

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И
ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

К защите.
Зав.кафедрой

_____ 2014 г

**Выпускная квалификационная работа
бакалавра**

на тему «Разработка учебного аппаратно программного стенда для изучение
поляризации света (Закон Малюса)»

Выпускник	_____	<u>Махамаджанов И.Б.</u>
	(подпись)	(Ф.И.О)
Руководитель	_____	<u>Каххаров А.А.</u>
	(подпись)	(Ф.И.О)
Рецензент	_____	<u>Очилов О.</u>
	(подпись)	(Ф.И.О)
Консультант по БЖД	_____	<u>Кодиров Ф.М.</u>
	(подпись)	(Ф.И.О)

ТАШКЕНТ 2014

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И
ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет: Компьютерный инжиниринг
Кафедра: Компьютерные системы
Направления (специальность): 5811100 – Сервис предприятия (электроники и
компьютерной техники)

У Т В Е Р Ж Д А Ю

Зав кафедрой _____

« _____ » _____ 2014 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Махамаджанов Илхом Бахтиёр угли

(ф.и.о)

1. Тема работы: Проектирование беспроводной локальной сети.
2. Утверждена приказом по университету от 19 апреля 2014 г. № ____.
3. Срок сдачи законченной работы: 30 мая 2014 г.
4. Исходные данные к работе: проектирование беспроводной локальной сети.
5. Содержание: Введение. Теоретический обзор по поляризации света. История проявления поляризации света. Закон Малюса. Моделирование изучения поляризации света. Практическая реализация интерфейса программы. Разработка учебно аппаратного стенда. Создание программной оболочки на основе Borland Delphi. Разработка программы для микроконтроллера с использованием Code Vision AVR. Заключение. Использованная литература. Приложение.
6. Перечень графического материала: Презентация подготовленной программой Microsoft Office PowerPoint 2010 – Презентация-Махамаджанов-280-10.ppt.
7. Дата выдачи задания: 20 апреля 2014.

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял _____
(подпись)

8. Консультант по отдельным разделам выпускной работы

Раздел	Ф.И.О Руководителя	Подпись дата	
		Задание выдал	Задание получил
Основная часть	Каххаров А.А.	20.03.2014	20.04. 2014
Консультант	Хабирова Д.Н.	20.05.2014	30.05. 2014
Безопасность жизнедеятельности	Кодиров Ф.М	20.05.2014	30.05. 2014

9. График выполнения работы

№	Наименование раздела работы	Срок выполнения	Отметка руководителя выполнении
1.	Теоретический обзор по поляризации света	20.04.14-24.04.14	
2.	Моделирование изучения поляризации света	24.04.14-30.04.14	
3.	Практическая реализация интерфейса программы	30.04.14-21.05.14	
4.	Безопасность жизнедеятельности	21.05.14-28.05.14	
5.	Заключение	28.05.14-30.05.14	

Выпускник _____
(подпись)

« ____ » _____ 2014 г.

Руководитель _____
(подпись)

« ____ » _____ 2014 г.

В выпускной квалификационной работе был разработан программно автоматический стенд для определения и изучения поляризации света. При разработке этого стенда были использованы – коробка стенда, микроконтроллеры и радиодетали (конденсатор, крен, диод, фотодиод, светодиод, резистор, шаговый мотор, монтажные и печатные платы), для соединения и обмена информацией с компьютером – переходник USB to R232. Стенд определяет поляризацию света.

Битирув малакавий ишида нур кутбланишини ўрганиш ва аниқлаш учун дастурий автоматик стенд яратилди. Бу стендни яратишда стенд макети (кутиси), микроконтроллерлар ва радиодеталлар (конденсатор, крен, диод, светодиод, резистор, мотор, монтаж ва босмали плата), микросхемани компьютерга боғлаш учун – USB to R232 кабелларидан фойдаланилди. Бу стенд ёруғлик кутбланишини аниқлаб беради.

In the final qualifying work program has been developed the automatic determination of the stand and study the polarization of light. In developing this stand were used - a box stand, microcontrollers and radio components (capacitor bank, diode, photo diode, LED, resistor, stepping motor, assembly and printed circuit boards), for connection and communication with the computer - adapter USB to R232. The stand determines the polarization of light.

Содержание

Введение.....	6
I глава. Теоретический обзор по поляризации света	9
1.1. История проявление поляризации света.....	9
1.1.1. Естественный и поляризованный свет.....	10
1.2. Способы поляризации света.....	13
1.2.1. Поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков.....	13
1.2.2. Поляризация при двойном луче преломлении.....	14
1.2.3. Дихроизм.....	16
1.3. Обзор законов поляризации света.....	16
1.4. Закон Малюса	19
Вывод по первой главе.....	32
II глава. Моделирование изучения поляризации света	33
2.1. Методы определения поляризации света.....	33
2.2. Обзор аппаратных средств для определения поляризации света	39
2.3. Разработка алгоритма для изучения поляризации света.....	48
Вывод по второй главе.....	49
III глава. Практическая реализация интерфейса программы	50
3.1.Разработка программы для микроконтроллера с использованием Code Vision AVR.....	50
3.2. Создание программной оболочки на основе Borland Delphi.....	53
3.3. Практическая работа со стендом.....	57
Вывод по третьей главе.....	60
IV глава. Безопасность жизнедеятельности	61
4.1. Влияние излучений на окружающую среду и человека.....	61
4.2. Пожарная безопасность	69
Вывод по четвертой главе.....	73
Заключение.....	74
Использованная литература.....	75
Приложение.....	77

Введение

Развитие современных информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) имеет целенаправленную тенденцию к интенсификации и диверсификации, охватывая все новые отрасли экономики, в том числе и области управления государством.

Развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), являющееся важнейшим фактором поднятия благосостояния и экономического роста, становится одним из основных приоритетов государственной политики Узбекистана.

Инициатива Президента послужила сигналом к крупным стратегическим изменениям. Правительство сейчас четко осознает важность ИКТ для достижения своих целей развития. Поэтому, в последние годы руководство республики принимает энергичные меры по развитию и широкому внедрению ИКТ в различные сферы общественного и государственного строительства.

Особое место в этом ряду занимает Указ Главы государства Ислама Абдуганиевича Каримова **«О дальнейшем развитии компьютеризации и внедрении информационно-коммуникационных технологий»** от 30 мая 2002 года, нацеленный на совершенствование институтов поддержки ИКТ. Так, согласно Указу создан Координационный Совет по развитию компьютеризации и информационно-коммуникационных технологий, Узбекское агентство почты и телекоммуникаций преобразовано в Узбекское агентство связи и информатизации (УзАСИ) с возложением на него роли исполнительного органа указанного Координационного Совета. Кроме того, при УзАСИ создан Центр развития и внедрения компьютерных и информационных технологий «УзИнфоКом», а также Ташкентский электротехнический институт связи был преобразован в Ташкентский Университет Информационных Технологий.

В связи с активизацией работы по построению и совершенствованию существующих систем управления информационной безопасностью приняты следующие законодательные и подзаконные акты:

- Закон Республики Узбекистан «О защите государственных секретов» от 07.05.1993 год
- Закон Республики Узбекистан «Об электронной цифровой подписи» от 11.12.2003 год
- Закон Республики Узбекистан «Об информатизации» от 11.12.2003 год
- Закон Республики Узбекистан «Об электронном документообороте» от 29.04.2004 год
- Закон Республики Узбекистан «О защите информации в автоматизированной банковской системе» от 04.04.2006 год
- Закон Республики Узбекистан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Узбекистан в связи с усилением ответственности за совершение незаконных действий в области информатизации и передачи данных» от 25.12.2007 год

В связи с мировым финансовым кризисом совсем недавно принят и сегодня реализуется Указ Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова по оказанию дополнительной помощи банковским и финансовым структурам, поддержке деловой активности предприятий и компаний реального сектора экономики, повышению рентабельности производства и экспортных возможностей, выделению им в этих целях дополнительных налоговых льгот и преференций и реализации наряду с этим других крупномасштабных мер и проектов.

Поляризация света – одно из фундаментальных свойств оптического излучения, состоящее в неравноправии различных направлений в плоскости, перпендикулярной световому лучу (направлению распространения световой

волны). Поляризацией света называются также геометрические характеристики, которые отражают особенности этого неравноправия.

Настоящее время трудно представить жизнедеятельность человека без информационных технологий. Информационные технологии давно уже успешно используются в учебно-образовательных системах. Например, в нашем университете все уроки проводятся с информационными технологиями.

Сейчас в школах, лицеях, колледжах и вузах изучают физику. И при этом хорошо было бы использовать современные технологии для изучения.

Например, множество законов физики ученики и студенты знают только по теории, поэтому некоторые даже не соображают о них. Если им показать реальный пример, то они сразу поймут и у них закрепляется знание. Исходя из этого, в этой выпускной квалификационной работе рассматривается разработка программного стенда для изучения и определения поляризации света, относящегося к закону Малюса. Конечно, раньше до этого использовался классический метод для определения поляризации света – разработанный ученым Малюсом, и созданы механические стенды, электронные лабораторные работы. Но развивая их в этой выпускной квалификационной работе, создан программно-автоматический стенд.

Он с помощью фотодиода определяет степень поляризации и отправляет данные на компьютер и управляется им.

I глава. Теоретический обзор по поляризации света

1.1. История проявления поляризации света

Впервые понятие о поляризации света было введено в оптику И. Ньютоном в 1704 г., хотя явления, обусловленные ею, изучались и ранее (открытие двойного лучепреломления в кристаллах Э. Бартолином в 1669 г. и его теоретическое рассмотрение Х. Гюйгенсом в 1678-1690 гг.). Сам термин “поляризация света” предложен в 1808 Э. Малюсом. С его именем и с именами Ж. Био, О. Френеля, Д. Араго, Д. Брюстера и др. связано начало широкого исследования эффектов, в основе которых лежит поляризация света. Существенное значение для понимания поляризации света имело её проявление в эффекте интерференции света. Именно тот факт, что два световых луча, линейно поляризованных под прямым углом друг к другу, при простейшей постановке опыта не интерферируют, явился решающим доказательством поперечности световых волн (Френель, Араго, Т. Юнг, 1816—19). Поляризация света нашла естественное объяснение в электромагнитной теории света Дж. К. Максвелла (1865—73).

В начале XIX века, когда Т. Юнг и О. Френель развивали волновую теорию света, природа световых волн была неизвестна. На первом этапе предполагалось, что свет представляет собой продольные волны, распространяющиеся в некоторой гипотетической среде – эфире. При изучении явлений интерференции и дифракции вопрос о том, являются ли световые волны продольными или поперечными, имел второстепенное значение. В то время казалось невероятным, что свет – это поперечные волны, так как по аналогии с механическими волнами пришлось бы предполагать, что эфир – это твердое тело (поперечные механические волны не могут распространяться в газообразной или жидкой среде).

Однако, постепенно накапливались экспериментальные факты, свидетельствующие в пользу поперечности световых волн. Еще в конце XVII

века было обнаружено, что кристалл исландского шпата (CaCO_3) раздваивает проходящие через него лучи.

Это явление получило название двойного лучепреломления (рис.1.1).

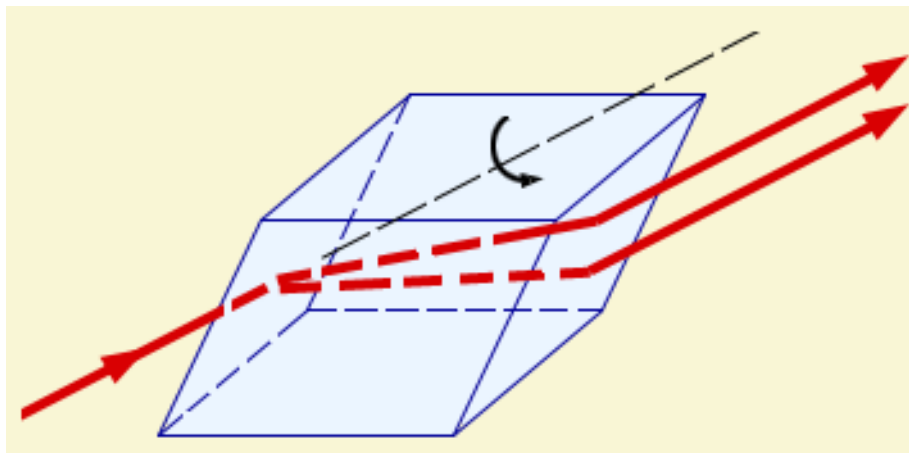


Рис.1.1. Прохождение света через кристалл исландского шпата (двойное лучепреломление).

Если кристалл поворачивать относительно направления первоначального луча, что поворачиваются оба луча, прошедшие через кристалл.

1.1.1. Естественный и поляризованный свет

В соответствии с электромагнитной теорией свет представляет собой поперечные электромагнитные волны. Два вектора электрической и магнитной напряженностей $\vec{E}$ и $\vec{H}$, характеризующих волну, колеблются во взаимно перпендикулярных плоскостях и в одинаковых фазах. Скорость распространения волны $\vec{v}$ перпендикулярна к направлениям обоих векторов $\vec{E}$ и $\vec{H}$ (рис.1.2).

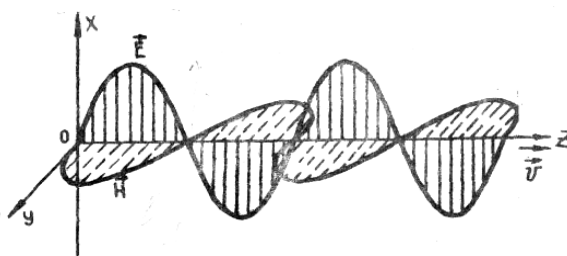


Рис. 1.2.

Плоскость, проходящая через луч, в которой происходит колебание вектора $\vec{E}$, называется **плоскостью колебаний**. Перпендикулярная к ней плоскость, в которой колеблется магнитный вектор $\vec{H}$ называется **плоскостью поляризации**. Линия, вдоль которой распространяется электромагнитная волна, называется лучом.

Свет может быть естественным или поляризованным. **Естественный свет** можно рассматривать как совокупность световых волн с самыми различными и равновероятными направлениями колебаний.

Они могут существовать одновременно, или быстро и беспорядочно сменять друг друга. Амплитудные значения вектора $\vec{E}$ естественного света одинаковы во всех направлениях, перпендикулярных направлению светового луча (рис.1.3,а). Такой свет испускается источниками (светящимися телами), состоящими из множества беспорядочно излучающих атомов.

Если каким-либо образом упорядочить световые колебания или выделить только те колебания, которые происходят в определенной плоскости, то полученный свет будет **плоскополяризованным (линейно-поляризованным)**. (рис1.3,б)

Свет колебания вектора $\vec{E}$ которого могут происходить, как и в первом случае, во всевозможных направлениях, но при этом, колебания в одном из направлений наиболее вероятны, называется частично поляризованным. Амплитудные значения вектора $\vec{E}$ такого света не одинаковы в различных направлениях (рис.1.3,в).

Сказанное относительно электрического вектора $\vec{E}$ относится и к магнитному вектору $\vec{H}$, колеблющемуся всегда перпендикулярно $\vec{E}$. Однако из опытов Винера со стоячими световыми волнами следует, что активным фотохимическим действием, а следовательно, и действием на глаз обладает лишь вектор $\vec{E}$. Поэтому о векторе $\vec{H}$ в дальнейшем упоминаться не будет.

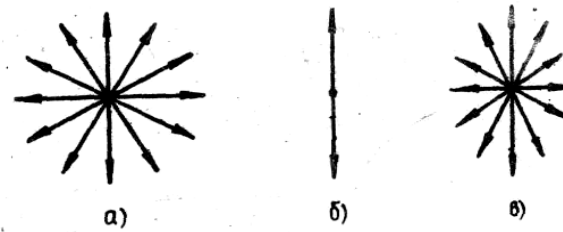


Рис.1.3.

Чтобы уяснить себе, как сводятся естественные или частично поляризованные колебания светового поля к колебаниям, полностью поляризованным, можно воспользоваться одним механическим оптом. Однако нужно помнить, что в отношении света это только наглядная и удобная в ряде случаев модель. Берется длинный гибкий шнур, который протягивается сквозь щелеобразные отверстия, расположенные перпендикулярно друг к другу (рис.1.4). Будем вызывать колебания правой части шнура рукой или механизмом во всевозможных плоскостях, проходящих через линию натянутого шнура. Тогда первая щель при достаточно малой ее ширине пропустит полностью лишь те колебания, которые, совершаются в плоскости самой щели. Если плоскость пропущенных первой щелью колебаний шнура наклонена относительно второй щели на угол $0 < \varphi < \pi/2$, то пропущены будут лишь составляющие колебаний, параллельные щели. Таким образом, пропущенные колебания будут ослаблены по амплитуде, а при угле $\varphi = \pi/2$ эта щель не пропустит колебаний совсем. Очевидно, щель играет роль поляризатора колебаний, приводящего их к одной плоскости. Если бы колебания были не поперечными, а продольными, т.е. представляли собой периодические растяжения и сжатия, то изменить амплитуду колебаний пропусканием волны через щель было бы невозможно. Следовательно, объяснить поляризацию волн и в частности, световых волн, можно, лишь предположив что они поперечные.

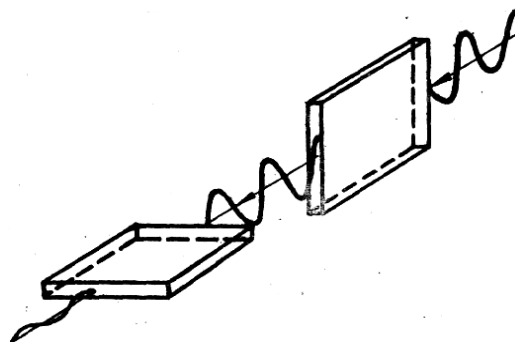


Рис.1.4.

1.2. Способы поляризации света

1.2.1. Поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков

Опыт показывает, что при отражении естественного светового луча от границы раздела двух диэлектрических сред (в частном случае, вакуум-диэлектрик), отраженный луч оказывается частично поляризованным. Степень поляризации отраженного света зависит от угла падения луча i и относительного показателя преломления n . При этом плоская поляризация отраженного света будет полной, если выполняется условие $\operatorname{tg} i = n$ (*).

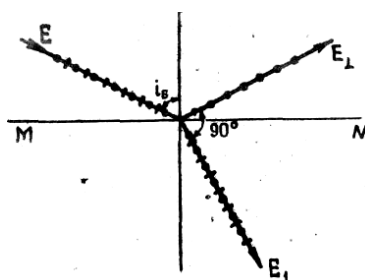


Рис.1.5.

Условие (*) носит название закона Брюстера. При падении естественного луча под углом полной поляризации i_p электрический (световой) вектор $\vec{E}$ в отраженном свете колеблется в плоскости, перпендикулярной плоскости падения (рис.1.5). Плоскостью падения

называется плоскость, образованная падающим лучом и перпендикуляром к границе раздела, восстановленным из точки падения луча.

При встрече естественного луча с границей раздела двух диэлектриков возникают два луча: один отраженный, а другой преломленный. При этом, раз отраженный луч всегда частично поляризован (в зависимости от угла i), и поскольку в естественном падающем луче все направления колебаний вектора $\vec{E}$ равновероятны, то в преломленном луче будут наименее вероятны колебания вектора $\vec{E}$ как раз тех направлений, которые имеются в отраженном луче. Таким образом, преломленный луч всегда частично поляризован и притом плоскость преимущественных колебаний вектора $\vec{E}$ будет в нем параллельна плоскости падения. Для повышения степени поляризации преломленного луча нужно увеличить число отражений и преломлений. Для этого А.Г.Столетов предложил использовать стопу плоскопараллельных пластинок (стопа Столетова).

1.2.2. Поляризация при двойном луче преломлении.

Если на белую бумагу нанести кружок (например, чернилами) и рассматривать его через кристалл исландского шпата (CaCO_3), то наблюдатель вместо одного изображения кружка увидит два. Это означает, что луч, идущий от кружка через кристалл к глазу наблюдателя, расщепляется на два луча. Опыт показал, что один из этих лучей подчиняется закону преломления света, и он назван обыкновенным лучом o . Другой луч не подчиняется этому закону, и он назван необыкновенным лучом e . Необыкновенный луч отклоняется от обыкновенного луча даже при нормальном падении света на грань кристалла. Это явление, получившее название двойного лучепреломления, обусловлено оптической анизотропией кристалла, заключающейся в зависимости скорости распространения электромагнитной волны от ориентации ее вектора $\vec{E}$. Кристалл исландского шпата представляет собой ромбоэдр (рис.1.6,а). Прямая, проходящая через

вершины телесных углов, образованных тупыми углами, называется кристаллографической осью кристалла ВС.

Любая прямая, параллельная ей, называется оптической осью кристалла. При распространении луча естественного света вдоль оптической оси двойного лучепреломления не происходит. Плоскость содержащая оптическую ось и световой луч, называется главным сечением кристалла (рис.1.6,а), сечение ABCD.

Кристаллы исландского шпата, обработанные определенным образом, используются для изготовления приборов и в частности, призм Николя. Призма Николя, отклоняя один из лучей в сторону, позволяет получить плоскополяризованный луч (рис.1.6,б).

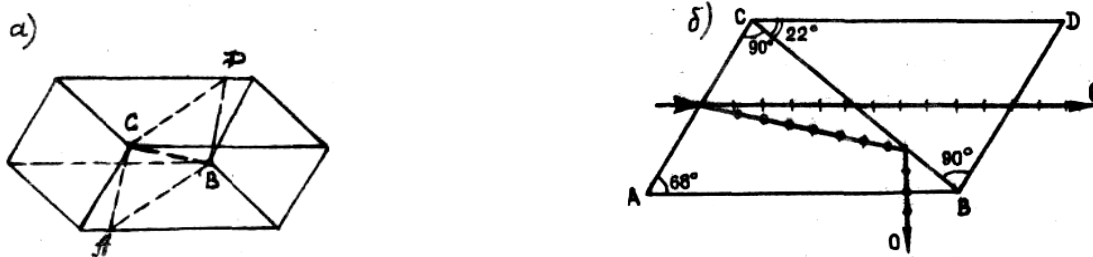


Рис.1.6.

Призма Николя устроена так: две естественные грани кристалла исландского шпата срезаются так, чтобы уменьшить угол между поверхностями до 68° . Затем кристалл распиливается на две части по плоскости под углом 90° к новым граням. Поверхности распила полируются и склеиваются канадским бальзамом, имеющим показатель $n_e < n_B < n_o$, где n_o и n_e показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей.

Падая под углом, большим предельного, на плоскость ВС, обыкновенный луч претерпевает полное внутреннее отражение на границе шпат-бальзам и выходит из кристалла через грань АВ. Необыкновенный луч, для которого $n_e < n_B$, выходит из призмы линейно поляризованным.

1.2.3. Дихроизм

У некоторых двоякопреломляющих кристаллов (например, турмалина) коэффициенты поглощения света для двух взаимно перпендикулярно поляризованных лучей отличаются настолько сильно, что уже при небольшой толщине кристалла один из лучей гасится практически полностью и из кристалла выходит линейно поляризованный пучок света. Это явление называется дихроизмом. В настоящее время дихроические пластинки изготавливают в виде тонких пленок-поляроидов, имеющих широкое практическое применение. В большинстве случаев они состоят из множества маленьких (толщиной до 0,1 мм) одинаково ориентированных кристаллов сернокислого йод-хинина (герапатита), находящихся внутри связующей среды - прозрачной пленки.

Таким образом, используя один из описанных методов, можно поляризовать естественный свет.

Тела или приборы. Способные поляризовать свет, называются поляризаторами. Графически поляризаторы изображаются в виде пластин со штриховкой, параллельной плоскости колебаний электрического вектора лучей, пропускаемых поляризатором.

1.3. Обзор законов поляризации света

Закон Брюстера. Когда неполяризованная световая волна падает на поверхность диэлектрика (например, стекло) под некоторым углом, отраженная волна оказывается частично поляризованной.
Степень поляризации.

Степень поляризации отраженной волны зависит от угла падения и от относительного показателя преломления среды. Она задается соотношением, в котором отображена (1.1) формула.

$$\chi = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (1.1)$$

При нормальном падении луча отраженный луч не поляризован, $\chi = 0$, а при падении под углом, который называется углом полной поляризации или углом Брюстера, отраженный свет полностью поляризован, $\chi = 1$. Угол полной поляризации связан с показателями преломления сред по обе стороны границы их раздела соотношением, которое носит название **закона Брюстера (1.2)**.

$$\operatorname{tg} \alpha_B = \frac{n_2}{n_1} \quad (1.2)$$

Здесь в (2) формуле n_1 – показатель преломления среды, в которой распространяется падающая на границу раздела волна, n_2 – показатель преломления среды, в которой распространяется преломленная волна. При падении луча под углом Брюстера, отраженный и преломленные лучи образует угол 90° .

Вы наверняка встречались с явлением поляризации в быту. В частности, в наше время солнцезащитные очки часто делают антибликовыми, а достигается это благодаря тому, что в них вставлены поляризованные линзы. В солнечную погоду свет, отраженный от блестящих поверхностей (стекла, стали, воды), оказывается поляризованным преимущественно в горизонтальной плоскости (по закону Брюстера). А линзы антибликовых солнцезащитных очков пропускают только свет, поляризованный вертикально. Благодаря этому большинство бликов, отраженных от окружающих нас предметов, гасятся и не ослепляют нас.

Параметры Стокса Для описания поляризации плоской монохроматической волны достаточно трёх параметров, например полудлин сторон прямоугольника, в который вписан эллипс поляризации E_1 , E_2 и разностью фаз δ , либо полуосей эллипса E_a, E_b и угла ψ между осью x и большой осью эллипса. Стоксом было предложено альтернативное описание поляризации с помощью четырёх параметров, получивших его имя.

Изображение поляризации языком параметров Стокса на сфере Пуанкаре, внизу в (1.3), (1.4), (1.5), (1.6) формулах приведены изложения Стокса.

$$S_0 = E_1^2 + E_2^2, \quad (1.3)$$

$$S_1 = E_1^2 - E_2^2, \quad (1.4)$$

$$S_2 = 2 E_1 E_2 \cos \delta, \quad (1.5)$$

$$S_3 = 2 E_1 E_2 \sin \delta. \quad (1.6)$$

Независимыми являются только три из них, ибо справедливо тождество (1.7) формула.

$$S_0^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 \quad (1.7)$$

Используя вспомогательный угол χ , определяемый выражением $\operatorname{tg}(\chi) = \pm E_a / E_b$ (знак $+$ соответствует левой, а — правой поляризации), то можно получить следующие выражения для параметров Стокса:

$$S_1 = S_0 \cos(2\chi) \cos(2\psi), \quad (1.8)$$

$$S_2 = S_0 \cos(2\chi) \sin(2\psi), \quad (1.9)$$

$$S_3 = S_0 \sin(2\chi) \quad (1.10)$$

На основе этих (1.8), (1.9), (1.10) формул можно характеризовать поляризацию световой волны наглядным геометрическим способом. При этом параметры Стокса S_1, S_2, S_3 интерпретируются, как декартовы координаты точки, лежащей на поверхности сферы радиуса S_0 . Углы 2χ и 2ψ имеют смысл сферических угловых координат этой точки. Такое геометрическое представление предложил Пуанкаре, поэтому эта сфера называется сферой Пуанкаре. В математике этой модели соответствует сфера

Римана, в других разделах физики — сфера Блоха. Наряду с S_1, S_2, S_3 используют также нормированные параметры Стокса

$$s_1 = S_1 / S_0 , \quad (1.11)$$

$$s_2 = S_2 / S_0 , \quad (1.12)$$

$$s_3 = S_3 / S_0 . \quad (1.13)$$

Для поляризованного света используется выражение на (1.14) формуле:

$$s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 = 1 . \quad (1.14)$$

1.4. Закон Малюса

В 1809 году французский инженер Э. Малюс открыл закон, названный его именем. В опытах Малюса свет последовательно пропусклся через две одинаковые пластинки из турмалина (прозрачное кристаллическое вещество зеленоватой окраски). Пластинки могли поворачиваться друг относительно друга на угол φ (рис. 1.7).

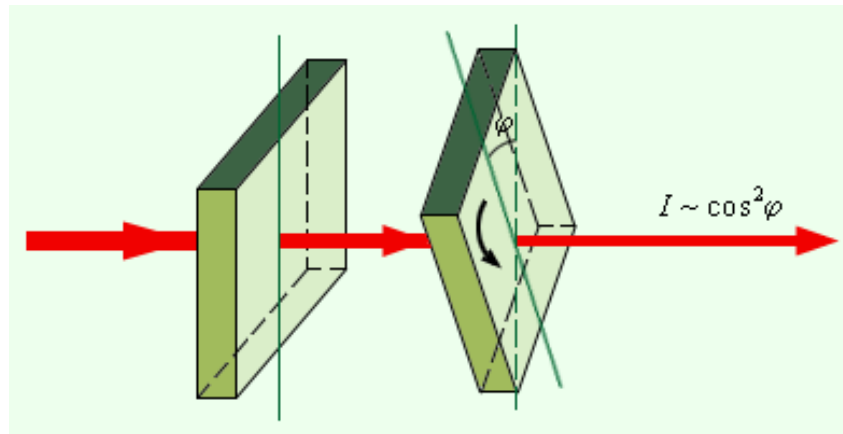


Рис.1.7. Иллюстрация к закону Малюса.

Интенсивность прошедшего света оказалась прямо пропорциональной $\cos^2 \varphi$:

$$I \sim \cos^2 \varphi \quad (1.15)$$

Ни двойное лучепреломление, ни закон Малюса не могут найти объяснение в рамках теории продольных волн. Для продольных волн направление распространения луча является осью симметрии. В продольной волне все направления в плоскости, перпендикулярной лучу, равноправны. В поперечной волне (например, в волне, бегущей по резиновому жгуту) направление колебаний и перпендикулярное ему направление не равноправны (рис.1.8).

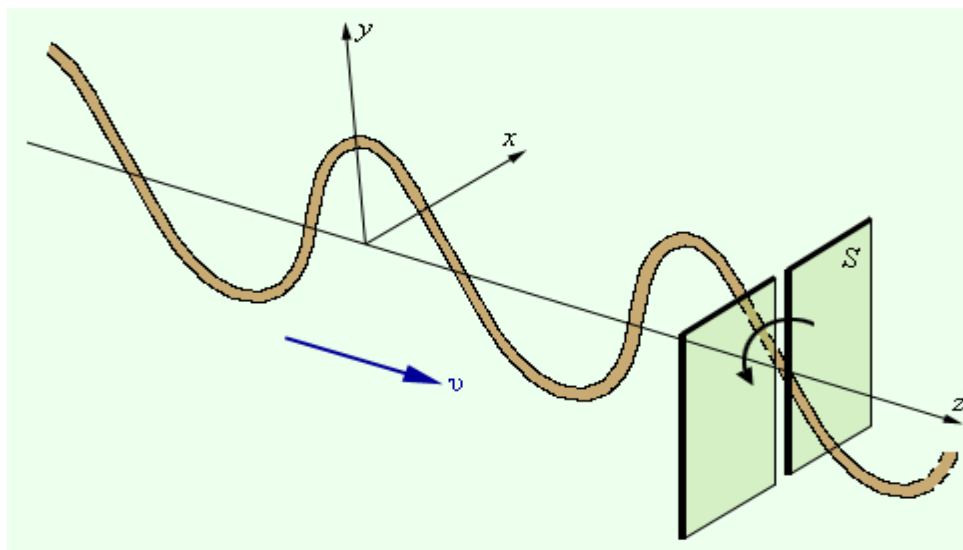


Рис.1.8. Поперечная волна в резиновом жгуте. Частицы колеблются вдоль оси y . Поворот щели S вызовет затухание волны.

Таким образом, асимметрия относительно луча является решающим признаком, который отличает поперечную волну от продольной. Впервые догадку о поперечности световых волн высказал Т. Юнг (1816 г.). Френель, независимо от Юнга, также выдвинул концепцию поперечности световых волн, обосновал ее многочисленными экспериментами и создал теорию двойного лучепреломления света в кристаллах.

В середине 60-х годов XIX века Максвелл сделал вывод о том, что свет – это электромагнитные волны. Этот вывод был сделан на основе совпадения известного значения скорости света со скоростью распространения предсказанных Максвеллом электромагнитных волн. К тому времени, когда Максвелл сделал вывод о существовании электромагнитных волн,

поперечность световых волн уже была доказано экспериментально. Поэтому Максвелл справедливо полагал, что поперечность электромагнитных волн является еще одним важнейшим доказательством электромагнитной природы света.

В электромагнитной теории света исчезли все затруднения, связанные с необходимостью введения особой среды распространения волн – эфира, который приходилось рассматривать как твердое тело.

В электромагнитной волне вектора $\vec{E}$ и $\vec{B}$ перпендикулярны друг другу и лежат в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Во всех процессах взаимодействия света с веществом основную роль играет электрический вектор $\vec{E}$ поэтому его называют *световым вектором*. Если при распространении электромагнитной волны световой вектор сохраняет свою ориентацию, такую волну называют линейно-поляризованной или плоско-поляризованной (термин поляризация волн был введен Малюсом применительно к поперечным механическим волнам). Плоскость, в которой колеблется световой вектор $\vec{E}$ называется *плоскостью колебаний*, а плоскость, в которой совершает колебание магнитный вектор – *плоскостью поляризации*.

Если вдоль одного и того же направления распространяются две монохроматические волны, поляризованные в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, то в результате их сложения в общем случае возникает эллиптически-поляризованная волна (рис.1.9).

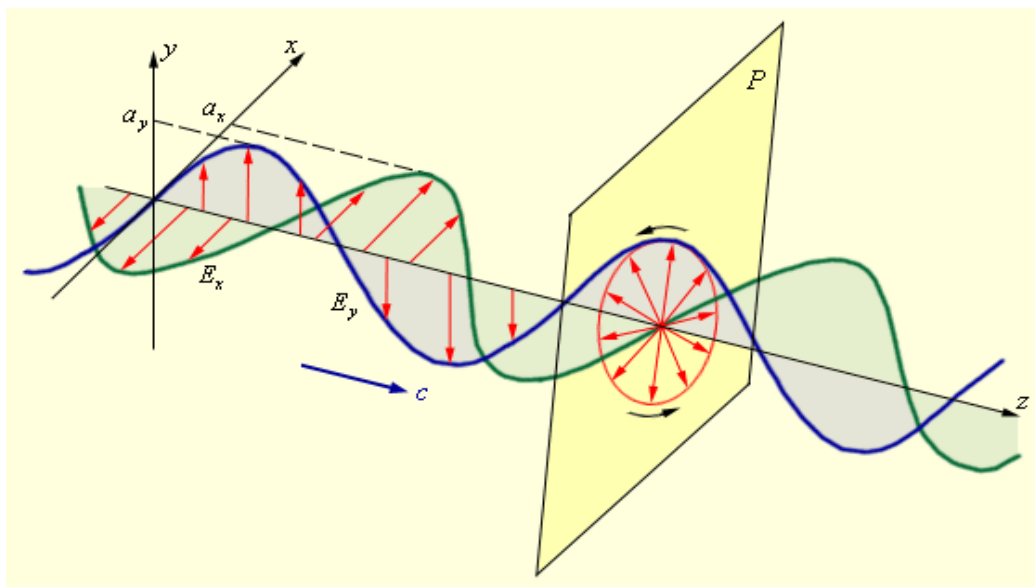


Рис.1.9. Сложение двух взаимно перпендикулярно поляризованных волн и образование эллиптически поляризованной волны.

В эллиптически-поляризованной волне в любой плоскости P , перпендикулярной направлению распространения волны, конец результирующего вектора за один период светового колебания обегает эллипс, который называется *эллипсом поляризации*. Форма и размер эллипса поляризации определяются амплитудами a_x и a_y линейно-поляризованных волн и фазовым сдвигом $\Delta\phi$ между ними. Частным случаем эллиптически-поляризованной волны является волна с *круговой поляризацией* ($a_x = a_y$, $\Delta\phi = \pm \pi / 2$).

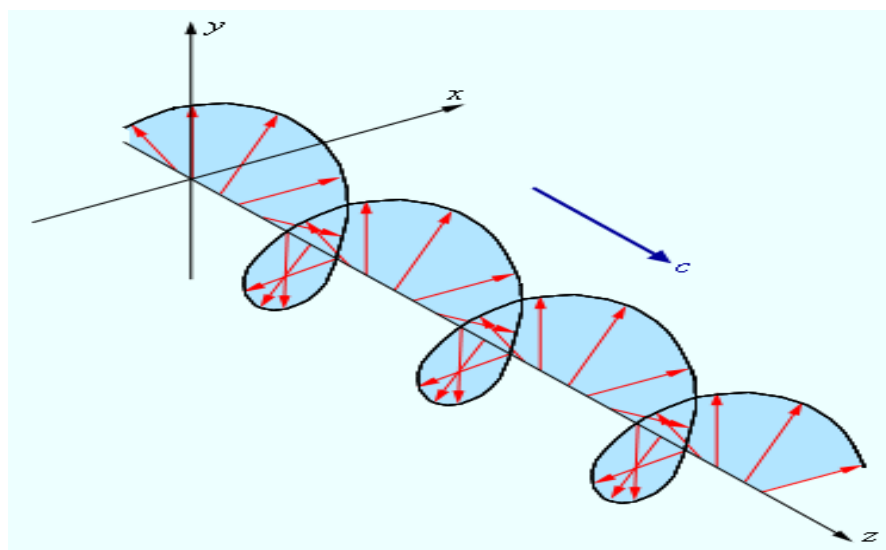


Рис.1.10. Электрическое поле в эллиптически-поляризованной волне.

Линейно-поляризованный свет испускается лазерными источниками. Свет может оказаться поляризованным при отражении или рассеянии. В частности, голубой свет от неба частично или полностью поляризован. Однако, свет, испускаемый обычными источниками (например, солнечный свет, излучение ламп накаливания и т. п.), не поляризован. Свет таких источников состоит в каждый момент из вкладов огромного числа независимо излучающих атомов с различной ориентацией светового вектора в излучаемых этими атомами волнах. Поэтому в результирующей волне вектор беспорядочно изменяет свою ориентацию во времени, так что в среднем все направления колебаний оказываются равноправными. Неполяризованный свет называют также естественным светом.

В каждый момент времени вектор может быть спроектирован на две взаимно перпендикулярные оси (рис.1.11).

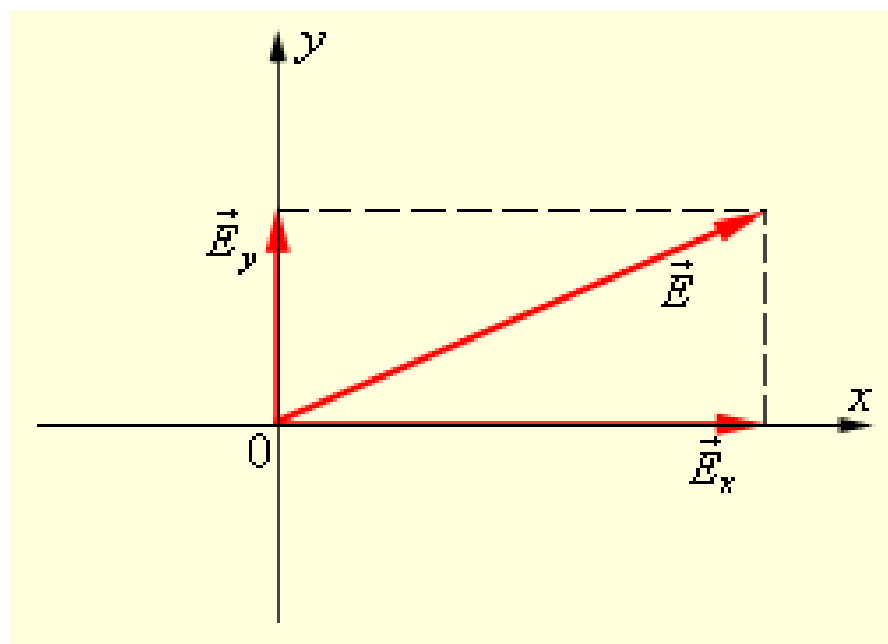


Рис.1.11. Разложение вектора по осям.

Это означает, что любую волну (поляризованную и неполяризованную) можно представить как суперпозицию двух линейно-поляризованных во взаимно перпендикулярных направлениях волн, выражение изложено в (1.16) формуле:

$$\vec{E}(t) = \vec{E}_x(t) + \vec{E}_y(t) \quad (1.16)$$

Но в поляризованной волне обе составляющие $E_x(t)$ и $E_y(t)$ когерентны, а в неполяризованной – некогерентны, т. е. в первом случае разность фаз между $E_x(t)$ и $E_y(t)$ постоянна, а во втором она является случайной функцией времени.

Явление двойного лучепреломления света объясняется тем, что во многих кристаллических веществах показатели преломления для двух взаимно перпендикулярно поляризованных волн различны. Поэтому кристалл раздваивает проходящие через него лучи. Два луча на выходе кристалла линейно поляризованы во взаимно перпендикулярных направлениях. Кристаллы, в которых происходит двойное лучепреломление, называются анизотропными.

С помощью разложения вектора $\vec{E}$ на составляющие по осям можно объяснить закон Малюса. У многих кристаллов поглощение света сильно зависит от направления электрического вектора в световой волне. Это явление называют дихроизмом. Этим свойством, в частности, обладают пластины турмалина, использованные в опытах Малюса. При определенной толщине пластинка турмалина почти полностью поглощает одну из взаимно перпендикулярно поляризованных волн (например, E_x) и частично пропускает вторую волну (E_y). Направление колебаний электрического вектора в прошедшей волне называется разрешенным направлением пластинки. Пластинка турмалина может быть использована как для получения поляризованного света, так и для анализа характера поляризации света (поляризатор и анализатор). В настоящее время широко применяются искусственные дихроичные пленки, которые называются поляроидами. Поляроиды почти полностью пропускают волну разрешенной поляризации и не пропускают волну, поляризованную в перпендикулярном направлении.

Таким образом, поляроиды можно считать идеальными поляризационными фильтрами.

Рассмотрим прохождение естественного света последовательно через два идеальных поляроида Π_1 и Π_2 (рис. 1.12), разрешенные направления которых развернуты на некоторый угол φ . Первый поляроид играет роль поляризатора. Он превращает естественный свет в линейно-поляризованный. Второй поляроид служит для анализа падающего на него света.

Если обозначить амплитуду линейно-поляризованной волны после прохождения света через $E_0 = \sqrt{I_0 / 2}$, первый поляроид через то волна, пропущенная вторым поляроидом, будет иметь амплитуду $E = E_0 \cos \varphi$.

Таким образом, в электромагнитной теории света закон Малюса находит естественное объяснение на основе разложения вектора $\vec{E}$ на составляющие, смотрите в (1.17) формулу.

$$I = E^2 = E_0^2 \cos^2 \varphi = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \varphi \quad (1.17)$$

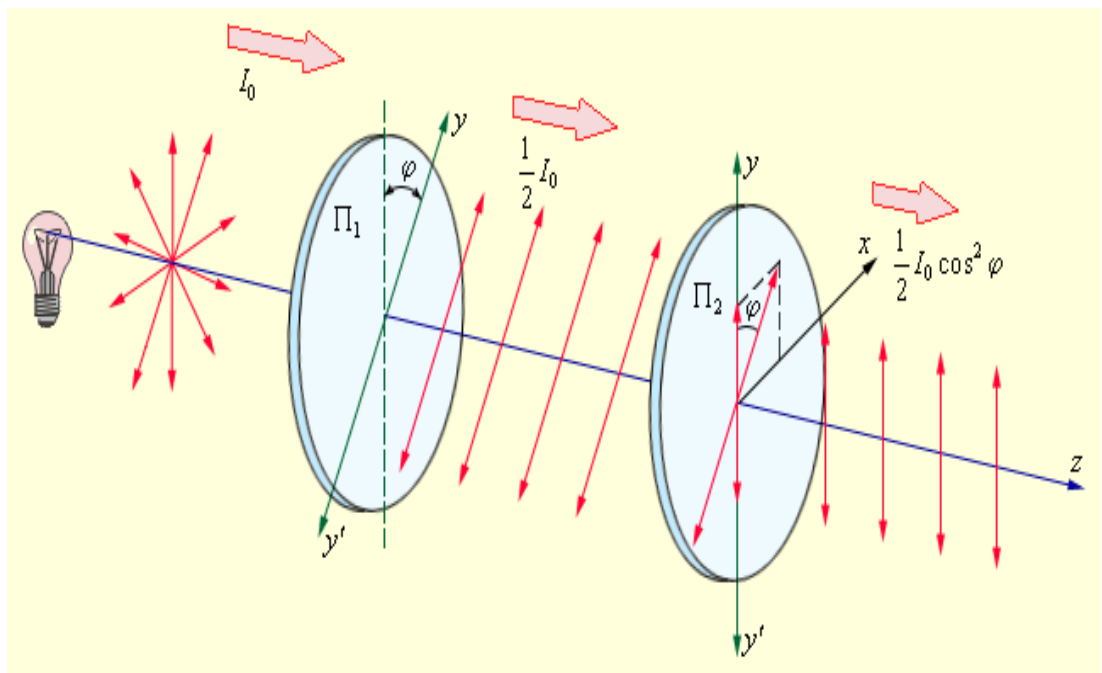


Рис.1.12. Прохождение естественного света через два идеальных поляроида.

yy' – разрешенные направления поляроидов.

Чтобы убедиться в том, что свет поляризован, и определить направление поляризации, используют второй поляризатор, который помещают после первого поляризатора (рис.1.13). Второй поляризатор в этом случае называют анализатором.

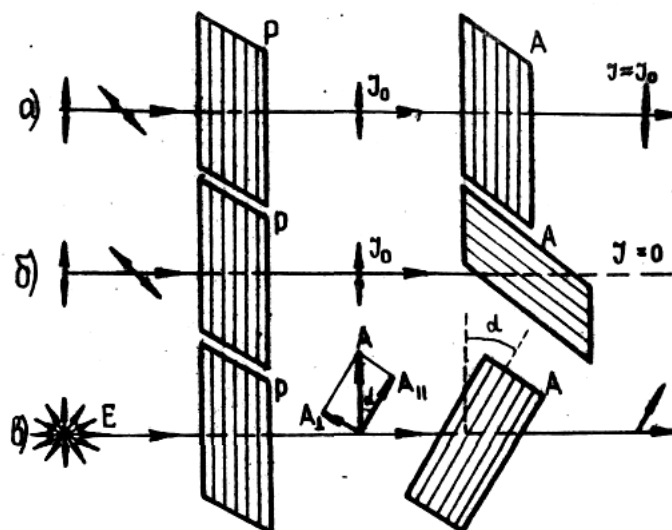


Рис.1.13.

Если плоскости пропускания поляризатора и анализатора параллельны друг другу, то плоскополяризованный свет проходит анализатор, почти не изменяя своей интенсивности. Если же плоскости пропускания поляризатора и анализатора взаимно перпендикулярны, то анализатор полностью поглощает падающий на него свет, и интенсивность прошедшего света равна нулю (рис.1.13,б). В остальных случаях интенсивность света, прошедшего через анализатор, будет иметь некоторое промежуточное значение, зависящее от угла α между направлениями пропускания поляризатора и анализатора (рис.1.13, в).

Зависимость между интенсивностью прошедшего через анализатор света I и углом α может быть установлена следующим образом. Обозначим амплитуду вектора $\vec{E}$ волны, прошедшей через поляризатор, буквой A . Разложим вектор A на две взаимно перпендикулярные составляющие $A_{\perp}$ и

A_{II} таким образом, чтобы составляющая A_{II} оказалась параллельной направлению пропускания анализатора. Это соответствует разложению волны, колеблющейся в плоскости A_I на две плоскополяризованные волны, которые колеблются в одинаковых фазах, но в перпендикулярных плоскостях. Одна из волн с амплитудой A_{II} пройдет через анализатор, а другая будет полностью поглощена. Из рис.6в, видно, что

$$A_{II} = A \cos \alpha \quad (1.18)$$

Из теории колебательных процессов известно, что интенсивность пропорциональна квадрату амплитуды. Следовательно, интенсивность света, прошедшего через анализатор будет иметь вид:

$$I = kA_{II}^2 \quad (1.19)$$

или с учетом (1.18)

$$I = kA^2 \cos^2 \alpha \quad (1.20)$$

И, наконец, переходя к интенсивности света, прошедшего через поляризатор и падающего на анализатор

$$I_0 = kA^2, \quad (1.21)$$

окончательно получим

$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (1.22)$$

Формула (1.22) есть математическое выражение закона Малюса. Этот закон лежит в основе расчета интенсивности света, прошедшего через поляризатор и анализатор во всевозможных, поляризационных приборах.

Практическую часть данной работы составляет экспериментальная проверка закона Малюса.

Если естественный свет проходит через два поляризующих прибора, то интенсивность проходящего через эти приборы света зависит от взаимного расположения поляризатора и анализатора. Соотношение интенсивности

плоскополяризованного света, падающего на анализатор, с интенсивностью света, прошедшего через анализатор, дает закон Малюса.

Пусть на анализатор падает плоскополяризованный луч с амплитудой a_0 , колебания которого направлены по PP (рис.1.14). Анализатор пропускает без ослабления колебания по направлению AA и вовсе не пропускает колебаний в перпендикулярном к нему направлении A_1A_1 . Разложим амплитуду колебаний на составляющие по AA и A_1A_1 , $a_1 = a_0 \cos \alpha$ и $a_2 = a_0 \sin \alpha$.

Анализатором будет пропускаться только первая составляющая и полностью поглощаться вторая.

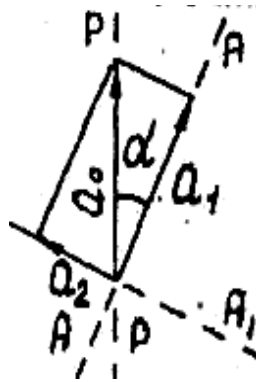


Рис.1.14.

Поскольку энергия колебаний пропорциональна квадрату амплитуды, то интенсивность света I_0 , падающего на анализатор, и интенсивность света I_1 , прошедшего через анализатор, могут быть выражены так:

$$I = k a_0^2; \quad (1.23)$$

$$I_1 = k a_1^2 = k a_0^2 \cos^2 \alpha; \quad (1.24)$$

откуда

$$I_1 = I_0 \cos^2 \alpha \quad (1.25)$$

Полученное соотношение и представляет собой закон Малюса, согласно которому: если естественный свет проходит через два поляризующих прибора

(поляризатор и анализатор), плоскости колебаний которых образуют между собой угол λ , то интенсивность света, пропущенного такой системой, будет пропорциональна $\cos^2 \lambda$ (1.24):

Единица измерения интенсивности света $[I] = 1 \text{ Вт/м}^2$

Экспериментальные измерения поляризации света основаны на применении анизотропных кристаллов. Поэтому здесь мы коротко коснёмся оптики анизотропных сред.

Анизотропия структуры кристаллической решетки приводит к тому, что характер распространения световой волны в кристалле зависит от поляризации света и направления распространения светового пучка в кристалле. Попадая в кристалл, световая волна с произвольным состоянием поляризации распадается на две линейно поляризованные волны с ортогональными направлениями поляризации - так называемые "обыкновенную" и "необыкновенную" волны. Скорости распространения этих волн, вообще говоря, различны. По мере распространения между обыкновенной и необыкновенной волнами возникает фазовый сдвиг D_j , пропорциональный разности скоростей волн, а также пути, пройденному светом в кристалле.

Обыкновенная и необыкновенная волны. Для каждого направления в кристалле существуют два "собственных" направления поляризации X и Y . Физически эти направления выделены тем, что световые волны, линейно поляризованные в этих направлениях, распространяются в кристалле, сохраняя свое состояние поляризации. Одна из этих волн называется "обыкновенной": скорость распространения этой волны одинакова для всех направлений в кристалле. Другая волна называется "необыкновенной": скорость распространения этой волны зависит от направления в кристалле.

В отличие от обыкновенной и необыкновенной волн, произвольно поляризованная волна изменяет состояние поляризации при распространении в кристалле. Такая волна как бы распадается на обыкновенную и необыкновенную волны, бегущие с разными скоростями.

В любом кристалле есть по крайней мере одно направление, для которого скорости обыкновенной и необыкновенной волн совпадают. Такое направление называют оптической осью кристалла. В зависимости от числа осей, анизотропные кристаллы делятся на одноосные и двуосные. В поляризационных оптических устройствах чаще применяют одноосные кристаллы, к числу которых относятся, например, кварц и кальцит. Как видно из определения, в направлении оптической оси кристалла можем распространяться световая волна с произвольным состоянием поляризации, причем эта поляризация будет устойчивой. Иначе говоря, в направлении оптической оси кристалл ведет себя как изотропная среда.

В противоположность этому в направлениях, перпендикулярных оптической оси, анизотропия кристалла выражена наиболее сильно.

Фазовый сдвиг, возникающий между обыкновенной и необыкновенной волнами, можно использовать для управления поляризацией света. Так, помещая на пути линейно поляризованного светового пучка кристаллическую пластинку, вносящую сдвиг фазы $\pi/2$, между компонентами поля E_x , E_y получим на выходе из пластинки свет с круговой поляризацией. Если далее на пути пучка поставить ещё одну такую же пластинку, то снова получим линейно поляризованный свет с направлением поляризации ортогональным исходному. Подбирая толщину пластинки, можно преобразовать эллиптически поляризованный свет в свет с линейной или круговой поляризацией и наоборот.

Четвертьволновая и полуволновая пластинки. Пусть линейно поляризованный свет падает на прозрачный анизотропный кристалл так, что вектор $\vec{E}$ направлен под углом 45° к направлениям x и y собственных поляризаций волн в кристалле. При этом на входе кристалла возникают обыкновенная и необыкновенная волны, которые синфазны и одинаковы по амплитуде. Толщина кристаллической пластинки подбирается так что на выходе разность фаз обыкновенной и необыкновенной волн становится

равной $\pi/2$. Так как амплитуды этих волн по-прежнему равны, то свет имеет теперь круговую поляризацию.

Пластинку, выполняющую такое преобразование, называют "четвертьволновой", так как вносимой ею разности фаз $\Delta \varphi = \pi/2$ соответствует разность хода волн, равная $\lambda/4 = d(n_0 - n_e)$. Такие пластинки широко применяются в современных лазерных установках для преобразования линейной поляризации света в круговую и наоборот. Пластинки, вносящие разность фаз π ("полуволновые"), используют для поворота плоскости поляризации линейно поляризованной световой волны на 90° .

Поляризаторы, анализаторы, компенсаторы. В некоторых кристаллах (в частности, в турмалине) сильно отличаются коэффициенты поглощения обыкновенной и необыкновенной волн. Это приводит к тому, что уже при толщине кристаллической пластинки около миллиметра одна из волн практически полностью поглощается, а на выходе остаётся другая волна, имеющая линейную поляризацию. Таким образом, пластинка турмалина выделяет из света с произвольной поляризацией линейно поляризованную компоненту, т. е. работает как поляризатор света. Существуют полимерные материалы (например, обогащенный йодом синтетический поливиниловый спирт), которые обладают очень сильной анизотропией поглощения. Из таких материалов изготавливают поляроидные пленки. Такие пленки широко применяются в поляроидах - приборах, выделяющих из светового пучка линейно поляризованную компоненту с заданным направлением поляризации.

Различие в показателях преломления анизотропного кристалла для обыкновенной и необыкновенной волн можно использовать для разделения этих волн за счёт эффекта полного внутреннего отражения; при этом также получается линейно поляризованный свет. На этом принципе основаны различные поляризационные призмы (призма Глана, призма Николя и т. п.), которые также используются в качестве поляризаторов.

Рассмотрим в качестве примера принцип действия поляризационной призмы Николя (николь). Она изготавливается из полученного раскалыванием по плоскостям спайности куска исландского шпата. Торцовые основания АВ и CD (рис. 4) сошлифовывают под углом 68° к его длинным ребрам (вместо 71° у естественного кристалла). Затем кристалл разрезается по плоскости, перпендикулярной торцовым поверхностям и отшлифованные половинки склеиваются в прежнем положении канадским бальзамом, образующий между ними тонкий прозрачный слой.

Вывод по первой главе

В этой главе мы узнали об истории проявления поляризации света, что такое естественный и поляризованный свет, способах поляризации света, поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков, дихроизм, существуют какие законы поляризации света, и законе Малюса.

В начале XIX века, когда Т. Юнг и О. Френель развивали волновую теорию света, природа световых волн была неизвестна. На первом этапе предполагалось, что свет представляет собой продольные волны, распространяющиеся в некоторой гипотетической среде – эфире. При изучении явлений интерференции и дифракции вопрос о том, являются ли световые волны продольными или поперечными, имел второстепенное значение.

Если на белую бумагу нанести кружок (например, чернилами) и рассматривать его через кристалл исландского шпата (CaCO_3), то наблюдатель вместо одного изображения кружка увидит два. Это означает, что луч, идущий от кружка через кристалл к глазу наблюдателя, расщепляется на два луча. Опыт показал, что один из этих лучей подчиняется закону преломления света, и он назван обыкновенным лучом О. Другой луч не подчиняется этому закону, и он назван необыкновенным лучом Е.

II глава. Моделирование изучения поляризации света

2.1. Методы определения поляризации света

Закон Брюстера. Метод проверки закона Брюстера. Из анализа зависимостей интенсивности отраженного света от угла падения (рис. 1.4) видно, что при угле Брюстера (α_0) свет с поляризацией, параллельной плоскости падения ($E_{\parallel}$), не отражается, т. е. интенсивность света $I_{\parallel} = 0$. В этом можно убедиться, используя установку (рис. 2.1).

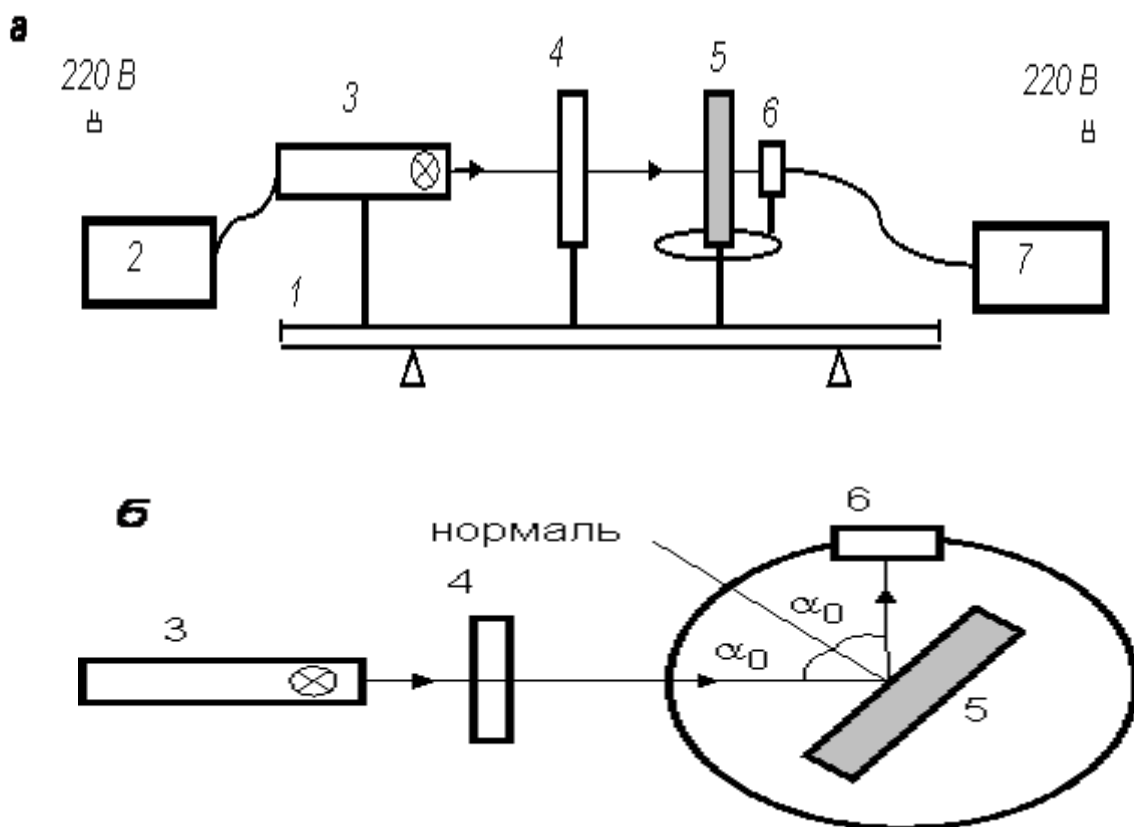


Рис. 2.1.Схема установки: а – схема установки: 1 – оптическая скамья; 2 – источник питания; 3 – осветитель; 4 – поляризатор; 5 – диэлектрическая пластинка; 6 – фотоприемник света (фотодиод); 7 – прибор для измерения фототока (регистрирующее устройство); б – вид сверху на установку: ход луча в плоскости падения при угле Брюстера α_0 .

Пучок света от осветителя 3 проходит через поляризатор 4 и попадает на диэлектрическую пластинку 5. Отраженный от пластинки 5 луч попадает на фотоприемник 6. По известному показателю преломления диэлектрической пластинки 5 из закона Брюстера можно определить угол полной поляризации α_0 . Затем, используя регистрирующее устройство 7, для найденного угла полной поляризации α_0 можно сравнить интенсивности отраженного света I_{II} и I_I при двух положениях поляризатора 4. Эти положения поляризатора 4 соответствуют вертикальной и горизонтальной ориентациям светового вектора $\vec{E}$.

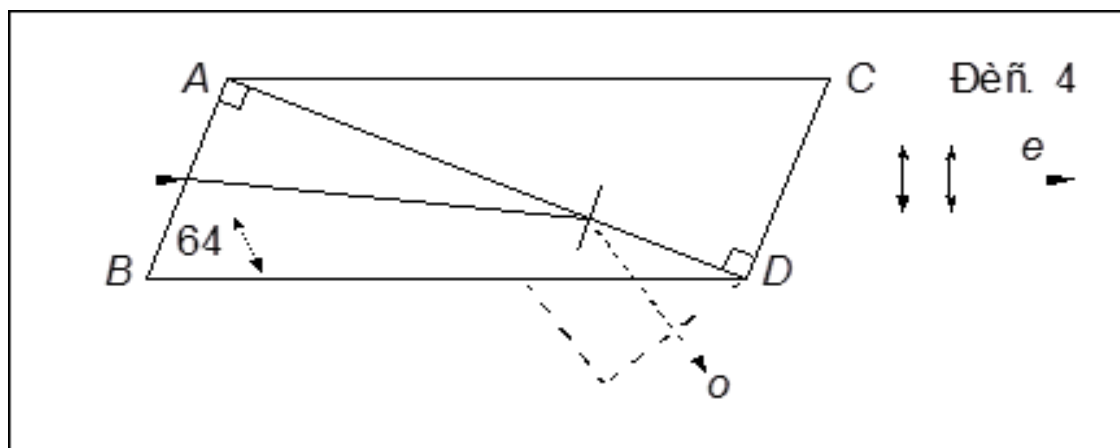


Рис.2.2.

Сечение призмы Николя плоскостью главного сечения показано на рис. 4, двойная стрелка, наклоненная по углом 64° к длинному ребру, указывает направление оптической оси. Луч света, падая на искусственное основание кристалла, разделяется внутри кристалла на обыкновенный O и необыкновенный E. Показатель преломления канадского бальзама ($\sim 1,550$) имеет промежуточное значение между обыкновенным ($N_0 = 1,658$) и необыкновенным ($N_e = 1,486$) показателями преломления исландского шпата. Углы в призме Николя рассчитаны так, чтобы необыкновенный луч прошёл через слой канадского бальзама, а обыкновенный претерпел на нем полное

отражение и поглотился боковой гранью. (В больших призмах во избежание их нагревания обыкновенный луч выводится наружу специальной призмочкой, наклеенной на боковую грань и изображенной на рис.2.2. пунктиром). В результате свет, вышедший из призмы, окажется линейно поляризованным.

В пучке лучей, падающих на входную грань призмы Николя, обычно встречаются лучи разных направлений. Если луч падает на плоскость разреза слишком наклонно, то претерпит полное отражение не только обыкновенный луч, но и необыкновенный. Если же наклон недостаточен, то через призму пройдет и обыкновенный луч. Через призму может пройти один только необыкновенный луч тогда и только тогда, когда углы падения на входную грань лежат в определенных пределах. Разность углов наклона между крайними лучами падающего пучка, удовлетворяющими этому условию, определяет так называемую апертуру полной поляризации призмы. Для призмы Николя она составляет 29° , а отношение длины призмы к ее ширине 3,28.

Используя поляризатор, можно определить направление поляризации линейно поляризованной световой волны и установить сам факт линейной поляризации. Для этого вращают поляризатор относительно оси светового пучка и наблюдают за изменениями интенсивности прошедшего света. Если при некотором положении поляризатора свет полностью задерживается им, то исходный пучок линейно поляризован, причем направление поляризации ортогонально направлению пропускания ("оси") поляризатора в данном положении. В подобных экспериментах поляризатор выполняет функцию анализатора.

Для измерения параметров поляризации эллиптически поляризованного света применяют устройства, называемые компенсаторами, которые преобразуют эллиптически поляризованный свет в свет с линейной поляризацией. Компенсатор представляет собой пластинку, составленную из двух клиньев анизотропного кристалла так, что при сдвиге одного клина

относительно другого толщина пластинки меняется. Такое устройство позволяет плавно варьировать толщину анизотропной пластинки и, следовательно, плавно менять разность фаз D_j между обыкновенной и необыкновенной волнами.

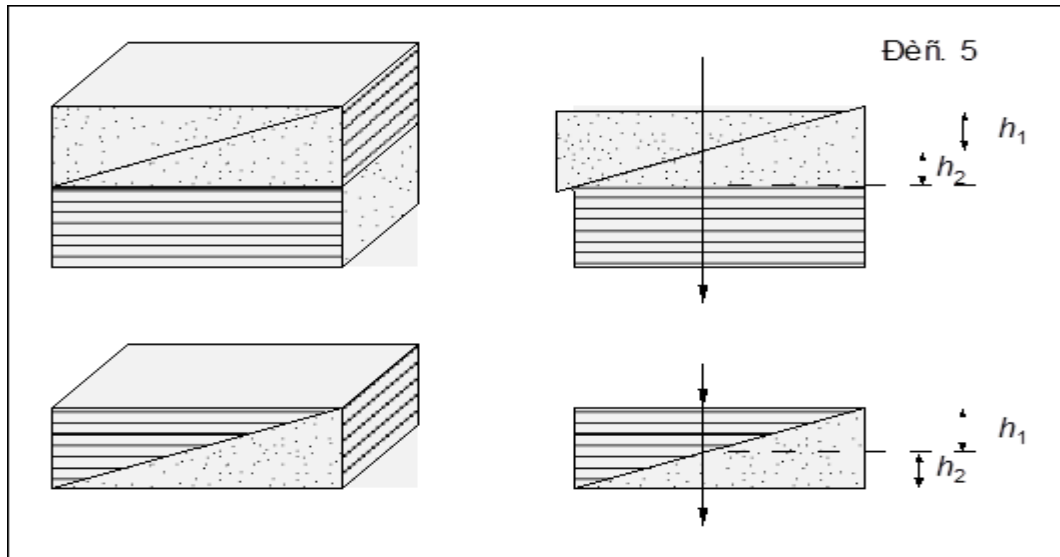


Рис.2.3. Компенсатор Солейля.

В конфигурации, показанной на рисунке, компенсатор вносит сдвиг фазы $D_j = (2 p / 1)(N_e - N_0)(H_1 - H_0)$ между обыкновенной и необыкновенной волнами. Плавная регулировка фазового сдвига осуществляется путём смещения одного клина компенсатора относительно другого. На рис.2.3,б представлена схема компенсатора Бабиня. В конфигурации, показанной на рис. компенсатор вносит сдвиг фазы $D_j = (2 p / 1)(N_e - N_0)(H_2 - H_1)$ между обыкновенной и необыкновенной волнами. Плавная регулировка фазового сдвига осуществляется путём смещения светового пучка или компенсатора в поперечном направлении. В приведенных выше выражениях для фазового сдвига N_0 – показатель преломления анизотропного кристалла для обыкновенной волны, N_e – для необыкновенной волны. Компенсаторы Солейля и Бабиня изготавливаются из кварцевых клиньев. Для кварца $N_e = 1.553$, $N_0 = 1.544$. Таким образом, измерение фазовых сдвигов,

вносимых компенсаторами, сводятся к измерению смещений: либо смещения одного из клиньев компенсатора, либо смещения компенсатора относительно светового пучка. Поляризованный свет, пропущенный через систему компенсатор-анализатор, даёт характерную картину чередования тёмных и светлых полос в поперечном сечении пучка. Естественный (неполяризованный) свет в тех же условиях сохраняет однородное распределение интенсивности.

Анализ поляризации плоской монохроматической световой волны.

Рассмотрим плоскую монохроматическую световую волну вида

$$\vec{E} = \vec{x} E_{10} \cos(\omega t - kz) + \vec{y}_0 E_{20} \cos(\omega t - kz + \Delta\varphi) \quad (2.1)$$

Как отмечалось выше, состояние поляризации волны (эллиптическая, круговая, линейная) однозначно определяется параметрами E_{10} , E_{20} , D_j , а также ориентацией векторов $\vec{x}_0$ и $\vec{y}_0$ в пространстве. Анализ поляризации света сводится к экспериментальному измерению этих параметров.

Процедуру измерений можно построить следующим образом. Сначала с помощью компенсатора и анализатора преобразуем данную волну с линейной поляризацией. В этом положении рёбра компенсатора задают направление векторов $\vec{x}_0$ и $\vec{y}_0$. Измерив вносимую компенсатором разность фаз, найдём величину D_j . Далее, не меняя положения компенсатора, установим анализатор на пропускание X-поляризации и измерим интенсивность прошедшего света I_k . Затем, повернув анализатор на 90° , установим его на пропускание Y-поляризации и измерим интенсивность прошедшего света I_y . После этого определим E_{10} , E_{20} по формулам, связывающим между собой интенсивность и амплитуду световой волны

$$I_x = \frac{1}{2} c \varepsilon_0 E_{10}^2 \quad (2.2)$$

$$I_y = \frac{1}{2} c \varepsilon_0 E_{20}^2 \quad (2.3)$$

Можно выполнить измерение и более простым способом. Вращая анализатор вокруг оси светового пучка, мы будем наблюдать изменение интенсивности света, прошедшего через анализатор. Заменяем направления оси анализатора, соответствующие максимуму ($I_{\max}$) и минимуму ($I_{\min}$) интенсивности. Очевидно, что первое из этих направлений определяет направление большой оси эллипса, а второе – направление его малой оси. Далее, так как интенсивность света пропорциональна квадрату амплитуды колебаний поля в световой волне, отношение осей эллипса поляризации можно определить по формуле (2.4):

$$\frac{a}{b} = \sqrt{\frac{I_{\max}}{I_{\min}}} \quad (2.4)$$

Проверка закона Малюса. Для оценки выполнимости закона Малюса (2.1) используется установка, схематически изображенная на рис.2.4.

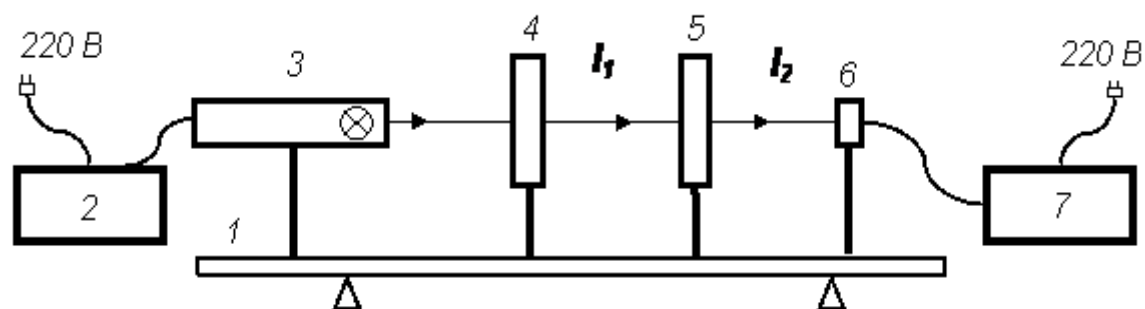


Рис. 2.4.Схема установки: 1 – оптическая скамья; 2 – источник питания; 3– осветитель; 4 – поляризатор; 5 – анализатор; 6 – фотоприемник света (фотодиод); 7 – прибор для измерения фототока.

Пучок света от осветителя 3 проходит через поляризатор 4 и анализатор 5 и попадает на фотоприемник 6. В соответствии с (1.10)

интенсивность света, прошедшего через поляризатор 4 и анализатор 5 зависит от угла Φ , который можно изменять, вращая анализатор 5. Из выражения (2.5) следует, что интенсивность света, прошедшего через поляризатор, равна

$$I_1 = \frac{I_2(\varphi)}{\cos^2 \phi} \quad (2.5)$$

Исходя что метод закона Малюса более удобнее и более понятливее для изучение поляризации света, я выбрал именно её.

2.2. Обзор аппаратных средств для определения поляризации света

Прибор для определение угла вращения плоскости поляризации раствора сахара и расчет удельного угла вращения сахара. Эксперимент проводится на круговом поляриметре СМ-3 (рис.2.5). В качестве источника света в поляриметре используется натровая лампа ДнаС 18-04.2. Объектом исследования является раствор сахара в воде с концентрацией $C =$

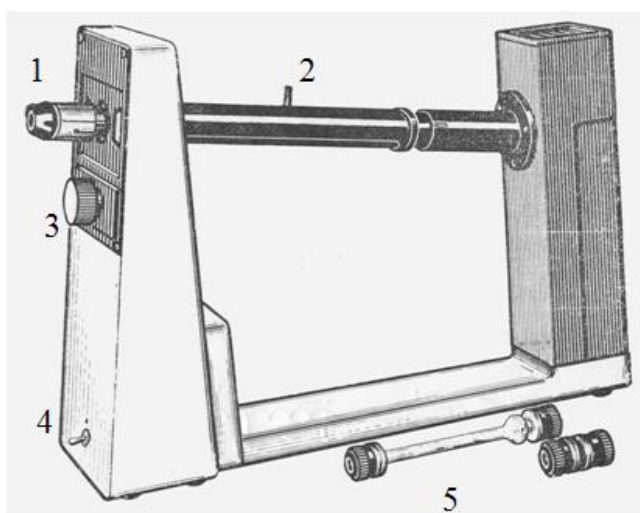


Рис.2.5. Круговой поляриметре СМ-3

4. Включить поляриметр в сеть переменного тока тумблером 4. После прогрева лампы (10-15 минут) вращением втулки установить окуляр 1 так, чтобы видеть резкое изображение линии раздела полей сравнения.

4. Определить нулевой отсчет α_0 с кюветой, наполненной дистиллированной водой. Для этого соответствующую кювету 5 поместить в кюветное отделение и закрыть крышкой 2. После этого, вращая ручку 3 (рис.2.5), повернуть анализатор и добиться равенства яркостей полей сравнения. Эту установку повторить несколько раз со снятием по шкале лимба и отсчетного устройства и вычислением среднего арифметического значения. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 3. Следует учесть, что цена деления лимба $0,5^\circ$, а величина отсчета по нониусу $0,02^\circ$.

Для определения угла вращения плоскости поляризации соответствующую кювету с раствором сахара 5 поместить в кюветное отделение и закрыть крышку. Затем установить втулкой окуляр наблюдательной трубки по глазу на резкое изображение линии раздела полей сравнения. Плавным и медленным поворотом анализатора установить, нарушенное активной средой, равенство яркостей полей сравнения. Снять отсчет следующим образом: определить на сколько градусов повернута шкала лимба по отношению к шкале первого отсчетного устройства, затем по штрихам первого и второго отсчетного устройств, совпадающим со штрихами шкалы лимба, отсчитать доли градуса. К числу градусов, взятых по шкале лимба первого отсчетного устройства, прибавить средний арифметический отсчет по шкале первого и второго отсчетного устройства. Таких наводок сделать несколько и взять среднее арифметическое из них. Из полученного отсчета вычесть нулевой отсчет.

Разработка учебно аппаратного стенда для изучения поляризации света.

Теперь приступим к созданию самого стенда, наш стенд будет основан на схеме которое посмотрели на верху (рис. 2.6):

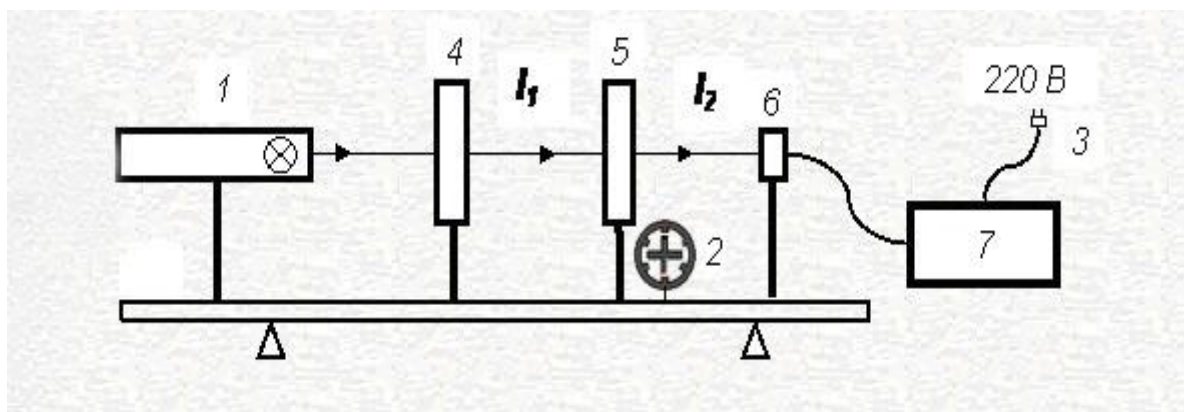


Рис. 2.6. Схема установки: 1 – осветитель(фотодиод); 2 – шаговый мотор; 3 – источник питания; 4 – поляризатор; 5 – анализатор; 6 – фотоприемник света (фотодиод); 7 – блок управление и обработки результатов.

Но все эти элементы будут расположены в закрывающей коробке. По необходимости мы сможем открыть крышку и посмотреть процесс.

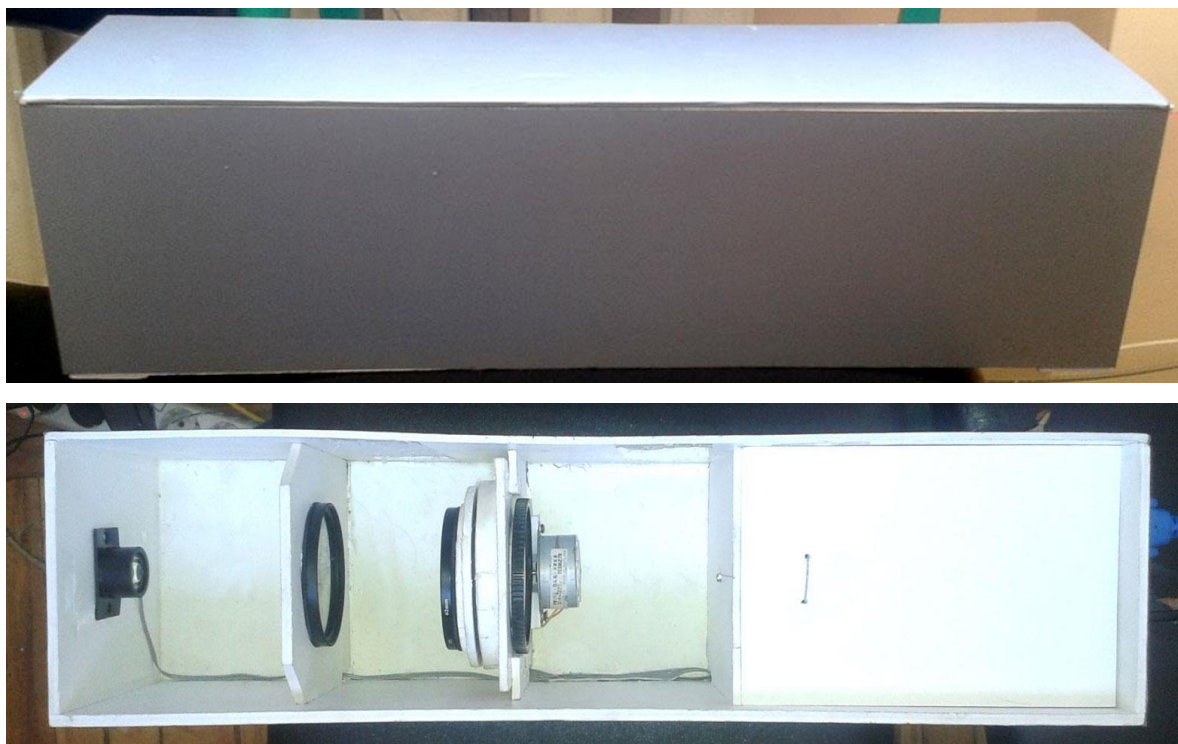


Рис. 2.7. Вид коробки стенда:

- а) Коробка для расположения элементов стенда
- б) вид изнутри при открытии крышки коробки

Элементы стенда:

1. В качестве осветителя я выбрал светодиод(современный люминофорный светодиод в ручном электрическом фонаре), и питанию к нее будет передавать трансформатор.

Светодиод или светоизлучающий диод (СД, СИД; англ. light-emitting diode, LED) — полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении.

Излучаемый светодиодом свет лежит в узком диапазоне спектра. Иными словами, его кристалл изначально излучает конкретный цвет (если речь идёт об СД видимого диапазона) — в отличие от лампы, излучающей более широкий спектр, где нужный цвет можно получить лишь применением внешнего светофильтра. Диапазон излучения светодиода во многом зависит от химического состава использованных полупроводников.

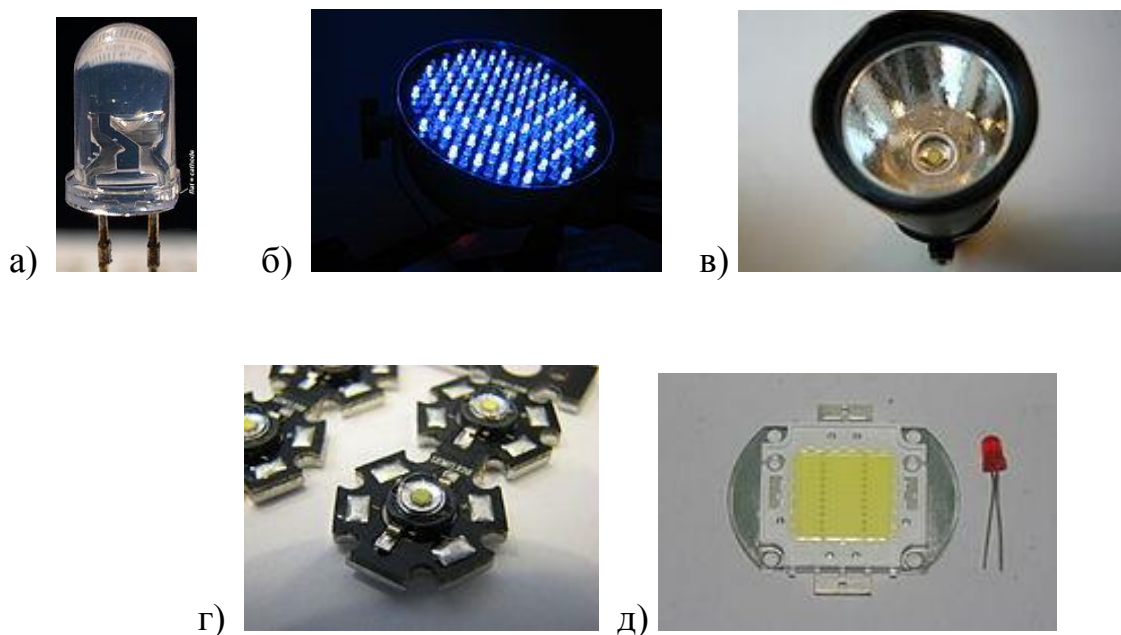


Рис. 2.8. Виды светодиодов:

- а) Светодиод с пластиковой оболочкой-корпусом;
- б) Светодиодный фонарь (панель) для сценического направленного освещения;
- в) Современный люминофорный светодиод в ручном электрическом фонаре (использовано в нашем проекте)

г) Современные мощные сверхъяркие светодиоды на теплоотводящей пластине с контактами для монтажа;

д) Мощный белый светодиод 20Вт в сравнении с красным индикаторным 5 мм светодиодом.

2. Шаговый мотор — это синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора.

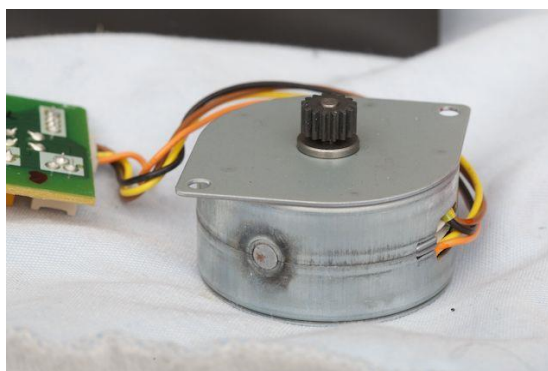


Рис. 2.9. Шаговый мотор

3. Источник питания — устройство, предназначенное для обеспечения различных устройств электрическим питанием.

Различают **первичные и вторичные** источники питания.

К первичным относят преобразователи различных видов энергии в электрическую, примером может служить аккумулятор, преобразующий химическую энергию в электрическую.

Вторичные источники сами не генерируют электроэнергию, а служат лишь для её преобразования с целью обеспечения требуемых параметров (напряжения тока, пульсаций напряжения, трансформаторы и т. п.).

В стенде использовал из вторичных источников питания — трансформатора. Трансформатор (от лат. transformo — преобразовывать) — это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки на каком-либо магнитопроводе и

предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем (напряжений) переменного тока в одну или несколько других систем (напряжений), без изменения частоты. 18 вольтовый трансформатор использовано в стенде. Он будет преобразовать 18 В из 220 вольтового переменного тока.

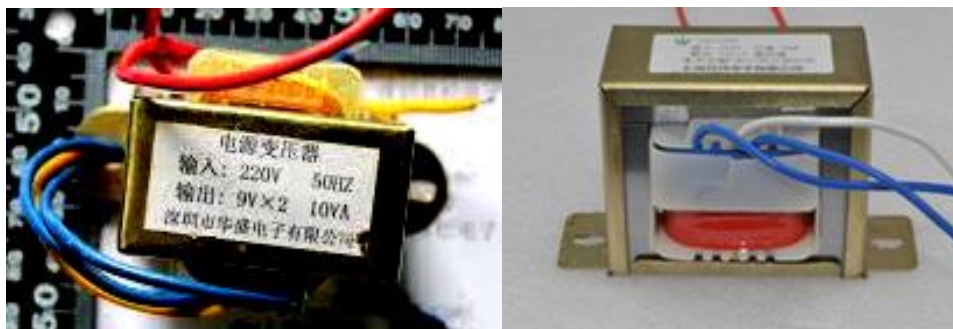


Рис. 2.10. Трансформатор

4. Поляризатор – устройство, предназначенное для получения полностью или частично поляризованного оптического излучения из излучения с произвольным состоянием поляризации. В соответствии с типом поляризации, получаемой с помощью поляризаторов, они делятся на линейные и круговые. Линейные поляризаторы позволяют получать плоскополяризованный свет, круговые — свет, поляризованный по кругу.

5. Анализатор – в оптике - поляризатор , предназначенный для определения состояния поляризации света (степени поляризации , степени эллиптичности и т. п.) или для регистрации ее изменений. В качестве анализаторов используются линейные , циркулярные (круговые) или эллиптические поляризаторы.

6. Фотоприемник(фотодиод) – приёмник оптического излучения, который преобразует попавший на его фоточувствительную область свет в электрический заряд за счёт процессов в р-п-переходе.

7. Блок управление и обработки результатов – в этом блоке стенда находится все управляющая часть стенда(микроконтроллер – ATmega 8,

трансформатор, микросхемы которые позволяет управлять стенда и обработать результаты фотодиода и отправляют к компьютеру).

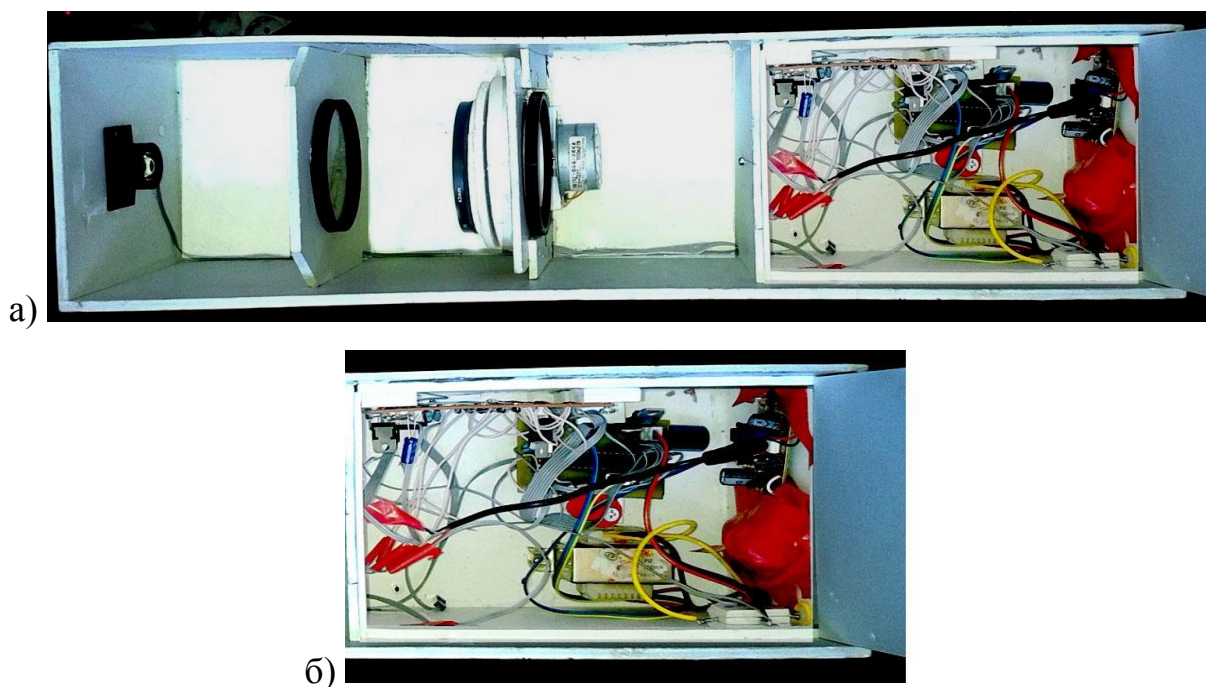


Рис. 2.11. Блок управления:

а) общий вид по стенду

б) вид БУ с близости

Микроконтроллер (англ. Micro Controller Unit, MCU) — микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Типичный микроконтроллер сочетает в себе функции процессора и периферийных устройств, может содержать ОЗУ и ПЗУ. По сути, это однокристальный компьютер, способный выполнять простые задачи.

Микроконтроллер ATmega8 (мега8, mega8) от компании AVR выбирают тысячи радиолюбителей и профессионалов по всему миру благодаря идеальному сочетанию цены, функциональности и простоте применения в проектируемых электронных устройствах. Для прошивки микроконтроллера ATmega8 не требуется программатор.

Микроконтроллер ATmega8 выполнен по технологии CMOS, 8-разрядный, микропотребляющий, основан на AVR-архитектуре RISC. Выполняя одну полноценную инструкцию за один такт, ATmega8 достигает

производительности 1 MIPS на МГц, позволяя достигнуть оптимального соотношения производительности к потребляемой энергии.

Технические параметры:

Память для программ составляет 8 Кб с возможностью перезаписать 10 000 раз

512 байт флеш-памяти для хранения переменных (100 000 циклов перезаписи)

1 Кб ОЗУ и 32 регистра общего назначения

Два 8-разрядных Таймера/Счетчика с отдельным прескалером, режим сравнения

16-разрядный Таймер/Счетчик с отдельным прескалером, режим сравнения, режим захвата

Таймер реального времени с независимым генератором

3 канала ШИМ

6 каналов 10-разрядного АЦП

Двухпроводный последовательный интерфейс

Программируемый последовательный USART

Интерфейс SPI с режимами Master/Slave

Программируемый сторожевой таймер с отдельным независимым генератором

Встроенный аналоговый компаратор

Сброс при включении питания, программируемая защита от провалов питания

Встроенный калиброванный RC-генератор

Обработка внутренних и внешних прерываний

5 режимов с пониженным энергопотреблением: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, и Standby

Напряжение питания 4.5 - 5.5В

Тактовая частота 0-16 МГц

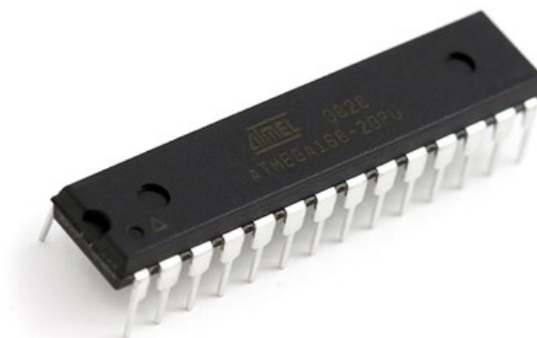


Рис. 2.12. Микроконтроллер ATmega8

23 порта ввода/вывода, объединенных в 3 группы:

Порт В (PB0 - PB7): Два вывода (PB6 и PB7) используются для подключения кварцевого резонатора. Выводы PB2 - PB5 зарезервированы для внутрисхемного программирования. Таким образом, для общего применения остаются порты PB0 и PB1.

Порт С (PC0 - PC6 : 7 выводов): Порты PC0 - PC5 можно использовать в качестве аналоговых входов. PC6 обычно используется для сброса.

Порт D (PD0 - PD7 : 8 выводов): Эти порты можно использовать для общего применения.

Описание выводов микроконтроллера ATmega8:

Питание:

№	Название	Тип	Описание
7	VCC	Вход	напряжение питания от +4.5 до +5.5 В
8,22	GND	Вход	Общий (земля)
20	AVcc	Вход	напряжение питания + 5 В для модуля АЦП
21	AREf	Вход	вход опорного напряжения для АЦП

2.3. Разработка алгоритма для изучения поляризации света

Алгоритм построение стенда заключается в основу электроники. Ниже рис. 2.13 изображена Алгоритм построение и работы стенда.

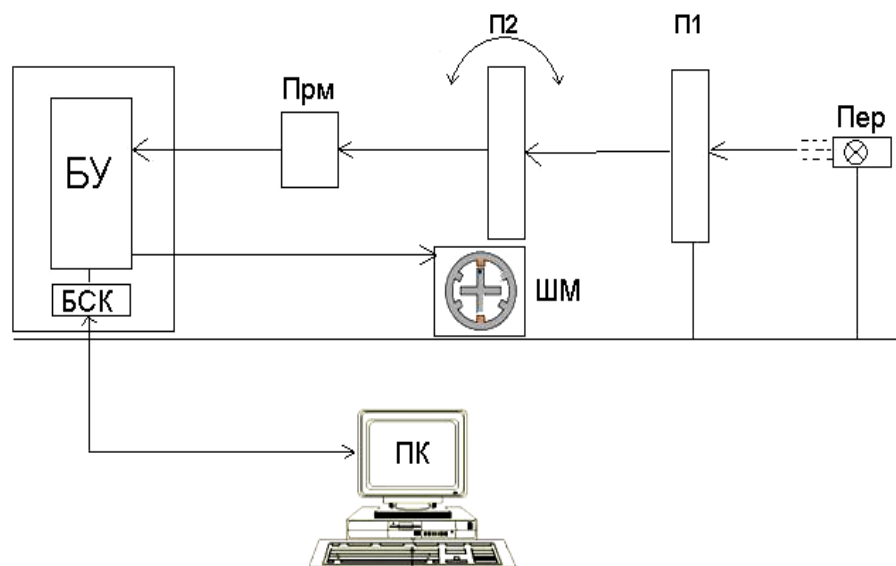


Рис. 2.13. Алгоритм построение и работы стенда для изучение поляризации света

Здесь много блоков, по одному перечислим их:

Пер – Блок передачи этом блоке находится светодиод который подает свет.

П1 – первый поляризатор;

П2 – второй крутящиеся поляризатор;

ШМ – шаговый мотор, он служит для поворота П2, ШМ принимает сигнал поворачивание от БУ (микроконтроллера);

Прм – блок приема, он служит для приема света;

БУ – блок управление, он принимает сигналы от компьютера(градус вращения) и отправит к шаговому мотору, точнее сказать управляет ШМ, также принимает сигналы от фотодиода и отправить значение к компьютеру.

БСК – блок соединение с компьютером, построен из микросхемы и USB-RS232 переходника;

ПК – персональный компьютер – управляет стендом, у него есть программный интерфейс управление аппарата.

Этот программный интерфейс создан на среде программирования Borland Delphi 7, и компьютер подключен к стенду через USB-RS232 переходник (Рис. 2.14), этот переходник имеет два разных наконечника – USB и RS 232 (COM), сторона USB подключается к компьютеру, а другая к стенду.



Рис. 2.14. USB to RS232 переходник

Вывод по второй главе

В этой главе разъяснено – какие методы существуют для определения поляризации света, обзор аппаратных средств на определение поляризации света, разработано алгоритм для изучения поляризации света.

И мы узнавали, что метод закона Малюса удобнее и понятливее к изучению поляризации света. Переходник USB to RS-232 позволяет подключить устройство с интерфейсом RS-232 (например, модем или другое устройства) к порту USB компьютера.

III глава. Практическая реализация интерфейса программы

3.1. Разработка программы для микроконтроллера с использованием Code Vision AVR

Для начало работы с программой Code Vision AVR, запускаем программу и создадим новый проект. Для этого зайдём меню File -> New (Рис. 3.1):

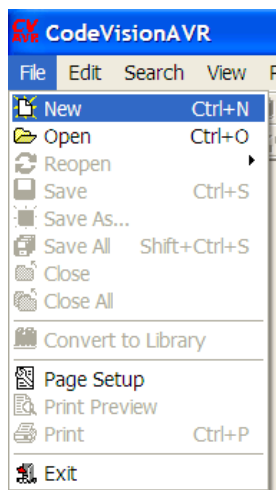


Рис. 3.1. Создание нового проекта

Потом открывавшемся окне выберем Project(Рис. 3.2):

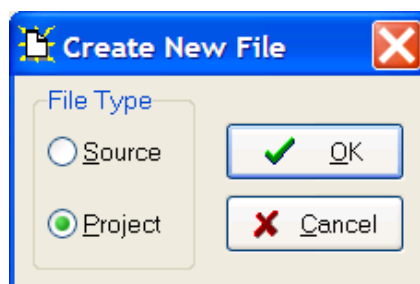


Рис. 3.2. Окна выбора типа файла

После этого нажимаем Yes и дальше откроется настройки проекта(Рис. 3.3). Там много вкладок и мы начинаем с вкладки Chip, этой вкладке мы укажем модель микрочипа(микроконтроллера) и частоту к нему. Я выбрал ATmega8. Далее переходим меню File -> Generate, save & exit (Рис. 3.4) и вводим имя проекта и других файлов, выберем размещение файлов.

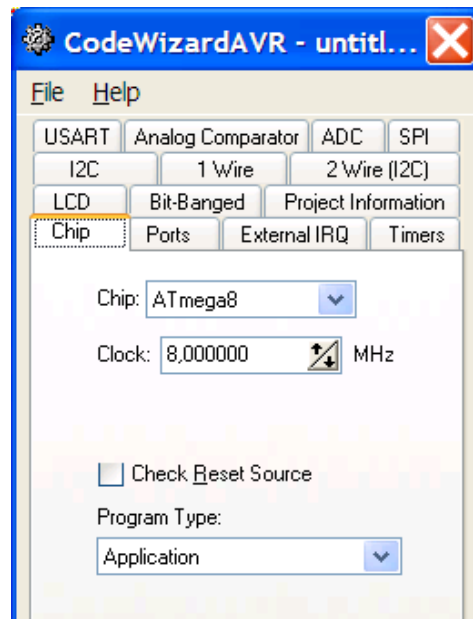


Рис. 3.3. Настройки проекта

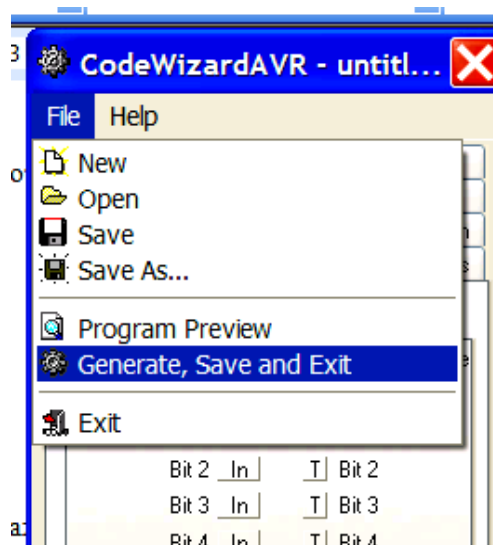


Рис. 3.4. Меню Generate, Save & Exit

Потом откроется окно основного интерфейса программы (Рис. 3.5.), там две редакторы – первый для .с файла(здесь будем писать весь код для программирование микроконтроллера), а второй для комментариев.

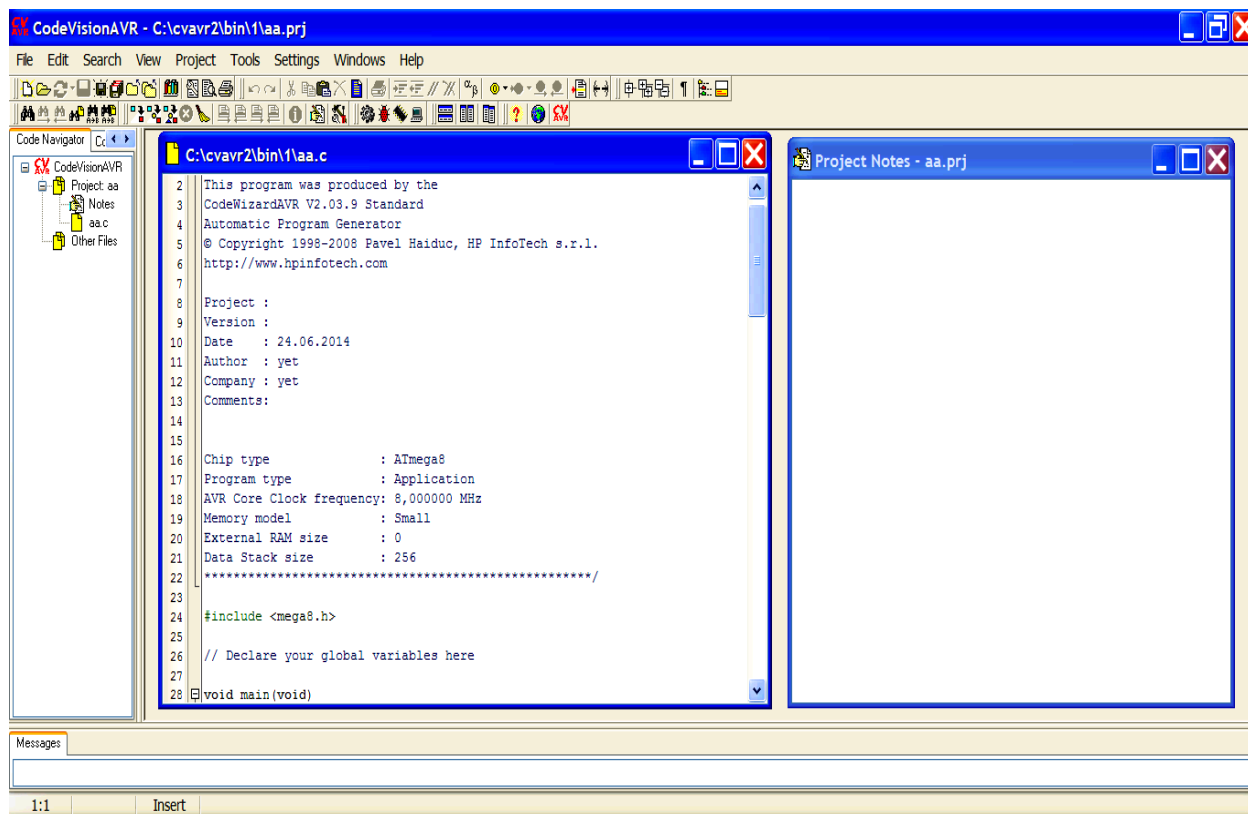


Рис. 3.5. Главное окно нового проекта

Алгоритм работы программы микроконтроллера, сначала микроконтроллер подключается к компьютеру через переходник com to usb к usb порту компьютера и принимает значения из программной оболочки на ОС. Затем исполняются по порядку следующие шаги(Рис 3.6):



Рис. 3.6. Алгоритм работы программы микроконтроллера

3.2. Создание программной оболочки на основе Borland Delphi

Прежде чем начать работу поговорим немного о Delphi. Допускаю, что вы пока еще не слышали этого названия. Хотя, быть может, и слышали. **Delphi** - это греческий город, где жил дельфийский оракул. И этим именем был назван новый программный продукт с феноменальными характеристиками.

Надо отметить, что к моменту выхода продукта обстановка вокруг компании Borland складывалась не лучшим для нее образом. Поговаривали о

возможной перепродаже компании, курс акций компании неуклонно падал.

Сейчас уже можно без всяких сомнений утверждать, что период трудностей позади.

Неверно, конечно, было бы говорить, что только Delphi явился причиной восстановления компании; кроме Delphi, у Borland появились и другие замечательные продукты, так же, как и Delphi, основывающиеся на новых, появившихся недавно у компании Borland, технологиях. Я имею в виду новые BDE 2.0, BC++ 4.5, Paradox for Windows 5.0, dBase for Windows 5.0, BC++ 2.0 for OS/2.

Delphi. Основные характеристики продукта

Delphi - это комбинация нескольких важнейших технологий:

- Высокопроизводительный компилятор в машинный код
- Объектно-ориентированная модель компонент
- Визуальное (а, следовательно, и скоростное) построение приложений из программных прототипов
- Масштабируемые средства для построения баз данных

Компилятор в машинный код

Компилятор, встроенный в Delphi, обеспечивает высокую производительность, необходимую для построения приложений в архитектуре "клиент-сервер". Этот компилятор в настоящее время является самым быстрым в мире, его скорость компиляции составляет свыше 120 тысяч строк в минуту на компьютере 486DX33. Он предлагает легкость разработки и быстрое время проверки готового программного блока, характерного для языков четвертого поколения (4GL) и в то же время обеспечивает качество кода, характерного для компилятора 3GL. Кроме того, Delphi обеспечивает быструю разработку без необходимости писать вставки на Си или ручного написания кода (хотя это возможно).

В процессе построения приложения разработчик выбирает из палитры компонент готовые компоненты как художник, делающий крупные мазки кистью. Еще до компиляции он видит результаты своей работы - после подключения к источнику данных их можно видеть отображенными на форме, можно перемещаться по данным, представлять их в том или ином виде.

Теперь начнем работу. Для этого запускаем Delphi 7, сразу откроются основной интерфейс программы(Рис. 3.7) . Сюда входит:

1. Дизайнер Форм (Form Designer)
2. Окно Редактора Исходного Текста (Editor Window)
3. Палитра Компонентов (Component Palette)
4. Инспектор Объектов (Object Inspector)
5. Справочник (On-line help)

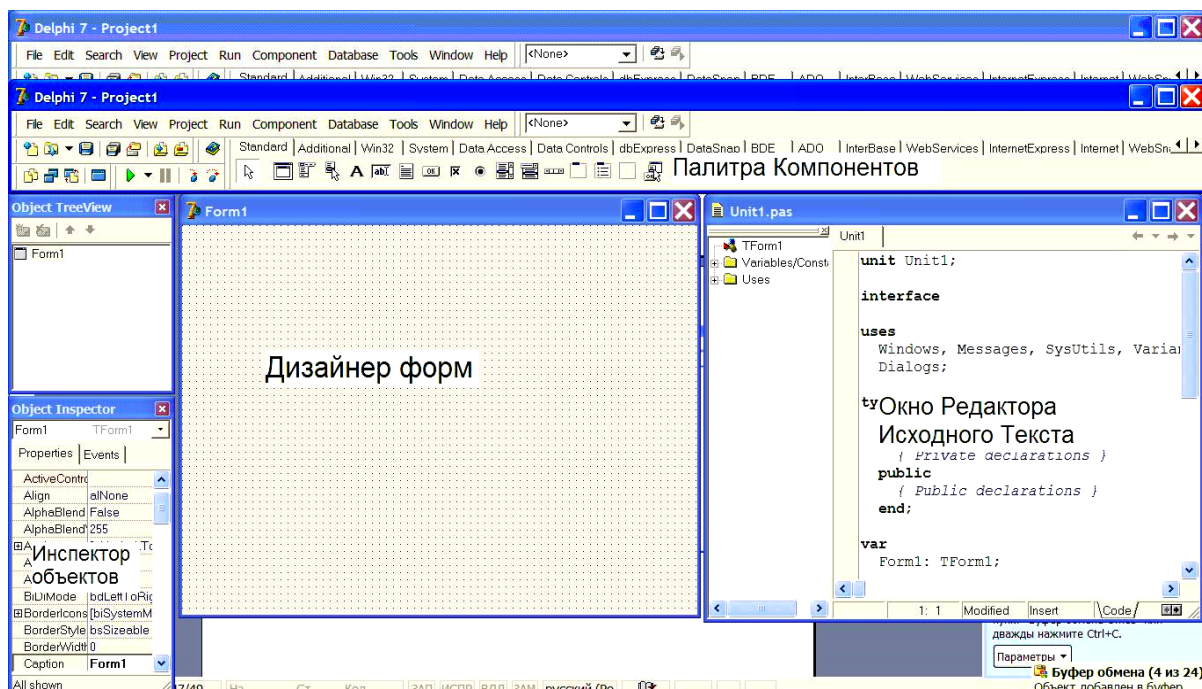


Рис. 3.7. Главное окно нового проекта

От палитры компонентов соответствующего раздела поместим кнопки, поля для ввода текста и другие элементы(Рис. 3.8):

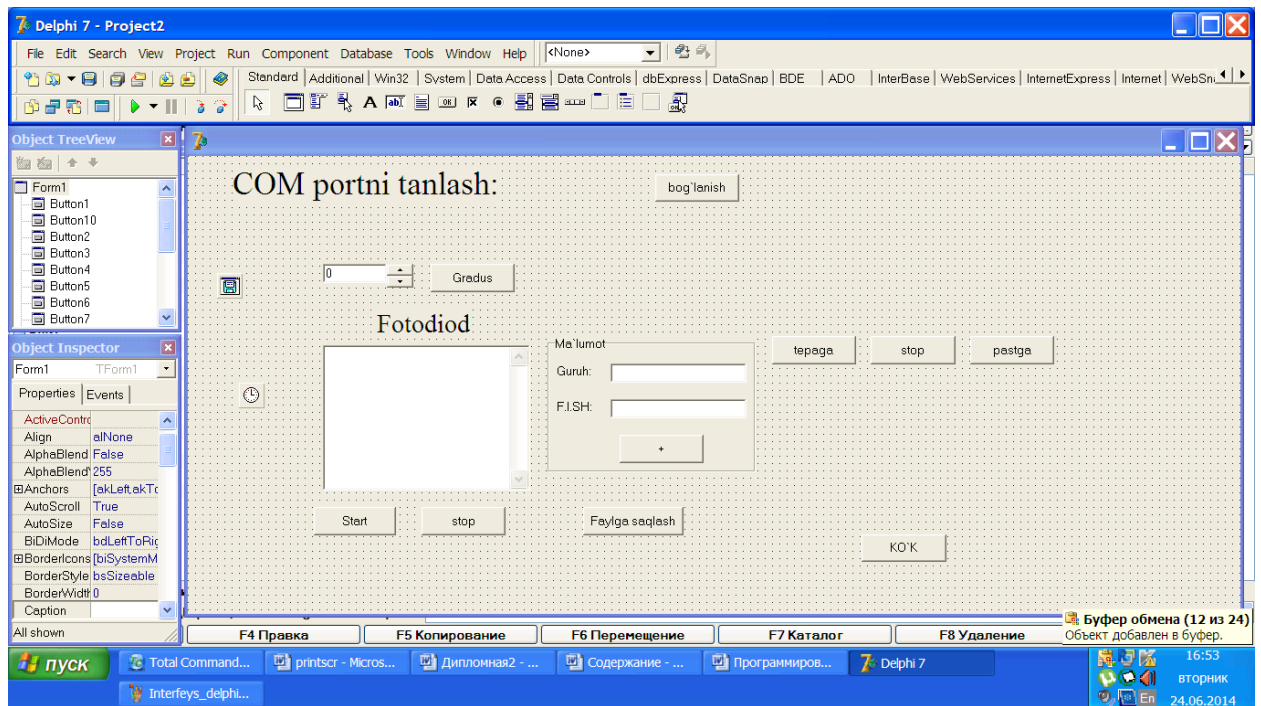


Рис. 3.8. Расположение элементов программы в форме

А потом кликая на кнопки пишем соответствующую функцию нашей программы. Например, кликнем в кнопку Gradus и пишем следующий код:

```
procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
```

```
var i,i1,s:integer;
```

```
a:real;
```

```
g,g1:string;
```

```
  b:integer;
```

```
begin
```

```
  i:=StrToInt(Edit3.Text);
```

```
  b:=126 *i div 360;
```

```
  b:=b+1;
```

```
  ComPort1.WriteStr('C'+CHR( b));
```

```
end;
```

Других функций пишем точно также. Принцип и алгоритм работы программной оболочки управление стенда изображен ниже на рис. 3.9.

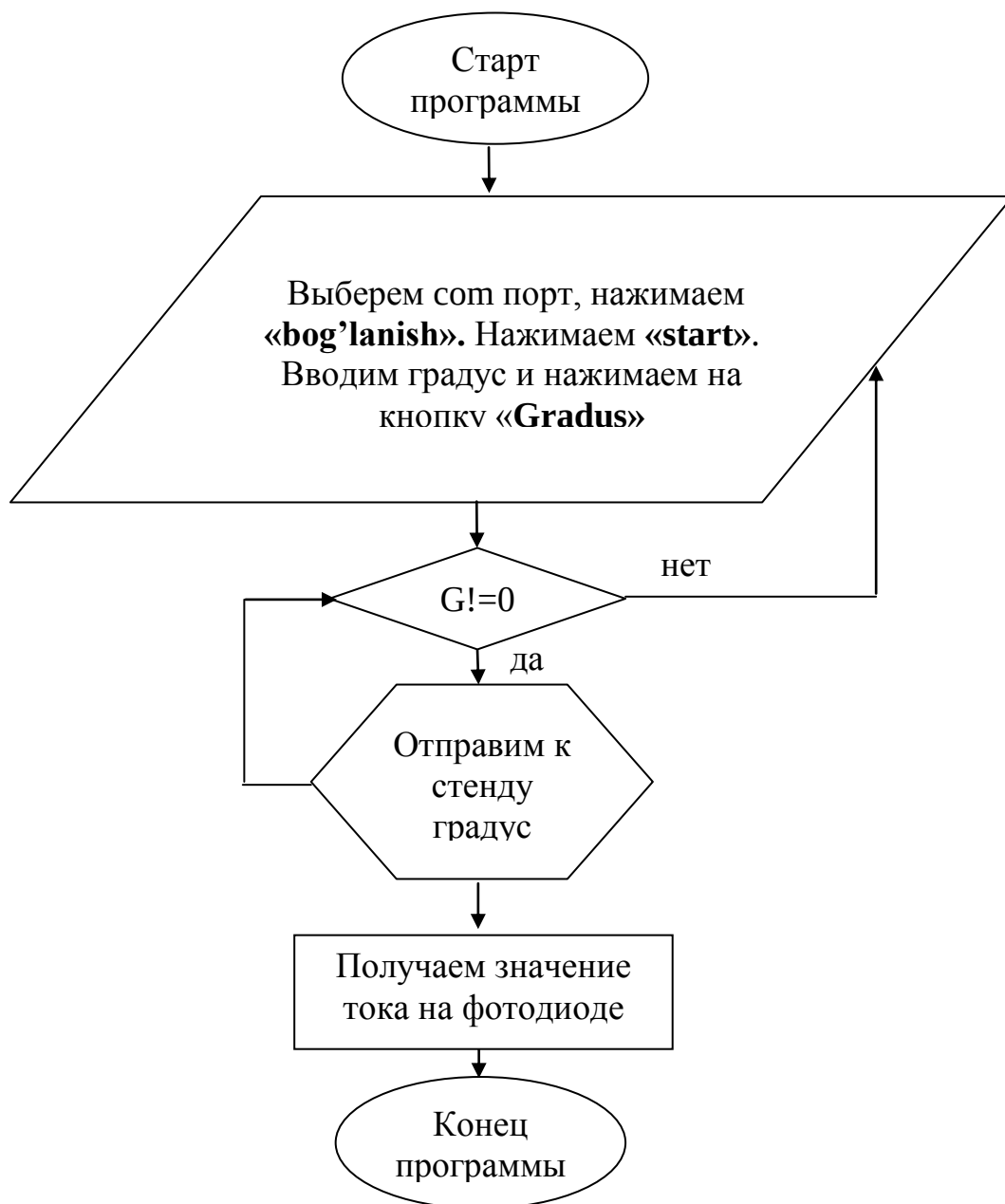


Рис. 3.9. Алгоритм работы программной оболочки управление стенда

3.3. Практическая работа со стендом

В этой главе мы будем рассматривать как работать с стендом, и инструкции проведение лабораторных работ. Для начало работы надо подготовить стенд к работу:

- 1) Подключаем стенд к розетку;
- 2) Включаем стенд от кнопки расположенной заднем панели;

3) С помощью USB to RS232 переходника подключаем стенд к USB порту компьютера.

Теперь запускаем программу для управление лабораторного стенда и выберем тот COM порт, которое подключен к компьютеру и нажимаем “bog’lanish” (подключение)(рис. 3.10).

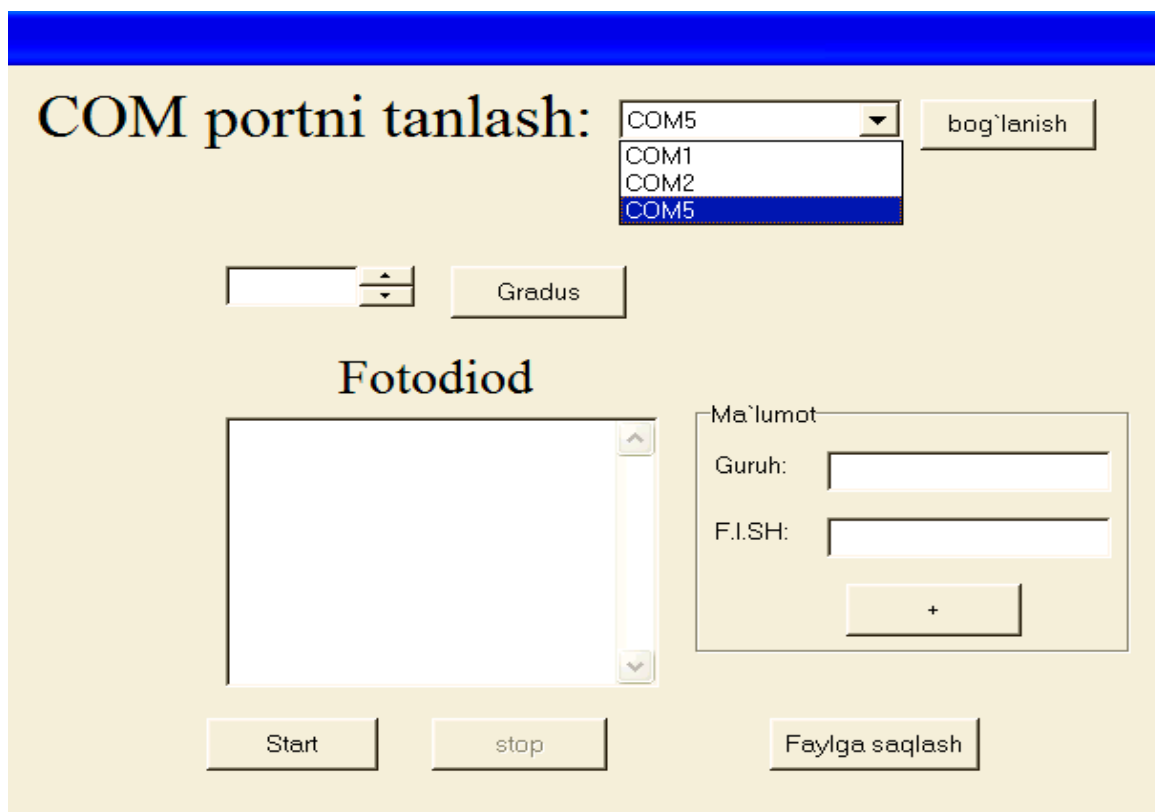


Рис. 3.10. Алгоритм работы программной оболочки управление стенда

Потом выходит сообщение о подключение к порту, нажимаем ОК.

Продолжаем работу, теперь вводим фамилию и группу и нажимаем кнопку + (рис.3.11).

COM portni tanlash:

Fotodiod

Ma'lumot

Guruh:

F.I.SH:

Рис. 3.11.Добавление личные данные

Теперь нажимаем кнопку “start”, после этого вводим градус вращения и нажимаем кнопку “gradus”(рис. 3.12), и при этом мотор будет вращать поляризатора на градус который вы вводили.

Fotodiod

Guruh:280-10 KSu

F.I.SH:Mahammadjanov I.

Ma'lumot

Guruh:

F.I.SH:

Рис. 3.12. Ввод градуса

После этого стенд будет показывать значение образовавшегося тока в фотодиоде (рис. 3.13):



Рис. 3.13. Получение значений.

Вывод по третьей главе

В этой главе разработано программа для микроконтроллера с использованием Code Vision AVR, создано программная оболочка на основе Borland Delphi и показано практическая работа со стендом.

И показано алгоритм работы программы микроконтроллера, по нему сначала микроконтроллер подключается к компьютеру через переходник com to usb к usb порту компьютера и принимает значения из программной оболочки из программы управление стендом.

IV глава. Безопасность жизнедеятельности

4.1. Влияние излучений на окружающую среду и человека

Любой современный человек, хоть немного интересующийся темой здоровья, знает, что за последние годы все показатели здоровья резко снизились. Резко увеличилось число раковых заболеваний, болезней сердца, центральной нервной системы, иммунной системы человека и т.д.

Современный мир, окружающий человека наполнен самой разнообразной техникой. Компьютеры и мобильные телефоны, радиотелефоны и телевизоры, видеомагнитофоны и DVD-системы, холодильники, электроплиты, стиральные и посудомоечные машины, воздушные компрессоры, миксеры, фены и десятки других технических устройств основательно и надолго вошли в нашу жизнь и стали нашими ближайшими незаменимыми помощниками. Но, кроме видимой пользы, многие электроприборы могут незаметно приносить вред человеческому здоровью. В первую очередь это относится к устройствам, в основу работы которых положены электромагнитные волны в частности компьютеры.

Согласование человека и техники как элементов единой системы связано с необходимостью решения вопросов распределения функций между человеком и машиной в процессе проведения исследований. При решении этих вопросов устанавливается, какие функции целесообразнее оставить человеку. Следовательно, и трудовая деятельность человека по своей форме и содержанию, и политика автоматизации в отношении различных видов технических систем будут существенно зависеть от распределения функций. Распределение функций между человеком и компьютером осуществляется обычно по принципу преимущественных возможностей.

Основными преимуществами техники можно считать следующее:

- Стабильность выполнения однообразных действий;
- Быстрота выполнения вычислительных операций, простота многочисленных вариантов с целью наилучшего по заданным критериям;

- Большой объем памяти и быстрота извлечения необходимых данных;
- Использование для передачи информации форм энергии, к которым рецепторы человека не имеют специфической чувствительности (например, электромагнитных колебаний в диапазоне радиоволн);
- Выполнение операций строго по заданным программам и алгоритмам;
- Относительная простота создания защитных (от внешней среды) устройств;

Многочисленные пользователи персональных компьютеров забывают, что длительная работа за компьютером негативно сказывается на многих функциях нашего организма:

- высшей нервной деятельности;
- эндокринной, иммунной и репродуктивной системах;
- на зрении и костно-мышечном аппарате человека;

Компьютер (особенно монитор) является источником:

- электростатического поля;
- электромагнитных излучений в низкочастотном, сверхнизко-частотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц - 400 кГц);

излучения оптического диапазона (ультрафиолетового, инфракрасного и видимого света);

Электромагнитное поле. Характеристики электромагнитного поля.

Электромагнитные поля НЧ часто используются в промышленном производстве

- (установках) - термическая обработка.
- ВЧ — радиосвязь, медицина, ТВ, радиовещание.
- УВЧ — радиолокация, навигация, медицина, пищевая промышленность.
- Пространство вокруг источника электромагнитного поля условно подразделяется на зоны:
 - ближнего (зону индукции);
 - дальнего (зону излучения).

- Граница между зонами является величина: $R=l/2\rho$.

В зависимости от расположения зоны, характеристиками электромагнитного поля является:

- составляющая вектора напряженности эл. поля [В/м]
- составляющая вектора напряженности магнитное поля [А/м]
- используется энергетическая характеристика: интенсивность потока энергии [Вт/м²],[мкВт/см²].

Электромагнитное поле большой интенсивности приводит к перегреву тканей, воздействует на органы зрения и органы половой сферы. Умеренной интенсивности: нарушение деятельности центральной нервной системы; сердечно-сосудистой; нарушаются биологические процессы в тканях и клетках. Малой интенсивности: повышение утомляемости, головные боли; выпадение волос. Нормируемым параметром электромагнитного поля в диапазоне частот 60 кГц-300МГц является предельно-допустимое значение составляющих напряженностей электрических и магнитных полей.

Человек проводит в закрытых помещениях, оснащенных большим количеством электрооборудования, в среднем 18-20 часов в сутки.

При насыщении пространства вокруг человека электромагнитными сигналами, организм испытывает дискомфорт, приводящий к заболеваниям самого различного характера. Это связано с тем, что внешние поля действуют на защитное биополе человека, и чем сильнее внешнее поле, тем сильнее это воздействие.

При этом вредное влияние оказывает не весь спектр сигнала, а его высшие гармонические составляющие, которые попадают в диапазон образования связей макромолекулярных биологических структур. Наиболее подвержены воздействию электромагнитных полей кровеносная система, головной мозг, глаза, иммунная и половая системы.

Организм человека чувствителен к протекающему через тело электрическому току. Такое влияние оказывает на человека любое электрическое

устройство, создающее мощное магнитное поле. Например, находясь в вагоне метро, человек находится внутри сильного магнитного поля, которое и вызывает в организме электрические токи, представляющие серьезную опасность здоровью человека. Именно против этого вида воздействия электромагнитного излучения и борются общественные организации, защищающие здоровье человека, тактично умалчивая о других, намного более вредных, видах воздействия электромагнитного излучения на организм человека.

Так же определенные микроэлементы в теле человека способны поглощать электромагнитную энергию определенных частот из внешней среды. Этот эффект мы можем наблюдать при разогреве пищи в микроволновой печи - электромагнитное излучение высоких частот (2,4 ГГц) резонирует с молекулами воды в пище, передавая ей энергию и нагревая ее. Точно также различные структуры в человеческом организме поглощают электромагнитную энергию от ЭМИ в огромном диапазоне частот. Получается, что все созданные человеком электронные приборы так или иначе мешают организму человека выполнять его функции.

Человек состоит из мельчайших живых структур – клеток. В результате протекания различных химических реакций, клетки человека вырабатывают электрический ток, необходимый для общения между клетками и нервной системой. Токи создают электромагнитное поле вокруг каждой клетки, которое, сливаясь с соседними, образует электромагнитное поле человека (ауру) на определённых частотах – 40-70 ГГц. Если человек подвергается более мощному электромагнитному излучению на этих частотах, то разрушается его собственное электромагнитное поле. В следствие этого в клетках происходят нарушения химических процессов. В результате подобного сбоя ослабевает иммунитет человека, что является причиной возникновения всевозможных заболеваний. Данный вид влияния электромагнитного излучения наиболее опасен.

Рассмотрим проблему на примере наиболее часто используемого источника электромагнитного излучения - компьютера!

Компьютер является самым опасным источником электромагнитного излучения. При работе, компьютер образует вокруг себя электромагнитное поле, которое деионизирует окружающую среду, а при нагревании платы и корпус монитора испускают в воздух вредные вещества. Всё это делает воздух очень сухим, слабо ионизированным, со специфическим запахом и в общем "тяжёлым" для дыхания. Такой воздух может привести к заболеваниям аллергического характера, болезням органов дыхания и другим расстройствам. Самым опасным в компьютере является монитор, так как он самый сильный источник электромагнитного излучения, особенно его боковые и задние стенки, т.к. они не имеют специального защитного покрытия, которое есть у лицевой части экрана.

В результате обследования людей, работающих в условиях воздействия значительной интенсивности электромагнитных излучений от компьютера, было показано, что наиболее чувствительными к данному воздействию являются нервная и сердечно-сосудистая система. Могут происходить изменения кроветворения, нарушения со стороны эндокринной системы, метаболических процессов, заболевания органов зрения. Так же считается, что электромагнитное излучение компьютера может вызвать расстройства нервной системы, снижение иммунитета, расстройства сердечно-сосудистой системы и аномалии в процессе беременности а, соответственно, и пагубное воздействие на плод.

Уже сегодня электромагнитное загрязнение окружающей среды, наряду с химическим и радиационным - наиболее масштабный вид загрязнения, имеющий глобальные последствия.

Всемирной организацией здравоохранения проблема электромагнитного загрязнения окружающей среды включена в перечень приоритетных проблем человечества.

В сознании людей уже укоренилось мнение о том, что спор по поводу вреда электромагнитного излучения бесконечен и до сих пор «не существует научно доказанных фактов вредного влияния электромагнитного излучения

на живые организмы». Похожие формулировки часто встречается в различных источниках.

На самом деле способность электромагнитного излучения наносить вред живым организмам при превышении определенных характеристик не вызывает сомнения. Хорошо известны симптомы и последствия облучения электромагнитного излучения. Во всех развитых странах введены соответствующие санитарные нормы и другие ограничения.

Суть проблемы заключается в определении значений интенсивности излучения, после которых ЭМИ становится опасным для здоровья. Есть серьезные основания полагать, что степень негативного воздействия электромагнитного излучения серьезно недооценивается. Результаты многочисленных исследований показывают, что существующий уровень излучения, с которым сталкивается современный человек, представляет угрозу для здоровья и может негативно сказаться на следующих поколениях.

Несколько советов: 1. Электропроводка внутри дома не должна проходить около кроватей, на которых вы спите или там, где вы часто и долго находитесь. Электропроводка не должна быть избыточной, не опутывайте ею весь дом беспорядочно. То есть, надо хорошо продумать - где какой электроприбор будет находиться. 2. Говорить по сотовому телефону надо как можно меньше - воспринимайте его как средство связи, а не общения. 3. Не носите сотовый телефон в кармане, на ремне и т.д. - лучше в сумке или в руках, чтобы можно было положить подальше от себя при перемещении в другое место. Например, уже доказано, что лежащий рядом телефон (просто в режиме ожидания) нарушает ритмы сна - не используйте его как будильник. 4. Не держите работающий ноутбук на коленях и, при возможности, включайте его в электрическую сеть, когда с ним работаете - так немного снижается уровень его излучения. 5. Если используете USB-устройства для интернет-связи, то не включайте их прямо в ноутбук. Лучше через небольшой удлинитель - так их можно положить дальше от себя. 6. Учтите, что без защитного

заземления в вашей проводке, не работают электромагнитные защиты в ваших компьютерах, мониторах, микроволновках и др. приборах.

7. В качестве защитных мер от электромагнитных излучений компьютера, совершайте прогулки на свежем воздухе, проветривайте помещение, занимайтесь спортом.

Оспаривать вред электромагнитных полей для человека сейчас никто не будет, поскольку есть санитарные нормы на этот счёт, которые ограничивают расстояние и длительность нахождения человека вблизи источников излучения, в зависимости от их силы и частоты. Но, тут лучше перестраховаться, поскольку не все отрицательные последствия пока изучены, а многие неприятности могут накапливаться и лишь со временем вылиться в серьёзное недомогание, искать корни которого никому и в голову не придёт.

Во время работы компьютера лучевая трубка видеомонитора создает ионизирующее (рентгеновское излучение). Однако в современных мониторах оно незначительно, так как надёжно экранируется и сравнимо с естественным радиационным фоном, а в жидкокристаллических мониторах практически сведена к нулю.

Электромагнитное излучение неблагоприятно действует на зрение, вызывает снижение работоспособности, головные боли. Поэтому расстояние от лица человека до монитора должно быть не менее 60-70 см.

Электростатическое поле способствует оседанию пыли и аэрозольных частиц на лице, шее, руках, что может вызвать у людей, особо чувствительных к подобному воздействию негативные кожные реакции – сухость, аллергию.

В отличие от ЭЛ мониторов жидкокристаллические мониторы можно назвать почти «зелеными» устройствами, сберегающими здоровье людей. Без особых опасений за здоровье с ними могут работать и женщины, и дети.

Неподвижная и напряжённая поза оператора, в течение длительного времени прикованного к экрану монитора, приводит к усталости и возникновению болей в позвоночнике, шее, плечевых суставах.

Защита от электромагнитного поля

Нельзя недооценивать вред, причиненный электромагнитным загрязнением окружающей среды. Важные исследования и информация в настоящее время игнорируются и скрыты от вас правительством, корпорациями и компаниями, имеющими финансовые интересы в беспроводных и энергетических отраслях. Они дают ложную и вводящую в заблуждение информацию для общественности. Участие правительства в данной ситуации является наиболее тревожной. Они должны оповещать общественность и создать безопасные нормы, так как сейчас стандарты основаны лишь на нагревании кожи человека электромагнитным полем, а не на том, что действительно безопасно для людей. Участие правительства в этой дезинформации настолько неправильно и вызывает возмущение тот факт, что чиновники из федерального министерства промышленности, министерства здравоохранения, министерства энергетики и министерства охраны окружающей среды, которые могут быть виновными в преступной небрежности или коррупции.

1. Уменьшение составляющих напряженностей электрического и магнитного полей в зоне индукции, в зоне излучения — уменьшение плотности потока энергии, если позволяет данный технологический процесс или оборудование.
2. Защита временем (ограничение время пребывания в зоне источника электромагнитного поля).
3. Защита расстоянием (60 — 80 мм от экрана).
4. Метод экранирования рабочего места или источника излучения электромагнитного поля.
5. Рациональная планировка рабочего места относительно истинного излучения электромагнитного поля.
6. Применение средств предупредительной сигнализации.
7. Применение средств индивидуальной защиты.

4.2. Пожарная безопасность

Возникновение пожара

Пожар - это горение вне специального очага, которое не контролируется и может привести к массовому поражению и гибели людей, а также к нанесению экологического, материального и другого вреда.

Горение - это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением теплоты и света. Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя и источника загорания. Окислителями могут быть кислород, хлор, фтор, бром, йод, окиси азота и другие. Кроме того, необходимо чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел определенную энергию.

Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде. При уменьшении содержания кислорода в воздухе горение прекращается. Горение при достаточной и надменной концентрации окислителя называется полным, а при его нехватке - неполным.

Выделяют три основных вида самоускорения химической реакции при горении: тепловой, цепной и цепочно-тепловой. Тепловой механизм связан с экзотермичностью процесса окисления и возрастанием скорости химической реакции с повышением температуры. Цепное ускорение реакции связано с катализом превращений, которое осуществляют промежуточные продукты превращений. Реальные процессы горения осуществляются, как правило, по комбинированному (цепочно-тепловой) механизму.

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов.

Вспышка - быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

Возгорание - возникновение горения под воздействием источника зажигания.

Воспламенение - возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

Самовозгорание - явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества при отсутствии источника зажигания.

Самовоспламенение - самовозгорание, сопровождается появлением пламени.

Взрыв - чрезвычайно быстрое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии с образованием сжатых газов.

Основными показателями пожарной опасности являются температура самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения.

Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Температура вспышки - самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения.

Горючими называются вещества, способные самостоятельно гореть после изъятия источника загорания.

По степени горючести вещества делятся на: горючие (сгораемые), трудногорючие (трудносгораемые) и негорючие (несгораемые).

К трудногорючим относятся такие вещества, которые не способны распространять пламя и горят лишь в месте воздействия источника зажигания.

Негорючими являются вещества, не воспламеняющиеся даже при воздействии достаточно мощных источников зажигания (импульсов).

Горючие вещества могут быть в трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном. Большинство горючих веществ независимо от агрегатного состояния при нагревании образует газообразные продукты, кото-

рые при смешении с воздухом, содержащим определенное количество кислорода, образуют горючую среду. Из горючих газов и пыли образуются горючие смеси при любой температуре, в то время как твердые вещества и жидкости могут образовать горючие смеси только при определенных температурах.

В производственных условиях может иметь место образование смесей горючих газов или паров в любых количественных соотношениях. Однако взрывоопасными эти смеси могут быть только тогда, когда концентрация горючего газа или пара находится между границами воспламеняемых концентраций.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называемая *нижним концентрационным пределом воспламенения*.

Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется *верхним концентрационным пределом воспламенения*.

Указанные пределы зависят от температуры газов и паров: при увеличении температуры на 100°С величины нижних пределов воспламенения уменьшаются на 8 -10 %, верхних - увеличиваются на 12 - 15 %.

Пожарная опасность вещества тем больше, чем ниже нижний и выше верхний пределы воспламенения и чем ниже температура самовоспламенения.

Пыли горючих и некоторых не горючих веществ (например алюминий, цинк) могут в смеси с воздухом образовать горючие концентрации.

Наибольшую опасность по взрыву представляет взвешенная в воздухе пыль. Однако и осевшая на конструкциях пыль представляет опасность не только с точки зрения возникновения пожара, но и вторичного взрыва, вызываемого в результате взвихривания пыли при первичном взрыве.

Минимальная концентрация пыли в воздухе, при которой происходит ее загорание, называется *нижним пределом воспламенения пыли*.

Воспламенение жидкости может произойти только в том случае, если над ее поверхностью имеется смесь паров с воздухом в определенном количественном соотношении, соответствующим нижнему температурному пределу воспламенения.

Меры по пожарной профилактике.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Организационные мероприятия: предусматривают правильную эксплуатацию машин и внутризаводского транспорта, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж и тому подобное.

Технические мероприятия: соблюдение противопожарных правил и норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Режимные мероприятия - запрещение курения в неустановленных местах, запрещение сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях и тому подобное.

Эксплуатационные мероприятия – своевременная профилактика, осмотры, ремонты и практика тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие принципы прекращения горения:

- 1) изоляция очага горения от воздуха или снижение концентрации кислорода путем разбавления воздуха негорючими газами (углеводы CO $i < 12 - 14 \%$).
- 2) охлаждение очага горения ниже определенных температур;
- 3) интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции в пламени;
- 4) механический срыв пламени струей газа или воды;
- 5) создание условий огнепреграждения (условий, когда пламя распространяется через узкие каналы).

Вывод по четвертой главе

В этой главе мы узнали о безопасности жизнедеятельности. В нем разъяснили влияние излучений на окружающую среду и человека, пожарной безопасности.

Любой современный человек, хоть немного интересующийся темой здоровья, знает, что за последние годы все показатели здоровья резко снизились. Резко увеличилось число раковых заболеваний, болезней сердца, центральной нервной системы, иммунной системы человека и т.д.

Современный мир, окружающий человека наполнен самой разнообразной техникой. Компьютеры и мобильные телефоны, радиотелефоны и телевизоры, видеомэгнитофоны и DVD-системы, холодильники, электроплиты, стиральные и посудомоечные машины, воздушные компрессоры, миксеры, фены и десятки других технических устройств основательно и надолго вошли в нашу жизнь и стали нашими ближайшими незаменимыми помощниками. Но, кроме видимой пользы, многие электроприборы могут незаметно приносить вред человеческому здоровью. В первую очередь это относится к устройствам, в основу работу которых положены электромагнитные волны в частности компьютеры.

Заключение

В этом выпускной квалификационной работе разработано программный стенд для изучения и определения поляризации света, относящегося к закону Малюса. Конечно раньше до этого использовалось классический метод для определения поляризации света – разработанной ученым Малюсом, и созданы механические стенды, электронные лабораторные работы. Но развивая их в этой выпускной квалификационной работе создано программно автоматический стенд.

Он с помощью фотодиода определяет степень поляризации отправляет данные к компьютеру и управляется им.

В первой главе мы узнали об истории проявления поляризации света, что такое естественный и поляризованный свет, способах поляризации света, поляризация при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков, дихроизм, существуют какие законы поляризации света, и законе Малюса.

Во второй главе разъяснено – методы определения поляризации света, обзор аппаратных средств на определение поляризации света, разработано алгоритм для изучения поляризации света.

В третьей главе разработана программа для микроконтроллера с использованием Code Vision AVR, создана программная оболочка на основе Borland Delphi и показана практическая работа со стендом.

В четвертой главе мы узнавали о безопасности жизнедеятельности. В нем разъяснено влияние излучений на окружающую среду и человека, пожарном безопасности.

Я в будущем собираюсь усовершенствовать этого стенда, добавляя новых возможностей как рассчитать $\Delta\varphi$, $\cos \varphi$ и других значений.

Использованная литература

1. Ислам Каримов. «Высокая духовность – непобедимая сила.», Ташкент: Маънавият, 2008
2. Ислам Каримов. «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана», Ташкент: Узбекистан, 2009.
3. Ислам Каримов. «По пути модернизации страны и устойчивого развития экономики», Ташкент: Узбекистан, 2008
4. Ислам Каримов. «Человек, его права и свободы-высшая ценность», Ташкент: Узбекистан, 2006.
5. Закон Республики Узбекистан "Об информатизации" от 11 декабря 2003 г. // www.ictcouncil.gov.uz
6. Закон Республики Узбекистан «Об электронно цифровой подписи » от 11.12.2003 // www.ictcouncil.gov.uz
7. Закон РУ «об электронном документообороте» от 29.04.2004 // www.ictcouncil.gov.uz
8. Указ Президента Республики Узбекистан "О дальнейшем развитии компьютеризации и внедрении информационно-коммуникационных технологий" 30.05. 2002 г. №УП-3080 //"Собрание законодательства Республики Узбекистан ", 2002 г., N 10, ст.77

Основная литература:

1. Белов А. В. «Создаем устройства на микроконтроллерах AVR», Петербург, 2007.
2. Белов А. В. «Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR», Петербург, 2008.
3. Баранов В.Н. «Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы», Петербург, 2004.

4. Гребнев В. В. «Микроконтроллеры семейства AVR фирмы ATMEL», Петербург, 2002.
5. Евстифеев А.В. «Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя» , Петербург, 2007.
6. Хартов В.Я. «Микроконтроллеры AVR Практикум для начинающих» , Петербург, 2007.
7. Ю.А. Шпак. «Delphi 7 на примерах», Петербург, 2003.
8. Джулиан Бакнелл. «Фундаментальные алгоритмы и структуры данных в Delphi», Петербург, 2003.
9. Джордж Ф. Люггер. «Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем», Издательский дом «Вильямс», 2005 й.
10. «Язык программирования Delphi и платформа .NET» – Троелсен
11. Чарльз Петцольд . «Программирование для Microsoft Windows на Delphi»-

Интернет ресурсы:

1. www.google.ru
2. ru.wikipedia.org
3. www.123avr.com (Краткий Курс - Самоучитель AVR , ATmega и ATtiny для начинающих с нуля !)
4. myrobot.ru (роботы, робототехника, микроконтроллеры)
5. schem.net (Сайт ПАЯЛЬНИК. Все для радиолюбителя - схемы, форум, программы, сервисы)
6. chipenable.ru (Микроконтроллеры, AVR, IAR AVR, AtmelStudio, Codevision AVR, программирование микроконтроллеров)
7. proavr.narod.ru (AVR краткий учебный курс - самоучитель микроконтроллеры для начинающих с нуля)
8. mega-avr.usoz.ru(Статьи Микроконтроллеры AVR и программирование)
9. avr.ru (Сайт о микроконтроллерах AVR .RU (фмкюкт))

Приложение

Внутренний код микроконтроллера:

```
#include <mega8.h>
#include <delay.h>
#ifndef RXB8
#define RXB8 1
#endif
#ifndef TXB8
#define TXB8 0
#endif
#ifndef UPE
#define UPE 2
#endif
#ifndef DOR
#define DOR 3
#endif
#ifndef FE
#define FE 4
#endif
#ifndef UDRE
#define UDRE 5
#endif
#ifndef RXC
#define RXC 7
#endif
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)
```

```

#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)
// USART Receiver buffer
#define RX_BUFFER_SIZE 8
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];
    char ch;
    int steps=0;
#if RX_BUFFER_SIZE <= 256
unsigned char rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#else
unsigned int rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#endif
// This flag is set on USART Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow;
// USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
{
    char status,data;
    status=UCSRA;
    data=UDR;
    if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR |
DATA_OVERRUN))==0)
    {
        rx_buffer[rx_wr_index++]=data;
#if RX_BUFFER_SIZE == 256
        // special case for receiver buffer size=256
        if (++rx_counter == 0) rx_buffer_overflow=1;
#else
        if (rx_wr_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_wr_index=0;
        if (++rx_counter == RX_BUFFER_SIZE)

```

```

    {
        rx_counter=0;
        rx_buffer_overflow=1;
    }
#endif

}

}

#ifndef _DEBUG_TERMINAL_IO_
// Get a character from the USART Receiver buffer
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
    char data;
    while (rx_counter==0);
    data=rx_buffer[rx_rd_index++];
    #if RX_BUFFER_SIZE != 256
    if (rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
    #endif
    #asm("cli")
    --rx_counter;
    #asm("sei")
    return data;
}
#pragma used-
#endif

#define TX_BUFFER_SIZE 8
char tx_buffer[TX_BUFFER_SIZE];
#if TX_BUFFER_SIZE <= 256
unsigned char tx_wr_index,tx_rd_index,tx_counter;

```

```

#else
unsigned int tx_wr_index,tx_rd_index,tx_counter;
#endif

void delay(unsigned int b){
    int i;
    for (i=1;i<=b;i++){
        delay_us(1) ;
        #asm("sei") ;
    }
}

// USART Transmitter interrupt service routine
interrupt [USART_TXC] void usart_tx_isr(void)
{
    if (tx_counter)
    {
        --tx_counter;
        UDR=tx_buffer[tx_rd_index++];
#ifdef TX_BUFFER_SIZE != 256
        if (tx_rd_index == TX_BUFFER_SIZE) tx_rd_index=0;
#endif
    }
}

#ifdef _DEBUG_TERMINAL_IO_
// Write a character to the USART Transmitter buffer
#define _ALTERNATE_PUTCHAR_
#pragma used+
void putchar(char c)
{
    while (tx_counter == TX_BUFFER_SIZE);
    #asm("cli")

```



```

if (tx_counter || ((UCSRA & DATA_REGISTER_EMPTY)==0))
{
    tx_buffer[tx_wr_index++]=c;
#if TX_BUFFER_SIZE != 256
    if (tx_wr_index == TX_BUFFER_SIZE) tx_wr_index=0;
#endif
    ++tx_counter;
}
else
    UDR=c;
    #asm("sei")
}
#pragma used-
#endif
#include <stdio.h>
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
char ADL,ADH;
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    delay_us(10);
    ADCSRA|=0x40;
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    ADL=ADCL;
    ADH=ADCH;
    return ADCW;
}
void p1(int k){
    PORTB.1=1;

```

```

        PORTB.2=0;
        delay(k) ;
    }
void p2(int k){
    PORTB.1=0;
    PORTB.2=1;
    delay(k) ;
}
void p3(int k){
    PORTB.3=1;
    PORTB.4=0;
    delay(k) ;
}
void p4(int k){
    PORTB.3=0;
    PORTB.4=1;
    delay( k) ;
}
void ff(int k){
    p1(k);
    p3(k);
    p2(k);
    p4(k);

}

    void ff1(int k){
        if (PIND.3==1) p1(k);
        if (PIND.3==1) p3(k);
        if (PIND.3==1) p2(k);
        if (PIND.3==1) p4(k);
    }

```

```

    }
    void ffw(int k){
p4(k);
p2(k);
p3(k) ;
p1(k);
    }
    void ffw1(int k){
if (PIND.3==1)
    p4(k);
if (PIND.3==1) p2(k);
if (PIND.3==1) p3(k) ;
if (PIND.3==1) p1(k);
    }
    void gonull(){
        while(PIND.3==1){
            ffw1(1600);
        }
    }
    void outnull(){
int i;
for (i=0;i<=100;i++)
    while(PIND.3==0){
        ff(1600);
        steps++;
    }
}
    void test(){
        gonull();
        delay(20000);
    }

```

```

        delay(20000); delay(20000); delay(20000); delay(20000);  ff(1600);
        ff(1600); ff(1600); ff(1600); steps =0l; outnull( );
        while(PIND.3==1){
void gon(int n){
    int i    ;
    gonull();
;
    for ( i=1;i<=n;i++){
        ff(1600);
    }
        PORTB=0;
    }
void main(void)
{
Func0=In;PORTB=0;DDRB=255;PORTD=8;DDRD=0;Func0=In;
TCCR0=0x00;TCNT0=0x00;TCCR1A=0x00;TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;TCNT1L=0x00;ICR1H=0x00;ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;OCR1AL=0x00;OCR1BH=0x00;OCR1BL=0x00;
ASSR=0x00;TCCR2=0x00;TCNT2=0x00;OCR2=0x00;
MCUCR=0x00;TIMSK=0x00;UCSRA=0x00;UCSRB=0xD8;
UCSRC=0x86;UBRRH=0x00;UBRRL=0x5F;
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x83;
SPCR=0x00;
TWCR=0x00;
#asm("sei")
while (1) {
    // Place your code here

```



```

ComPort1: TComPort;
ComDataPacket1: TComDataPacket;
ComComboBox1: TComComboBox;
Button1: TButton;
Button2: TButton;
Button3: TButton;
Button4: TButton;
Button5: TButton;
Button6: TButton;
Button7: TButton;
Memo1: TMemo;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Button8: TButton;
GroupBox1: TGroupBox;
Edit1: TEdit;
Edit2: TEdit;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Button9: TButton;
Button10: TButton;
SaveDialog1: TSaveDialog;
Edit3: TEdit;
UpDown1: TUpDown;
Timer1: TTimer;

procedure ComDataPacket1Packet(Sender: TObject; const Str: String);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure Button5Click(Sender: TObject);

```

```

    procedure Button6Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Button7Click(Sender: TObject);
    procedure FormActivate(Sender: TObject);
    procedure ComComboBox1Change(Sender: TObject);
    procedure Button8Click(Sender: TObject);
    procedure Button9Click(Sender: TObject);
    procedure Button10Click(Sender: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
var
    Form1: TForm1;
    GLOBALsTRING:STRING;
implementation
{$R *.dfm}
function PosEx(const SubStr, S: string; Offset: Cardinal = 1): Integer;
var
    I,X: Integer;
    Len, LenSubStr: Integer;
begin
    if Offset = 1 then
        Result := Pos(SubStr, S)
    else
        begin
            I := Offset;

```

```

LenSubStr := Length(SubStr);
Len := Length(S) - LenSubStr + 1;
while I <= Len do
begin
  if S[I] = SubStr[1] then
  begin
    X := 1;
    while (X < LenSubStr) and (S[I + X] = SubStr[X + 1]) do
      Inc(X);
    if (X = LenSubStr) then
    begin
      Result := I; exit; end; end;
    Inc(I); end;
    Result := 0; end;
  end;
end;

function GetNextSubstring(aBuf: string; var aStartPos: integer): string;
var
  vLastPos: integer;
begin
  if (aStartPos < 1) then
  begin
    raise ERangeError.Create('aStartPos должен быть больше 0');
  end;
  if (aStartPos > Length(aBuf) ) then
  begin
    Result := '';
    Exit;
  end;
  vLastPos := PosEx(#0, aBuf, aStartPos); Result := Copy(aBuf, aStartPos,
vLastPos - aStartPos); aStartPos := aStartPos + (vLastPos - aStartPos) + 1;

```



```

end;

//Заполняет список aList надежными в системе COM портами
procedure GetComPorts(aList: TStrings; aNameStart: string);
var
  vBuf: string;
  vRes: integer;
  vErr: Integer;
  vBufSize: Integer;
  vNameStartPos: Integer;
  vName: string;
begin
  vBufSize := 1024 * 5; vRes := 0;
  while vRes = 0 do
    begin
      setlength(vBuf, vBufSize) ; SetLastError(ERROR_SUCCESS);
      vRes := QueryDosDevice(nil, @vBuf[1], vBufSize) ; vErr := GetLastError();
      //Вариант для двухтонки
      if (vRes <> 0) and (vErr = ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER) then
        begin
          vBufSize := vRes; vRes := 0;
        end;
      if (vRes = 0) and (vErr = ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER) then
        begin
          vBufSize := vBufSize + 1024;
        end;
      if (vErr <> ERROR_SUCCESS) and (vErr <>
ERROR_INSUFFICIENT_BUFFER) then
        begin
          raise Exception.Create(SysErrorMessage(vErr));
        end

```

```

    end;
setlength(vBuf, vRes) ;
vNameStartPos := 1; vName := GetNextSubstring(vBuf, vNameStartPos);
aList.BeginUpdate();
try
    aList.Clear();
    while vName <> " do
        begin
            if pos(aNameStart, vName)<>0 then
                aList.Add(vName);
                vName := GetNextSubstring(vBuf, vNameStartPos);
            end;
        finally
            aList.EndUpdate();
        end;
    end;
end;
//-----
procedure TForm1.ComDataPacket1Packet(Sender: TObject; const Str: String);
var a:real;
begin
    GLOBALsTRING:=GLOBALsTRING+STR;

    IF LENGTH(GLOBALsTRING)=2 THEN BEGIN
        a:=(5*ORD(GLOBALsTRING[1])*255+ORD(GLOBALsTRING[2]))/1024;
        Memo1.Lines.Add(FloatToStr(a)+' V');
        GLOBALsTRING:="";
    END;
end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin

```

```

ComPort1.WriteStr('B');
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
ComPort1.WriteStr('C');
end;
procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);
begin
Button6.Enabled:=false;Button7.Enabled:=true;Timer1.Enabled:=false;
end;
procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
var i,i1,s:integer;
a:real;
g,g1:string;
b:integer;
begin
i:=StrToInt(Edit3.Text);
b:=126 *i div 360;
b:=b+1;
ComPort1.WriteStr('C'+CHR( b));
end;
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
GLOBALsTRING:="";
end;
procedure TForm1.Button7Click(Sender: TObject);
begin
Button6.Enabled:=true;Button7.Enabled:=false;Timer1.Enabled:=true;
end;
procedure TForm1.FormActivate(Sender: TObject);

```

```

begin
  GetComPorts(ComComboBox1.Items, 'COM');
end;
procedure TForm1.ComComboBox1Change(Sender: TObject);
begin
  //ShowMessage(ComComboBox1.Text);
  ComPort1.Port:=ComComboBox1.Text;
end;
procedure TForm1.Button8Click(Sender: TObject);
begin
  ShowMessage( ComComboBox1.Items[ComComboBox1.ItemIndex]);
  ComPort1.Port:= ComComboBox1.Items[ComComboBox1.ItemIndex];
  ComPort1.Connected:=true;
end;
procedure TForm1.Button9Click(Sender: TObject);
begin
  Memo1.Lines.Add(Label3.Caption+Edit1.Text);
  Memo1.Lines.Add(Label4.Caption+Edit2.Text);
end;
procedure TForm1.Button10Click(Sender: TObject);
begin
  if not SaveDialog1.Execute then Exit;
  Memo1.Lines.SaveToFile(SaveDialog1.FileName);
end;
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  if Memo1.Lines.Count=9 then Memo1.Text:="";ComPort1.WriteStr('E');
end;
end.

```