

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 23.03.2017 12:50:57  
Уникальный образовательный элемент  
0b817ca911e66680cb135fd436d395f1c11eabbf73e947df44851fd566d089  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи



## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ

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

Курск 2017

УДК 681.5

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

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *И.Е. Чернецкая*

**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, 2017. 16 с.: - Библиогр.:  
с. 4 .

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 дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 24.11.17. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,6. Тираж 100 экз. Заказ 2096.  
Бесплатно.

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

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1 Введение .....   | 4  |
| 2 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы ... | 6  |
| 3 Запланированные виды самостоятельной работы по дисциплине ...  | 7  |
| 4 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы .....        | 12 |
| Библиографический список.....                                    | 16 |

## 1 Введение

Самостоятельная работа - это индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа студентов включает:

- изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы;
- отработку изучаемого материала по печатным и электронным источникам, конспектам лекций;
- подготовку к контрольной работе;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- выполнение отчетов по лабораторным работам и подготовку к их защите;
- подготовку к выполнению практических заданий;
- выполнение курсовой работы (проекта);
- выполнение контрольных, самостоятельных работ;
- выполнение индивидуальных заданий (решение задач, подготовка сообщений, докладов, исследовательские работы и т.п.);
- работу над творческими заданиями;
- подготовку кратких сообщений, докладов, рефератов, самостоятельное составление задач по изучаемой теме (по указанию преподавателя);
- работу над выполнением наглядных пособий (схем, таблиц и т.п.).

Назначение самостоятельной работы студентов.

- **Овладение знаниями**, что достигается:

чтением текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составлением плана текста, графическим структурированием текста, конспектированием текста, выписками из текста, работой со словарями и справочниками, ознакомлением с нормативными документами, выполнением учебно-

исследовательской работы, поиском информации в сети Интернет и т.п.;

- **закрепление знаний**, что достигается:

работой с конспектом лекций, обработкой текста, повторной работой над учебным материалом (учебником, первоисточником, дополнительной литературой), составлением плана, таблиц для систематизации учебного материала, ответами на контрольные вопросы, заполнением рабочей тетради, аналитической обработкой текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовкой мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовкой реферата, составлением библиографии и т.п.;

- **формирование навыков и умений**, что достигается:

решением задач и упражнений по образцу, решением вариативных задач, выполнением чертежей, схем, расчетов (графических работ), решением ситуационных (профессиональных) задач, подготовкой к деловым играм, проектированием и моделированием разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальной работой и т.п.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Текущий контроль качества выполнения самостоятельной работы может осуществляться с помощью:

- контрольного опроса;

- собеседования;

- автоматизированного программированного контроля (машинного контроля, тестирования с применением ЭВМ).

## **2 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплины пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием в лабораториях и методическими разработками кафедры космического приборостроения и систем связи в рабочее время, установленное правилами внутреннего распорядка.

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

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, периодической, справочной литературой в соответствии с УП и 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;

– разработкой заданий для самостоятельной работы;

– разработкой вопросов к экзаменам и зачетам;

– разработкой методических указаний к выполнению лабораторных и практических 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 72 часа. 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.

| №     | Наименование раздела учебной дисциплины   | Срок выполнения | Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час. |
|-------|---|-----------------|--|
| 1     | 2   | 3               | 4  |
| 1     | Геометрическая (лучевая) оптика. Подготовка курсовой работы.  | 1 - 6 нед.      | 18   |
| 2     | Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков. Подготовка курсовой работы.             | 7 – 9 нед.      | 13   |
| 3     | Поглощение и рассеяние света. Подготовка курсовой работы.   | 9 – 11 нед.     | 13   |
| 4     | Лазеры. Подготовка курсовой работы.   | 11 – 15 нед.    | 14   |
| 5     | Нелинейная оптика. Подготовка доклада с презентацией и выступление с ним на защите курсовой работы. | 15 – 18 Нед.    | 14   |
| Итого |   |                 | 72   |

Лекционные занятия дисциплины, структурированные по темам, проводятся в соответствии с Рабочей программой 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, описаны в таблице ниже.

Таблица 3- Лабораторные работы

| №     | Наименование лабораторной работы  | Объем, час. |
|-------|---|-------------|
| 1     | Измерение показателя преломления пластины по углу Брюстера.   | 3           |
| 2     | Измерение преломляющих углов и показателя преломления призмы методами геометрической оптики и по углу Брюстера. | 3           |
| 3     | Определение толщины пластины интерферометрическим методом в отраженном свете (полосы равного наклона).          | 3           |
| 4     | Измерение показателя преломления пластины интерферометрическим методом в проходящем свете.                      | 3           |
| 5     | Показатель преломления воздуха (определение зависимости показателя преломления от давления).                    | 3           |
| 6     | Качественный анализ модовой структуры волоконных световодов.  | 3           |
| Итого |   | 18          |

Рекомендации по выполнению лабораторных работ приведены в соответствующих методических указаниях к лабораторным работам [1 - 2]. Методические указания содержат полные требования к видам и объему самостоятельной работы при подготовке, выполнении, оформлении отчетов и защите лабораторных работ.

Таблица 4 - Практические занятия

| №     | Наименование практического (семинарского) занятия           | Объем, час. |
|-------|---|-------------|
| 1     | Геометрическая (лучевая) оптика.                            | 6           |
| 2     | Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков. | 2           |
| 3     | Поглощение и рассеяние света.                               | 2           |
| 4     | Лазеры.   | 4           |
| 5     | Нелинейная оптика.  | 4           |
| Итого |   | 18          |

Рекомендации по выполнению практических занятий приведены в соответствующих методических указаниях к практическим занятиям [3].

Методические указания содержат полные требования к видам и объему самостоятельной работы при подготовке, выполнении и оформлении отчетов.

Примеры вариантов творческих заданий, содержащиеся в Рабочей программе дисциплины, приведены ниже.

### **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.

### **3.6 Примеры тем курсовых работ.**

- Поглощение излучения в оптических волокнах.
- Полупроводниковые лазеры.
- Механизмы оптической нелинейности.
- Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM).

## **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 к практическим занятиям**

Практические занятия предусматривают ведение рабочей тетради, в которой отражаются результаты выполненных работ. При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить соответствующий теоретический материал по лекциям и рекомендованной литературе, 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 работы;
- при необходимости приводятся рисунки, схемы устройств;
- в конце каждой работы делается вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.

#### **4.4 Творческие задания**

Творческие задания выдаются подготовленным студентам, желающим совершенствовать свои знания, навыки и умения по направлению учебной дисциплины.

Тема творческого задания, его сложность, сроки выполнения и формы отчетности формируются индивидуально в процессе собеседования студента с преподавателем.

В процессе выполнения творческого задания неизбежно возникновение вопросов, без разрешения которых дальнейшее продвижение невозможно. Если самостоятельное их решение затруднено, не следует отводить для поиска решений слишком большое время: следует попросить консультации у преподавателя.

При подготовке к консультации необходимо описать ситуацию, ход исследований и четко сформулировать возникший вопрос.

В процессе выполнения творческого задания необходимо вести рабочие записи. Рабочие записи должны содержать дату и тему текущего этапа, список использованных источников, необходимые чертежи, расчеты и описания условий проведения исследований, как теоретического, так и практического характера.

На основе рабочих записей формируется отчет о проделанной работе. Отчет по решению преподавателя может быть представлен также в виде публичного доклада, в том числе и в рамках конференции или статьи.

### Библиографический список

1. Цикл лабораторных работ на лабораторном оптическом комплексе ЛКО-4 [Электронный ресурс] : методическое указание по выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 11.03.02, специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. А. Гуламов, И. Г. Бабанин. - Электрон. текстовые дан. (684 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 41 с.

2. Исследование характеристик волоконных световодов [Электронный ресурс] : методическое указание по выполнению цикла лабораторных работ для студентов направления подготовки 11.03.02, специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. А. Гуламов, И. Г. Бабанин. - Электрон. текстовые дан. (424 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 40 с.

3. Геометрическая оптика [Электронный ресурс] : методическое указание по практическим занятиям по курсу «Физические основы оптических систем связи» для студентов направления подготовки 11.03.02, специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. А. А. Гуламов. - Электрон. текстовые дан. (687 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 30 с.

4. СТУ 04.02.030–2017 СТАНДАРТ УНИВЕРСИТЕТА - Курсовые работы (проекты). Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению.