МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВОЛНОВОДНАЯ ФОТОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника волноводных, нелинейных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Практические занятия	36	36	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	10	10	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	100	100	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 63755

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Усвоение студентами физических основ функционирования, фундаментальных пределов и ограничений устройств волноводной фотоники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование ясной физической картины распространения оптического излучения в планарных световодах.
2. Сравнительный анализ методов модуляции излучения, ограничения накладываемые этими методами на оптико–электронные устройства и устройства волноводной фотоники.
3. Ознакомление с уровнем современного развития волноводной и интегральной фотоники, тенденциями ее дальнейшего развития.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 63755

ПКР-2. Способен к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	ПКР-2.1. Постановка задачи и определение набора параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оптотехники.	Студент знает физические основы функционирования, фундаментальные пределы и ограничения устройств интегральной фотоники; владеет современными методами и подходами при разработке и эксплуатации устройств и систем волноводной фотоники
	ПКР-2.2. Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений.	Студент умеет выбрать выходные параметры и функции разрабатываемого устройства волноводной фотоники, которые требуется моделировать, построить модель на базе физических принципов функционирования устройства, выбрать подходящий численный метод для моделирования
	ПКР-2.3. Разрабатывает математические модели функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.	Студент умеет строить математические и физические модели процессов распространения оптического излучения в волноводных средах
	ПКР-2.4. Владеет навыками проведения компьютерного моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.	Студент владеет навыками моделирования и исследования процессов распространения световых волн в оптических волноводах
	ПКР-2.5. Проводит анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.	Студент умеет проводить комплексный анализ причин и механизмов потерь оптического излучения, дисперсионных характеристик волноводов; проводить сравнительный анализ методов модуляции излучения.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	44	44
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	8	8

Согласована на портале № 63755

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	100	100
Выполнение практического задания	48	48
Подготовка к тестированию	20	20
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	32	32
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Основные соотношения для описания плоских волн	12	-	17	29	ПКР-2
2 Планарные оптические волноводы и оптические волокна	12	8	49	69	ПКР-2
3 Материалы и методы формирования волноводно-оптических элементов	10	-	17	27	ПКР-2
4 Пассивные и управляющие волноводные элементы; приборы волноводной фотоники	2	-	17	19	ПКР-2
Итого за семестр	36	8	100	144	
Итого	36	8	100	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Основные соотношения для описания плоских волн	Расчет характеристик поля и поляризации плоских световых волн	-	ПКР-2
	Итого	-	
2 Планарные оптические волноводы и оптические волокна	Расчет параметров и дисперсионных характеристик планарных оптических волноводов и оптических волокон	-	ПКР-2
	Итого	-	

Согласована на портале № 63755

3 Материалы и методы формирования волноводно-оптических элементов	Расчет конструктивных и технологических параметров волноводных элементов	-	ПКР-2
	Итого	-	
4 Пассивные и управляющие волноводные элементы; приборы волноводной фотоники	Расчет характеристик модуляторов света на основе оптических волноводов	-	ПКР-2
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		-	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Основные соотношения для описания плоских волн	Расчет характеристик поля и поляризации плоских световых волн	12	ПКР-2
	Итого	12	
2 Планарные оптические волноводы и оптические волокна	Расчет параметров и дисперсионных характеристик планарных оптических волноводов	12	ПКР-2
	Итого	12	
3 Материалы и методы формирования волноводно-оптических элементов	Расчет конструктивных и технологических параметров волноводных элементов	10	ПКР-2
	Итого	10	
4 Пассивные и управляющие волноводные элементы; приборы волноводной фотоники	Расчет характеристик модуляторов света на основе планарных оптических волноводов	2	ПКР-2
	Итого	2	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 63755

2 Планарные оптические волноводы и оптические волокна	Исследование планарных оптических волноводов	4	ПКР-2
	Моделирование параметров градиентных оптических волноводов	4	ПКР-2
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Основные соотношения для описания плоских волн	Выполнение практического задания	12	ПКР-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	5	ПКР-2	Тестирование
	Итого	17		
2 Планарные оптические волноводы и оптические волокна	Выполнение практического задания	12	ПКР-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	5	ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	32	ПКР-2	Лабораторная работа
	Итого	49		
3 Материалы и методы формирования волноводно-оптических элементов	Выполнение практического задания	12	ПКР-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	5	ПКР-2	Тестирование
	Итого	17		
4 Пассивные и управляющие волноводные элементы; приборы волноводной фотоники	Выполнение практического задания	12	ПКР-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	5	ПКР-2	Тестирование
	Итого	17		
Итого за семестр		100		

Согласована на портале № 63755

	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		136		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-2	+	+	+	Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Лабораторная работа	0	15	15	30
Практическое задание	10	8	7	25
Тестирование	5	5	5	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	15	28	27	100
Нарастающим итогом	15	43	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)

Согласована на портале № 63755

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750.

7.2. Дополнительная литература

1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553.
2. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб. Лань, 2011.- 528 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование планарных отпических волноводов: Методические указания к лабораторной работе / В. М. Шандаров, Г. Г. Кущ - 2011. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/117.
2. Моделирование параметров градиентных оптических волноводов: Методические указания к лабораторной работе / М. В. Бородин, А. И. Башкиров - 2021. 7 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9379.
3. Волоконно-оптические устройства и приборы: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / В. М. Шандаров - 2018. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7347.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового

Согласована на портале № 63755

проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория СВЧ микроэлектроники: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 101 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

1. Лабораторный интерферометрический стол СИН:
- Лабораторная установка адаптивного голографического интерферометра - 2 шт.;
- He-Ne-лазер с длиной волны 633 нм - 2 шт.;
- Лабораторный источник питания;
- Генератор сигналов низкочастотный;
- Генератор сигналов высокочастотный;
- Цифровой осциллограф - 2 шт.;
- Селективный нановольтметр Unipan;
- Вольтметр/амперметр - 2 шт.;
- Набор оптических элементов (линзы, светофильтры, поляризаторы, рейтеры).

2. Лабораторный интерферометрический стол СИН:
- Генератор сигналов низкочастотный;
- Генератор сигналов высокочастотный - 2 шт.;
- Лабораторный источник питания;
- He-Ne-лазер с длиной волны 633 нм;
- Твердотельный лазер с длиной волны 532 нм;
- Полупроводниковый лазер с длиной волны 650 нм;
- Цифровой осциллограф;
- Измеритель мощности лазерного излучения;
- Оптический теодолит;
- Лабораторный стенд по исследованию дифракции;
- Набор оптических элементов (линзы, светофильтры, поляризаторы, рейтеры).

3. Лабораторный интерферометрический стол СИН:
- Измеритель мощности лазерного излучения;
- He-Ne-лазер с длиной волны 633 нм - 2 шт.;
- Вольтметр/амперметр - 2 шт.;
- Лабораторный источник питания;
- Генератор сигналов низкочастотный;
- Оптический теодолит;
- Измеритель мощности лазерного излучения;
- Цифровой осциллограф;
- Лабораторный стенд по исследованию генерации второй гармоники;
- Набор оптических элементов (линзы, светофильтры, поляризаторы).

4. Лабораторная мебель:
- Шкаф - 4 шт.;
- Тумба - 5 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 63755

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные соотношения для описания плоских волн	ПКР-2	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 63755

2 Планарные оптические волноводы и оптические волокна	ПКР-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Материалы и методы формирования волноводно-оптических элементов	ПКР-2	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Пассивные и управляющие волноводные элементы; приборы волноводной фотоники	ПКР-2	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Согласована на портале № 63755

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. В поперечно-электрической моде TE, распространяющейся вдоль оси z по планарному волноводу, нормалью к поверхности которого является ось x, отличны от нуля компоненты электромагнитного поля …
   а) Ex, Ey и Hz
   б) Ex, Ez и Hy
   в) Hx, Hy и Ez
   г) Hx, Hz и Ey
2. При падении на плоскую границу раздела двух прозрачных сред плоской световой волны под углом Брюстера …
   а) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, стремится к единице
   б) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации в плоскости падения стремится к единице
   в) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации в плоскости падения обращается в нуль
   г) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, обращается в нуль
3. Полное внутреннее отражение плоских световых волн на границе раздела сред с показателями преломления n1 и n2 …
   а) наблюдается только для волн, поляризованных нормально к плоскости падения
   б) наблюдается при их падении из оптически более плотной среды на менее плотную под углом равным arcsin(n2 /n1)
   в) наблюдается только для волн, поляризованных в плоскости падения
   г) наблюдается при их падении из оптически менее плотной среды на более плотную под углом равным arcsin(n2 /n1)
4. Нелинейно-оптические эффекты обнаруживаются по …
   а) влиянию интенсивности светового поля на характер оптических явлений
   б) влиянию длины волны света на показатель преломления оптических материалов

Согласована на портале № 63755

в) влиянию поляризации света на оптическое поглощение в оптических материалах
г) влиянию степени монохроматичности света на контраст интерференционной картины

5. Распределение светового поля в планарном волноводе, когда полное внутреннее отражение отсутствует, и свет частично проходит через волноводный слой в подложку и в покровную среду, называется …
   а) излучательной модой
   б) излучательной модой подложки
   в) волноводной модой
   г) модой свободного пространства
6. Распределение светового поля в пленочном планарном волноводе, когда распространяющаяся в подложке волна преломляется на границе раздела пленкаподложка, испытывает полное внутреннее отражение на границе пленка□покровный слой и преломляется снова в подложку, называется …
   а) модой свободного пространства
   б) излучательной модой подложки
   в) излучательной модой
   г) волноводной модой
7. Распределение светового поля в пленочном планарном волноводе, когда свет на обеих границах пленки испытывает полное внутреннее отражение, и при некоторых дискретных углах падения на границы раздела пленки с подложкой и покровной средой распространяется в пленке без потерь мощности, называется …
   а) излучательной модой
   б) излучательной модой подложки
   в) волноводной модой
   г) модой свободного пространства
8. Условием проявления оптической нелинейности среды является зависимость относительной диэлектрической проницаемости материала от:
   а) напряженности светового поля
   б) длины волны света
   в) поляризации светового излучения
   г) начальной фазы световой волны
9. Эффективный показатель преломления волноводной моды определяется, как …
   а) отношение постоянной распространения света в вакууме к постоянной распространения в оптическом волноводе
   б) отношение постоянной распространения света в оптическом волноводе к постоянной распространения в вакууме
   в) отношение постоянной распространения света в волноводном слое к постоянной распространения в подложке
   г) отношение постоянной распространения света в подложке к постоянной распространения света в волноводном слое
10. Эффективный показатель преломления волноводной моды в пленочном волноводе изменяется в пределах …
    а) от показателя преломления покровной среды до показателя преломления подложки
    б) от показателя преломления покровной среды до показателя преломления волноводного слоя
    в) от показателя преломления подложки до показателя преломления волноводного слоя
    г) от нуля до показателя преломления покровной среды
11. Критическая толщина волноводного слоя h, при которой для данной волноводной моды наступает отсечка …
    а) уменьшается с ростом длины световой волны λ и соответствует равенству эффективного показателя преломления волноводной моды показателю преломления подложки
    б) увеличивается с ростом длины световой волны λ и соответствует равенству эффективного показателя преломления волноводной моды показателю преломления подложки
    в) увеличивается с ростом длины световой волны λ и соответствует равенству эффективного показателя преломления волноводной моды показателю преломления

Согласована на портале № 63755

волноводного слоя

г) уменьшается с ростом длины световой волны λ и соответствует равенству эффективного показателя преломления волноводной моды показателю преломления покровной среды

12. Эффективный показатель преломления излучательной моды подложки в пленочном волноводе изменяется в пределах …

а) от нуля до показателя преломления покровной среды

б) от показателя преломления подложки до показателя преломления волноводного слоя

в) от показателя преломления покровной среды до показателя преломления волноводного 15 слоя

г) от показателя преломления покровной среды до показателя преломления подложки

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Система уравнений электромагнитного поля для диэлектрической среды.
2. Отражение света от плоской границы.
3. Полное внутреннее отражение света.
4. Планарный оптический волновод: моды волновода - направляемые, вытекающие, излучательные; ТЕ и ТМ моды.
5. Формирование направляемых мод с позиций геометрической оптики и дисперсионное уравнение планарного волновода.
6. Электромагнитная теория планарного диэлектрического волновода.
7. Вывод дисперсионного уравнения и дисперсионные кривые; нормированные параметры и обобщенные дисперсионные кривые.
8. Планарные волноводы со ступенчатым и градиентным профилями показателя преломления.
9. Дисперсионное уравнение для градиентного планарного волновода.
10. Механизмы потерь света в оптических волноводах.
11. Канальные оптические волноводы: основные типы канальных волноводов; моды канальных оптических волноводов.
12. Основные материалы интегральной оптики: аморфные диэлектрики, полупроводниковые материалы, электрооптические кристаллы.
13. Методы эпитаксии в формировании полупроводниковых волноводно-оптических элементов.
14. Методы диффузии, ионного обмена, ионной имплантации в формировании волноводнооптических элементов в диэлектрических кристаллических материалах.
15. Типичные характеристики волноводно-оптических элементов при использовании разных методов формирования
16. Пассивные интегрально-оптические компоненты: линзы, призмы, зеркала, расщепители пучков, направленные ответвители, поляризаторы. Методы формирования, характеристики.
17. Управляющие элементы интегральной оптики на основе электрооптического и акустооптического эффектов: модуляторы, дефлекторы, преобразователи частоты и поляризации света.
18. Интегрально-оптические лазеры и датчики физических величин.

9.1.3. Темы практических заданий

1. Расчет характеристик поля и поляризации плоских световых волн
2. Расчет параметров и дисперсионных характеристик пленочных планарных оптических волноводов
3. Расчет параметров и дисперсионных характеристик градиентных планарных оптических волноводов
4. Расчет конструктивных и технологических параметров волноводных элементов
5. Расчет характеристик модуляторов света на основе планарных оптических волноводов

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование планарных оптических волноводов

Согласована на портале № 63755

2. Моделирование параметров градиентных оптических волноводов

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 63755

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 63755

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 87 от «20» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ЭП	М.В. Бородин	Разработано, 4bab9e2d-1d70-4531-8ac1-b921b013421a

Согласована на портале № 63755