

## Тема 5.2. Волновые свойства света

**Содержание темы:** Понятие о голографии. Поляризация поперечных волн. Поляризация света. Двойное лучепреломление. Поляроиды. Дисперсия света.

### Понятие о голографии.

**Голография** — это метод записи и воспроизведения трёхмерных изображений, который позволяет создавать объёмные изображения объектов или сцен из нескольких объектов. [dzen.ru](https://dzen.ru)

Основной продукт голографии — **голограмма**, которая обеспечивает высокую степень реализма изображения, включая возможность восприятия глубины и трёхмерных деталей. [dzen.ru](https://dzen.ru)

#### Некоторые свойства голограмм:

- **Масштабируемость.** Даже если порезать голограмму на части, каждая из этих частей всё равно будет содержать полное изображение объекта, только в меньшем масштабе.
- **Стойкость к изменениям освещения.** Голограммы могут сохранять свою трёхмерную структуру и точность изображения при различных условиях освещения и углах просмотра.

[dzen.ru](https://dzen.ru)

**Голография нашла применение** в спектроскопии, фотограмметрии, микроскопии и голографической интерферометрии, а также в деле записи информации и создании защитных приспособлений для документов. [ru.wikipedia.ru](https://ru.wikipedia.org)

### Поляризация поперечных волн.

**Поляризация поперечных волн** — это характеристика, которая описывает поведение вектора колеблющейся величины в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. [ru.wikipedia.org\\*videouroki.net](https://ru.wikipedia.org*videouroki.net)

Явление поляризации присуще только поперечным волнам: электромагнитным (световым и радиоволнам), гравитационным и поперечным звуковым (сдвиговым) волнам в твёрдых телах. В продольных волнах (звуковых в жидкости или газе) направление колебаний всегда совпадает с направлением распространения, поэтому поляризация возникнуть не может. [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org)[ru.wikipedia.org](https://ru.wikipedia.org)\*



## Виды поляризации

Некоторые виды поляризации поперечных волн:

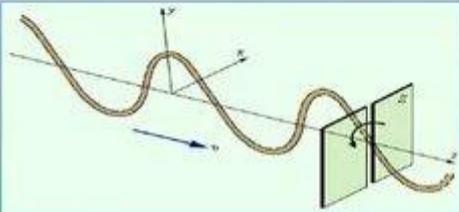
- **Линейная.** Колебания происходят в одной плоскости.

- **Круговая (циркулярная).** Конец вектора амплитуды описывает окружность в плоскости колебаний. В зависимости от направления вращения вектора круговая поляризация может быть правой или левой.
- **Эллиптическая.** Конец вектора колеблющейся величины описывает эллипс в плоскости, поперечной направлению распространения волны.

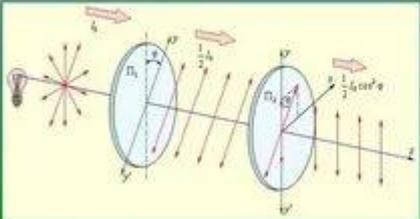
[ru.wikipedia.org\\*ru.ruwiki.ru](http://ru.wikipedia.org*ru.ruwiki.ru)

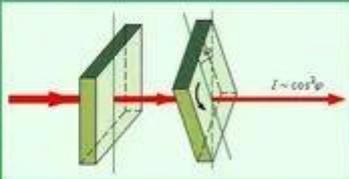
Примеры различных видов поляризации поперечных волн.

## ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА



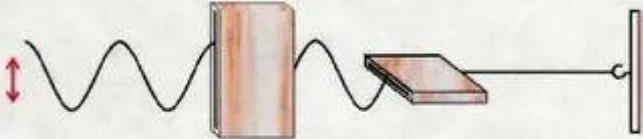
Кристалл турмалина обладает способностью пропускать световые волны с колебаниями, лежащими в одной определенной плоскости (**поляризованный свет**), следовательно он преобразует естественный свет в плоскополяризованный





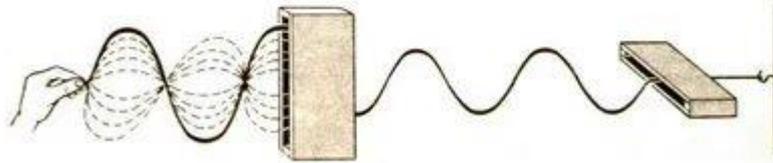
$I = \cos^2 \varphi$

## Поляризация механических волн



## Поляризация света

Если на пути таких волн поставить обе щели, то через них не сможет пройти ни одна из поляризованных волн. Поляризация возможна только для поперечных волн.



### Причины возникновения поляризации

Поляризация может возникнуть из-за:

- несимметричной генерации волн в источнике возмущения;
- анизотропности среды распространения волн;
- преломления и отражения волн на границе двух сред.

[ru.wikipedia.org\\*ru.ruwiki.ru](http://ru.wikipedia.org*ru.ruwiki.ru)

### Практическое значение

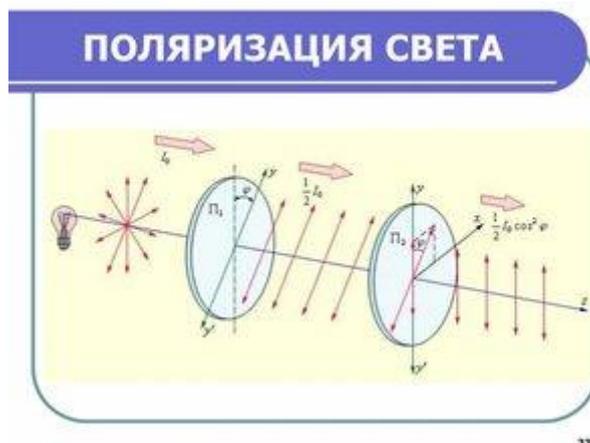
Явление поляризации имеет практическое применение в различных областях, например:

- **Кристаллография.** Исследования плоскости поляризации света, прошедшего сквозь кристалл, позволяют выяснить его структуру с помощью специальных приборов.
- **Фотография и видео.** Поляризационные фильтры помогают отсеять отражённый свет, что увеличивает контраст изображения и устраняет нежелательные блики.
- **Системы стереокино.** Свет от экрана имеет две плоскости поляризации, которые разделяются в светофильтрах очков.
- **Исследование анизотропии материалов.** Например, акустико-поляризационные методы используются для изучения структурной анизотропии образцов и массива горных пород.

[obrazovaka.rufpd.informsistema.ru](http://obrazovaka.rufpd.informsistema.ru)

### Поляризация света.

**Поляризация света** — это процесс, при котором световые волны направляются в определённой плоскости, ограничиваясь одним направлением колебаний. [Work5.ru](http://Work5.ru)



## Типы поляризации

Выделяют несколько типов поляризации света:

- **Линейная.** Волны колеблются только в одном направлении, например, вверх-вниз или влево-вправо.
- **Круговая.** Волны вращаются вокруг своей оси по кругу, по часовой или против часовой стрелки.
- **Эллиптическая.** Комбинированное движение, когда колебания происходят по эллиптической траектории.

[Work5.ruasutpp.ru](http://Work5.ruasutpp.ru)

## Методы поляризации

Поляризация света происходит, когда световые волны проходят через определённые материалы или отражаются от поверхности. Некоторые способы поляризации:

- **Отражение.** Когда свет падает на поверхность под определённым углом, часть света отражается, и его волны поляризуются в одном направлении.
- **Преломление.** При прохождении света через прозрачные материалы (стекло, вода) некоторые волны могут отклоняться и поляризоваться в одном направлении.
- **Использование поляризационных фильтров.** Специальные фильтры пропускают только волны, поляризованные в определённом направлении.

[Work5.ruvc.ru](http://Work5.ruvc.ru)

## Применение поляризации

Поляризация света находит широкое применение в различных областях, например:

- **Оптика.** Поляризационные фильтры уменьшают блики и повышают контраст при съёмке.
- **Фотография.** Поляризаторы помогают фотографам избавиться от нежелательных отражений и достичь более ярких цветов.
- **Научные исследования.** Поляризация света помогает в изучении свойств материалов и выявлении различных физических явлений.

[vc.ru](http://vc.ru)

## Примеры поляризации

Некоторые примеры поляризации света:

- **Блики на воде или стекле.** Их можно уменьшить с помощью поляризационных фильтров. [Work5.ruvc.ru](http://Work5.ruvc.ru)
- **Рассеяние света атмосферой.** Например, в ясный день небо кажется более синим и ярким при взгляде под углом из-за того, что солнечный свет рассеивается молекулами в атмосфере и становится поляризованным. [vc.ru](http://vc.ru)

### Двойное лучепреломление.

**Двойное лучепреломление (двулучепреломление)** — эффект расщепления луча света на две составляющие при прохождении через анизотропную среду. Это обусловлено зависимостью показателя преломления среды от поляризации света и направления распространения. [bigenc.ruru.ru/wiki.ru](http://bigenc.ruru.ru/wiki.ru)



### Механизм явления

Явление связано с тем, что переменное электромагнитное поле света вызывает колебания электронов вещества, которые влияют на распространение света в среде. В некоторых веществах электроны легче колебаться в определённых направлениях, что создаёт анизотропию показателя преломления. [spravochnick.ruru.ru/wiki.ru](http://spravochnick.ruru.ru/wiki.ru)

### Виды двойного лучепреломления

- **В одноосных кристаллах.** Один из лучей подчиняется обычным законам преломления и называется обыкновенным, второй (необыкновенный) не подчиняется законам преломления и может отклоняться в сторону.
- **В двуосных кристаллах.** Существуют два направления (оптические оси), в которых показатели преломления и скорости распространения обыкновенного и необыкновенного лучей совпадают, в других направлениях они различны для обоих лучей.

[bigenc.rufn.bmstu.ru](http://bigenc.rufn.bmstu.ru)

### Примеры наблюдения

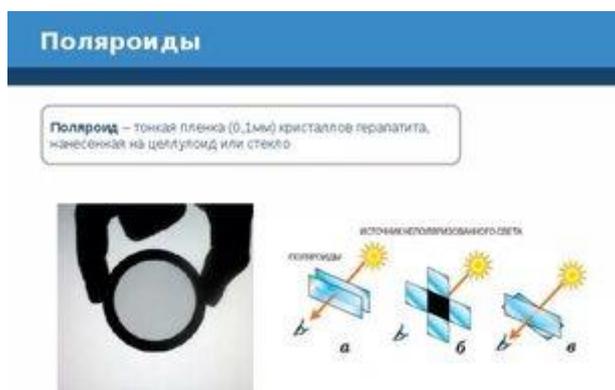
- **Кристаллы с естественной анизотропией.** Например, кристаллы кальцита (исландского шпата). [bigenc.ruelementy.ru](http://bigenc.ruelementy.ru)
- **Среды с наведённой оптической анизотропией.** Явление может возникнуть под действием внешнего электрического поля (эффект Керра), магнитного поля (эффект Коттона — Мутона) или механических напряжений. [bigenc.ruspravochnick.ru](http://bigenc.ruspravochnick.ru)

### Применение

- **Исследование механических напряжений.** Двойное лучепреломление в кристаллах позволяет получать интерференционные цветные картины, которые помогают быстро изучить напряжения, возникающие при деформациях в деталях машин, мостах и других конструкциях. [bigenc.ru](http://bigenc.ru)
- **Создание оптических приборов.** Явление используется для изготовления поляризационных устройств, например, призм Николя. [spravochnick.ruelementy.rustudwork.ru](http://spravochnick.ruelementy.rustudwork.ru)
- **Передача изображений на расстояние.** Двойное лучепреломление в жидкостях в электрополе применяют для передачи изображений на расстояние. [spravochnick.ru](http://spravochnick.ru)

### Поляриды.

**Поляриды** — это прозрачные плёнки (полимерные, монокристаллические и др.), которые преобразуют неполяризованный свет в линейно поляризованный. Они пропускают свет только одного направления поляризации. [dic.academic.ru](http://dic.academic.ru)



### История открытия

Поляриды были изобретены американским учёным **Эдвином Лэндом** в 1932 году. Название «поляриод» — торговая марка компании Polaroid, которая разработала светофильтры такого типа. Со временем название стало нарицательным и так называют любые поляризационные светофильтры, толщина которых мала по сравнению с размером. [dic.academic.ru/ru.wikipedia.org](http://dic.academic.ru/ru.wikipedia.org)\*

### Принцип работы

Действие поляриода основано на явлении **линейного дихроизма**: плёнка поглощает свет, поляризованный параллельно направлению ориентации молекул, но пропускает свет, поляризованный перпендикулярно этому направлению. [ru.ruwiki.ruold.bigenc.ru](http://ru.ruwiki.ruold.bigenc.ru)

Если оси пропускания двух поляриодов совпадают, свет проходит через них с максимальной яркостью; если они перпендикулярны, свет практически полностью гасится. [nkj.ru](http://nkj.ru)

### Применение

Поляриды используются в различных областях, например:

- **Солнцезащитные очки** — для уменьшения бликов, отражаемых горизонтальными поверхностями. [qsstudy.comkopilkaurokov.ru](http://qsstudy.comkopilkaurokov.ru)
- **Устранение бликов** при фотографировании, например, от стёкол и полированных поверхностей, от воды (отражённый от них свет сильно поляризован). [nkj.rukopilkaurokov.ru](http://nkj.rukopilkaurokov.ru)

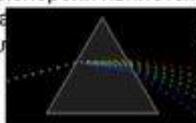
- **Регулирование интенсивности света** в стеклянных окнах самолётов, поездах. [qsstudy.com/multiurok.ru](http://qsstudy.com/multiurok.ru)
- **Создание жидкокристаллических дисплеев** — буквы и цифры формируются за счёт поляризации света. [qsstudy.com/kopilkaurokov.ru](http://qsstudy.com/kopilkaurokov.ru)

### Дисперсия света.

**Дисперсия света** — это зависимость показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света. Из-за этого белый свет, состоящий из разных цветов, разлагается в спектр при прохождении через призму или другие среды. [videouroki.net/ru/wiki/rueuroki.org](http://videouroki.net/ru/wiki/rueuroki.org)

## Дисперсия.

- **Дисперсия света** (разложение света) — это явление зависимости абсолютного показателя преломления вещества от длины волны света.
- Один из самых наглядных примеров дисперсии — разложение белого света при прохождении его через призму (опыт Ньютона). Причиной дисперсии является неодинаковая скорость распространения световых волн в оптической среде.



## История открытия

**Дисперсия света** была экспериментально открыта **Исааком Ньютоном** около **1672 года**. Учёный провёл опыт с призмой, в результате которого обнаружил, что белый свет расщепляется на цвета спектра. [ru.ru/wiki.ru/urok.1sept.ru/videouroki.net/project12355809.tilda.ws](http://ru.ru/wiki.ru/urok.1sept.ru/videouroki.net/project12355809.tilda.ws)

## Виды дисперсии

Существует два вида дисперсии:

- **Нормальная.** Показатель преломления с увеличением длины волны уменьшается. Наблюдается в областях прозрачности вещества.
- **Аномальная.** Показатель преломления растёт с увеличением длины волны. Тесно связана с поглощением света, наблюдается в тех относительно узких диапазонах длин волн, в которых свет сильно поглощается веществом.

[ru.ru/wiki.ru](http://ru.ru/wiki.ru)

## Примеры дисперсии

- **Радуга.** Возникает, когда солнечный свет проходит через капли воды в атмосфере. Капли воды действуют как маленькие призмы, преломляя и разлагая свет в спектр.
- **Окрашивание неба в красные и оранжевые тона на рассвете или закате.** Когда солнечный свет проходит через атмосферу под большим углом, короткие волны (синие и фиолетовые) рассеиваются сильнее, а длинные волны (красные и оранжевые) достигают глаз.
- **Радужный блеск на гранях кристалла.** Когда свет проходит через кристалл, он преломляется и разлагается в спектр, что создаёт радужный эффект.

[videouroki.net/euroki.org](http://videouroki.net/euroki.org)

## Применение дисперсии

Дисперсия света применяется в различных областях, например:

- **Оптика и фотография.** Дисперсия используется в призмах для разложения белого света на спектр.
- **Волоконная оптика и телекоммуникации.** Дисперсия применяется в дисперсионных оптических элементах, таких как дисперсионные зеркала, для управления формой оптических импульсов.
- **Физика и астрономия.** Дисперсия используется для анализа света, приходящего от звёзд и других небесных тел. По изменению дисперсии можно, например, судить о плотности плазмы в межзвёздном пространстве или в атмосферах звёзд.

[project12355809.tilda.ws](https://project12355809.tilda.ws)