

118 тыс. км, а максимальная частота чувствительности данного детектора около 2,55 Гц. Для планеты Меркурий, период вращения вокруг Солнца 88 дней, а период вращения вокруг своей оси 58 дней. Радиус гео-орбиты 243 тыс. км, длина плеч интерферометра – 344 тыс. км., максимальная частота чувствительности детектора 0,9 Гц.

## Литература

1. Abbot, B. P. Exploring the sensitivity of next generation gravitational wave detectors / B. P. Abbott [et al.] // Class. Quantum Grav. – 2017. – Vol. 34, No. 4.

**Е. П. Пантелеева**

(БГУ, Минск)

Науч. рук. **Е. А. Мельникова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **ВОЛНОВОДНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМЫЕ ПЛАНАРНЫЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

Анизотропные жидкокристаллические (ЖК) элементы широко используются в технологиях отображения оптической информации, а также для управления параметрами световых пучков, включая их фазовое и поляризационное преобразование.

В ходе выполнения работы изготовлен и исследован управляемый ЖК-элемент с электрически индуцированными волноводными каналами.

ЖК-элемент (рисунок 1) представляет собой планарную ЖК-ячейку сэндвич-типа, содержащую на одной из стеклянных подложек непрозрачный электропроводящий слой встречных гребенчатых электродов.

Электрическое питание каждой из проводящих «гребенок» осуществлялось через отдельные шины, что обеспечивает возможность их независимого включения. Вторая подложка ЖК-элемента содержала сплошной прозрачный электрод. Толщина НЖК-слоя определялась величиной зазора между подложками и составляла  $d = 20$  мкм. Показатели преломления НЖК-материала, использованного в работе, для лазерного излучения на длине волны  $\lambda = 632,8$  нм составляли:  $n_e = 1,687$  для необыкновенной световой волны и  $n_o = 1,531$  для обыкновенной световой волны.

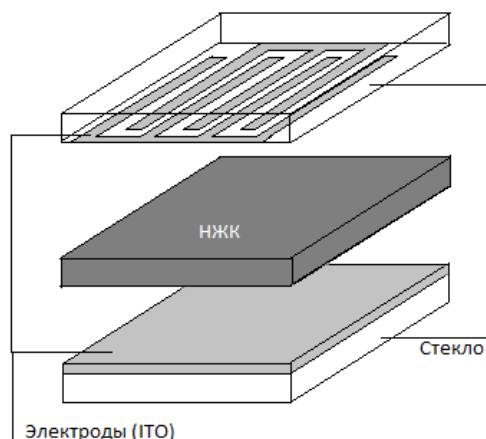


Рисунок 1 – Принципиальная схема одномерного волноводного массива в НЖК-слое с начальной планарной ориентацией директора

Начальная планарная ориентация директора НЖК задавалась вдоль направления электродов ЖК-элемента. При воздействии внешнего электрического поля (переход Фредерикса) имеется возможность реализовать периодическое изменение показателя преломления в ЖК-слое для определенной поляризационной моды световой волны. Периодическая модуляция оптической анизотропии обеспечивает возможность включения волноводного режима, основанного на выполнении эффекта ПВО [1]. Вариабельность включения электродов ЖК-элемента позволяет изменять топологию наведенных ЖК волноводных каналов.

Для управления величиной оптической анизотропии ЖК на элемент подавалось внешнее электрическое напряжение. В работе использовалось как переменное (частота  $\nu = 1$  кГц), так и постоянное электрическое напряжение. Величина амплитуды управляющего сигнала изменялась от 0 до 5 В. На рисунке 2 представлены поляризационные микрофотографии, иллюстрирующие возможность возбуждения в ЖК-слое периодического чередования направления ориентации директора. Исследования проводились при различных величинах амплитуды и направления вектора напряженности  $E$  внешнего электрического поля. В экспериментах использовалось постоянное и переменное электрическое поле, которое подавалось в различных вариантах на проводящие покрытия ЖК-элемента.

Согласно экспериментальным данным, приведённым на рисунке 2, при подаче напряжения на электроды ячейки происходит переориентация ансамбля ЖК-молекул (переход Фредерикса). В результате наблюдается многодоменная ЖК-структура, представляющая собой совокупность чередующихся областей

(доменов) с разными ориентациями директора: планарной (директор параллелен стеклянным подложкам) и гомеотропная (директор ортогонален стеклянным подложкам).


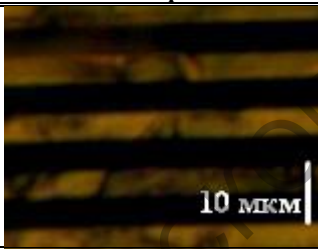


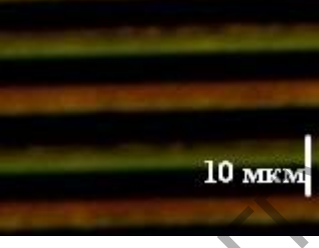
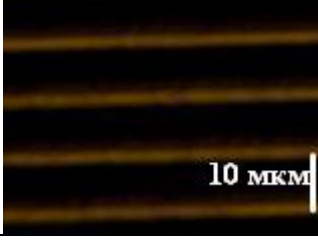
U, В	Переменное напряжение подаётся на одну «гребёнку» и сплошной электрод	Переменное напряжение подаётся на гребенчатые электроды
0		
2,5		
5,0		

Рисунок 2 – Поляризационные микрофотографии ЖК элемента при различных значениях управляющего электрического напряжения, которое подавалось в различных вариантах на проводящие покрытия

В работе разработан и экспериментально исследован электрически управляемый волноводный НЖК-элемент, созданный с использованием встречно-штыревых проводящих покрытий. Анализ оптической анизотропии ЖК-элементов, проведенный методом поляризационной микроскопии, показал возможность возбуждения в планарном ЖК-слое системы анизотропных волноводных каналов с различными конструктивными параметрами.

### Литература

1. Пантелеева, Е. П. Электрически управляемые планарные жидкокристаллические элементы / Е. П. Пантелеева // Физика конденсированного состояния: материалы XXVIII международной научно-

практической конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Гродно, Беларусь, 17 апреля 2020 г. / ГрГУ им. Я. Купалы; редкол.: А. Е. Герман (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2020. – С. 77–78.

2. Мельникова, Е. А. Поляризационно-чувствительные волноводные каналы в нематическом жидком кристалле / Е. А. Мельникова, О. С. Кабанова // Вестн. БГУ. Сер.1.- 2016. - №2. – С. 48-51.

3. Снайдер, А. Теория оптических волноводов / А. Снайдер, Д. Лав; Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1987. – 656 с.

4. Оленская, И. И. Жидкокристаллические волноводные элементы с различной топологией модуляции границы раздела рефрактивных областей / И. И. Оленская, О. С. Кабанова, Е. А. Мельникова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Е.17, №2. – С.87–91.

5. Коншина, Е. А. Оптика жидкокристаллических сред / Е. А. Коншина. СПб: «СПб НИУ ИТМО», 2012. – 128 с.

6. Томилин, М. Г. Свойства жидкокристаллических материалов / М. Г. Томилин, С.М. Пестов. – СПб.: «Политехника», 2005. – 296 с.

**В. А. Песецкий, Н. Н. Алифировец, А. С. Корольков**  
(ГрГУ имени Я. Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. А. Пивоварчик**, канд. техн. наук, доцент

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ СИНТЕТИЧЕСКОГО МОТОРНОГО МАСЛА SHELL МАРКИ SAE 5W40**

Первостепенной задачей моторного масла является предотвращение сухого трения движущихся внутренних деталей двигателя, а также обеспечение минимальной силы трения при максимальной герметичности рабочих цилиндров. Необходимо отметить, что температура, которую большинство водителей наблюдают на приборной доске, на самом деле является температурой охлаждающей жидкости, которая действительно стабильна в прогретом двигателе и, как правило, составляет 90–95 °С. Температура моторного масла при работе двигателя существенно варьируется и может достигать 140–150 °С в зависимости от скорости и интенсивности движения транспортного средства.

Кинематическая вязкость, измеренная при 100 °С, моторного масла, является важным эксплуатационным показателем и определяет