

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 03.05.2017 17:48:39
Уникальный образовательное учреждение высшего образования
0b817ca911e66680b135a1436d79e5f1c11ca4b673e947d64a4851fd156d089
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи



КВАНТОВАЯ И ОПТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

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*

Квантовая и оптическая электроника: методические указания по выполнению самостоятельной работы /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, О.Е. Ключникова. Курск, 2017. 20 с.: - Библиогр.: с. 4 .

Приводятся краткие сведения о темах для самостоятельного изучения по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника», 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 и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 10.11.17. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,6. Тираж 100 экз. Заказ 1872.
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	15
Библиографический список.....	20

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 «Квантовая и оптическая электроника» отводится 54 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	1. Основы квантовой электроники. 1.1 История квантовой электроники. 1.2 Взаимодействие излучения с веществом. Форма и ширина спектральной линии. 1.3 Устройство и принцип работы лазеров. Рабочее вещество. Инверсия населенности. Двухуровневая система. Трёхуровневые системы. Четырёхуровневая система. Оптические резонаторы. Условия самовозбуждения и насыщения усиления. Импульсная генерация, модуляция добротности и синхронизация мод. Подготовка курсовой работы. Подготовка письменной самостоятельной работы	1 - 5 недели	14
2	1.4 Свойства лазерного излучения. Монохроматичность. Когерентность. Поляризация. Направленность. Яркость и мощность излучения. 1.5 Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Рубиновый лазер. Неодимовый лазер. Газовые лазеры. Атомные лазеры. Лазеры на парах металлов. Ионные лазеры. Молекулярные лазеры.	6 - 9 недели	13

	<p>Эксимерные лазеры. Химические лазеры. Газодинамические лазеры. Электроионизационные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Жидкосные лазеры.</p> <p>Подготовка письменной самостоятельной работы.</p>		
3	<p>2. Основы оптоэлектроники.</p> <p>2.1 Этапы развития оптоэлектроники.</p> <p>2.2 Источники излучения. Светодиоды. Полупроводниковые лазеры на n-p переходе.</p> <p>2.3 Фотоэлектронные приемники. Поглощение оптического излучения полупроводниками. Фотоэлектрический эффект в n-p переходе. Фотоэлектронные приборы в вентильном режиме. Фотодиоды. Фототранзисторы и фоторезисторы. Оптоэлектронные пары.</p> <p>2.4 Модуляция лазерного излучения. Оптические модуляторы. Дефлекторы.</p> <p>Подготовка письменной самостоятельной работы.</p>	10 - 14 недели	14
	<p>2.5 Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Элементная база ВОЛС. Классификация ВОЛС.</p> <p>2.6 Голографические системы хранения и обработки информации. Голографическое запоминающее устройство. Голографические схемы записи и считывания информации.</p> <p>2.7 Системы отображения информации. Особенности зрительного восприятия информации. Физические эффекты, используемые для отображения информации. Жидкокристаллические индикаторы. ЖК индикаторные панели.</p> <p>2.8 Электролюминесцентные индикаторы.</p> <p>Защита письменной самостоятельной работы.</p> <p>Подготовка к зачету.</p>	15 – 18 недели	13
Итого			54

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	Основы квантовой электроники.	<p>1.1 История квантовой электроники.</p> <p>1.2 Взаимодействие излучения с веществом. Форма и ширина спектральной линии.</p> <p>1.3 Устройство и принцип работы лазеров. Рабочее вещество. Инверсия населенности. Двухуровневая система. Трёхуровневые системы. Четырёхуровневая система. Оптические резонаторы. Условия самовозбуждения и насыщения усиления. Импульсная генерация, модуляция добротности и синхронизация мод.</p> <p>1.4 Свойства лазерного излучения. Монохроматичность. Когерентность. Поляризация. Направленность. Яркость и мощность излучения.</p> <p>1.5 Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Рубиновый лазер. Неодимовый лазер. Газовые лазеры. Атомные лазеры. Лазеры на парах металлов. Ионные лазеры. Молекулярные лазеры. Эксимерные лазеры. Химические лазеры. Газодинамические лазеры. Электроионизационные лазеры. Полупроводниковые лазеры. Жидкосные лазеры.</p>

2	Основы оптоэлектроники.	<p>2.1 Этапы развития оптоэлектроники.</p> <p>2.2 Источники излучения. Светодиоды. Полупроводниковые лазеры на p-n переходе.</p> <p>2.3 Фотоэлектронные приемники. Поглощение оптического излучения полупроводниками. Фотоэлектрический эффект в p-n переходе. Фотоэлектронные приборы в вентильном режиме. Фотодиоды. Фототранзисторы и фоторезисторы. Оптоэлектронные пары.</p> <p>2.4 Модуляция лазерного излучения. Оптические модуляторы. Дефлекторы.</p> <p>2.5 Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Элементная база ВОЛС. Классификация ВОЛС.</p> <p>2.6 Голографические системы хранения и обработки информации. Голографическое запоминающее устройство. Голографические схемы записи и считывания информации.</p> <p>2.7 Системы отображения информации. Особенности зрительного восприятия информации. Физические эффекты, используемые для отображения информации. Жидкокристаллические индикаторы. ЖК индикаторные панели.</p> <p>2.8 ЭлектрOLUMИнесцентные индикаторы.</p>
---	-------------------------	--

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

Таблица 3- Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	Физические основы распространения оптических волн в волоконных световодах.	6
2	Экспериментальное определение числовой апертуры волоконных световодов.	3
3	Исследование зависимости удельного коэффициента затухания, вносимого изгибом световода от его радиуса.	3
4	Исследование характеристик разъемных соединителей.	3
5	Исследование характеристик оптического разветвителя 1x2.	3
Итого		18

Рекомендации по выполнению лабораторных работ приведены в соответствующих методических указаниях к лабораторным работам [1 - 3]. Методические указания содержат полные требования к видам и объему лабораторной работы при

подготовке, выполнении, оформлении отчетов и защите лабораторных работ.

Таблица 4 - Практические занятия

№	Наименование практического (семинарского) занятия	Объем, час.
1	Взаимодействие излучения с веществом.	2
2	Устройство и принцип работы лазеров.	2
3	Свойства лазерного излучения.	2
4	Типы лазеров.	3
5	Источники излучения.	1,5
6	Фотоэлектронные приемники.	1,5
7	Модуляция лазерного излучения.	1,5
8	Волоконно-оптические линии связи.	1,5
9	Голографические системы хранения и обработки информации.	1,5
10	Системы отображения информации	1,5
Итого		18

Рекомендации по выполнению практических занятий приведены в соответствующих методических указаниях к практическим занятиям [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 по теме 1

1.1 Дайте определение квантовой электронике.

1.2 Назовите первые квантовые генераторы когерентного излучения.

1.3 Как образован термин “Laser”?

1.4 Чем отличается излучение лазеров?

1.5 В чем отличия между спонтанными вынужденным излучением?

1.6 Как связаны друг с другом коэффициенты спонтанного и вынужденного излучения и поглощения?

1.7 Что называется инверсной населенностью и почему она необходима для получения усиления в квантовой системе?

1.8 Какая ширина спектральной линии называется естественной?

1.9 Что такое Доплеровское уширение?

1.10 Чем определяется уширение при столкновениях?

1.11 От чего зависит уширение в твердых телах?

1.12 Чем объясняется уширение в магнитных и электрических полях?

1.13 Опишите устройство лазера и принцип работы?

1.14 Назовите виды накачек?

1.15 Какие процессы учитываются в двухуровневой системе?

1.16 Какие процессы учитываются в трехуровневой системе?

1.17 Сформулируйте условия получения максимального уровня инверсии в трехуровневой системе.

1.18 Почему в четырехуровневой системе можно получать инверсную населенность при минимальном уровне накачки?

1.19 Укажите условия возникновения генерации излучения в квантовой системе.

1.20 Что такое добротность оптического резонатора?

1.21 Как возникает стоячая волна в плоском резонаторе?

1.22 Укажите виды потерь энергии в резонаторе. Какие виды потерь являются полезными?

1.23 Проведите сравнение свойств плоских и сферических резонаторов.

1.24 Что такое насыщение усиления и как оно проявляется?

1.25 Что такое самовозбуждение?

1.26 Опишите развитие лазерного импульса при модуляции добротности.

1.27 Что такое режим самосинхронизации мод?

1.28 Почему ширина линии лазерного излучения может быть меньше естественной ширины линии?

1.29 Что такое когерентность излучения, и для каких областей применения лазеров она важна?

1.30 Как можно экспериментально наблюдать когерентность излучения лазера?

1.31 Какими факторами определяется расходимость лазерного излучения?

1.32 Как формируется поляризация лазерного излучения?

1.33 Почему плотность мощности излучения лазеров может достигать очень больших величин?

1.34 Укажите основные параметры и особенности следующих лазеров:

- рубинового;
- на неодимовом стекле;
- на алюмоиттриевом гранате;
- гелий-неонового;
- на смеси углекислый газ – азот – гелий;
- газодинамического;
- химического;
- на парах металлов;
- ионно – аргоновых;
- азотного;
- эксимерных;
- полупроводниковых;
- на красителях.

1.35 Укажите активные ионы в лазерах на рубине, алюмоиттриевом гранате и неодимовом стекле.

1.36 Чем отличаются лазеры на алюмоиттриевом гранате и неодимовом стекле.

1.37 В чем состоит принцип действия волоконных лазеров?

1.38 Назовите положительные свойства волоконных лазеров.

1.39 Укажите функции гелия в гелий-неоновом лазере.

1.40 Почему лазеры на парах меди могут работать только в импульсном режиме?

1.41 На каких переходах молекул углекислого газа происходит генерация?

1.42 Почему активная среда лазера на углекислом газе содержит азот и гелий?

1.43 Укажите, в смесях каких газов при разряде могут образовываться эксимерные молекулы.

1.44 Проанализируйте схему потенциальных кривых одной из эксимерных молекул.

1.45 Сформулируйте принцип работы полупроводникового лазера.

1.46 С чем связаны трудности создания полупроводниковых лазеров в синей области спектра?

1.47 В чем состоит основное достоинство жидкостных лазеров?

1.48 Опишите основные достоинства оптоэлектронных систем.

1.49 Опишите основные достоинства оптоэлектронных систем.

1.50 Как электрическая энергия преобразуется в световую в светодиодах?

1.51 Чем определяется длина волны излучения светодиода?

1.52 Из чего изготавливаются светодиоды.

1.53 Чем определяется яркость излучения светодиода и ее насыщение?

1.54 Зависимость мощности излучения инжекционного лазера от плотности тока через переход.

1.55 Излучающие области п/п лазеров.

1.56 Ширина линии излучения п/п лазера.

1.57 Области генерации п/п лазеров.

3.2 Вопросы для контрольного опроса по теме 2

2.1 Основные закономерности поглощения излучения в п/п.

2.2 Фоторезисторы как приемники излучения.

2.3 Принцип работы фотодиодов.

2.4 Чем определяется величина напряжения холостого хода в фотодиоде.

2.5 Опишите вольт-амперную характеристику идеального перехода при облучением его светом.

2.6 Чем определяется длинноволновая граница чувствительности фотодиода.

2.7 Возможности усиления тока в фотодиоде.

2.8 Особенности работы фотодиодов Шоттки.

2.9 Принцип работы фототранзисторов и фототиристоров.

2.10 Применение оптопар.

2.11 Как согласуются элементы оптопар.

- 2.12 Электрооптические эффекты в кристаллах.
- 1.13 Электрооптические эффекты Поккельса и Керра.
- 2.14 Магнитооптический эффект.
- 2.15 Устройство и принцип работы электрооптического модулятора
- 2.16 Полуволновое напряжение в электрооптическом модуляторе.
- 2.17 На основе каких элементов создаются электрооптические модуляторы.
- 2.18 При каких условиях возможна прямая модуляция излучения п/п лазера.
- 2.19 Устройство оптического диффлектора.
- 2.20 Структура ВОЛС
- 2.21 Основные отличительные особенности ВОЛС.
- 2.22 Устройство оптического световода.
- 2.23 Потери излучения в оптическом световоде.
- 2.24 Особенности ввода излучения в световод.
- 2.25 Волоконные разветвители.
- 2.26 Классификация ВОЛС
- 2.27 Основы голографии.
- 2.28 Принцип записи и считывания в голографии.
- 2.29 Магнитные и голографические запоминающие системы.
- 2.30 Восприятие видеоинформации человеком.
- 2.31 Требования к системам отображения видеоинформации

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. Физические основы распространения оптических волн в волоконных световодах [Электронный ресурс] : методическое указание по выполнению лабораторной работы для студентов специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. А. Гуламов, И. Г. Бабанин. - Электрон. текстовые дан. (329 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 33 с.

2. Исследование характеристик волоконных световодов [Электронный ресурс] : методическое указание по выполнению цикла лабораторных работ для студентов направления 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. Исследование пассивных элементов оптического линейного тракта [Электронный ресурс] : методическое указание по выполнению цикла лабораторных работ для студентов специальности 10.05.02 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: А. А. Гуламов, И. Г. Бабанин. - Электрон. текстовые дан. (449 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 39 с.