

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.09.2024 10:17:15

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c1feabb173e745d14a4851fda360080

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Юго-Западный государственный университет»**  
**(ЮЗГУ)**

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

*[Подпись]*  
О.Г. Локтионова

« 20 » 08



**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**  
**СВЯЗИ**

Методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»

Курск 2024

УДК 681.5

Составители А.А. Гуламов, О.Е. Ключникова

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
Зав. кафедры КПиСС В.Г. Андронов

**Физические основы оптических систем связи:**  
методические указания по выполнению самостоятельной работы  
для студентов специальности 10.05.02 Юго-Зап. гос. ун-т; сост.:  
А.А. Гуламов, О.Е. Ключникова. Курск, 2024. -16 с.: - Библиогр.:  
с. 16.

Приводятся краткие сведения о темах для самостоятельного изучения по дисциплине «Физические основы оптических систем связи», необходимые для успешного освоения дисциплины. Указывается порядок выполнения самостоятельной работы всех предусмотренных учебным планом видов, приводятся рекомендации по оформлению результатов работы.

Предназначены для студентов специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» по дисциплине «Физические основы оптических систем связи»

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *ад.ж* Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,84. Тираж 100 экз. Заказ *УЗ*.  
Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Содержание

|   |      |
|---|------|
| 1 Введение  | - 4  |
| 2 Перечень учебно-методического обеспечения для<br>Самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | - 6  |
| 3 Запланированные виды самостоятельной работы<br>по дисциплине                                      | - 7  |
| 4 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы   | - 12 |
| Библиографический список  | - 16 |

## 1 Введение

**Самостоятельная работа** - это работа студентов по освоению определенной темы курса, которая предполагает: изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, первоисточников, подготовку докладов и сообщений на практических занятиях, написание рефератов, выполнение дополнительных заданий преподавателя. Также предполагает решение тестовых заданий с последующей самопроверкой, осуществляемой путём поиска ответов на тестовые вопросы в учебной и иной литературе. Такая деятельность позволяет выявить и восполнить пробелы в понимании материала, лучше подготовиться к итоговой аттестации.

Перед лекционными занятиями следует повторить материал предыдущей лекции. Это поможет в усвоении нового материала, позволит быть готовыми к экспресс-опросу на лекции. Систематическое повторение отнимает незначительное время и существенно экономит его при подготовке к занятиям и экзамену. При повторении лекционного материала рекомендуется просматривать основную литературу по данному курсу, в которой материал рассматривается в более широком аспекте. Рекомендуемое время на подготовку к лекционным занятиям – не более 30 мин.

Перед лабораторной работой следует ознакомиться с методическими рекомендациями по выполнению лабораторной работы. Это позволит быстро выполнить эту работу. Оформление отчета следует выполнять дома. В процессе оформления необходимо прочитать теоретический материал, приведенный в методических указаниях и в учебнике. Сдавать работу следует сразу по ее оформлению, не затягивая и не накапливая долги. Рекомендуемое время на оформление отчета – 1 час.

Для успешной подготовки к зачету необходимо иметь конспект лекций. Подготовка по основной и дополнительной литературе, где материал дан в значительно большем объеме, потребует от студента существенных временных затрат.

Целесообразно эту литературу использовать для уточнения неясных вопросов и углубленного изучения материала.

Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение материалов дисциплины по записям лекций и учебникам, выполнение домашних заданий, оформление отчетов по лабораторным работам, а также подготовку к зачету. Вся эта работа планируется самим студентом по рекомендациям преподавателя.

Студенты, не имеющие опыта и считающие, что можно работать без плана, запускают занятия и, будучи не в состоянии нагнать пропущенное, перестают понимать лекции, не справляются с решением задач на лабораторных занятиях.

Оценка результативности самостоятельной работы студентов обеспечивается контрольными опросами и собеседованиями со студентами и проверкой выполнения заданий по преподавателя.

Рекомендуется следующий порядок работы студента. Сначала выполняется наиболее трудная ее часть: изучение учебного материала по записям лекций, прослушанных в этот же день. Прочтя свою запись и дополнив ее тем, что еще свежо в памяти, студент обращается к учебнику по дисциплине или к электронному ресурсу. Рекомендуется делать выписки из источников информации на свободных страницах конспекта. В процессе проработки материала отмечаются неясные стороны изучаемой темы и формулируются вопросы, которые следует задать преподавателю.

Наилучшего результата достигают те студенты, которые предварительно знакомятся с материалом по теме предстоящих занятий. Благодаря этому студенты будут осознанно и критически относиться к изложению лекции и воспримут ее с большим «коэффициентом полезного действия».

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам контрольных опросов, по результатам защиты лабораторных работ и представления рефератов.

Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение материалов дисциплины по записям лекций и учебникам,

выполнение домашних заданий, подготовку рефератов по заданным темам, а также подготовку к экзамену. Вся эта работа планируется самим студентом по рекомендациям преподавателя.

Оценка результативности самостоятельной работы студентов обеспечивается контрольными опросами и беседами со студентами и проверкой выполнения заданий преподавателя.

## **2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
  - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
  - тем рефератов;
  - вопросов к зачету;
  - методических указаний к выполнению лабораторных работ и

т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

### 3 Запланированные виды самостоятельной работы по дисциплине

В соответствии с учебным планом, на самостоятельную работу студентов в рамках дисциплины «Физические основы оптических систем связи» отводится соответственно 88,85 часов для очной формы обучения. Распределение часов самостоятельной работы по темам (видам деятельности) приведено в рабочей программе дисциплины (Таблица 4.3.).

В таблице ниже приведены соответствующие сведения, взятые из рабочей программы дисциплины.

Таблица 1 – Самостоятельная работа студентов очной формы обучения.

| №     | Наименование раздела учебной дисциплины                     | Срок выполнения | Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час. |
|-------|---|-----------------|--|
| 1     | 2   | 3               | 4  |
| 1     | Геометрическая (лучевая) оптика.                            | 1 - 6 нед.      | 10   |
| 2     | Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков. | 7 – 9 нед.      | 10   |
| 3     | Поглощение и рассеяние света.                               | 9 – 11 нед.     | 10   |
| 4     | Лазеры.   | 11 – 15 нед.    | 10   |
| 5     | Нелинейная оптика..   | 15 – 18 Нед.    | 12,85  |
| Итого |   |                 | 52,8   |

Лекционные занятия дисциплины, структурированные по темам, проводятся в соответствии с Рабочей программы дисциплины (Таблица 4.1.1 Рабочей программы дисциплины) и включают следующие темы:

Таблица 2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) курса

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины                                    | Содержание  |
|-------|---|---|
| 1     | 2   | 3   |
| 1     | Геометрическая (лучевая) оптика.                            | Принцип Ферма. Основные определения. Закон взаимности или обратимости световых лучей. Преломление (и отражение) на сферической поверхности. Фокусы сферической поверхности. Изображение малых предметов при преломлении на сферической поверхности. Увеличение. Теорема Лагранжа – Гельмгольца. Центрированная оптическая система. Преломление в линзе. Общая формула линзы. Фокусные расстояния тонкой линзы. Изображение в тонкой линзе. Увеличение. Идеальные оптические системы |
| 2     | Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков. | Формулы Френеля. Поляризация света при прохождении через границу двух диэлектриков. Явление полного внутреннего отражения. Исследование отраженной волны. Эллиптическая поляризация. Одномодовое и многомодовое оптическое волокно. Исследование преломленной волны.  |
| 3     | Поглощение и рассеяние света.                               | Поглощение (абсорбция) света. Прохождение света через оптически неоднородную среду. Молекулярное рассеяние света. Спектры молекулярного рассеяния света. Компоненты Мандельштама-Бриллюэна. Комбинационное рассеяние света.   |
| 4     | Лазеры.   | Спонтанное и вынужденное излучение. Принципы усиления света. Основные типы лазеров. Рубиновый лазер. Неодимовый лазер. Гелий-неоновый лазер. Лазер на углекислом газе. Ионные лазеры. Эксимерные лазеры. Лазеры на красителях. Полупроводниковые лазеры. Химические лазеры. Открытые резонаторы лазеров.  |



|   |                    |  |
|---|--------------------|--|
| 5 | Нелинейная оптика. | Механизмы оптической нелинейности. Некогерентные нелинейные эффекты. Генерация второй оптической гармоники. Параметрическая генерация света. Вынужденное рассеяние. Эффекты самовоздействия света. |
|---|--------------------|--|

Лабораторные работы, предусмотренные Рабочей программой дисциплины, представлены в таблице ниже.

Таблица 4- Лабораторные работы студентов очной формы обучения

| №     | Наименование лабораторной работы  | Объем, час. |
|-------|---|-------------|
| 1     | Измерение показателя преломления пластины по углу Брюстера.   | 4           |
| 2     | Измерение преломляющих углов и показателя преломления призмы методами геометрической оптики и по углу Брюстера. | 4           |
| 3     | Определение толщины пластины интерферометрическим методом в отраженном свете (полосы равного наклона).          | 4           |
| 4     | Интерференция и когерентность (наблюдение явления интерференции, оценка длины когерентности)                    | 4           |
| 5     | Измерение малых деформаций (Определение модуля Юнга.)   | 4           |
| 6     | Измерение показателя преломления пластины интерферометрическим методом в проходящем свете.                      | 4           |
| 7     | Показатель преломления воздуха (определение зависимости показателя преломления от давления).                    | 4           |
| 8     | Физические основы распространения оптических волн в волоконных световодах. П.5.                                 | 4           |
| 9     | Физические основы распространения оптических волн в волоконных световодах. П.6.                                 | 6           |
| 10    | Исследование зависимости удельного коэффициента затухания, вносимого изгибом световода от его радиуса.          | 6           |
| 11    | Качественный анализ модовой структуры волоконных световодов.  | 4           |
| 12    | Экспериментальное определение числовой апертуры волоконных световодов.  | 6           |
| Итого |   | 54          |

Рекомендации по выполнению лабораторных работ приведены в соответствующих методических указаниях к

лабораторным работам [1 - 3]. Методические указания содержат полные требования к видам и объему самостоятельной работы при подготовке, выполнении, оформлении отчетов и защите лабораторных работ.

### **3.1 Вопросы для контрольного опроса по теме 1**

- 1.1 Геометрическая (лучевая) оптика/
- 1.2 Принцип Ферма.
- 1.3 Основные определения.
- 1.4 Закон взаимности или обратимости световых лучей.
- 1.5 Преломление (и отражение) на сферической поверхности.
- 1.6 Фокусы сферической поверхности.
- 1.7 Изображение малых предметов при преломлении на сферической поверхности.
- 1.8 Увеличение. Теорема Лагранжа – Гельмгольца.
- 1.9 Центрированная оптическая система.
- 1.10 Преломление в линзе. Общая формула линзы.
- 1.11 Фокусные расстояния тонкой линзы.
- 1.12 Изображение в тонкой линзе. Увеличение.
- 1.13 Идеальные оптические системы.
- 1.14 Кардинальные точки и плоскости.
- 1.15 Линейное поперечное увеличение.
- 1.16 Формулы системы.
- 1.17 Угловое увеличение.
- 1.18 Продольное увеличение.
- 1.19 Фокусы системы.
- 1.20 Положения главных плоскостей системы.

### **3.2 Вопросы для контрольного опроса по теме 2**

- 2.1 Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков.
- 2.2 Формулы Френеля.
- 2.3 Поляризация света при прохождении через границу двух диэлектриков.
- 2.4 Наглядная интерпретация закона Брюстера.

2.5 Явление полного внутреннего отражения. Оптические волокна.

2.6 Исследование отраженной волны. Эллиптическая поляризация.

2.7 Исследование преломленной волны.

### **3.3 Вопросы для контрольного опроса по теме 3**

3.1 Закон Бугера

3.2 Причины потерь в кварцевых оптических волокнах

3.3 Рассеяние в оптических волокнах.

3.4 Молекулярное рассеяние света.

3.5 Рассеяние Мандельштама-Бриллюена.

### **3.4 Вопросы для контрольного опроса по теме 4**

4.1 Спонтанное и вынужденное излучение.

4.2 Принципы усиления света.

4.3 Лазер устройство принцип работы.

4.4 Рубиновый лазер.

4.5 Неодимовый лазер.

4.6 Гелий-неоновый лазер.

4.7 Лазер на углекислом газе.

4.8 Ионные лазеры.

4.9 Эксимерные лазеры.

4.10 Лазеры на красителях.

4.11 Полупроводниковые лазеры.

4.12 Химические лазеры.

4.13 Открытые резонаторы.

4.14 Устойчивые и неустойчивые резонаторы.

4.15 Спектральные характеристики открытых резонаторов.

4.16 Гауссовы пучки.

### **3.5 Вопросы для контрольного опроса по теме 5**

5.1 Нелинейная оптика.

5.2 Механизмы оптической нелинейности.

5.3 Некогерентные нелинейные эффекты.

5.4 Генерация второй оптической гармоники (ГВГ).

5.5 ГВГ условия синхронизма.

5.6 Параметрическая генерация света.

5.7 Эффекты самовоздействия света.

5.8 Вынужденное рассеяние и обращение волнового фронта.

Полностью с фондом оценочных средств (ФОС) по дисциплине можно ознакомиться на сайте [do.swsu.ru](http://do.swsu.ru) – Физические основы оптических систем связи для студентов специальности 10.05.02.

## **4 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы**

### **4.1 Изучение теоретических основ дисциплин**

Изучение теоретической части дисциплин способствует углублению и закреплению знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также развивает у студентов творческие навыки, инициативы и умение организовать свое время.

Самостоятельная работа при изучении дисциплины включает:

- работу над конспектом лекций;
- изучение рекомендованной литературы;
- поиск и ознакомление с информацией в сети Интернет;
- подготовку к различным формам контроля (контрольный опрос, собеседование, тесты, контрольные работы, коллоквиумы);
- подготовку и написание рефератов;
- выполнение контрольных работ;
- подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины, в том числе заданным преподавателям по результатам контроля знаний.

Материал, законспектированный в течение лекций, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.

При освоении дисциплины сначала необходимо по каждой теме изучить рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы;

проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.

По требованию преподавателя конспект лекций предоставляется ему для проверки. Замеченные недостатки и внесенные замечания и предложения следует отработать в приемлемые сроки.

#### **4.2 Подготовка лабораторных работ**

При подготовке и защите лабораторных работ необходимо обращать особое внимание на полноту и грамотность выполнения отчета по лабораторной работе, наличие в них кратких обоснований принимаемых решений и выводов по результатам работы. При несоответствии отчета этим требованиям преподаватель может возвращать его на доработку. При опросе студентов основное внимание обращается на усвоение ими основных теоретических положений, на которых базируется данная работа, и понимания того, как эти положения применяются на практике. Для освоения дисциплины в полном объеме студенту необходимо посещать все аудиторные занятия и самостоятельно прорабатывать полученный материал.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов осуществляется перед выполнением лабораторной работы, в процессе ее защиты, а так же на зачете и экзамене.

При самостоятельном изучении дисциплины и подготовке к аудиторным занятиям и выполнении домашних заданий студенты должны использовать рекомендованную учебную литературу и учебно-методические указания. Источники информации доступны на сайте кафедры.

Самостоятельная работа осуществляется при подготовке к работе в соответствии с заданными темами, подготовке ответов к вопросам для самоконтроля и контрольным вопросам.

Каждая работа включает пункты «Подготовка к работе», «Вопросы для самоконтроля», «Контрольные вопросы».

Отчет по лабораторной работе выполняется индивидуально каждым студентом.

Отчет должен содержать все предусмотренные методическими указаниями разделы, включая контрольные вопросы. Рекомендуется включать в отчет ответы на контрольные вопросы в *кратком* виде. Поскольку эти ответы являются продуктом самостоятельной работы, совпадение текстов ответов в отчетах разных студентов приводит преподавателя к необходимости формировать дополнительные вопросы по соответствующей теме.

### **4.3 Подготовка практических занятий**

Проведение практических занятий включает в себя следующие этапы:

- объявление темы занятий и определение задач лабораторно-практической работы;
- определение этапов и порядка выполнения лабораторно-практической работы;
- собственно выполнение работы студентами и контроль за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;
- подведение итогов работы и формулирование основных выводов.

Практические занятия предусматривают ведение рабочей тетради, в которой отражаются результаты выполненных работ. При подготовке к самостоятельной работе студент должен изучить соответствующие методические указания, а также подготовить вспомогательные материалы, необходимые для ее выполнения (бланки таблиц, бланки для построения различных видов графиков и т.п.).

Рабочая тетрадь ведется индивидуально. В случае бригадного проведения практических занятий, связанного с разделением функций, фрагменты, выполненные другими участниками, копируются в рабочую тетрадь по завершении этапа задания или всего задания.

Основные требования к рабочей тетради:

- на титульном листе указывается предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента;

- каждая работа нумеруется в соответствии с методическими указаниями; указывается дата выполнения работы;

- полностью записывается название работы, цель и принцип метода, кратко характеризуется ход эксперимента и объект исследования;

- при необходимости приводится рисунок установки; результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно по указанию преподавателя;

- в конце каждой работы делается вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия. Все первичные записи заносятся в тетрадь по ходу эксперимента. К лабораторным и практическим занятиям студент допускается только после инструктажа по технике безопасности. Положения техники безопасности изложены в инструкциях, которые имеются в лаборатории.

### **Библиографический список**

1. Цикл лабораторных работ на лабораторном оптическом комплексе ЛКО-4: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, И.Г. Бабанин. – Курск, 2024. – 48 с.

2. Физические основы распространения оптических волн в волоконных световодах: методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.А. Гуламов, И.Г. Бабанин. Курск, 2024. 44 с.: ил. 16. Библиогр.: с.44.

3. Исследование характеристик волоконных световодов: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, И.Г. Бабанин. – Курск, 2024. – 47 с.

4. Геометрическая оптика: методическое указание по решению задач для студентов специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.А. Гуламов. Курск, 2024. 31 с.: ил. 18. Библиогр.: с.29.