

# 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  
С. П. Овчинникова  
« 1 » 03 2018 г.



## ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ

Методические указания по выполнению самостоятельной  
работы

для студентов направления подготовки 11.04.02  
инфокоммуникационные технологии и системы связи

Курск 2018

УДК 681.5

Составитель А.А. Гуламов

Рецензент

Доктор технических наук, профессор В.Г. Андронов

**Волоконная оптика в телекоммуникациях:** методические указания по выполнению самостоятельной работы /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов. Курск, 2018. 16 с.: - Библиогр.: с. 16 .

Приводятся краткие сведения о темах для самостоятельного изучения по дисциплине «Волоконная оптика в телекоммуникациях», необходимые для успешного освоения дисциплины. Указывается порядок выполнения самостоятельной работы всех предусмотренных учебным планом видов, приводятся рекомендации по оформлению результатов работы.

Предназначены для студентов направления подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 01.03.18. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,93 . Уч.-изд. л. 0,84. Тираж 100 экз. Заказ 1351.  
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 по выполнению 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 «Волоконная оптика в телекоммуникациях» отводится 80 часов. Распределение часов самостоятельной работы по темам (видам деятельности) приведено в рабочей программе дисциплины (Таблица 4.3.).

В таблицах ниже приведены соответствующие сведения, взятые из Рабочих программ дисциплин.

Таблица 1 – Самостоятельная работа студентов очного отделения.

	Наименование раздела учебной дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1.	Методы и основные протоколы передачи информации.	1-3 нед.	16
2.	Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM).	4-6 нед.	16
3.	Оптические линии связи.	7-9 нед.	16
4.	Аппаратура ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.	10-11 нед.	16
5.	Оптические сети доступа.	12-14 нед.	16
Итого			80

Таблица 2 Самостоятельная работа студентов заочного отделения

№	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4

1.	Методы и основные протоколы передачи информации.	1-3 нед.	18
2.	Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM).	4-6 нед.	18
3.	Оптические линии связи.	7-9 нед.	18
4.	Аппаратура ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.	10-11 нед.	16
5.	Оптические сети доступа.	12-14 нед.	24
Итого			94

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 3 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) курса

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Методы и основные протоколы передачи информации.	Цифровые методы передачи информации. Плезиохронный метод цифровой передачи. Обобщенная структурная схема однопролетной волоконнооптической линии связи. Синхронный метод передачи цифровых сигналов. Одноволновые ВОСП СЦИ. Конфигурация ВОСП СЦИ по рек. G.691. Асинхронный режим переноса сообщений (ATM). Компьютерная сеть Ethernet. Вариант конфигурации сети Ethernet. Схема организации сети Ethernet городского района. Всемирная сеть Internet. 7 уровней (или слоев) информационного взаимодействия. Основные службы Internet. Сервис WWW. Электронная почта (E-mail).
2	Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM).	Структурная схема системы передачи с WDM. Плотное волновое уплотнение, или DWDM. Типовая конфигурация системы ВОЛС с DWDM. Спектральным мультиплексированием низкой плотности CWDM. Сетка длин волн CWDM и DWDM.



3	Оптические линии связи.	Магистральные линии с DWDM. Промежуточный оптический усилитель. Конфигурации систем передачи ВОСП с DWDM. Варианты конфигураций ВОСП – CP различных фирм. Схема промежуточного усилителя для диапазонов C+L. Сети с DWDM компании ТрансТелеКом
4	Аппаратура ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.	Назначение и основные характеристики аппаратуры различного уровня. Способы применения аппаратуры в различных сетях.
5	Оптические сети доступа.	Концепция «последней мили» или волокна в дом. Определения оптических сетей доступа, их топология (архитектура), параметры и состав оборудования. Сеть FTTH и FTTB. Пассивные оптические сети (ПОС (PON)). Варианты волоконно-оптической технологии доступа (точка-точка, кольцо, дерево с активными узлами, дерево с пассивным оптическим разветвлением). Транспорт ячеек ATM в дереве PON. Стандарты PON.

Практические занятия, предусмотренные Рабочими программами дисциплины, представлены в таблицах ниже.

Таблица 4 - Практические занятия для очного отделения

№	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час.
1	Методы и основные протоколы передачи информации.	4
2	Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM).	4
3	Оптические линии связи.	4
4	Аппаратура ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.	4
5	Оптические сети доступа.	4
Итого		20

Таблица 5 Практические занятия для заочного отделения

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1	Методы и основные протоколы передачи информации.	1
2	Многоволновое уплотнение оптических несущих	1

	(WDM).	
3	Оптические линии связи.	1
4	Аппаратура ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.	1
5	Оптические сети доступа.	2
Итого		6

Рекомендации по выполнению практических занятий приведены в соответствующих методических указаниях к практическим занятиям [1 - 4].

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

#### 1. Вопросы для контрольного опроса по теме 1

- 1.1 Какие системы передачи называются аналоговыми и цифровыми?
- 1.2 Как происходит цикл передачи в системе ИКМ-30?
- 1.3 Как происходит объединение потоков по принципу чередования битов?
- 1.4 Назовите потоки и скорости передачи ПЦИ?
- 1.5 Поясните структурную схему однопролетной ВОЛС?
- 1.6 Назовите потоки и скорости передачи СЦИ?
- 1.7 Поясните схему преобразований СЦИ?
- 1.8 Поясните структуру модуля STM-1?
- 1.9 Поясните размещение контейнеров в модуле STM-1?
- 1.10 Что дает жесткая синхронизация на всех уровнях СЦИ?
- 1.11 На каких длинах волн работают одноволновые ВОСП СЦИ, назовите протяженность линий?
- 1.12 Какие три варианта конфигураций рассмотрены Рек. G.691
- 1.13 Какие сети получили название Ethernet?
- 1.14 На какие стандарты подразделяется стандарт IEEE802.3?
- 1.15 Какие стандарты включает стандарт Fast Ethernet?

- 1.16 Когда был введен и что представляет Гигабитный Ethernet?
- 1.17 Когда был введен и что представляет 10-гигабитный Ethernet?

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

- 2.1 Что представляет метод временного уплотнения (TDM)?
- 2.2 Что представляет метод частотного уплотнения (FDM)?
- 2.3 Что представляет собой модовое уплотнение (MDM)?
- 2.4 Что представляет собой уплотнение по поляризации (PDM)?
- 2.5 Что представляет собой уплотнение каналов по полярности?
- 2.6 Что представляет структурная схема системы передачи с WDM?
- 2.7 Какая сетка оптических частот системы передачи с WDM?
- 2.8 Для чего предназначено устройство – транспондер?
- 2.9 Что представляет типовая конфигурация системы ВОЛП с DWDM?
- 2.10 Что представляет собой мультиплексирование низкой плотности CWDM, какая сетка каналов?

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

- 3.1 Что представляют три варианта построения магистральных линий с WDM согласно документам МСЭ?
- 3.2 Какова структурная схема промежуточного оптического усилителя?
- 3.3 Поясните рис. 16 - варианты конфигураций ВОСП – СР?
- 3.4 Что представляет типовая конфигурация системы ВОЛП с DWDM?
- 3.5 Что представляют схема промежуточного усилителя для диапазонов С+L?
- 3.6 Магистральные линии связи в РФ.

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

- 4.1 Приведите пример и данные современной магистральной системы DWDM компании NEC?
- 4.2 Приведите пример и данные современной системы CWDM компании NEC?
- 4.3 Приведите пример и данные современной магистральной системы DWDM компании Lucent Technologies?
- 4.4 Приведите пример и данные современной системы DWDM для городских сетей компании Lucent Technologies?

4.5 Приведите пример и данные современной магистральной системы DWDM компаний РФ?

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

5.1 Что представляют оптические сети доступа?

5.2 Что представляют пассивные оптические сети доступа?

5.3 Что представляют рекомендации G.983?

5.4 Что представляют топология ПОС?

5.5 Что представляют архитектура ПОС?

5.6 Каковы основные особенности APON (G.983.1)?

5.7 Каковы основные особенности стандарта IEEE 802.3ah?

5.8 Проведите сравнительный анализ APON, EPON, GPON?

## **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. Методы и основные протоколы передачи информации: [Электронный ресурс] методические указания по выполнению практической работы /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, А.Н. Шевцов. – Электрон. Текстовые дан. (760 КБ). - Курск, 2018. 12 с.: - Библиогр.: с. 12.
2. Многоволновое уплотнение оптических несущих (WDM): [Электронный ресурс] методические указания по выполнению практической работы /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, А.Н. Щитов. – Электрон. Текстовые дан. (870 КБ). - Курск, 2018. 13 с.: - Библиогр.: с. 13.
3. Аппаратура волоконно-оптических систем передачи со спектральным разделением каналов: [Электронный ресурс] методические указания по выполнению практической работы /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, А.А. Чуев. – Электрон. Текстовые дан. (855 КБ). - Курск, 2018. 15 с.: - Библиогр.: с. 15.
4. Выбор топологии сети и способа укладки оптического кабеля: [Электронный ресурс] методические указания по выполнению практической работы /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, Е.М. Кудюров. – Электрон. Текстовые дан. (766 КБ). - Курск, 2018. 13 с.: - Библиогр.: с. 13.