

**СВЕТ КАК ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ВОЛНА (ЭМВ).  
ШКАЛА ЭМВ И ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ СПОСОБНОСТЬ  
ВОСПРИЯТИЯ СВЕТА ОБЪЕМ 7 СТРАНИЦ**

**Курсовая работа**

**RU.17701729.10.03-01 01-1-ЛУ**

**Листов 42**

**Город 2024**

## Содержание

<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>4</b>
1.1	Определение понятия "свет как электромагнитная волна" . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Введение</b>	<b>4</b>
2.1	Исторический обзор развития представлений о свете . . . . .	5
2.2	Физические основы света как электромагнитной волны . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Введение</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Основные понятия и определения</b>	<b>8</b>
4.1	Свет как электромагнитная волна . . . . .	8
4.2	Электромагнитные волны . . . . .	8
4.3	Шкала электромагнитных волн . . . . .	8
4.4	Человеческая способность восприятия света . . . . .	8
4.5	Определение света как электромагнитной волны . . . . .	8
4.6	Длина волны . . . . .	9
4.7	Частота . . . . .	9
4.8	Интенсивность . . . . .	10
4.9	Поляризация . . . . .	10
4.10	Скорость распространения . . . . .	10
4.11	Дисперсия . . . . .	10
4.12	Интерференция и дифракция . . . . .	10
4.13	Фотоэффект . . . . .	10
4.14	Видимый спектр электромагнитных волн . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Структура электромагнитной волны</b>	<b>12</b>
5.1	Определение электромагнитной волны . . . . .	13
5.2	Структура электромагнитной волны . . . . .	13
5.3	Электромагнитное поле . . . . .	14
<b>6</b>	<b>Свойства света как электромагнитной волны</b>	<b>16</b>
6.1	Определение света как электромагнитной волны . . . . .	17
6.2	Основные свойства света . . . . .	18
6.3	Интерференция . . . . .	19
6.4	Дифракция . . . . .	19
6.5	Поляризация . . . . .	19
6.6	Интерференция и дифракция в оптических приборах . . . . .	19
6.7	Квантовая природа света . . . . .	19
6.8	Применение волновой природы света . . . . .	19

<b>7</b>	<b>Частотный диапазон электромагнитных волн</b>	<b>21</b>
7.1	Радиоволны . . . . .	21
7.2	Микроволны . . . . .	21
7.3	Инфракрасное излучение . . . . .	21
7.4	Видимый свет . . . . .	21
7.5	Ультрафиолетовое излучение . . . . .	21
7.6	Рентгеновское и гамма-излучение . . . . .	22
7.7	Определение электромагнитных волн . . . . .	22
7.8	Структура электромагнитного спектра . . . . .	23
7.9	Частотный диапазон световых волн . . . . .	24
<b>8</b>	<b>Шкала электромагнитных волн</b>	<b>26</b>
8.1	Спектр электромагнитных волн . . . . .	26
8.2	Классификация электромагнитных волн . . . . .	26
8.3	Человеческая способность восприятия света . . . . .	26
8.4	Значение шкалы электромагнитных волн . . . . .	27
8.5	Определение электромагнитных волн . . . . .	27
8.6	Структура электромагнитных волн . . . . .	28
8.7	Свойства электромагнитных волн . . . . .	29
<b>9</b>	<b>Восприятие света человеком</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>Физиология зрения</b>	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>Чувствительность глаза к различным длинам волн</b>	<b>35</b>
<b>12</b>	<b>Влияние света на организм человека</b>	<b>37</b>
<b>13</b>	<b>Заключение</b>	<b>39</b>
<b>14</b>	<b>Список использованных источников</b>	<b>41</b>

## **1 Введение**

В настоящее время свет является одним из наиболее изучаемых и важных физических явлений. Он играет огромную роль в нашей повседневной жизни, обеспечивая нам возможность видеть окружающий мир. Свет является электромагнитной волной, которая распространяется в пространстве со скоростью света.

Целью данной курсовой работы является изучение света как электромагнитной волны и его восприятия человеком. В работе будет рассмотрена шкала электромагнитных волн и их основные характеристики. Также будет исследована способность человека воспринимать свет различных длин волн и его влияние на наше зрение.

В первом разделе работы будет рассмотрена природа света как электромагнитной волны. Будут рассмотрены основные свойства электромагнитных волн, их взаимосвязь с электрическими и магнитными полями, а также способы их генерации и детектирования.

Во втором разделе будет представлена шкала электромагнитных волн. Будут рассмотрены различные диапазоны электромагнитного спектра, их особенности и применение в различных областях науки и техники.

В третьем разделе будет исследована способность человека воспринимать свет различных длин волн. Будут рассмотрены особенности работы глаза и механизмы восприятия света. Также будет рассмотрено влияние света на наше зрение и возможные последствия его неправильного использования.

В заключении будут подведены итоги работы, сделаны выводы и предложены возможные направления для дальнейших исследований в данной области.

Исследование света как электромагнитной волны и его восприятия человеком имеет большое практическое значение. Понимание основных принципов работы света позволяет разрабатывать новые технологии в области оптики, фотоники, медицины и других отраслях. Также изучение влияния света на человека помогает создавать комфортные условия освещения и предотвращать возможные проблемы со зрением.

### **1.1 Определение понятия "свет как электромагнитная волна"**

## **2 Введение**

В данной курсовой работе рассматривается понятие "свет как электромагнитная волна" и его связь с человеческой способностью восприятия света. Свет является одной из основных форм энергии, которая возникает в результате электромаг-

нитных колебаний. Он играет важную роль в нашей жизни, обеспечивая нам возможность видеть окружающий мир.

Определение понятия "свет как электромагнитная волна" основывается на физической теории электромагнетизма. Согласно этой теории, свет представляет собой электромагнитные волны определенного диапазона частот. Эти волны состоят из электрического и магнитного поля, которые перпендикулярны друг другу и распространяются в пространстве со скоростью света.

Основные характеристики света как электромагнитной волны включают его частоту, длину волны и интенсивность. Частота световых волн определяет цвет, который мы воспринимаем, а длина волны связана с энергией, переносимой светом. Интенсивность света определяет его яркость.

Человеческое восприятие света основано на способности глаза и мозга обрабатывать электромагнитные волны определенного диапазона частот. Человеческий глаз способен воспринимать световые волны в диапазоне от красного до фиолетового цвета, который называется видимым спектром. Однако существуют и другие формы электромагнитных волн, которые не воспринимаются человеческим глазом, такие как инфракрасное и ультрафиолетовое излучение.

Целью данной курсовой работы является изучение света как электромагнитной волны и его влияния на человеческую способность восприятия света. В работе будут рассмотрены основные свойства света, его взаимодействие с веществом, а также влияние различных факторов на восприятие света человеком.

## **2.1 Исторический обзор развития представлений о свете**

Изучение света и его свойств является одной из важнейших задач физики. Уже в древние времена люди обращали внимание на свет и его влияние на окружающий мир. Однако, до настоящего времени представления о свете и его природе претерпели значительные изменения.

Одной из первых теорий, объясняющих природу света, была теория эмиссии, предложенная античными философами. Согласно этой теории, свет испускается источником и распространяется в виде потоков частиц, называемых корпускулами света. Такую модель света поддерживали такие ученые, как Демокрит, Эпикур и Лукреций.

Однако, в 17 веке Гюйгенс предложил альтернативную теорию, известную как волновая теория света. Согласно этой теории, свет распространяется в виде волн, а не частиц. Волновая теория света объясняла такие явления, как интерференция и дифракция, которые не могли быть объяснены теорией эмиссии.

В 19 веке Максвелл разработал электромагнитную теорию света, которая объединила в себе волновую теорию света и электромагнитную теорию. Согласно этой теории, свет представляет собой электромагнитную волну, распространяющуюся в пространстве. Эта теория была подтверждена экспериментально и стала основой для современной физики света.

В 20 веке была разработана квантовая теория света, которая объясняет такие явления, как фотоэффект и комбинационное рассеяние света. Согласно квантовой теории, свет представляет собой поток квантов энергии, называемых фотонами.

Современные представления о свете основаны на электромагнитной и квантовой теориях. Они позволяют объяснить множество явлений, связанных со светом, и находят широкое применение в различных областях науки и техники.

## **2.2 Физические основы света как электромагнитной волны**

### **3 Введение**

Физические основы света как электромагнитной волны

Свет является одной из форм электромагнитного излучения, которое распространяется в виде волн. Электромагнитные волны состоят из электрического и магнитного поля, которые перпендикулярны друг другу и распространяются в пространстве. Световые волны имеют различные длины и частоты, что определяет их цветовые характеристики.

Основные физические основы света как электромагнитной волны связаны с волновыми свойствами электромагнитного излучения. Волны света могут быть описаны с помощью таких параметров, как длина волны, частота, амплитуда и фаза. Длина волны определяет цвет света, а частота связана с энергией фотонов, составляющих световую волну.

Световые волны могут распространяться в различных средах, таких как воздух, вода или стекло. При переходе из одной среды в другую, свет может претерпевать явления отражения, преломления и дисперсии. Отражение света от поверхности определяет явление отражения, а преломление света при переходе из одной среды в другую объясняется законами преломления. Дисперсия света связана с его разложением на составляющие цвета при прохождении через прозрачные среды.

Основные характеристики света как электромагнитной волны включают его интенсивность, направление распространения и поляризацию. Интенсивность света определяет его яркость и зависит от амплитуды волны. Направление рас-

пространения света определяется вектором распространения, который перпендикулярен волновому фронту. Поляризация света связана с ориентацией электрического поля в плоскости перпендикулярной вектору распространения.

В данной курсовой работе будет рассмотрена шкала электромагнитных волн и их влияние на способность человека воспринимать свет. Будут рассмотрены основные физические основы света как электромагнитной волны, а также его взаимодействие с окружающей средой и человеческим организмом.

## **4 Основные понятия и определения**

В данном разделе представлены основные понятия и определения, необходимые для понимания темы работы.

### **4.1 Свет как электромагнитная волна**

Свет это электромагнитная волна определенного диапазона частот, видимая для человеческого глаза. Он обладает двумя основными свойствами: волновым и корпускулярным. Волновое свойство света проявляется в его способности распространяться в пространстве в виде электромагнитных колебаний. Корпускулярное свойство света проявляется в его способности взаимодействовать с веществом как поток частиц фотонов.

### **4.2 Электромагнитные волны**

Электромагнитная волна это колебание электрического и магнитного полей, распространяющееся в пространстве со скоростью света. Она образуется в результате взаимодействия электрического и магнитного полей, которые возникают при движении электрических зарядов.

### **4.3 Шкала электромагнитных волн**

Шкала электромагнитных волн представляет собой упорядоченный по возрастанию ряд различных видов электромагнитных волн, от самых коротких до самых длинных. Включает в себя следующие области: радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение и гамма-излучение.

### **4.4 Человеческая способность восприятия света**

Человеческое зрение это способность глаза воспринимать электромагнитные волны определенного диапазона частот, которые мы называем светом. Человеческое зрение ограничено определенным диапазоном длин волн, который называется видимым спектром. Видимый спектр включает в себя длины волн от 400 до 700 нм. Восприятие света человеком осуществляется благодаря специальным клеткам светочувствительным рецепторам расположенным на сетчатке глаза.

### **4.5 Определение света как электромагнитной волны**

Свет - это электромагнитная волна определенного диапазона частот, видимая для человеческого глаза. Он представляет собой электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве со скоростью света. Световые волны обладают двумя основными характеристиками - частотой и длиной волны.



Частота световых волн определяет количество колебаний, происходящих в единицу времени, и измеряется в герцах (Гц). Диапазон частот света, видимого для человеческого глаза, составляет примерно от  $4 \times 10^{14}$  Гц (фиолетовый) до  $7.5 \times 10^{14}$  Гц (красный).

Длина волны света определяет расстояние между двумя соседними точками на волне и измеряется в нанометрах (нм). Диапазон длин волн света, видимого для человеческого глаза, составляет примерно от 400 нм (фиолетовый) до 700 нм (красный).

Световые волны могут быть описаны с помощью электромагнитной теории, которая объясняет их поведение и взаимодействие с другими объектами. Согласно этой теории, свет состоит из электрического и магнитного поля, перпендикулярных друг другу и перпендикулярных направлению распространения волны.

Основные свойства света как электромагнитной волны включают интерференцию, дифракцию, поляризацию и отражение. Интерференция - это явление, при котором две или более волны сливаются вместе, создавая усиление или ослабление. Дифракция - это явление, при котором световая волна изгибается вокруг препятствия или проходит через узкое отверстие. Поляризация - это явление, при котором световая волна колеблется только в одной плоскости. Отражение - это явление, при котором световая волна отражается от поверхности и меняет направление распространения.

Определение света как электромагнитной волны является основой для понимания его природы и взаимодействия с окружающей средой. Это позволяет нам объяснить множество явлений, связанных со светом, и применять его в различных областях, таких как оптика, фотоника и коммуникации.

#### **4.6 Длина волны**

Длина волны света ( $\lambda$ ) определяется как расстояние между двумя соседними точками на волне, которые находятся в фазе. Длина волны измеряется в метрах (м) и обычно находится в диапазоне от нанометров (нм) до микрометров (мкм). Различные длины волн света соответствуют различным цветам.

#### **4.7 Частота**

Частота световой волны ( $f$ ) определяется как количество колебаний, происходящих за единицу времени. Частота измеряется в герцах (Гц) и обратно пропорциональна длине волны света. Частота света связана с его энергией: чем выше частота, тем больше энергии несет световая волна.

#### 4.8 Интенсивность

Интенсивность света ( $I$ ) определяется как количество энергии, переносимой световой волной через единицу площади в единицу времени. Интенсивность измеряется в ваттах на квадратный метр ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) и зависит от энергии световой волны и площади, на которую она падает.

#### 4.9 Поляризация

Поляризация света относится к ориентации электрического поля световой волны. Свет может быть линейно поляризованным, когда электрическое поле колеблется только в одной плоскости, или кругово или эллиптически поляризованным, когда электрическое поле колеблется вокруг оси, перпендикулярной направлению распространения света.

#### 4.10 Скорость распространения

Свет распространяется в вакууме со скоростью  $c$ , которая является постоянной и равной приблизительно  $3 \times 10^8$  м/с. Однако скорость света может изменяться при прохождении через различные среды, такие как вода или стекло.

#### 4.11 Дисперсия

Дисперсия света относится к зависимости его скорости и длины волны от среды, через которую он проходит. Различные материалы могут вызывать различную дисперсию света, что приводит к явлению разложения света на составляющие его цвета при прохождении через призму или дифракционную решетку.

#### 4.12 Интерференция и дифракция

Интерференция и дифракция света являются явлениями, связанными с его волновыми свойствами. Интерференция возникает при наложении двух или более световых волн, что приводит к усилению или ослаблению света в зависимости от фазы волн. Дифракция света происходит, когда свет проходит через узкое отверстие или препятствие, вызывая его изгибание и образование интерференционных полос или дифракционных картин.

#### 4.13 Фотоэффект

Фотоэффект относится к явлению высвобождения электронов из поверхности материала при освещении светом. Фотоэффект объясняется тем, что световые фотоны передают свою энергию электронам, преодолевая работу выхода электронов из материала. Фотоэффект имеет важное значение в фотоэлектрических устройствах, таких как солнечные батареи и фотоэлементы.

#### 4.14 Видимый спектр электромагнитных волн

Видимый спектр электромагнитных волн представляет собой узкий диапазон частот электромагнитных волн, которые способны вызывать восприятие света у человека. Видимый спектр охватывает диапазон частот примерно от 430 до 770 терагерц (ТГц), что соответствует длинам волн от примерно 400 до 700 нанометров (нм). В этом диапазоне частот находятся различные цвета, которые мы видим: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

Видимый спектр электромагнитных волн является лишь частью более широкого электромагнитного спектра, который включает в себя и другие диапазоны частот, такие как радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение и гамма-излучение. Каждый диапазон частот имеет свои особенности и применения в науке, технологии и медицине.

Видимый спектр электромагнитных волн играет важную роль в нашей жизни. Он позволяет нам видеть окружающий мир, различать цвета и формы объектов. Кроме того, видимый спектр используется в различных технологиях, таких как освещение, дисплеи, фотография, видеозапись и многое другое.

Человеческая способность воспринимать свет ограничена видимым спектром электромагнитных волн. Мы не можем видеть электромагнитные волны с частотами ниже и выше видимого спектра. Например, мы не видим инфракрасное излучение, которое имеет более низкую частоту, и ультрафиолетовое излучение, которое имеет более высокую частоту. Это связано с особенностями строения глаза и способности его фоторецепторов (колбочек и палочек) воспринимать определенные диапазоны частот.

Видимый спектр электромагнитных волн является одним из основных объектов изучения в области оптики и физики света. Изучение видимого спектра позволяет лучше понять природу света и его взаимодействие с материей, а также разрабатывать новые технологии и приборы на его основе.

## 5 Структура электромагнитной волны

Электромагнитная волна (ЭМВ) представляет собой распространяющееся в пространстве колебание электрического и магнитного поля. Она обладает определенной структурой, которая определяет ее свойства и характеристики.

Структура электромагнитной волны включает в себя следующие элементы:

1. Электрическое поле ( $E$ ): Это одно из основных полей, которое возникает в результате колебаний зарядов. Оно характеризуется направлением и интенсивностью. Волна создается в результате изменения направления и интенсивности электрического поля.
2. Магнитное поле ( $H$ ): Второе основное поле, возникающее в результате колебаний зарядов. Оно также характеризуется направлением и интенсивностью. Магнитное поле перпендикулярно электрическому полю и изменяется синхронно с ним.
3. Вектор Пойнтинга ( $S$ ): Это векторная величина, которая определяет направление и интенсивность энергетического потока волны. Он перпендикулярен электрическому и магнитному полям и направлен по вектору распространения волны.
4. Частота ( $f$ ): Это количество колебаний волны, происходящих за единицу времени. Измеряется в герцах (Гц). Частота волны определяет ее цветовую характеристику.
5. Длина волны ( $\lambda$ ): Это расстояние между двумя соседними точками, находящимися в фазе колебаний. Измеряется в метрах (м). Длина волны обратно пропорциональна ее частоте.
6. Амплитуда ( $A$ ): Это максимальное значение электрического или магнитного поля волны. Она характеризует интенсивность волны и определяет ее яркость или громкость.
7. Фаза ( $\phi$ ): Это смещение колебаний волны относительно некоторой начальной точки. Фаза определяет положение волны в пространстве и времени.

Структура электромагнитной волны может быть представлена в виде синусоидальной функции, где электрическое и магнитное поля меняются по синусоидальному закону. Волна распространяется в пространстве со скоростью света, которая составляет около 299 792 458 м/с.

Знание структуры электромагнитной волны позволяет понять ее свойства и взаимодействие с окружающей средой. Это основа для изучения явлений, связанных с электромагнитным излучением, включая световые волны.

### 5.1 Определение электромагнитной волны

Электромагнитная волна - это распространяющееся в пространстве возмущение электромагнитного поля, которое переносит энергию и имеет свойства волны. Она состоит из взаимно перпендикулярных колебаний электрического и магнитного полей, которые изменяются во времени и пространстве.

Электромагнитные волны могут иметь различные длины и частоты, образуя электромагнитный спектр. Видимый свет является частью этого спектра и имеет длину волны от приблизительно 400 до 700 нанометров.

Основные характеристики электромагнитной волны включают амплитуду, частоту, длину волны и скорость распространения. Амплитуда определяет максимальное значение электрического или магнитного поля волны. Частота указывает на количество колебаний волны за единицу времени, а длина волны - расстояние между двумя соседними точками с одинаковой фазой колебаний. Скорость распространения электромагнитной волны в вакууме равна скорости света и составляет приблизительно  $3 \times 10^8$  метров в секунду.

Электромагнитные волны играют важную роль во многих аспектах нашей жизни, включая свет, радиоволны, телевидение, радиосвязь, микроволны, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение. Понимание структуры и свойств электромагнитных волн является основой для разработки и применения различных технологий и устройств.

### 5.2 Структура электромагнитной волны

Электромагнитная волна представляет собой распространяющееся в пространстве изменение электрического и магнитного полей. Она обладает определенной структурой, которая включает в себя следующие элементы:

1. **Электрическое поле** - это физическое поле, создаваемое заряженными частицами, которое оказывает воздействие на другие заряженные частицы. В электромагнитной волне электрическое поле изменяется со временем и пространством, создавая колебания.

2. **Магнитное поле** - это физическое поле, создаваемое движущимися зарядами, которое оказывает воздействие на другие заряды и магнитные моменты. В электромагнитной волне магнитное поле также изменяется со временем и пространством, синхронно с изменениями электрического поля.

3. **Период** - это временной интервал, за который происходит одно полное колебание электромагнитной волны. Он обозначается символом  $T$  и измеряется в секундах.

4. **Частота** - это количество полных колебаний электромагнитной волны, происходящих за единицу времени. Она обозначается символом  $f$  и измеряется в герцах (Гц).

5. **Длина волны** - это расстояние между двумя соседними точками на волне, которые находятся в одной фазе колебания. Она обозначается символом ( $\lambda$ ) и измеряется в метрах.

6. **Амплитуда** - это максимальное значение изменения электрического или магнитного поля во время колебаний электромагнитной волны. Она обозначается символом  $A$  и измеряется в вольтах или амперах.

7. **Скорость распространения** - это скорость, с которой электромагнитная волна передвигается в пространстве. В вакууме эта скорость равна скорости света и составляет примерно 299 792 458 метров в секунду.

Структура электромагнитной волны позволяет ей распространяться в пространстве и взаимодействовать с другими объектами и средами. Это явление имеет большое значение в различных областях науки и техники, включая оптику, радиофизику, телекоммуникации и многие другие.

### 5.3 Электромагнитное поле

Электромагнитное поле является одним из основных понятий в физике и играет важную роль в описании света как электромагнитной волны. Оно представляет собой физическое поле, которое возникает вокруг электрических зарядов и токов, и взаимодействует с другими зарядами и токами.

Электромагнитное поле описывается с помощью электромагнитных полей, которые включают электрическое поле и магнитное поле. Электрическое поле создается электрическими зарядами и описывается с помощью электрического поляризационного вектора. Магнитное поле создается движущимися электрическими зарядами и описывается с помощью магнитного поляризационного вектора.

В электромагнитном поле электрическое и магнитное поля взаимосвязаны и взаимодействуют друг с другом. Изменение электрического поля порождает магнитное поле, а изменение магнитного поля порождает электрическое поле.

Это взаимодействие создает электромагнитные волны, включая свет.

Свет является электромагнитной волной определенного диапазона частот, который воспринимается человеческим глазом. Он состоит из электрического и магнитного поля, которые колеблются перпендикулярно друг другу и перпендикулярно направлению распространения волны.

Электромагнитное поле света имеет волновую природу и может быть описано с помощью различных параметров, таких как амплитуда, частота, длина волны и фаза. Амплитуда определяет интенсивность света, частота определяет цвет света, а длина волны определяет его спектральные характеристики.

Человеческая способность восприятия света основана на взаимодействии электромагнитного поля света с фоторецепторами в глазу. Фоторецепторы преобразуют энергию света в электрические сигналы, которые затем передаются в мозг для обработки и интерпретации.

В заключение, электромагнитное поле играет ключевую роль в описании света как электромагнитной волны. Оно включает электрическое и магнитное поля, которые взаимодействуют друг с другом и создают электромагнитные волны, включая свет. Человеческая способность восприятия света основана на взаимодействии электромагнитного поля света с фоторецепторами в глазу.

## 6 Свойства света как электромагнитной волны

Свет является электромагнитной волной, что означает, что он обладает рядом характеристик, свойственных электромагнитным волнам. В этом разделе мы рассмотрим основные свойства света как электромагнитной волны.

### 1. Волновая природа света

Свет обладает волновыми свойствами, такими как дифракция, интерференция и поляризация. Дифракция - это явление изгибания света вокруг препятствий или отверстий. Интерференция - это явление наложения двух или более световых волн, что приводит к усилению или ослаблению света в зависимости от фазы волн. Поляризация - это явление, при котором свет распространяется в определенной плоскости.

### 2. Скорость света

Свет распространяется со скоростью, равной приблизительно 299 792 458 метров в секунду в вакууме. Эта скорость является максимальной скоростью, достижимой в природе, и она не зависит от частоты или длины волны света.

### 3. Длина волны и частота

Свет имеет определенную длину волны и частоту. Длина волны света определяется расстоянием между двумя соседними точками на волне, которые находятся в фазе. Частота света определяется количеством колебаний, выполняемых световой волной за единицу времени. Длина волны и частота связаны между собой соотношением:  $\text{скорость света} = \text{длина волны} \times \text{частота}$ .

### 4. Интенсивность света

Интенсивность света определяет количество энергии, переносимой световой волной за единицу времени через единичную площадку. Интенсивность света зависит от амплитуды световой волны, то есть от максимального значения колебаний электрического и магнитного поля.

### 5. Поляризация света

Свет может быть поляризованным, то есть распространяться в определенной плоскости. Поляризация света может быть линейной, когда вектор электрического поля колеблется в одной плоскости, или круговой, когда вектор электрического поля вращается вокруг направления распространения света.



## 6. Закон преломления света

Закон преломления света описывает изменение направления распространения света при переходе из одной среды в другую. Закон преломления устанавливает, что угол падения света равен углу преломления и что отношение синуса угла падения к синусу угла преломления является постоянной величиной, называемой показателем преломления.

В данном разделе мы рассмотрели основные свойства света как электромагнитной волны. Понимание этих свойств позволяет нам лучше понять природу света и его взаимодействие с окружающей средой.

### 6.1 Определение света как электромагнитной волны

Свет это электромагнитное излучение, которое воспринимается человеческим глазом. Он представляет собой электромагнитные волны определенного диапазона частот, называемого спектром света. Световые волны обладают двумя основными характеристиками длиной волны и частотой.

Согласно электромагнитной теории света, световые волны состоят из электрического и магнитного поля, которые перпендикулярны друг другу и распространяются в пространстве. Волны света могут быть описаны с помощью электромагнитных уравнений Максвелла.

Длина волны света определяет цвет, который мы видим. Видимый спектр света включает в себя различные цвета, начиная от красного с наибольшей длиной волны, до фиолетового с наименьшей длиной волны. Частота световых волн обратно пропорциональна их длине волны.

Световые волны могут распространяться в вакууме со скоростью, называемой скоростью света. В вакууме скорость света составляет приблизительно 299 792 458 метров в секунду.

Основные свойства света как электромагнитной волны включают интерференцию, дифракцию, поляризацию и отражение. Интерференция света это явление, при котором две или более световых волн перекрываются и образуют интерференционные полосы. Дифракция света это явление, при котором световая волна проходит через отверстие или препятствие и изменяет свое направление распространения. Поляризация света это явление, при котором световая волна колеблется только в одной плоскости. Отражение света это явление, при котором световая волна отражается от поверхности и меняет свое направление распространения.

Определение света как электромагнитной волны является основой для понимания его свойств и взаимодействия с окружающей средой. Это позволяет разрабатывать различные технологии и приборы, основанные на использовании света, такие как оптические волокна, лазеры, фотодетекторы и другие.

## 6.2 Основные свойства света

Свет является электромагнитной волной, обладающей рядом основных свойств:

1. **Интерференция и дифракция.** Свет может проявлять интерференцию и дифракцию, что связано с его волновой природой. Интерференция - это явление, при котором две или более волн света перекрываются и образуют интерференционные полосы. Дифракция - это явление, при котором свет изгибается при прохождении через узкое отверстие или препятствие.

2. **Отражение и преломление.** Свет может отражаться от поверхностей и преломляться при переходе из одной среды в другую. Законы отражения и преломления света описывают, как свет меняет направление при взаимодействии с поверхностями разных сред.

3. **Поляризация.** Свет может быть поляризованным, то есть иметь определенную ориентацию колебаний электрического и магнитного полей. Поляризация света может быть линейной, круговой или эллиптической.

4. **Интенсивность.** Свет имеет определенную интенсивность, которая определяется энергией, переносимой световой волной за единицу времени через единичную площадку.

5. **Скорость распространения.** Свет распространяется со скоростью, равной приблизительно  $3 \times 10^8$  м/с в вакууме. Скорость света зависит от оптических свойств среды, в которой он распространяется.

6. **Дисперсия.** Свет различных цветов имеет различные длины волн и, следовательно, различные скорости распространения в разных средах. Это явление называется дисперсией света.

7. **Излучение и поглощение.** Свет может излучаться и поглощаться различными веществами. Излучение света происходит, когда электроны в атомах или молекулах переходят на более высокие энергетические уровни и затем возвращаются на более низкие уровни, испуская фотоны света.

Эти основные свойства света играют важную роль в его восприятии человеком и во многих приложениях, таких как оптика, фотоника, лазерная техника

и другие.

### **6.3 Интерференция**

Одним из ярких проявлений волновой природы света является интерференция. Интерференция света возникает при наложении двух или более волн, которые совпадают в пространстве и времени. В результате интерференции могут наблюдаться яркие и темные полосы, амплитуда света может усиливаться или ослабевать.

### **6.4 Дифракция**

Дифракция света - это явление, при котором свет распространяется вокруг препятствия или через щель, изменяя свое направление и форму. Дифракция света объясняется его волновой природой и проявляется в виде распространения света волнами во все стороны от препятствия или щели.

### **6.5 Поляризация**

Поляризация света - это явление, при котором световая волна колеблется только в определенной плоскости. Поляризация света объясняется волновой природой света и проявляется в виде фильтрации света, отражения от поверхностей под определенным углом и других явлений.

### **6.6 Интерференция и дифракция в оптических приборах**

Интерференция и дифракция света широко используются в оптических приборах, таких как интерферометры, дифракционные решетки, голограммы и другие. Эти явления позволяют улучшить разрешающую способность оптических систем и получить дополнительную информацию о свете и объектах, с которыми он взаимодействует.

### **6.7 Квантовая природа света**

Волновая природа света была дополнена квантовой теорией, которая объясняет такие явления, как фотоэффект, комбинационное рассеяние и другие. Квантовая природа света заключается в том, что свет представляет собой поток квантов энергии, называемых фотонами. Фотоны обладают дискретными значениями энергии и имеют волновые свойства.

### **6.8 Применение волновой природы света**

Волновая природа света имеет широкий спектр применений в различных областях науки и техники. Она используется в оптике, лазерных технологиях, спектроскопии, фотографии, медицине и других областях. Понимание волновой природы света позволяет разрабатывать новые методы и приборы для исследования и использования света.



## **7 Частотный диапазон электромагнитных волн**

Электромагнитные волны представляют собой колебания электрического и магнитного поля, которые распространяются в пространстве со скоростью света. Они обладают различными частотами и длинами волн, что определяет их свойства и способность взаимодействовать с окружающей средой.

Частотный диапазон электромагнитных волн охватывает широкий спектр значений, начиная от очень низких частот до крайне высоких. Всего можно выделить несколько основных диапазонов, каждый из которых имеет свои особенности и применения.

### **7.1 Радиоволны**

Самыми низкими по частоте являются радиоволны. Они имеют длины волн от нескольких метров до сотен километров и используются для передачи информации на большие расстояния. Радиоволны применяются в радио- и телевидении, связи, радиолокации и других сферах.

### **7.2 Микроволны**

Микроволны имеют более высокую частоту и меньшую длину волны, чем радиоволны. Их диапазон составляет от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Микроволны используются в микроволновых печах, радарх, беспроводных сетях и других технологиях.

### **7.3 Инфракрасное излучение**

Инфракрасное излучение имеет еще более высокую частоту и меньшую длину волны, чем микроволны. Его диапазон составляет от нескольких микрометров до нескольких миллиметров. Инфракрасное излучение обладает тепловыми свойствами и широко применяется в термографии, ночном видении, медицине и других областях.

### **7.4 Видимый свет**

Видимый свет - это узкий диапазон электромагнитных волн, которые способны восприниматься человеческим глазом. Он имеет длины волн от 400 до 700 нанометров и включает в себя все цвета радуги. Видимый свет играет ключевую роль в нашем восприятии окружающего мира и используется в освещении, фотографии, оптике и других областях.

### **7.5 Ультрафиолетовое излучение**

Ультрафиолетовое излучение имеет еще более высокую частоту и меньшую длину волны, чем видимый свет. Его диапазон составляет от 10 до 400 нанометров. Ультрафиолетовое излучение может быть опасным для человека и вызывать

солнечные ожоги, поэтому требуется использование солнцезащитных средств. Однако оно также имеет применение в медицине, флуоресцентных лампах и других областях.

## **7.6 Рентгеновское и гамма-излучение**

Рентгеновское и гамма-излучение имеют самую высокую частоту и самую маленькую длину волны. Они используются в медицине для рентгеновских исследований и лечения рака, а также в ядерной энергетике и других областях.

Частотный диапазон электромагнитных волн охватывает огромный спектр значений, каждый из которых имеет свои особенности и применения. Понимание этого диапазона позволяет нам лучше понять свет как электромагнитную волну и его взаимодействие с окружающей средой.

## **7.7 Определение электромагнитных волн**

Электромагнитные волны представляют собой периодические колебания электрического и магнитного поля, распространяющиеся в пространстве со скоростью света. Они возникают в результате взаимодействия электрических и магнитных полей, которые образуются при движении заряженных частиц.

Основными характеристиками электромагнитных волн являются частота и длина волны. Частота определяет количество колебаний электрического и магнитного поля за единицу времени и измеряется в герцах (Гц). Длина волны представляет собой расстояние между двумя соседними точками, в которых поля достигают максимальной амплитуды, и измеряется в метрах (м).

Электромагнитные волны охватывают широкий частотный диапазон, который включает в себя различные виды излучения, такие как радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение и гамма-излучение. Каждый вид излучения имеет свою уникальную частоту и длину волны, что определяет его свойства и воздействие на окружающую среду.

Электромагнитные волны играют важную роль в нашей жизни. Например, видимый свет является формой электромагнитного излучения, которое мы воспринимаем глазами. Радиоволны используются для передачи информации по радио и телевидению. Микроволны применяются в микроволновых печах для нагрева пищи. Рентгеновское излучение используется в медицине для диагностики и лечения различных заболеваний.

Важно отметить, что человеческая способность воспринимать свет ограничена определенным диапазоном частот, который называется видимым спектром.

Видимый спектр включает в себя цвета от красного до фиолетового и имеет частотный диапазон примерно от  $4.3 \times 10^{14}$  Гц до  $7.5 \times 10^{14}$  Гц. Это означает, что мы можем воспринимать только часть электромагнитных волн, а остальные частоты остаются невидимыми для нашего глаза.

В заключение, электромагнитные волны представляют собой периодические колебания электрического и магнитного поля, которые распространяются в пространстве со скоростью света. Они охватывают широкий частотный диапазон и играют важную роль в нашей жизни. Однако, человеческая способность воспринимать свет ограничена видимым спектром, который включает только определенный диапазон частот.

## 7.8 Структура электромагнитного спектра

Электромагнитный спектр представляет собой непрерывный диапазон электромагнитных волн, отличающихся по частоте и длине волны. Спектр охватывает все возможные значения этих параметров, начиная от очень низких частот и длин волн до очень высоких.

Структура электромагнитного спектра можно разделить на несколько основных областей:

1. **Радиоволны** - это область спектра с наибольшей длиной волны и наименьшей частотой. Радиоволны используются для передачи информации на большие расстояния, например, в радио- и телекоммуникационных системах.
2. **Микроволны** - это область спектра с более высокой частотой и более короткой длиной волны, чем радиоволны. Микроволны используются в радиовещании, радиолокации, микроволновых печах и других технологиях.
3. **Инфракрасное излучение** - это область спектра с еще более высокой частотой и еще более короткой длиной волны, чем микроволны. Инфракрасное излучение используется в тепловизорах, пультовых устройствах, системах безопасности и других приложениях.
4. **Видимый свет** - это узкий диапазон частот и длин волн, который человеческий глаз способен воспринимать. Видимый свет включает в себя все цвета радуги, от красного до фиолетового. Он играет ключевую роль в нашем восприятии окружающего мира и используется в освещении, оптике и других областях.
5. **Ультрафиолетовое излучение** - это область спектра с еще более высокой частотой и еще более короткой длиной волны, чем видимый свет. Ультрафиолетовое излучение имеет как положительные, так и отрицательные эффекты на живые организмы и широко используется в медицине, науке и промышленности.

6. **Рентгеновское излучение** - это область спектра с очень высокой частотой и очень короткой длиной волны. Рентгеновское излучение используется в медицине для диагностики и лечения, а также в научных исследованиях и промышленности.
7. **Гамма-излучение** - это область спектра с самой высокой частотой и самой короткой длиной волны. Гамма-излучение является самым энергетически интенсивным и опасным типом излучения. Оно используется в медицине для лечения рака и в ядерной энергетике.

Структура электромагнитного спектра позволяет использовать различные области спектра для различных целей, от коммуникации и освещения до научных исследований и медицинских процедур. Понимание этой структуры является важным для разработки и применения технологий, связанных с электромагнитными волнами.

### 7.9 Частотный диапазон световых волн

Световые волны являются частью электромагнитного спектра и имеют определенный частотный диапазон. Частотный диапазон световых волн включает в себя узкую область электромагнитного спектра, которая воспринимается человеческим глазом как свет.

Световые волны имеют частоты от приблизительно  $4 \times 10^{14}$  герц (Гц), что соответствует фиолетовому цвету, до приблизительно  $7.5 \times 10^{14}$  Гц, что соответствует красному цвету. Этот диапазон частот называется видимым спектром.

Видимый спектр света состоит из различных цветов, которые можно увидеть в радуге или при пропускании света через призму. Цвета видимого спектра в порядке возрастания частоты включают в себя красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

Однако, помимо видимого спектра, существуют и другие частоты световых волн, которые не воспринимаются человеческим глазом. Например, ультрафиолетовые волны имеют частоты выше  $7.5 \times 10^{14}$  Гц и не видны для человеческого глаза, но могут быть замечены некоторыми животными, такими как пчелы. Инфракрасные волны, с частотами ниже  $4 \times 10^{14}$  Гц, также не видимы для человеческого глаза, но могут быть обнаружены с помощью специальных приборов, таких как инфракрасные камеры.

Таким образом, частотный диапазон световых волн охватывает узкую область электромагнитного спектра, которая воспринимается человеческим глазом как свет. Видимый спектр света включает в себя различные цвета, начиная от красного и заканчивая фиолетовым. Однако, помимо видимого спектра, существуют и другие частоты световых волн, которые не видны для человеческого глаза,



но могут быть обнаружены с помощью специальных приборов или восприняты некоторыми животными.

## **8 Шкала электромагнитных волн**

Шкала электромагнитных волн представляет собой упорядоченный набор различных типов волн, которые отличаются по длине волны и частоте. Эта шкала позволяет классифицировать электромагнитные волны и определить их положение в спектре.

### **8.1 Спектр электромагнитных волн**

Спектр электромагнитных волн включает в себя все возможные типы волн, от самых коротких до самых длинных. Он охватывает широкий диапазон длин волн и частот, начиная от гамма-лучей с очень короткими длинами волн и высокими частотами, и заканчивая радиоволнами с очень длинными длинами волн и низкими частотами.

### **8.2 Классификация электромагнитных волн**

Электромагнитные волны классифицируются на основе их длины волны и частоты. Существует несколько основных типов волн, которые включаются в шкалу электромагнитных волн:

- Гамма-лучи: это самые короткие волны в спектре электромагнитных волн. Они имеют очень высокую частоту и используются в медицине и научных исследованиях.
- Рентгеновские лучи: они имеют более длинные длины волн и ниже частоты, чем гамма-лучи. Рентгеновские лучи используются в медицине для обнаружения и изучения внутренних органов и структур.
- Ультрафиолетовые лучи: они имеют еще более длинные длины волн и ниже частоты, чем рентгеновские лучи. Ультрафиолетовые лучи присутствуют в солнечном излучении и могут вызывать повреждение кожи и глаз.
- Видимый свет: это самый узкий диапазон электромагнитных волн, который может быть воспринят человеческим глазом. Он включает в себя все цвета радуги, от фиолетового до красного.
- Инфракрасные лучи: они имеют более длинные длины волн и ниже частоты, чем видимый свет. Инфракрасные лучи используются в тепловизорах и других приборах для обнаружения теплового излучения.
- Радиоволны: это самые длинные волны в спектре электромагнитных волн. Они имеют очень низкую частоту и используются для передачи радио- и телевизионных сигналов.

### **8.3 Человеческая способность восприятия света**

Человеческий глаз способен воспринимать только ограниченный диапазон электромагнитных волн, который называется видимым спектром. Видимый спектр

включает в себя длины волн от приблизительно 400 до 700 нанометров, что соответствует различным цветам радуги.

Человеческое восприятие цвета основано на способности глаза различать разные длины волн света. Когда свет попадает на сетчатку глаза, специальные клетки, называемые конусами, реагируют на разные длины волн и передают информацию о цвете мозгу.

Однако, помимо видимого спектра, человеческий глаз также может воспринимать некоторые инфракрасные и ультрафиолетовые лучи, но в значительно меньшей степени. Это объясняет, почему мы не можем видеть некоторые объекты, которые излучают только инфракрасное или ультрафиолетовое излучение.

#### **8.4 Значение шкалы электромагнитных волн**

Шкала электромагнитных волн имеет большое значение в науке и технологии. Она позволяет ученым классифицировать и изучать различные типы электромагнитных волн, а также разрабатывать новые технологии и приборы для их использования.

Например, знание о спектре электромагнитных волн позволяет разрабатывать новые методы лечения рака с использованием гамма-лучей и рентгеновских лучей, а также создавать новые виды световых источников для освещения и дисплеев.

Также шкала электромагнитных волн имеет практическое применение в области коммуникаций. Различные типы электромагнитных волн используются для передачи информации по радио, телевидению, сотовой связи и другим системам связи.

В целом, шкала электромагнитных волн играет важную роль в нашем понимании света и его взаимодействия с окружающим миром. Она помогает нам лучше понять природу электромагнитных волн и использовать их в различных областях науки и технологии.

#### **8.5 Определение электромагнитных волн**

Электромагнитные волны представляют собой периодические колебания электрического и магнитного поля, распространяющиеся в пространстве со скоростью света. Они возникают в результате взаимодействия электрических и магнитных полей, которые образуются при движении заряженных частиц.

Основными характеристиками электромагнитных волн являются частота и длина волны. Частота определяет количество колебаний электрического и магнит-

ного поля за единицу времени и измеряется в герцах (Гц). Длина волны представляет собой расстояние между двумя соседними точками, в которых поля достигают максимальной амплитуды, и измеряется в метрах (м).

Электромагнитные волны могут иметь различные частоты и длины волн, что определяет их положение в шкале электромагнитных волн. Шкала включает в себя различные виды волн, такие как радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение и гамма-излучение.

Видимый свет является узким диапазоном электромагнитных волн, который способен восприниматься человеческим глазом. Он имеет частоты от приблизительно  $4.3 \times 10^{14}$  Гц (фиолетовый цвет) до  $7.5 \times 10^{14}$  Гц (красный цвет) и длины волн от приблизительно 400 нм до 700 нм.

Определение электромагнитных волн является важным для понимания природы света и его взаимодействия с окружающей средой. Электромагнитные волны играют ключевую роль во многих областях науки и техники, таких как радио- и телекоммуникации, оптика, медицина и другие.

## 8.6 Структура электромагнитных волн

Электромагнитные волны представляют собой периодические колебания электрического и магнитного поля, распространяющиеся в пространстве со скоростью света. Они обладают определенной структурой, которая определяется их частотой и длиной волны.

Структура электромагнитных волн включает в себя следующие основные элементы:

1. **Электрическое поле** - это физическое поле, создаваемое заряженными частицами, которое оказывает воздействие на другие заряженные частицы. В электромагнитных волнах электрическое поле изменяется со временем и пространством, создавая периодические колебания.
2. **Магнитное поле** - это физическое поле, создаваемое движущимися заряженными частицами, которое оказывает воздействие на другие заряженные частицы. В электромагнитных волнах магнитное поле также изменяется со временем и пространством, синхронно с изменениями электрического поля.
3. **Частота** - это количество колебаний электромагнитной волны, происходящих за единицу времени. Она измеряется в герцах (Гц). Частота определяет энергию и цвет электромагнитной волны.

4. **Длина волны** - это расстояние между двумя соседними точками на электромагнитной волне, которые находятся в фазе. Она измеряется в метрах (м) или других единицах длины. Длина волны обратно пропорциональна частоте и определяет спектр электромагнитных волн.

5. **Амплитуда** - это максимальное значение электрического или магнитного поля в точке пространства, находящейся на пути электромагнитной волны. Она определяет интенсивность и яркость электромагнитной волны.

6. **Фаза** - это смещение электрического и магнитного поля относительно начального положения. Фаза определяет положение точки на волне в определенный момент времени.

Структура электромагнитных волн может быть представлена в виде графика, называемого **волновым образом**. Волновой образ показывает изменение электрического и магнитного поля в зависимости от времени и пространства.

В заключение, структура электромагнитных волн включает электрическое и магнитное поле, частоту, длину волны, амплитуду и фазу. Понимание структуры электромагнитных волн является важным для изучения света как электромагнитной волны и его восприятия человеком.

## 8.7 Свойства электромагнитных волн

Электромагнитные волны обладают рядом характерных свойств, которые определяют их поведение и взаимодействие с окружающей средой. Некоторые из основных свойств электромагнитных волн включают:

1. **Интерференция и дифракция:** Электромагнитные волны могут взаимодействовать друг с другом и с преградами, что приводит к явлениям интерференции и дифракции. Интерференция возникает при наложении двух или более волн, что может приводить как к усилению, так и к ослаблению их амплитуды. Дифракция, в свою очередь, проявляется в изменении направления распространения волны при ее прохождении через отверстия или преграды.
2. **Отражение и преломление:** При переходе электромагнитной волны из одной среды в другую происходит отражение и преломление. Отражение представляет собой отклонение волны от поверхности раздела сред, при котором волна отражается обратно в исходную среду. Преломление, в свою очередь, происходит при изменении скорости распространения волны при переходе из одной среды в другую, что приводит к изменению ее направления.

3. **Поляризация:** Электромагнитные волны могут быть поляризованными, то есть колебания электрического и магнитного полей происходят в определенной плоскости. Существуют различные типы поляризации, такие как линейная, круговая и эллиптическая поляризация, которые определяются направлением и фазой колебаний полей.
4. **Интенсивность:** Интенсивность электромагнитной волны определяет ее энергию, переносимую через единицу площади в единицу времени. Интенсивность волны зависит от амплитуды колебаний полей и частоты волны.
5. **Скорость распространения:** Электромагнитные волны распространяются со скоростью света в вакууме, которая составляет приблизительно  $3 \times 10^8$  м/с. Скорость распространения волны зависит от свойств среды, через которую она проходит, и может быть меньше скорости света в вакууме.
6. **Длина волны и частота:** Длина волны электромагнитной волны определяется расстоянием между двумя соседними точками с одинаковой фазой колебаний. Частота волны, в свою очередь, определяет количество колебаний, происходящих за единицу времени. Длина волны и частота связаны между собой соотношением  $\lambda = \frac{c}{f}$ , где  $\lambda$  - длина волны,  $c$  - скорость света,  $f$  - частота волны.

Эти свойства электромагнитных волн играют важную роль в их взаимодействии с окружающей средой и восприятии человеком. Понимание этих свойств позволяет более глубоко изучить природу света и его влияние на нашу жизнь.

## 9 Восприятие света человеком

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 1: QR-код на оплату работы.

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 2: QR-код на оплату работы.



## 10 Физиология зрения

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 3: QR-код на оплату работы.

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 4: QR-код на оплату работы.

## 11 Чувствительность глаза к различным длинам волн

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 5: QR-код на оплату работы.

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 6: QR-код на оплату работы.

## 12 Влияние света на организм человека

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 7: QR-код на оплату работы.

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 8: QR-код на оплату работы.

## 13 Заключение

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 9: QR-код на оплату работы.

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 10: QR-код на оплату работы.



## 14 Список использованных источников

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 11: QR-код на оплату работы.

Спасибо, что воспользовались Scribot! Надеюсь, Вам понравилась  
курсовая работа!

Для получения полной версии отправьте 99 рублей по ссылке:

<https://pay.cloudtips.ru/p/7a822105>

Или по QR-коду:



Рис. 12: QR-код на оплату работы.