МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ **П. Е. Троян**

«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы физической и квантовой оптики»

Уровень основной образовательной программы Бакалавриат

Направление подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль «Оптические системы и сети связи»

Форма обучения заочная

Факультет Радиотехнический

Кафедра Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)

Курс второй **Семестры** четвертый, пятый

Учебный план набора 2016 года.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции				4	8				2	часов
2.	Лабораторные работы				-	8				8	часов
3.	Практические занятия				2	4				6	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)				-	-				-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)				6	20				26	часов
6.	Из них в интерактивной форме				-	-				-	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)				102	84				186	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)				108	104				212	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена/зачета				-	4				4	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)				108	108				216	часов
	(в зачетных единицах)				3	3				6	ЗЕТ

Зачет дифференцированный пятый **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 10714

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от « 22 » 12 2016 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного Приказом Минобрнауки России 06 марта 2015 г. регистрационный номер174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « » _____2016 г.,

протокол № ___

Разработчик Профессор каф. СВЧиКР _____ Шандаров В.М.
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами.

Декан РТФ _____ Попова К.Ю.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой СВЧиКР _____ Шарангович С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

ТУСУР, каф.ТОР, доц. _____ С.И.Богомолов

ТУСУР, каф. СВЧиКР Профессор _____ А.Е. Мандель

Согласована на портале № 10714

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является подготовка студентов в области физических принципов функционирования современных оптических, оптоэлектронных и нелинейно-оптических элементов и устройств.

Основной задачей дисциплины является изучение основных положений физической и квантовой оптики, эффектов взаимодействия излучения с веществом, основных принципов построения приборов и систем оптической обработки информации.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты получат знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и являющиеся фундаментом для изучения ряда последующих специальных дисциплин и практической работы специалистов в области оптической связи.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина по выбору Б1.В.ДВ.1.1.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта (ПК-7);
- способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики (ПК-17).

В результате изучения дисциплины студент должен

- **знать:**

  - основные законы и соотношения волновой оптики, квантовой оптики и оптики ограниченных световых пучков (ПК-7);

  - основные законы и соотношения волновой теории направляющих оптических структур (ПК-7, ПК-17);

  - основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики (ПК-7);

  - принципы построения, особенности и характеристики интегральнооптических и лазерных элементов и приборов (ПК-7, ПК-17);

- **уметь:**

  - объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы оптических, волноводно-оптических и лазерных элементов и устройств (ПК-7, ПК-17);

  - применять на практике известные методы экспериментального исследования волноводно-оптических и оптоэлектронных элементов и устройств (ПК-7, ПК-17);

  - выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик оптических, волноводно-оптических и оптических квантовых компонентов и устройств (ПК-7, ПК-17);

  - проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических, волноводно-оптических и оптических квантовых элементов и устройств, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации их характеристик (ПК-17);

  - пользоваться справочными данными по оптическим материалам и элементам при проектировании оптических и оптоэлектронных приборов, сопоставляя особенности характеристик таких материалов и элементов (ПК-17);

- **владеть:**

  - навыками чтения и изображения схем оптических и лазерных приборов и систем на основе современной элементной базы оптики, волноводной и квантовой оптики (ПК-17);

Согласована на портале № 10714

- навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических и лазерных элементов и устройств различного назначения (ПК-17);
- навыками практической работы с лабораторными образцами оптических, волноводно-оптических и оптических квантовых элементов, с оптическими и лазерными приборами и с контрольно-измерительной аппаратурой (ПК-17).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	5
Аудиторные занятия (всего)	26	6	20
В том числе:			
Лекции	12	4	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	-	8
Практические занятия	6	2	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	186	102	84
Изучение материала лекций	62	30	32
Подготовка к контрольным работам	18	8	10
Самостоятельное изучение отдельных тем	106	56	50
Подготовка к экзамену/зачету и сдача экзамена/зачета	4	-	4
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Дифференцированный зачет		
Общая трудоемкость	216	108	108
Зачетные единицы трудоемкости	6	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Лаб. зан.	Практ. Зан.	СРС	Все-го час.	**Формируемые компетенции (ПК)**
1	Введение	1	-	-	2	3	ПК-7
2	Основные положения физической оптики	2	4	2	32	40	ПК-7, ПК-17
3	Основные положения квантовой оптики	1	-	-	32	31	ПК-7, ПК-17
4	Принципы построения лазеров и области их применения	3	-	2	28	33	ПК-7, ПК-17
5	Распространение световых волн в материальных средах	2	4	-	30	34	ПК-7, ПК-17
6	Взаимодействия света с физическими полями	2	-	2	34	38	ПК-7, ПК-17
7	Элементы нелинейной оптики	1	-	-	32	33	ПК-7, ПК-17
Итого:		12	8	6	190	216	

Согласована на портале № 10714

5.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ПК)
1	Введение	Задачи курса. Место дисциплины в учебном процессе.	**1**	ПК-7
2	Основные положения физической оптики	Уравнения Максвелла для диэлектрической среды. Материальные уравнения. Уравнения граничных условий. Волновое уравнение. Поляризация света. Поляризационные элементы. Отражение света от плоской границы. Полное внутреннее отражение света. Когерентность света, понятия пространственной и временной когерентности. Интерференция и дифракция. Дифракция света на периодических структурах.	**2**	ПК-7, ПК-17
3	Основные положения квантовой физики и квантовой оптики	Постоянная Планка. Корпускулярно – волновой дуализм. Вероятностная трактовка волн де Бройля. Соотношения неопределенностей. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор. Взаимодействие излучения с атомными системами. Индуцированные и спонтанные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Механизмы уширения спектральных линий. Усиление света в средах с инверсией населенностей.	**1**	ПК-7, ПК-17
4	Принципы построения лазеров и области их применения	Открытые резонаторы. Резонатор Фабри - Перо. Аксиальные и поперечные моды. Добротность и число возбуждаемых мод. Типы колебаний в открытом резонаторе. Газовые лазеры. Общая характеристика. Особенности конструкции газовых лазеров. Лазеры на ионных кристаллах и стеклах. Современные твердотельные лазеры. Волоконные лазеры.	**3**	ПК-7, ПК-17
5	Распространение световых волн в материальных средах	Распространение света в направляющих структурах. Планарные и канальные оптические волноводы. Материалы и элементы интегральной оптики. Связанные оптические волноводы. Распространение световых волн в периодических структурах.	**2**	ПК-7, ПК-17
6	Взаимодействия света с физическими полями	Феноменологическая теория электрооптического эффекта. Линейный и квадратичный электрооптические эффекты. Электрооптические модуляторы. Акустооптический эффект. Дифракция света на акустических волнах. Режимы дифракции Рамана – Ната и Брэгга. Акустооптические модуляторы и дефлекторы. Фоторефрактивный эффект. Механизмы транспорта носителей зарядов. Фоторефрактивные материалы.	**2**	ПК-7, ПК-17
7	Элементы нелинейной оптики	Поляризация диэлектрика в электрическом поле. Среды с квадратичной и кубичной оптической нелинейностью. Уравнение нелинейных волн. Нелинейно - оптические материалы. Генерация второй гармоники. Самовоздействие световых пучков в нелинейной среде. Временные и пространственные оптические солитоны. Другие нелинейно-оптические эффекты.	**1**	ПК-7, ПК-17

Согласована на портале № 10714

5.3 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины									
1	Математика		+	+	+	+	+	+	+
2	Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Информатика		+	+	+	+	+	+	+
4	Оптические направляющие среды	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Электромагнитные поля и волны	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1	Оптические цифровые телекоммуникационные системы		+	+	+	+	+	+	+
2	Метрология в оптических телекоммуникационных системах		+		+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ПК-7	+	+	+	-	+	Выступление на семинарах. Опрос на лабораторных работах. Диф. зачет
ПК-17	+	+	+	-	+	Выступление на семинарах. Опрос на лабораторных работах. Диф. зачет

Л – лекция, Лаб – лабораторные работы, Пр – практические занятия, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

7. Лабораторный практикум

№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	ПК
2	Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления	4	ПК-7, ПК-17
3	Исследование эффективности ввода света в планарный оптический волновод	4	ПК-7, ПК-17

8. Практические занятия (семинары)

№	Раздел дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ПК
1	Основные положения физической оптики	Поляризация плоских световых волн. Интерференция и дифракция света.	2	ПК-7, ПК-17
3	Основные положения квантовой физики и квантовой оптики	Индуцированные и спонтанные переходы. Механизмы уширения спектральных линий.	2	ПК-7, ПК-17
8	Взаимодействия света с физическими полями	Электрооптические и акустооптические модуляторы.	2	ПК-7, ПК-17

Согласована на портале № 10714

9. Самостоятельная работа

№ п/п	Разделы дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	Компетенции ПК	Контроль выполнения работы
1	Введение.	Изучение теоретического материала.	2	ПК-7	Диф. зачет
2	Основные положения физической оптики	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам). Подготовка к лабораторной работе.	32	ПК-7, ПК-17	Выступления на семинаре. Отчет по лабораторной работе. Диф. Зачет.
3	Основные положения квантовой физики и квантовой оптики	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам).	32	ПК-7, ПК-17	Выступления на семинаре. Диф. Зачет.
4	Принципы построения лазеров и области их применения	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам).	28	ПК-7, ПК-17	Выступления на семинаре. Диф. Зачет.
5	Распространение световых волн в материальных средах	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам). Подготовка к лабораторной работе	30	ПК-7, ПК-17	Выступления на семинаре. Отчет по лабораторной работе. Диф. Зачет
6	Взаимодействия света с физическими полями	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам). Подготовка к лабораторной работе	34	ПК-7, ПК-17	Выступления на семинаре. Отчет по лабораторной работе. Диф. Зачет
7	Элементы нелинейной оптики	Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям (семинарам).	32	ПК-7, ПК-17	Выступления на семинаре. Диф. Зачет.

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

11. Балльно-рейтинговая система

МЕТОДИКА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на бально- рейтинговой системе оценки успеваемости , действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга (раздел 6).

Правила формирования пятибалльных оценок за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$KTx\big|_{x=1,2} = \frac{(Сумма_баллов, _набранная_к_KTx)*5}{Требуемая_сумма_баллов_по_балльной_раскладке}.$$

После окончания семестра студент, набравший менее 60 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет. **Студент, выполнивший все запланированные лабораторные работы, и т.д.** и набравший сумму 60 и более баллов, получает зачет «автоматом».

Согласована на портале № 10714

Таблица 11.1 Распределения баллов в течение семестра

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение лекций	16			**16**
Тестовый контроль		30		**30**
Выполнение лабораторных работ		20	20	**40**
Компонент своевременности		7	7	**14**
Итого максимум за период:	**16**	**57**	**27**	**100**
Нарастающим итогом	**16**	**73**	**100**	

Таблица 11.2 Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	**Оценка**
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Согласована на портале № 10714

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1. Основная литература

1. В.М. Шандаров. Основы физической и квантовой оптики. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2012. – 197 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/750

12.2. Дополнительная литература

1д. М.Борн, Э.Вольф. Основы оптики. М.: Наука. 1970.855с. **(5)**

2д. С.М. Шандаров, В.М. Шандаров, А.Е. Мандель, Н.И. Буримов. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 241 с. **(64 экз.)**

12.3. Перечень методических указаний по практическим занятиям и лабораторным работам

1. Шандаров, В. М. Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") [Электронный ресурс] / Шандаров В. М. — Томск: ТУСУР, 2013. — 7 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3701
2. Шандаров, В. М. Исследование эффективности ввода света в планарный оптический волновод: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") [Электронный ресурс] / Шандаров В. М., Кущ Г. Г. — Томск: ТУСУР, 2013. — 11 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3703
3. В. М. Шандаров. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2013. – 57 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2888/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатории каф. СВЧиКР, в том числе, специализированная лаборатория «Оптоэлектроники» (ауд. 329б), а также лаборатории других кафедр РТФ. Вычислительная лаборатория (ауд.337 б) кафедры СВЧиКР оборудована персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть каф. СВЧиКР с выходом в Internet.

14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Объем часов, предусмотренных учебным планом для изучения дисциплины, позволяет осветить только ключевые моменты и раскрыть базовые понятия при чтении лекций. Поэтому при реализации программы студенты должны достаточно много работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и при подготовке к лабораторным занятиям и выполнении самостоятельной работы. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии снабдить их перечнем вопросов, которые подлежат изучению, списком основной и дополнительной литературы для самостоятельной работы, тематикой заданий для самостоятельной работы.

Согласована на портале № 10714

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ ОПТИКИ

Уровень основной образовательной программы: БАКАЛАВРИАТ

Направление(я) подготовки (специальность): 11.03.02 «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»

Профиль(и): ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ СВЯЗИ

Форма обучения ЗАОЧНАЯ

Факультет РТФ (РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ)

Кафедра СВЧиКР (СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ И КВАНТОВОЙ РАДИОТЕХНИКИ)

Курс 2, 3 **Семестры 4, 5**

Учебный план набора 2016 года.

Диф. зачет ____5_____ семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10714

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Основы физической оптики» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-7	готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта	**Должен знать** основные законы и соотношения волновой и квантовой оптики, оптики ограниченных световых пучков и теории оптических направляющих структур; основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики; принципы построения, особенности и характеристики интегральнооптических и лазерных элементов и приборов. **Должен уметь** объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы оптических, волноводно-оптических и лазерных элементов и устройств; применять на практике известные методы экспериментального исследования волноводно-оптических и оптоэлектронных элементов и устройств; выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик оптических, волноводно-оптических и оптических квантовых компонентов и устройств. **Должен владеть** навыками чтения и изображения схем оптических и лазерных приборов и систем на основе современной элементной базы оптики, волноводной и квантовой оптики.
ПК-17	способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	**Должен знать** принципы построения, особенности и характеристики интегральнооптических и оптоэлектронных элементов и приборов. **Должен уметь** проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических, волноводно-оптических и оптоэлектронных элементов и устройств, а также иметь представление о методах компьютерной оптимизации их характеристик; пользоваться справочными данными по оптическим и лазерным материалам и элементам при проектировании оптических и лазерных приборов, сопоставляя особенности характеристик таких материалов и элементов. **Должен владеть** навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования оптических и оптоэлектронных элементов и устройств различного назначения; навыками практической работы с лабораторными образцами оптических и волноводно-оптических элементов, с оптическими и лазерными приборами и с контрольно-измерительной аппаратурой.

Согласована на портале № 10714

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем.	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы.
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования.	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями.	Обладает основными умениями, требуемыми для решения простых задач.	Работает при прямом наблюдении.

2. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-7

ПК-7: готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.
Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.
Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основные законы и соотношения волновой и квантовой оптики, оптики ограниченных световых пучков и теории оптических направляющих структур; основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики; принципы построения, особенности и характеристики интегрально-оптических и оптоэлектронных элементов и приборов.	Объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы оптических, волноводно-оптических и лазерных элементов и устройств; применять на практике известные методы экспериментального исследования лазерных и волноводно-оптических элементов и устройств; выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик оптических, лазерных и волноводно-оптических компонентов и устройств.	Навыками чтения и изображения схем оптических и лазерных приборов и систем на основе современной элементной базы оптики, волноводной оптики и лазерной техники.

Согласована на портале № 10714

Виды занятий	Лекции. Практические занятия.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Задачи. Диф. зачет.	Задачи. Оформление отчетности и защита лабораторных работ.	Защита лабораторных работ. Диф. зачет.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 1 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает основные законы и соотношения волновой и квантовой оптики, оптики ограниченных световых пучков, теории оптических волноводов и резонаторов; основы физики взаимодействия света со средой и нелинейной оптики; принципы построения, особенности и характеристики оптических, интегрально-оптических и лазерных элементов и приборов.	Умеет объяснять физику работы оптических, лазерных и волноводно-оптических элементов и устройств; применять методы их экспериментального исследования; выполнять расчеты по определению параметров и характеристик оптических, лазерных и волноводно-оптических компонентов и устройств.	Свободно владеет навыками чтения и изображения схем оптических и лазерных приборов и систем на основе современной элементной базы оптики, волноводной оптики и лазерной техники.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между различными понятиями в области физической и квантовой оптики. Понимает принципы построения оптических, волноводно-оптических и лазерных элементов и приборов.	Умеет выполнять поиск информации в области оптики и лазерной техники, используя ресурсы отечественных и зарубежных источников. Умеет самостоятельно выбирать методы решения задач в области физической и квантовой оптики.	Владеет навыками работы с литературными источниками, связанными с оптическими явлениями.
Удовлетвори-тельно (пороговый уровень)	Дает определения основных понятий в области оптики.	Умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы.	Может корректно представить информацию, связанную с оптическими явлениями.

Согласована на портале № 10714

2.2. Компетенция ПК-17

ПК-17: способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.
Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.
Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 5.

Таблица 5–Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основные законы и соотношения квантовой оптики и волновой теории направляющих структур; характеристики интегрально-оптических и лазерных элементов и приборов.	Выполнять расчеты характеристик лазерных и волноводно-оптических устройств; проводить компьютерное моделирование и проектирование лазерных, оптических и волноводно-оптических приборов; иметь представление о методах компьютерной оптимизации их характеристик; пользоваться справочными данными по оптическим и лазерным материалам и элементам при проектировании лазерных и оптических приборов.	Навыками проектирования и компьютерного моделирования оптических и лазерных элементов и устройств различного назначения; навыками практической работы с лабораторными образцами оптических, волноводно-оптических и лазерных элементов, с оптическими приборами и контрольно-измерительной аппаратурой.
Виды занятий	Лекции. Практические занятия.	Лабораторные работы. Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.
Используемые средства оценивания	Задачи. Диф. зачет.	Оформление отчетности и защита лабораторных работ.	Защита лабораторных работ. Диф. зачет.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Знает основные законы и соотношения квантовой оптики и волновой теории направляющих оптических структур; принципы построения, особенности и характеристики интегрально-оптических и лазерных элементов и приборов.	Умеет проводить компьютерное моделирование и проектирование лазерных, оптических и волноводно-оптических элементов и устройств; имеет представление о методах компьютерной оптимизации их характеристик; умеет пользоваться	Свободно владеет навыками чтения и изображения схем оптических и лазерных приборов и систем; навыками проектирования и компьютерного моделирования оптических и лазерных элементов и устройств; навыками

Согласована на портале № 10714

		справочными данными по оптическим и лазерным материалам и элементам при проектировании оптических и лазерных приборов.	работы с реальными оптическими и лазерными приборами и с контрольно-измерительной аппаратурой.
Хорошо (базовый уровень)	Понимает связи между различными понятиями в области оптики и квантовой физики. Имеет представление о принципах построения лазерных и интегрально-оптических элементов и приборов.	Имеет представление о методах компьютерной оптимизации характеристик оптических и оптоэлектронных элементов и приборов; умеет пользоваться справочными данными по оптическим и лазерным материалам и элементам при проектировании приборов. Умеет самостоятельно определять методы решения задач проектирования.	Владеет навыками работы с литературными источниками в области оптики и лазерной техники.
Удовлетвори тельно (пороговый уровень)	Имеет представление о принципах построения оптических и лазерных элементов и приборов, об основных понятиях в области оптики и лазерной техники.	Умеет работать со справочной литературой; умеет представлять результаты своей работы.	Может корректно представить знания и информацию, связанную с оптическими явлениями.

3.Типичные контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

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

Контрольные задачи (типичные) по элементарным знаниям и практическим навыкам по темам:

3.1. ТЕМА: Основные положения физической оптики**.**

Задача 1.
Запишите выражение для напряженности электрического поля плоской световой волны, распространяющейся в среде вдоль оси Z, если в плоскости XOY фазовый сдвиг между компонентами вектора E вдоль осей X и Y составляет 90°, а отношение их амплитуд $E_{mx}/E_{my}=0,5$.

Решение:

Согласно условиям задачи, плоская световая волна распространяется вдоль оси z. Тогда, исходя из поперечной структуры ее поля, вектор $\overline{E}$ может располагаться лишь в плоскости XOY и имеет составляющие E_x и E_y. Изменение величины напряженности

Согласована на портале № 10714

электрического поля плоской световой волны во времени и пространстве определяется выражением:

$\overline{E} = [\bar{x}_0 E_{mx} \cos(\omega t - kz) + \bar{y}_0 E_{my} \cos(\omega t - kz - \varphi)]$. Поскольку фазовый сдвиг между составляющими вектора $\overline{E}$ вдоль этих осей равен 90°, а $E_{my} = 2E_{mx}$ то это соотношение принимает окончательный вид:

$$\overline{E} = [\bar{x}_0 E_{mx} \cos(\omega t - kz) + \bar{y}_0 \cdot 2E_{mx} \sin(\omega t - kz)] =$$

$$= E_{mx} \cdot [\bar{x}_0 \cos(\omega t - kz) + 2\bar{y}_0 \sin(\omega t - kz)]$$

Таким образом, рассматриваемый случай соответствует плоской световой волне с эллиптической поляризацией, причем большая ось эллипса параллельна оси Y (поскольку $E_{my} = 2E_{mx}$).

Задача 2.

На пленочный поляроид падает линейно поляризованный световой пучок мощностью 1 мВт, плоскость поляризации света отклонена от направления главной оси поляроида на 30˚. Какова величина световой мощности, прошедшей через поляризатор, если поляризующий материал заключен между двумя стеклянными пластинками (для стекла n=1,51), а френелевскими отражениями на границе между стеклом и этим материалом можно пренебречь?

Решение:

Уменьшение мощности световой волны, прошедшей через поляроид, обусловлено в реальных элементах эффектами частичного отражения света на границах раздела сред с разными свойствами, поглощения света в материале структуры, а также собственно поляризующим действием такого элемента.

Для наглядности представим схему данного элемента (рис. 1.2). Частичное отражение света может наблюдаться здесь на границах раздела 1 – 4 (отмечены стрелками). Согласно условиям задачи, можно пренебречь эффектом отражения света на границах 2 и 3. Поскольку условиями не определена величина оптического поглощения в материале поляроида, им также пренебрегаем. В итоге, для определения прошедшей световой мощности учитываем эффект частичного отражения света на входной и выходной границах структуры (границы 1 и 4), а также отклонением плоскости поляризации света от главного направления поляроида. определяемым законом Малюса.

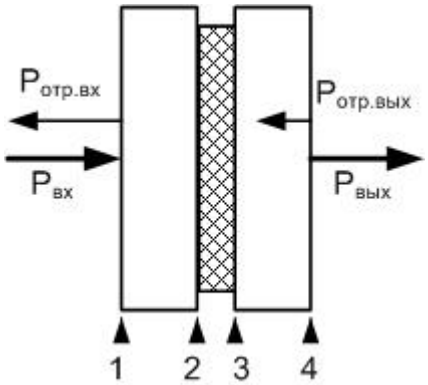


Рис. 1.2. Схема пленочного поляроида.

Поскольку коэффициент отражения света (по интенсивности) на границе диэлектрической среды с показателем преломления n и воздуха определяется соотношением $r = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$,

Согласована на портале № 10714

то интенсивность (или мощность) прошедшего пучка при полном пропускании поляроида была бы равна $P_{ïð} = P_{ïàä} \cdot (1-\mathrm{r})(1-\mathrm{r}) = P_{ïàä} \cdot (1-\mathrm{r})^2$. Учет поворота главной оси поляроида относительно плоскости поляризации световой волны приводит это соотношение к виду:

$P_{ïð} = P_{ïàä} \cdot (1-\mathrm{r})^2 \cdot \cos^2\theta$, где θ=30º. Для n=1,51 в итоге получаем:

r=0,0413; $P_{пр}=1\cdot(1-0{,}0413)^2\cdot\cos^2(30º)=0{,}9178\cdot0{,}75=0{,}6884$ мВт.

Таким образом, мощность прошедшего через поляроид светового пучка в данном случае составляет 0,6884 мВт.

3.2. ТЕМА: Оптика ограниченных световых пучков

Задача 1.

Круговой гауссов пучок имеет полуширину перетяжки w_0=10 мкм. Найдите полуширину пучка на расстоянии 10 м от области перетяжки, если длина волны света λ=1 мкм.

Решение:

Используем выражение для связи полуширины пучка в произвольном сечении с его шириной в области перетяжки:

$w^2(z) = w_0^2\left(1+\frac{z^2}{z_0^2}\right)$ и соотношение для продольного размера перетяжки $z_0 = \frac{\pi w_0^2}{\lambda}$.

Комбинируя их, получим: $w(z) = w_0\left(1+\frac{z^2\lambda^2}{\pi^2 w_0^4}\right)^{1/2}$. И, подставляя сюда заданные параметры, получим $w=w_0(1+10^9)^{0,5}$=3,2 см.

3.3. ТЕМА: Распространение световых волн в материальных средах

Задача 1.

Найдите критическую толщину волноводного слоя для направляемой TE_3 моды тонкопленочного асимметричного волновода, если он представляет собой пленку стекла с показателем преломления n_1=1,6, нанесенную на подложку из стекла с показателем преломления n_1=1,5. Длина волны света λ=1,5 мкм.

Решение:

Используя соотношение (4.3), найдем:

$$h_{kp} = \frac{3\pi + arctg\sqrt{\frac{n_1^2-n_2^2}{n_0^2-n_1^2}}}{k_0\sqrt{n_0^2-n_1^2}} = \frac{3\pi + arctg\sqrt{\frac{1{,}5^2-1}{1{,}6^2-1{,}5^2}}}{2\pi\sqrt{1{,}6^2-1{,}5^2}}\lambda = \frac{3.352\pi}{2\pi\cdot 0.557}\lambda = 3\lambda \ .$$

Таким образом, критическая толщина волноводного слоя для TE_3 моды равна 4,5 мкм.

3.4. ТЕМА: Взаимодействия света с физическими полями

Задача 1.

Линейно поляризованная световая волна распространяется в направлении оси X кристалла ниобата лития. Найти величину изменения показателя преломления, если к электродам, нанесенным на грани кристалла, перпендикулярные оси Z (толщина кристалла в этом направлении – 1 см), приложено электрическое напряжение в 1 кВ. Плоскость

Согласована на портале № 10714

поляризации света совпадает с плоскостью XOY, длина волны света λ=633 нм.
Справка: Величины обыкновенного и необыкновенного показателей преломления на данной длине волны составляют 2,286 и 2,2; а электрооптических коэффициентов r_{13}=9,6·10^{-10} см/В; r_{33}=30,9·10^{-10} см/В.

Решение:
Поскольку световая волна распространяется вдоль оси X, а плоскость поляризации света совпадает с плоскостью XOY, то она соответствует обыкновенной волне в кристалле. Величина изменения показателя преломления за счет линейного электрооптического эффекта в случае обыкновенной поляризации света и управляющего электрического поля, приложенного вдоль оси Z определяется соотношением:

$$\Delta n_2 = -\frac{1}{2} n_0^3 \cdot r_{13} \cdot E_3$$

Подставляя в это выражение заданные значения обыкнвенного показателя преломления, соответствующего электрооптического коэффициента, электрического напряжения и толщины кристаллического образца, получим:

$$\Delta n_2 = -\frac{1}{2} 2.286^3 \cdot 9.6 \cdot 10^{-10} \cdot 10^3 = 5{,}734 \cdot 10^{-6}$$

Таким образом, величина изменения обыкновенного показателя преломления составляет в данном случае 5.734·10^{-6}.

3.5. ТЕМА: Элементы нелинейной оптики

Задача 1.
Дифракционная эффективность фоторефрактивной решетки составляет 10%. Оценить величину поля пространственного заряда E_{sc}, если решетка сформирована в пластине ниобата лития толщиной 1 мм, вектор решетки параллелен оси Z, считывание осуществляется излучением He-Ne лазера с обыкновенной поляризацией, а период решетки равен 5 мкм.

4. Темы самостоятельной работы студентов

4.1. Основные положения физической оптики
4.2. Оптика ограниченных световых пучков
4.3. Распространение световых волн в материальных средах
4.4 Взаимодействия света с физическими полями
4.5. Элементы нелинейной оптики

5. Темы лабораторных работ

1. Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления.
2. Исследование эффективности ввода света в планарный оптический волновод.

6. Экзаменационные вопросы

ТЕМА: Основные положения физической оптики.

1. Материальность электромагнитного поля.
2. Векторы, характеризующие электромагнитное поле.
3. Уравнения Максвелла в интегральной форме.

Согласована на портале № 10714

4. Теоремы векторного анализа для связи характеристик скалярных и векторных полей.
5. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
6. Материальные уравнения.
7. Граничные условия для нормальных составляющих электрического поля.
8.Граничные условия для нормальных составляющих магнитного поля.
9. Граничные условия для тангенциальных составляющих электрического поля.
10. Граничные условия для тангенциальных составляющих магнитного поля.
11. Волновое уравнение для электрического и магнитного векторов.
12. Плоские волны как простейшее решение волнового уравнения.
13. Символическая форма записи для поля плоских волн.
14. Распространение плоской волны в произвольном направлении.
15. Поперечная структура поля плоских волн.
16. Поляризация света. Неполяризованный свет. Частично поляризованный свет.
17. Линейная, круговая, эллиптическая поляризация.
18. Поляризационные элементы. Дихроизм и оптическая анизотропия.
19. Поляризационные призмы.
20. Фазовые пластинки.

ТЕМА: Основные положения квантовой физики и квантовой оптики

21. Волны де Бройля, их вероятностная трактовка. Корпускулярно - волновой дуализм.
22. Соотношения неопределенностей.
23. Операторы и физические величины в квантовой механике. Понятие самосопряженного оператора.
24. Собственные функции и собственные значения операторов. Примеры дискретного и непрерывного спектров.
25. Гармонический осциллятор.
26. Уравнение Шредингера.
27. Индуцированные и спонтанные переходы. Коэффициенты Эйнштейна и соотношение между ними.
28. Энергетические уровни свободных молекул.
29. Взаимодействие электромагнитной волны с двухуровневой квантовой системой. Кинетические уравнения для двухуровневой квантовой системы.

Тема: Принципы построения лазеров и области их применения

30. Понятие отрицательной температуры в квантовых системах.
31. Естественная ширина спектральной линии. Уширение спектральной линии за счет столкновений.
32. Допплеровское уширение спектральной линии. Понятие однородного и неоднородного уширения.
33. Способы получения инверсии населенности в двухуровневых квантовых системах.
34. Получение инверсии населенностей в двухуровневой квантовой системе путем пространственного разделения частиц с разным энергетическим состоянием.
35. Многоуровневые схемы для достижения инверсии населенности.

ТЕМА: Распространение световых волн в материальных средах

36. Планарный оптический волновод.
37. Моды планарного волновода.
38. Волновое уравнение для ТЕ- мод.
39. Решение для полей планарного волновода.

ТЕМА: Взаимодействия света с физическими полями

40. Электрооптический эффект. Феноменологическое описание.

Согласована на портале № 10714

41. Акустооптический эффект. Феноменологическая теория.
42. Режимы дифракции света на акустических волнах. Дифракция Рамана-Ната и дифракция Брэгга.
43. Акустооптический модулятор.

ТЕМА: Элементы нелинейной оптики

44. Понятие нелинейно – оптической среды и величина интенсивности светового поля, необходимая для проявления нелинейно - оптических свойств среды.
45. Выражение для диэлектрической проницаемости среды с квадратичной нелинейностью и возможные нелинейно – оптические эффекты в такой среде.
46. Выражение для диэлектрической проницаемости среды с кубичной нелинейностью и возможные нелинейно – оптические эффекты в такой среде.

7. Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы для оценивания знаний и характеризующие этапы формирования компетенций (все методические материалы приведены в п.12 программы):

1. В.М. Шандаров. Основы физической и квантовой оптики. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2012. – 197 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/750
2. М.Борн, Э.Вольф. Основы оптики. М.: Наука. 1970.855с. **(5)**
3. С.М. Шандаров, В.М. Шандаров, А.Е. Мандель, Н.И. Буримов. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. – Томск: Томск. гос. Ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 241 с. **(64 экз.)**
4. Шандаров, В. М. Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") [Электронный ресурс] / Шандаров В. М. — Томск: ТУСУР, 2013. — 7 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3701
5. Шандаров, В. М. Исследование эффективности ввода света в планарный оптический волновод: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") [Электронный ресурс] / Шандаров В. М., Кущ Г. Г. — Томск: ТУСУР, 2013. — 11 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3703
6. В. М. Шандаров. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65, [Электронный ресурс]: учебное пособие- Томск: ТУСУР, 2013. – 57 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2888/

Согласована на портале № 10714