

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

А.М. Бобрешов, И.С. Коровченко, А.А. Потапов

МАГНИТООПТИКА. АКУСТООПТИКА

Учебное пособие

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. Магнитооптика	4
1.1. Магнитооптические эффекты	4
1.1.1. Эффект Фарадея	5
1.1.2. Эффект Коттона–Мутона	6
1.1.3. Эффект Керра	7
1.2. Устройства магнитооптики	8
1.2.1. Модуляторы света	8
1.2.2. Магнитооптический модулятор лазерного излучения	12
1.2.3. Дефлекторы.....	13
1.2.4. Запоминающие устройства на магнитооптических дисках	17
2. Акустооптика	20
2.1. Принципы акустооптической обработки радиосигналов	20
2.2. Акустооптические анализаторы спектра	26
3. Библиографический список.....	Ошибка! Закладка не определена.

$$\varphi_F = \theta_F \cdot d,$$

где φ_F – угол вращения плоскости поляризации, θ_F – удельное фарадеевское вращение (вращение плоскости поляризации световой волны на единицу длины среды). При изменении направления вектора M на противоположное изменяется также знак φ_F , т. е. эффект Фарадея является нечетным.

В твердых телах показатель преломления, как правило, монотонно возрастает с увеличением частоты света. Однако в окрестности линии поглощения спектральные зависимости показателя преломления для лево- (n^-) и право-поляризованного (n^+) по кругу света оказываются смещенными относительно друг друга. Действительная часть разности ($n^+ - n^-$) вызывает фарадеевское вращение плоскости поляризации линейно поляризованного света на угол φ_F .

В области не очень сильных магнитных полей разность ($n^+ - n^-$) линейно зависит от напряженности магнитного поля (H) и в общем виде угол фарадеевского вращения описывается соотношением $\varphi_F = V \cdot H \cdot d$, где константа пропорциональности V зависит от свойств вещества, длины волны света и температуры и называется постоянной Верде.

Поскольку поглощения лево- и правополяризованных волн неодинаковы, то амплитуды на выходе тоже неодинаковы. В связи с этим фарадеевское вращение сопровождается фарадеевской эллиптичностью, нежелательной на практике. Удельная фарадеевская эллиптичность есть $\Psi_F = \arctg(b/a)$ (отношения главных осей эллипса поляризации). Удельную фарадеевскую эллиптичность оценивают в град/м.

Знак угла поворота плоскости поляризации при эффекте Фарадея (в отличие от случая естественной оптической активности) не зависит от направления распространения света (по полю или против поля). Поэтому многократное прохождение света через среду, помещенную в магнитное поле, приводит к возрастанию угла поворота плоскости поляризации в соответствующее число раз. Эта особенность эффекта Фарадея нашла применение при конструировании ряда устройств, о которых будет сказано ниже.

1.1.2. Эффект Коттона–Мутона

В случае, когда свет распространяется перпендикулярно к направлению намагниченности, наблюдается магнитное линейное двулучепреломление, носящее название эффекта Коттона–Мутона. Если линейно поляризованный свет представить в виде суммы двух лучей, поляризованных параллельно и перпендикулярно к вектору M , то скорости распространения этих лучей будут несколько различаться. Возникающие фазовые сдвиги приводят к появлению эллиптичности на выходе из системы. Необходимо отметить, что обыкновенный и необыкновенный лучи распространяются под очень малым углом один к другому. Поэтому для обнаружения эффекта необходимы достаточно сильные магнитные поля. Эф-

эффект Коттона–Мутона является четным, т. е. он не меняется при изменении знака вектора M . Характеристикой эффекта Коттона–Мутона является величина $n_e - n_o = C \cdot H^2 \cdot \lambda$, где C – зависящая от вещества константа, называется константой Коттона–Мутона. Величина C обратно пропорциональна абсолютной температуре T , и, как правило, очень мала, например, для жидкостей она изменяется в пределах $(1 \div 30) \cdot 10^{-13} \text{ см}^{-1} \cdot \text{Э}^{-2}$. Аномально большие значения C обнаружены в жидких кристаллах и коллоидных растворах (от 10^{-8} до $10^{-10} \text{ см}^{-1} \cdot \text{Э}^{-2}$).

1.1.3. Эффект Керра

Наряду с магнитооптическими эффектами, возникающими при прохождении света через намагниченное вещество, существует ряд эффектов, проявляющихся при отражении света от поверхности намагниченного материала. Такие явления объединяются общим названием – *магнитооптические эффекты Керра*. Различают три вида эффектов Керра в зависимости от взаимной ориентации намагниченности, направления распространения световой волны и нормали к поверхности вещества: комплексный полярный, меридиональный и экваториальный (рис. 1.1).

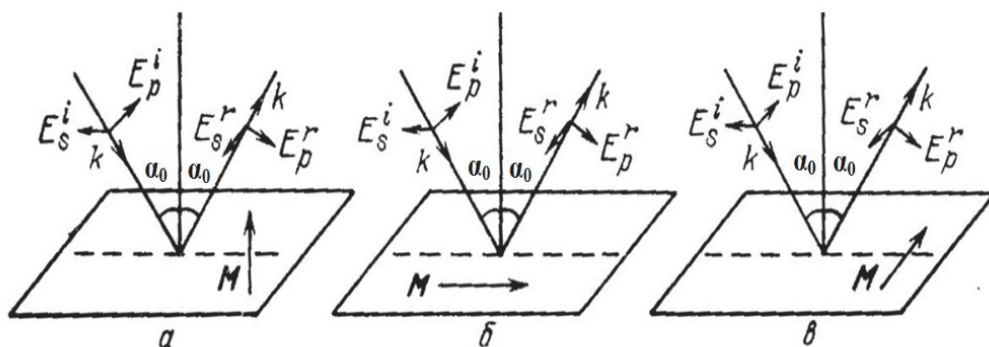


Рис. 1.1. Магнитооптические эффекты Керра, возникающие при отражении света от поверхности намагниченного вещества:
а – полярный, б – меридиональный и в – экваториальный

На рис. E_p и E_s – поляризации световой волны. Индексы i, r обозначают падающую и отраженную волны, p и s – проекции вектора E на плоскость падения и на направление, перпендикулярное к плоскости падения соответственно, α_0 – угол падения луча на поверхность.

При полярном (рис. 1.1, а) (вектор M лежит в плоскости падения света и перпендикулярен к поверхности материала) и меридиональном (рис. 1.1, б) (вектор M направлен вдоль прямой, образованной пересечением поверхности материала и плоскости падения света) эффектах Керра происходит вращение плоскости поляризации отраженного света, сопровождающееся появлением эллиптичности – эти эффекты образуют группу продольных эффектов. Меридиональный эффект используется для на-

блюдения доменной структуры материалов с намагниченностью, лежащей в плоскости образца. Полярный эффект Керра является нечетным по намагниченности, т. е. меняет знак при перемагничивании вещества.

Линейный по магнитному полю экваториальный эффект (рис. 1.1, в) может наблюдаться лишь в поглощающих материалах и проявляется в изменении интенсивности и сдвиге фазы линейно поляризованного света, отраженного намагниченным кристаллом, когда вектор M перпендикулярен к плоскости падения света и лежит в плоскости поверхности МО материала, но поворота плоскости поляризации не происходит.

1.2. Устройства магнитооптики

1.2.1. Модуляторы света

Магнитооптические модуляторы предназначены для управления интенсивностью оптического излучения в системах передачи данных и обработки оптической информации. Достоинствами МО модуляторов по сравнению с немагнитными аналогами являются возможность практически неограниченной их миниатюризации, поскольку размеры доменов в МО средах могут составлять $0,1 \div 1$ мкм, а также отсутствие значительных управляющих напряжений и мощностей, свойственных электрооптическим модуляторам.

Принцип действия МО модулятора объясняет структурная схема, представленная на рис. 1.2.

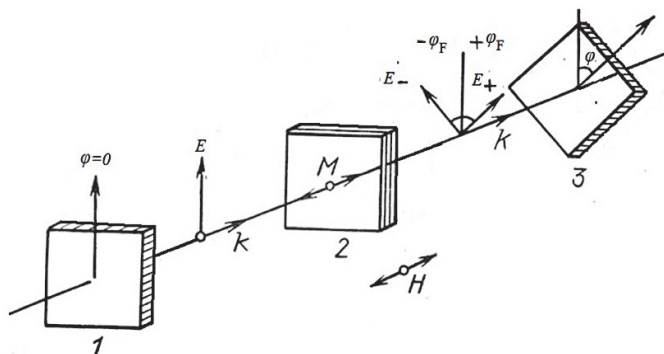


Рис. 1.2. Структурная схема магнитооптического модулятора:
1 – поляризатор, 2 – магнитооптическая ячейка, 3 – анализатор

Параллельный пучок света от источника через поляризатор 1 направляют на пластину или пленку из МО материала 2, помещенную в управляющее магнитное поле. В отсутствие магнитного поля магнитооптический элемент не влияет на поляризацию проходящего света. В этом случае интенсивность прошедшего через систему поляризатор – магнитооптический элемент – анализатор 3, определяется законом Малюса:

$$I = k_a I_0 \cos^2 \varphi.$$