

## 4.7.2 (407). ЭФФЕКТ ПОККЕЛЬСА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

30-I-2014

В работе используются: гелий-неоновый лазер, поляризатор, кристалл ниобата лития, экран, источник высоковольтного переменного и постоянного напряжения, фотодиод, осциллограф, матовая пластинка, линейка.

**Экспериментальная установка.** Оптическая часть установки представлена на рис. 1. Свет гелий-неонового лазера, поляризованный в вертикальной плоскости, проходя сквозь матовую пластинку, рассеивается и падает на двоякопреломляющий кристалл под различными углами. Кристалл ниобата лития с размерами  $3 \times 3 \times 26$  мм вырезан вдоль оптической оси  $Z$ . На экране, расположенном за скрещенным поляроидом, видна интерференционная картина.

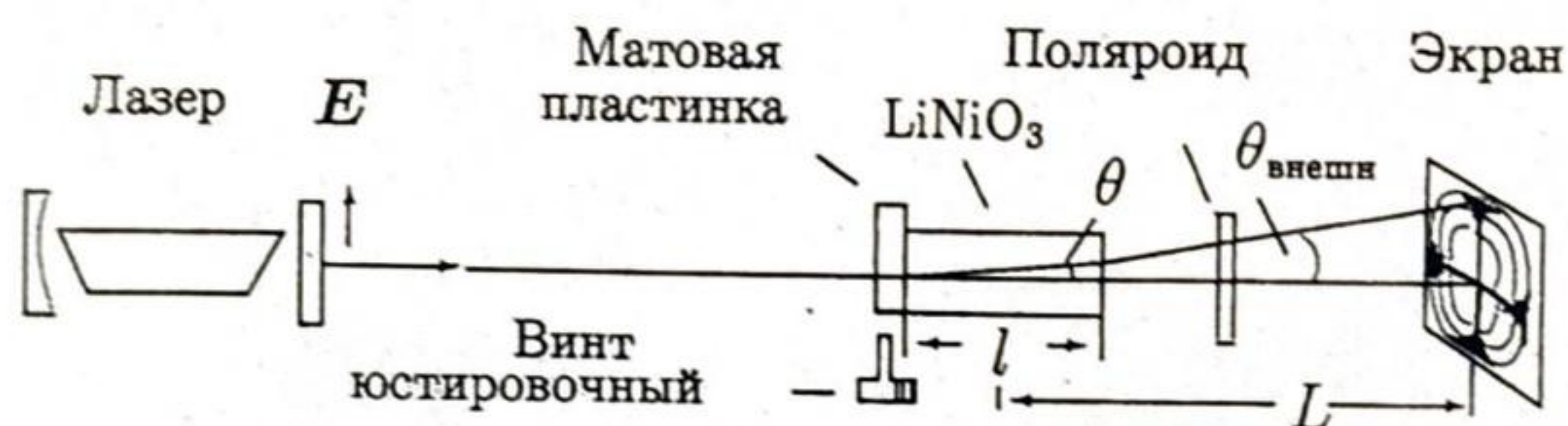


Рис. 1. Схема для наблюдения интерференционной картины

Для  $\lambda = 0,63$  мкм (длина волны гелий-неонового лазера) в ниобате лития  $n_o = 2,29$ .

Убрав рассеивающую пластинку и подавая на кристалл постоянное напряжение, можно величиной напряжения влиять на поляризацию луча, вышедшего из кристалла.

Заменив экран фотодиодом (рис. 3) и подав на кристалл переменное напряжение, можно исследовать поляризацию луча с помощью осциллографа.

### ЗАДАНИЕ

В первой части работы предлагается исследовать интерференцию рассеянного света, прошедшего кристалл, во второй — наблюдать изменение характера поляризации света при наложении на кристалл постоянного или переменного электрического поля.

#### I. Юстировка системы

1. Соберите оптическую схему согласно рис. 1. Включите лазер и установите анализатор (без кристалла в схеме) так, чтобы лазерное излучение через него не проходило (скрещенные поляризации).

Чтобы убедиться, что лазерный луч поляризован вертикально, определите разрешённое направление анализатора: посмотрите сквозь поляроид на свет от окна, отражённый от белой поверхности (от стола, подоконника); вращая поляроид, найдите минимум освещённости. Вблизи угла Брюстера в отражённом свете преобладает компонента светового вектора, параллельная плоскости стола («правило иголки»), следовательно, минимум отражённого света соответствует вертикальному разрешённому направлению поляроида.

2. Поставьте кристалл и установите перед ним вплотную к кювете матовую пластинку. Расстояние от кристалла до экрана определяет размер интерференционной картины и её контрастность: 70–80 см — оптимальное расстояние для тёмной комнаты, в светлое время дня — около 30 см.

3. Получите на экране интерференционную картину. Отклоняя кристалл с помощью юстировочного винта (рис. 1) и поворачивая рейтер с кюветой вокруг вертикальной оси, добейтесь совмещения центра коноскопической картины с положением луча на экране в отсутствие матовой пластинки.

Поверните анализатор на  $90^\circ$  и убедитесь, что коноскопическая картина изменилась на негативную. Верните анализатор в прежнее положение (горизонтальное разрешённое направление).

## II. Измерения

4. Измерьте радиусы тёмных колец  $r(m)$  и расстояние  $L$  от середины кристалла до экрана.

Постройте график  $r^2 = f(m)$ . По углу наклона прямой определите двулучепреломление  $(n_o - n_e)$  ниобата лития, пользуясь формулой (2). Величины  $n_o$ ,  $l$  и  $\lambda$  указаны в описании работы.

5. Ещё раз убедитесь, что направление лазерного луча совпадает с направлением на центр интерференционной картины, и уберите матовую пластинку. Можно немного подъюстировать кристалл до получения минимальной интенсивности луча после прохождения анализатора.

Подключите разъём блока питания на постоянное напряжение ( $=$ ), установите регулятор напряжения на минимальное напряжение и включите блок питания в сеть.

С увеличением напряжения на кристалле яркость пятна на экране увеличивается и достигает максимума при  $U = U_{\lambda/2}$ . При  $U = 2U_{\lambda/2} = U_\lambda$  яркость снова будет минимальной и т.д. Проведите то же для параллельных поляри-

заций лазера и анализатора. Определите полуволновое напряжение ниобата лития.

6. Подайте на кристалл напряжение  $U = \frac{1}{2}U_{\lambda/2} = U_{\lambda/4}$  (четвертьволновое напряжение). Поляризация на выходе кристалла должна быть круговой. Убедитесь в этом, вращая анализатор и наблюдая за яркостью пятна на экране.

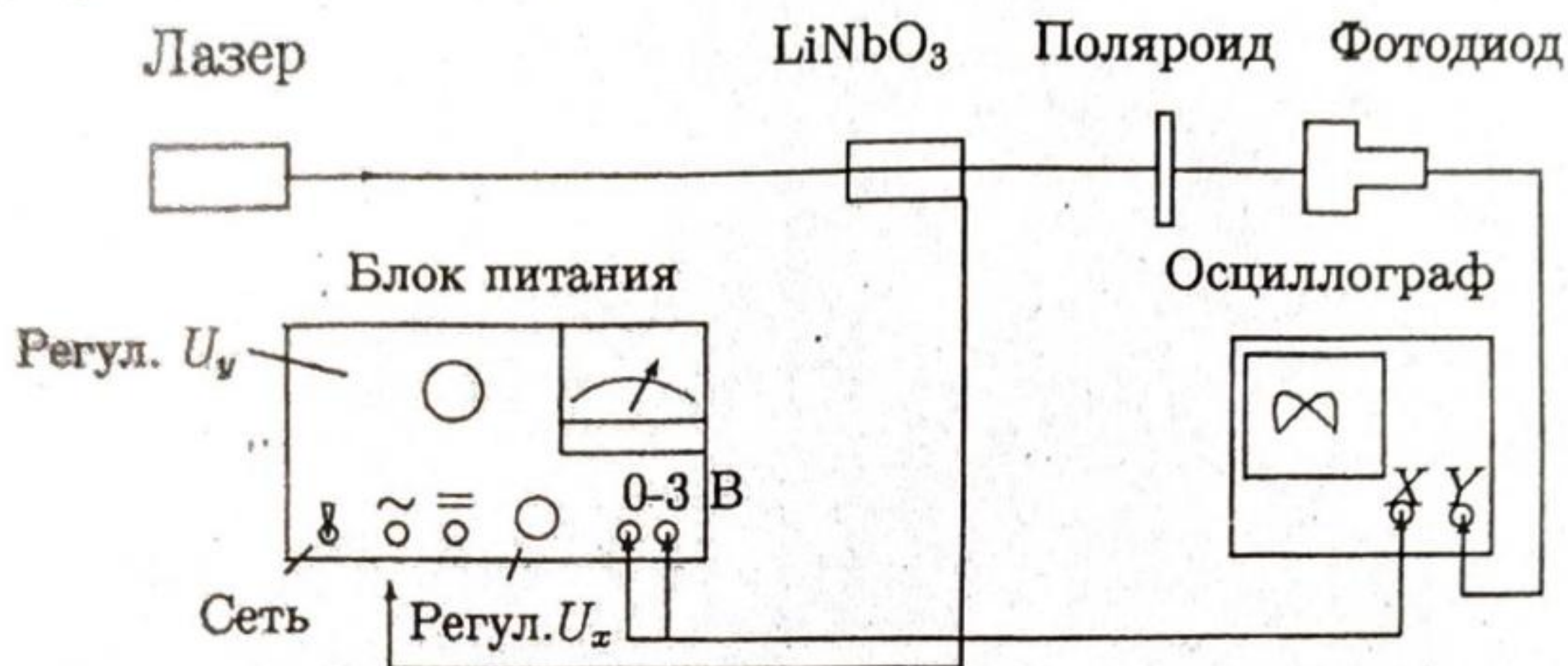


Рис. 3. Схема для изучения двойного лучепреломления в электрическом поле

7. Установите вместо экрана фотодиод (рис. 3) и подключите его к Y-входу осциллографа. Убрав напряжение до нуля, переключите разъем с постоянного (=) на переменное напряжение (~). С трёхвольтового выхода блока питания подайте сигнал на X-вход осциллографа. Отклонение луча осциллографа по оси X, таким образом, будет пропорционально напряжению  $U$  на кристалле, а по оси Y — интенсивности прошедшего через анализатор сигнала  $I_{\text{вых}}$ .

8. Постепенно повышая напряжение на кристалле, наблюдайте на экране осциллографа фигуры Лиссажу, соответствующие зависимости  $I_{\text{вых}}(U)$  для скрещенных поляризаций лазера и анализатора. Слегка поворачивая кристалл, сделайте фигуру Лиссажу симметричной.

Наблюдая за фигурой Лиссажу, определите (по вольтметру на источнике питания) полуволновое напряжение  $U_{\lambda/2}$  как  $\Delta U$ , соответствующее переходу от максимума к минимуму на осциллограмме.

Сравните значения полуволнового напряжения, полученные при постоянном и переменном напряжениях.

9. Зарисуйте фигуры Лиссажу для напряжений  $U_{\lambda/2}$ ,  $U_{\lambda}$ ,  $U_{3\lambda/2}$  при скрещенных поляризациях лазера и анализатора. Проследите, как меняется картина при переходе к параллельным поляризациям.

Исправлено 30-I-2014 г.