

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной информатики и информатических технологий

Дата подписания: 14.10.2022 11:33:02

Уникальный программный ключ:

65ab2aa0d384efe8480e6a4c688eddbc475e411a

## **Аннотация к рабочей программе**

### **дисциплины «Физические основы оптических систем связи»**

#### **Цель преподавания дисциплины**

Целью освоения учебной дисциплины «Физические основы оптических систем связи» (ФООСС) является обеспечение подготовки студентов в области геометрической оптики, распространения света через границу сред, физических основ лазерной техники и нелинейной оптики. Изучение этих разделов играет важную роль в понимании физических процессов, происходящих при распространении информационных потоков в оптических каналах связи, в пассивных и активных элементах волоконно-оптических систем, в оптических генераторах и других устройствах. Ознакомление с нелинейными процессами, возникающими в оптическом волокне при распространении лазерного излучения, позволяет понять его влияние на передачу информации. Важной целью курса ФООСС является формирование у студентов творческого мышления.

#### **Задачи изучения дисциплины**

Основными задачами изучения дисциплины являются приобретение студентами фундаментальных знаний по геометрической оптике, физическим основам лазерной техники и нелинейной оптики, а также приобретение практических навыков по работе с лазерным излучением, необходимым для специалистов в работающей области инфокоммуникационных технологий и оптических систем и сетей связи.

#### **Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины**

ОПК-1 - способностью анализировать физические явления и процессы для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

ОПК-6 - способностью применять методы научных исследований в профессиональной деятельности.

## **Разделы дисциплины**

Геометрическая (лучевая) оптика. Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков. Поглощение и рассеяние света. Лазеры. Нелинейная оптика.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

факультета фундаментальной и  
прикладной информатики  
(наименование ф-та полностью)

 Т.А. Ширабакина  
(подпись, инициалы, фамилия)

« 31 » 08 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы оптических систем связи  
(наименование дисциплины)

направление подготовки (специальность) 10.05.02  
(шифр согласно ФГОС)

Информационная безопасность телекоммуникационных систем  
(наименование направления подготовки (специальности))

Защита информации в системах связи и управления  
(наименование профиля, специализации или магистерской программы)

форма обучения очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных и на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного Ученым советом университета протокол №5 «30» января 2017 г.

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи «01» 03 2017 года протокол №10.

Зав. кафедрой КПиСС

Михайлов С.Н.

Разработчик программы д.ф.-м.н., проф.

Гуламов А.А.

Согласовано: 11/31.03.17

Зав. кафедрой информационной безопасности

Таныгин М.О.

Директор научной библиотеки

Макаровская В.Г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, одобренного Ученым советом университета протокол №5 «30» января 2017 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи «30» 08 2017 г. протокол № 1.

И.О.зав. кафедрой КПиСС

Андронов А.И.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, одобренного Ученым советом университета протокол №5 «30» 01 2017 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи «30» 06 2018 г. протокол №13.

И.О.зав. кафедрой КПиСС

Андронов В.Т.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, одобренного Ученым советом университета протокол №9 «26» 03 2018 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи «30» 08 2019 г. протокол № 1.

И.О.зав. кафедрой КПиСС

Андронов В.Т.



## **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

### **1.1 Цель дисциплины**

Целью освоения учебной дисциплины «Физические основы оптических систем связи» (ФООСС) является обеспечение подготовки студентов в области геометрической оптики, распространения света через границу сред, физических основ лазерной техники и нелинейной оптики. Изучение этих разделов играет важную роль в понимании физических процессов происходящих при распространении информационных потоков в оптических каналах связи, в пассивных и активных элементах волоконнооптических систем, в оптических генераторах и других устройствах. Ознакомление с нелинейными процессами, возникающими в оптическом волокне при распространении лазерного излучения, позволяет понять его влияние на передачу информации. Важной целью курса ФООСС является формирование у студентов творческого мышления.

В процессе лабораторного практикума студенты должны приобрести навыки и умения в работе с лазерным излучением, в проведении физического эксперимента, построении физических моделей и схем экспериментальных установок, определении причин и методов устранения погрешностей эксперимента, методов машинной обработки и графического отображения экспериментальных данных, самостоятельно убедиться в совпадении теоретических и экспериментальных положений и результатов, сделать соответствующие выводы.

При использовании всех видов учебных занятий (лекции, практические, лабораторные и индивидуальные занятия, курсовая работа (КР)), формируется цельное научное восприятие процессов протекающих при передаче информации по оптическим средствам связи.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты приобретут фундаментальные знания для изучения последующих специальных дисциплин, а также получат практические навыки, необходимые для работы специалистов в области инфокоммуникационных технологий и оптических систем и сетей связи.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Основными задачами изучения дисциплины являются приобретение студентами фундаментальных знаний по геометрической оптике, физическим основам лазерной техники и нелинейной оптики, а также приобретение практических навыков по работе с лазерным излучением, необходимым для специалистов в работающей области инфокоммуникационных технологий и оптических систем и сетей связи.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины студенты должны:

**знать:**

- основные положения и законы геометрической оптики, формирование изображений и увеличение при преломлении на сферической поверхности, в линзе, в оптической системе;
- отражение и преломление на границе двух диэлектриков, формулы Френеля, явление полного внутреннего отражения, физику распространения излучения в многомодовом и одномодовом оптическом волокне;

- поглощение и рассеяние света, комбинационное рассеяние и рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна, спектры рассеяния;

- физические основы работы приборов лазерной техники: виды квантовых переходов, механизм и условия усиления квантовых приборов, принципы работы основных типов лазеров, особенности открытых резонаторов и возникающих мод колебаний;

- основы нелинейной оптики, механизмы оптической нелинейности, генерацию второй оптической гармоники, параметрическую генерацию света, вынужденное рассеяние, эффекты самовоздействия света;

**уметь:**

- объяснять физические принципы построения изображения, увеличения при преломлении на сферической поверхности, в линзе, в оптической системе и работу устройств работающих на этих принципах;

- объяснять физику канализации оптического излучения по оптическим волокнам, принципы работы лазеров и работу устройств, использующих эти элементы;

- объяснять влияние нелинейных эффектов проявляющихся в оптических волокнах на передачу информации;

- применять на практике известные методы построения экспериментальных лазерных схем, схем с использованием оптических волокон и устройств на их основе, схем регистрации параметров лазерного излучения;

**владеть навыками:**

- чтения и изображения оптических и лазерных схем;

- составления эквивалентных оптических схем и модулей изучаемых лазерных приборов и оптических устройств включая оптоволоконные элементы;

- работы с лабораторными макетами лазеров, оптических устройств, оптоволоконных элементов и приборами измерения параметров лазерного излучения.

У обучающихся формируются следующие компетенций:

ОПК-1 - способностью анализировать физические явления и процессы для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

ОПК-6 - способностью применять методы научных исследований в профессиональной деятельности.

## **2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к вариативной части – обязательные дисциплины. Индекс дисциплины «Физические основы оптических систем связи» в соответствии с учебным планом Б1.В.ОД.3, курс 2, семестр 3.

## **3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единиц (з.е.), 180 часов.

Таблица 3. – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) всего	55,15
в том числе:	
лекции	18
практические занятия	18
лабораторные занятия	18
экзамен	0,15
зачет	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	1
расчетно-графическая (контрольная) работа	не предусмотрена
Аудиторная работа (всего):	54
В том числе:	
лекции	18
практические занятия	18
лабораторные занятия	18
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	72
Контроль /экз (подготовка к экзамену)	54

**4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### **4.1 Содержание дисциплины**

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) о 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.

Таблица 4.1.2 – Содержание учебной дисциплины и ее методологическое обеспечение

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации	Компетенции
		Лек, Час.	№ Лаб	№ Пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Геометрическая (лучевая) оптика.	6	1 - 2	1	У1, МУ-1, 2, 4	1 – 6 нед. КО	ОПК-1, ОПК-6
2	Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков.	2	3 - 4	2	У1, 2, 3. МУ-1, 2, 3	7 – 9 нед КО	
3	Поглощение и рассеяние света.	2	5	3	У1, 2, 3. МУ-1, 2, 3	9 – 11 КО	
4	Лазеры.	4	6	4	У1, 2, 3. МУ-1, 2, 3	11 – 15 КО	
5	Нелинейная оптика.	4		5	У1, 2, 3. МУ-1, 2, 3	15 – 18 КО, Т	
6	Курсовая работа (защита)				МУ-5	15 – 18 КР	

КО – контрольный опрос, Т – тест, КР – курсовая работа.

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 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

Таблица 4.2.2 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

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 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.	11 – 15	14

	Подготовка курсовой работы.	нед.	
5	Нелинейная оптика. Подготовка доклада с презентацией и выступление с ним на защите курсовой работы.	15 – 18 Нед.	14
Итого			72

## 5 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;

- заданий для самостоятельной работы;

- тем рефератов и докладов;

- вопросов к экзаменам и зачетам;

- 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.

## 6 Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС и Приказа Министерства образования и науки РФ от 5 апреля 2017 г. № 301 по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 22,2% аудиторных занятий согласно УП.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции, практического или лабораторного занятия)	Образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Организация лабораторных работ. Вопросы техники безопасности при проведении лабораторных работ.	Групповое обсуждение с элементами дискуссии рассматриваемых на занятии вопросов	2
2	Лабораторный комплекс ЛКО-4 - оборудование, назначение элементов схем и электронного оборудования, физические параметры, возможности средств измерений, варианты результатов измерений. (Лабораторные работы)	Групповое обсуждение с элементами дискуссии рассматриваемых на занятии вопросов	2
3	Лабораторный комплекс Исследование характеристик волоконных световодов - оборудование, назначение элементов схем и электронного оборудования, физические параметры, возможности средств измерений, варианты результатов измерений. (Лабораторные работы)	Групповое обсуждение с элементами дискуссии рассматриваемых на занятии вопросов	2
4	Геометрическая (лучевая) оптика.	лекция с элементами проблемного изложения	1
5	Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков.	лекция с элементами проблемного изложения	1
6	Лазеры.	лекция с элементами проблемного изложения	2
7	Нелинейная оптика.	лекция с элементами проблемного изложения	2
Итого:			12

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.1 Этапы формирования компетенций

Код и содержание компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ОПК-1 - способностью анализировать физические явления и процессы для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.	Физика, Физические основы оптических систем связи,		Преддипломная практика, ГИА.
ОПК-6 - способностью применять методы научных исследований в профессиональной деятельности.	Введение в специальность, Физические основы оптических систем связи.	Квантовая оптическая электроника	Преддипломная практика, ГИА.

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций

Код компетенции и/этап (указывается название этапа из ...)	Показатели оценивания компетенции	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-1/ начальный, основной, завершающий	1. Доля освоенных обучающих знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п. 1.3 РПД 2. Качество освоенных обучающих	<b>Знать:</b> - базовые методы, анализа физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> - находить целесообразные методы, способы анализа физических явлений и	<b>Знать:</b> - современные методы, способы анализа физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> - использовать современные методы, способы анализа	<b>Знать:</b> - современные методы, способы и средства анализа физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности. - иметь четкое представление о современных тенденциях развития анализа

	<p>ся знаний, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и нестандартных ситуациях</p>	<p>процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методами, способами анализа физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p>физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами, способами анализа физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p>физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать эффективные методы, способы и средства анализа физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эффективными методами, способами и средствами анализа физических явлений и процессов для формализации и решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</li> </ul>
<p>ОПК-6/ начальный, основной, завершающий</p>	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п. 1.3 РПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся знаний, умений, навыков</p> <p>3. Умение применять знания, умения, навыки в типовых и</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типовые методы и способы применения научных исследований в профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять типовые методы и способы применения научных исследований в профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения научных исследований в профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы и способы применения научных исследований в профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить и использовать на практике эффективные способы применения научных исследований в профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планированием применения научных исследований в профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы, способы и направления развития применения научных исследований в профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить и использовать на практике эффективные современные способы и методы применения научных исследований в профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией планирования применения современных научных исследований в профессиональной</li> </ul>

	нестандартных ситуациях			деятельности.
--	-------------------------	--	--	---------------

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Таблица 7.3 Паспорт комплекта оценочных средств

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Геометрическая (лучевая) оптика.	ОПК-1, ОПК-6	Лекции. Лабораторные работы. Практик. зан.	КО	1	Согласно таб. 7.2
2	Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков.	ОПК-1, ОПК-6	Лекции. Лабораторные работы. Практик. зан.	КО	2	Согласно таб. 7.2
3	Поглощение и рассеяние света.	ОПК-1, ОПК-6	Лекции. Лабораторные работы. Практик. зан.	КО	3	Согласно таб. 7.2
4	Лазеры.	ОПК-1, ОПК-6	Лекции. Лабораторные работы. Практик. зан.	КО	4	Согласно таб. 7.2
5	Нелинейная оптика.	ОПК-1, ОПК-6	Лекции. Практик. зан.	КО, Т.	5	Согласно таб. 7.2
6		ОПК-1, ОПК-6	Курсовая работа	Защита КР	6	Согласно таб. 7.2

Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

**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.

## **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 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.

## **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.

## **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.

## **6 Примеры тем курсовых работ.**

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

### Типовые задания для промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) - задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки и компетенции* проверяются с помощью задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой

формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

### Примеры типовых тестовых заданий

1. Укажите длины волн генерации рубинового, неодимового, гелий-неонового лазеров.

1,06 мкм; 0,63 мкм; 0,694 мкм; 1,15 мкм; 0,693 мкм; 3,39 мкм.

Выберите: гелий-неоновый; рубиновый, неодимовый.

2. Укажите уровни лазеров на рис. а, b, с.

Выберите: гелий-неоновый лазер; рубиновый лазер, неодимовый лазер.

3. Укажите на рисунке основные элементы конструкции твёрдотельного рубинового лазера: 1; 2; 3; 4; 5.

4. Выберите: активный элемент; импульсная лампа накачки; глухое зеркало резонатора; полупрозрачное зеркало резонатора; излучение лазера.

5. Пусть на рис  $MM$  и  $NN$  - крайние сферические поверхности, ограничивающие систему, и  $O_1O_2$  - ее главная ось. Выберите да или нет::

-  $F_2$  есть фокус (второй, или задний) системы;

-  $F_1$  - передний фокус системы;

- плоскость  $H_1R_1$  изображается на  $H_2R_2$  прямо и в натуральную величину, такие плоскости называются *главными плоскостями*;

-  $R_1$  и  $R_2$  не лежат на одинаковом расстоянии от главной оси, т. е.  $H_1R_1 \neq H_2R_2$ ;

-  $f_1 \neq H_1F_1$ ;

-  $f_2 \neq H_2F_2$ .

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Физические основы оптических систем связи»

1. Приближение геометрической оптики.

2. Принцип Ферма

3. Основные определения в геометрической оптике.

4. Закон взаимности или обратимости световых лучей.

5. Преломление (и отражение) на сферической поверхности.

6. Фокусы сферической поверхности.

7. Изображение малых предметов при преломлении на сферической поверхности.

8. Увеличение при построении изображения.

9. Теорема Лагранжа – Гельмгольца.

10. Центрированная оптическая система.

11. Преломление в линзе.

12. Общая формула линзы.

13. Фокусные расстояния тонкой линзы.

14. Изображение в тонкой линзе.

15. Увеличение в тонкой линзе.

16. Идеальные оптические системы.

17. Кардинальные точки и плоскости.

18. Построение изображения и увеличение в идеальной оптической системе.

19. Нахождение кардинальных точек и плоскостей сложной системы.

20. Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков.

21. Формулы Френеля.

22. Поляризация света при прохождении через границу двух диэлектриков.

23. Явление полного внутреннего отражения.
24. Одномодовое и многомодовое оптическое волокно.
25. Объяснение полного внутреннего отражения на основе электромагнитной теории.
26. Поглощение (абсорбция) света. Закон Бугера.
27. Прохождение света через оптически неоднородную среду.
28. Молекулярное рассеяние света.
29. Рассеяние Мандельштама-Бриллюена.
30. Спонтанное и вынужденное излучение.
31. Лазеры. Принципы усиления света.
32. Основные типы лазеров. Рубиновый лазер. Неодимовый лазер.
33. Основные типы лазеров Гелий-неоновый лазер. Лазер на углекислом газе
34. Полупроводниковые лазеры. Применение в телекоммуникации.
35. Открытые резонаторы лазеров. Продольные моды.
36. g-диаграмма.
37. Гауссовы пучки. Поперечные моды.
38. Нелинейная оптика. Механизмы оптической нелинейности.
39. Некогерентные нелинейные эффекты. Просветление сред. многофотонное поглощение. Многофотонный фотоэффект.
40. Генерация второй оптической гармоники. Когерентная длина.
41. Условия фазового синхронизма при ГВГ.
42. Параметрическая генерация света.
43. Вынужденное рассеяние. ВКР. ВРМБ.
44. Эффекты самовоздействия света. Самофокусировка и самодефокусировка. Солитоны.
45. Виды оптических волокон. Распространение излучения в оптическом волокне.
46. Потери излучения в оптическом волокне.
47. Коннекторы для оптических волокон.
48. Дисперсия в оптическом волокне.

Форма экзаменационного билета

Юго-Западный государственный университет

Факультет ФиПИ  
 Направление подготовки - 10.05.02  
 Инфокоммуникационная безопасность  
 телекоммуникационных систем  
 Дисциплина «Физические основы  
 оптических систем связи»

Утверждено на заседании  
 кафедры КПиСС  
 Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ »  
 \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
 В.Г. Андронов

Экзаменационный билет №

Вопрос 1. Текст вопроса (14 баллов).

Вопрос 2. Текст вопроса (14 баллов).

Вопрос 3. Практическое задание (задача) (8 баллов).

Экзаменатор \_\_\_\_\_ А.А. Гуламов

**7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- Положение П 02.016-2015 «О балльно-рейтинговой системе оценки качества освоения образовательных программ»;

- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля* по дисциплине, в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы, применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Посещаемость	0	Не посещал занятия	16	Посещал все занятия
Лабораторная работа Измерение показателя преломления пластины по углу Брюстера.	0,5	Выполнил, но не защитил	30	Выполнил и защитил без замечаний (Прим. 1)
Лабораторная работа Измерение преломляющих углов и показателя преломления призмы методами геометрической оптики и по углу Брюстера.				
Лабораторная работа Определение толщины пластины интерферометрическим методом в отраженном свете (полосы равного наклона).				
Лабораторная работа Измерение показателя преломления пластины интерферометрическим методом в проходящем свете.				
Лабораторная работа				

Показатель преломления воздуха.				
Лабораторная работа Качественный анализ модовой структуры волоконных световодов.				
Практическое занятие – 2 часа 9 занятий в семестре.	0	Доля правильных ответов менее 50%	18	Доля правильных ответов более 90%
Экзамен			36	Прим. 3
Итого баллов за 3 семестр			100	Без учёта КР и премиал. баллов. Прим. 4.
Подготовка курсовой работы к 01.12.15. Защита курсовой работы (КР).	0		100	Прим. 2

### Примечания.

#### 1. Примерные критерии оценки качества отчётов по лабораторным работам:

- лабораторная работа должна быть защищена на следующем занятии после выполнения её подгруппой;
- при защите лабораторной работы через занятие после выполнения её подгруппой минус 1 балл;
- при защите лабораторной работы через 2 занятия и далее после выполнения её подгруппой минус 2 балла;
- оформление отчёта не соответствует предъявляемым требованиям – минус 1 балл;
- полученные экспериментальные материалы не обработаны (нет расчета погрешности измерений, и т.д.) – минус 4 балла;
- выводы не соответствуют результатам работы – минус 2 балла.

#### 2. Примерные критерии оценки выполнения курсовой работы:

##### а) формальные критерии (нормоконтроль) (от 0 до 30 баллов):

- соблюдение сроков сдачи законченной работы;
- правильность оформления (структурные элементы, размеры полей, отступы, интервалы, шрифт, выравнивание, разделы, подразделы, пункты, подпункты, перечисления, заголовки, нумерация разделов и страниц);
- грамотность изложения;
- оформление таблиц, иллюстраций и формул, их нумерация;
- оформление ссылок, списка использованных источников (литературы);

##### б) содержательные критерии (от 0 до 50 баллов):

- правильность формулирования целей и задач исследования;
- соответствие содержания работы заданию (варианту);
- наличие элементов научной новизны;
- степень самостоятельности;
- использование новейшей литературы;

##### в) защита работы (от 0 до 20 баллов):

- качество презентационных материалов;
- умение доложить основные результаты работы;
- владение терминологией в устной речи;
- ответы на вопросы по теме работы.

3. Для допуска к итоговой аттестации (экзамену) по дисциплине студент обязан набрать не менее 24 баллов (без учёта баллов за посещаемость – не более 16, и до 10 премиальных баллов по ходатайству преподавателя перед деканом факультета).

4. Если к моменту проведения экзамена студент не имеет задолженностей по отдельным контролируемым темам и набирает не менее 50 баллов, они по желанию студента могут быть выставлены в ведомость и зачетную книжку без процедуры принятия экзамена с соответствующей оценкой согласно (П 02.016–2015).

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Савельев И. В. Курс физики [Текст] : учебное пособие / И. В. Савельев. - 3-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2007 - . Т. 2 : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. - 480 с.
2. Трофимова, Таисия Ивановна. Курс физики [Текст] : учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 21-е изд., стер. - Москва : Академия, 2015. - 560 с.
3. Курбачев, Ю.Ф. Физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Ф. Курбачев. - М. : Евразийский открытый институт, 2011. - 216 с. // Режим доступа - [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90773](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90773)

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

3. Бейли, Д. Волоконная оптика: теория и практика [Текст] : пер. с англ. / Д. Бейли, Э. Райт. - М. : Кудиц-Пресс, 2008. - 320 с.
4. Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи [Текст] : монография / Пер. с англ. Н. Н. Слепова. - 2-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2004. - 496 с.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Физические основы оптических систем связи: [Электронный ресурс] методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов специальности 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, О.Е. Ключникова. – Электрон. Текстовые дан. (49 КБ). - Курск, 2017. 16 с.: - Библиогр.: с. 4.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Физические основы оптических систем связи: [Электронный ресурс] методические

указания по подготовке курсовой работы для студентов специальности 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, О.Е. Ключникова. – Электрон. Текстовые дан. (34 КБ). - Курск, 2017. 10 с.: - Библиогр.: с. 4.

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

#### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

#### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://school-collection.edu.ru/> - федеральное хранилище Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
2. <http://www.edu.ru/> - федеральный портал Российское образование.
3. [www.edu.ru](http://www.edu.ru/) – сайт Министерства образования РФ.
4. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека «Elibrary».
5. <http://fictionbook.ru> – электронная библиотека.
6. <http://www.rsl.ru/> - Российская Государственная Библиотека.
7. <http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная «Лань» учебной литературы, периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
8. <http://www.iqlib.ru> - Электронно-библиотечная образовательных и просветительных изданий.
9. <http://window.edu.ru/> - Электронная библиотека «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

#### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекции, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Содержание дисциплины изучается на лекциях, лабораторных работах и практических занятиях, порядок проведения которых излагается в соответствующих планах и методических указаниях, а также в процессе самостоятельной работы обучаемых в объеме отведенного времени для подготовки к выполнению заданий лабораторных работ, практических занятий и промежуточному контролю.

**Лекции** проводятся для потоков в лекционной аудитории с использованием мультимедийных технологий визуализации учебной информации. На лекциях преподаватель излагает и разъясняет основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для самостоятельной работы при подготовке к лабораторным работам и практическим занятиям. В ходе лекции обучающиеся должны внимательно слушать и конспектировать лекционный материал, активно участвовать в обсуждении проблемных вопросов.

**Лабораторные работы и практические занятия** необходимы для контроля преподавателем подготовленности студентов; исследования возможностей изучаемых систем и сетей мобильной связи; закрепления изученного материала; развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений по заданной тематике; приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

На лабораторных и практических занятиях детально изучаются вопросы, указанные в программе. Лабораторным и практическим занятиям предшествует самостоятельная работа студентов, связанная с освоением лекционного материала и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Практическое занятие может включать в себя элементы индивидуального собеседования. Преподаватель должен осуществлять индивидуальный контроль работы студентов; давать соответствующие рекомендации; в случае необходимости помочь студенту составить индивидуальный план работы по дисциплине. В процессе подготовки к практическому занятию студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя. Примерные темы докладов, рефератов и вопросов для обсуждения приведены в методических рекомендациях.

**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 и практическим занятиям, 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 и практических 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”.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении аудиторных занятий используются следующие информационные технологии:

- сеть Интернет,
- локальная вычислительная сеть университета,
- мультимедийные технологии визуализации учебной информации,
- Microsoft Office 2007;

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры космического приборостроения и систем связи, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. Проекционный

экран на штативе; Мультимедиацентр: ноутбук ASHX50VЪPMD-  
T2330L4"J024MбJ60Gb/сумка/ проектор inFocusIN24+  
(39945,45).

**13 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменённых	заменённых	аннулированных	новых			
1		5				04.09.17	Приказ №576 от 31.08.17 г.