olenskaya@tut.by.
3. Мельникова Елена Александровна — канд. физ.-мат. наук, доцент; тел. (17) 209-51-18, e-mail: Melnikova@bsu.by.
4. Толстик Алексей Леонидович — докт. физ.-мат. наук, профессор; тел. (17) 209-51-18, e-mail: Tolstik@bsu.by.