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 УР
_____Сенченко П.В.
«26» _____10_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Интегральная фотоника и оптоэлектроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **Передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	часов
	2	2	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 26.10.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 75723

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение физических основ волноводной оптики, принципов работы и технологий изготовления интегрально-оптических элементов, устройств и приборов оптоэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение физических эффектов и явлений при распространении оптического излучения в волноводных структурах.
2. Ознакомление с основными принципами работы и технологиями изготовления интегрально-оптических элементов.
3. Приобретение навыков разработки и проектирования элементов и устройств интегральной оптоэлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (hard skills – HS).
Индекс дисциплины: Б1.О.02.01.
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		
ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1. Знает структуру, назначение и содержание современных информационных ресурсов, используемых в научно-исследовательской работе	Знание современных информационных ресурсов, используемых в научно-исследовательской работе; методики и средств проведения исследований; способов подготовки научно-технических отчетов и публикаций по результатам выполненных исследований.
	ОПК-3.2. Умеет осуществлять информационный поиск и использует новые знания в своей предметной области	Умение применять, объединять и дополнять известные методы решений задач по разработке и проектированию элементов управления излучением в устройствах и приборах интегральной оптоэлектроники.
	ОПК-3.3. Владеет навыками предложения новых идей и подходов к решению инженерных задач с использованием информационных систем и технологий	Владение навыками моделирования и исследования процессов распространения световых волн в оптических волноводах; современными методами и подходами при разработке и эксплуатации устройств и систем интегральной оптики.
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 75723

ПК-2. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знает терминологию в области фотоники и оптоинформатики.	Знание классификации оптических волноводов; видов элементов связи и способов ввода излучения в оптические волноводы; методов управления оптическим излучением.
	ПК-2.2. Умеет выполнять трудовые действия с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности	Умение применять математические модели для описания процессов распространения оптического излучения в волноводных структурах; рассчитывать дисперсионные характеристики и геометрические параметры волноводов; проводить сравнительный анализ методов ввода и модуляции излучения.
	ПК-2.3. Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых современных достижений науки и передовых технологий)	Владение навыками проведения обзора современных научных исследований; выбора пути решения, методики и средств проведения исследований; подготовки научно-технических отчетов и публикаций по результатам выполненных исследований.

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 2 зачетных единиц, 72 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	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Подготовка к зачету с оценкой	13	13
Подготовка к тестированию	7	7
Выполнение индивидуального задания	16	16
Общая трудоемкость (в часах)	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	2	2

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

Согласована на портале № 75723

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Введение	1	-	2	3	ОПК-3, ПК-2
2 Оптические волноводы и направляющие структуры	7	8	12	27	ОПК-3, ПК-2
3 Интегрально–оптические элементы связи и ввода излучения	6	6	12	24	ОПК-3, ПК-2
4 Управление оптическим излучением и устройства интегральной оптоэлектроники	4	4	10	18	ОПК-3, ПК-2
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

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 Введение	Роль интегральной оптоэлектроники в современных устройствах передачи, обработки и приема информации. Материалы и элементы интегральной оптоэлектроники.	1	ОПК-3, ПК-2
	Итого	1	
2 Оптические волноводы и направляющие структуры	Классификация оптических волноводов и направляющих свет структур. Планарные и полосковые оптические волноводы. Геометрическая оптика и электромагнитная теория волноводов. Волновые уравнения для планарных волноводов. Моды оптических волноводов. Механизмы потерь в оптических волноводах. Дисперсионные характеристики оптических волноводов. Распространение света в периодических структурах. Способы изготовления оптических волноводов и направляющих свет структур.	7	ОПК-3, ПК-2
	Итого	7	

Согласована на портале № 75723

3 Интегрально–оптические элементы связи и ввода излучения	Методы ввода излучения в оптические волноводы. Торцевой и призменный элементы ввода-вывода излучения. Решеточный элемент связи. Элементы связи между волноводами. Планарные и геодезические линзы. Линзы Люнеберга. Торцевые отражатели. Планарные призмы. Делители мощности и направленные ответвители.	6	ОПК-3, ПК-2
	Итого	6	
4 Управление оптическим излучением и устройства интегральной оптоэлектроники	Методы и устройства управления оптическим излучением на основе электрооптического и акустооптического эффектов: модуляторы, дефлекторы, преобразователи частоты и поляризации света. Интегрально-оптические лазеры, фотоприемники, мульти- и демультиплексоры.	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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			
2 Оптические волноводы и направляющие структуры	Расчет параметров оптических волноводов. Дисперсионные характеристики планарных оптических волноводов с профилем показателя преломления различного типа. Расчет траектории распространения излучения в оптических волноводах.	8	ОПК-3, ПК-2
	Итого	8	
3 Интегрально–оптические элементы связи и ввода излучения	Расчет параметров элементов связи и ввода оптического излучения в волновод. Оценка эффективности ввода оптического излучения в волновод.	6	ОПК-3, ПК-2
	Итого	6	

Согласована на портале № 75723

4 Управление оптическим излучением и устройства интегральной оптоэлектроники	Расчет параметров и характеристик акустооптического и электрооптического модуляторов света.	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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 Введение	Подготовка к зачету с оценкой	1	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Итого	2		
2 Оптические волноводы и направляющие структуры	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	6	ОПК-3, ПК-2	Индивидуальное задание
	Итого	12		
3 Интегрально–оптические элементы связи и ввода излучения	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	6	ОПК-3, ПК-2	Индивидуальное задание
	Итого	12		

Согласована на портале № 75723

4 Управление оптическим излучением и устройства интегральной оптоэлектроники	Подготовка к зачету с оценкой	4	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	4	ОПК-3, ПК-2	Индивидуальное задание
	Итого	10		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

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
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, Индивидуальное задание, Тестирование
ПК-2	+	+	+	Зачёт с оценкой, Индивидуальное задание, Тестирование

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				
Зачёт с оценкой	10	10	10	30
Индивидуальное задание	20	20	15	55
Тестирование	5	5	5	15
Итого максимум за период	35	35	30	100
Нарастающим итогом	35	70	100	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

Согласована на портале № 75723

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)
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. Панов, М. Ф. Физические основы фотоники: учебное пособие / М. Ф. Панов, А. В. Соломонов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 564 с. — ISBN 978-5-8114-2319-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212564.

7.2. Дополнительная литература

1. Варданян, В. А. Основы волноводной фотоники / В. А. Варданян. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 204 с. — ISBN 978-5-507-46859-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/322640.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания по организации самостоятельной работы и практических занятий / А. И. Башкиров - 2022. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9830.

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

Согласована на портале № 75723

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 лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория "Электронных, квантовых и СВЧ приборов": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Осциллограф Tektronix TDS 2012B;
- Генератор сигналов АКИП-3417/2 - 2 шт.;
- Генератор импульсов Г5-54;
- Источник питания GWINSTEK GPS-73030D - 2 шт.;
- Осциллограф KEYSIGHT SDOX1204A;
- Генератор сигналов Г4-126;
- Источник питания УИП-1;
- Генератор сигналов Anritsu MG3670G;
- Частотомер Ч2-32 - 2 шт.;
- Лазер ЛГН-207А - 3 шт.;
- Оптическая скамья ОСК-3 - 3 шт.;
- Вольтметр цифровой GDM-8145 - 2 шт.;
- Комплект лабораторных работ по "Фурье-Оптике" - 3 шт.;
- Проектор;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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, 209 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;

Согласована на портале № 75723

- 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 Введение	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Оптические волноводы и направляющие структуры	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Интегрально–оптические элементы связи и ввода излучения	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 75723

4 Управление оптическим излучением и устройства интегральной оптоэлектроники	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

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.

Согласована на портале № 75723

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. Диапазон длин волн который представляет наибольший интерес для интегральной оптоэлектроники:
   а) от 0,1 до 10 нм;
   б) от 0,1 до 10 мкм;
   в) от 0,4 до 0,8 мкм;
   г) от 0,1 до 1 нм.
2. Дисперсией показателя преломления среды называется:
   а) зависимость диэлектрической проницаемости среды от частоты света;
   б) зависимость фазовой скорости световой волны от поляризации;
   в) изменение фазы световой волны при отражении на границе раздела двух сред;
   г) все варианты верны.
3. Оптическим волноводом называется:
   а) трехслойная структура, поглощающая световую энергию при распространении излучения;
   б) трехслойная структура, усиливающая световую энергию при распространении излучения;
   в) трехслойная структура с размерами, не ограниченными в поперечных направлениях;
   г) нет правильного ответа.
4. Передача сигнала в оптических волноводах основано на явлении:
   а) полного внутреннего отражения света на границах раздела диэлектрических сред;
   б) дифракции света на периодической структуре;
   в) интерференции при попутном распространении световых волн;
   г) интерференции при встречном распространении световых волн.
5. Показатель преломления градиентного волновода:
   а) плавно изменяется вдоль оси волновода:
   б) не изменяется в пределах сердцевины, резко уменьшаясь на границе с внутренней оболочкой;
   в) плавно уменьшается от центра сердцевины к краям;
   г) плавно увеличивается от центра сердцевины к краям.
6. Дисперсионное уравнение позволяет:
   а) вычислить критический угол ввода излучения в волноводную структуру;
   б) определить коэффициент связи между волноводными модами;
   в) связать характеристики волноводных мод с частотой и параметрами направляющей структуры;
   г) оценить межмодовую дисперсию волноводных мод.
7. Показатель преломления центрального слоя планарного оптического волновода n0:
   а) n0 не равен показателю преломления подложки n1;
   б) n0 равен показателю преломления покровной среды n2;
   в) n0 меньше показателя преломления подложки n1;
   г) n0 больше показателей преломления прилегающих слоев n1 и n2.
8. Симметричным называется планарный оптический волновод, у которого:
   а) $n0 > n1 > n2$;
   б) $n1 = n2$;

Согласована на портале № 75723

в) $n1 \neq n2$;
г) $n0 = n1$.

9. Существование волноводной моды возможно в случае соблюдения следующих условий:
   а) $n1 < Nm < n0$;
   б) $n0 > n1 = n2$;
   в) $n0 > n1 > n2$;
   г) все варианты верны.
10. Эффективный показатель преломления Nm - величина:
   а) характеризующая взаимодействие волноводных мод с прилегающими слоями;
   б) обратно пропорциональная квадрату показателя преломления подложки;
   в) определяющая возможность существования волноводной моды с номером m в зависимости от угла падения излучения;
   г) нет правильного ответа.
11. Электрооптический (ЭО) эффект:
   а) это изменение коэффициента поглощения среды под действием приложенного постоянного электрического поля;
   б) это изменение показателя преломления среды под действием приложенного постоянного или переменного электрического поля;
   в) это изменение коэффициента усиления среды под действием приложенного переменного электрического поля;
   г) это изменение коэффициента отражения на границе раздела под действием приложенного постоянного или переменного электрического поля.
12. Полуволновое напряжение – это напряжение, необходимое для:
   а) преодоления светом расстояния равного половине длины волны $\lambda/2$;
   б) обеспечения разности хода лучей в плечах модулятора на величину равную половине длины волны $\lambda/2$;
   в) достижения изменения фазы световой волны величины π;
   г) все варианты верны.
13. Эффективность ЭО модуляторов разной конфигурации характеризуется величиной:
   а) четвертьволнового напряжения;
   б) эффективного показателя преломления;
   в) дифракционной расходимости светового поля;
   г) полуволнового напряжения.
14. Фазовые электрооптические модуляторы используются:
   а) для модуляции фазы световой волны;
   б) для модуляции интенсивности световых волн;
   в) для модуляции частоты света;
   г) на их основе создаются приборы для управления любыми параметрами световых волн.
15. Акустооптический эффект – это явление взаимодействия …
   а) световых волн с акустическими возмущениями, распространяющимися в упругой среде;
   б) световых волн с акустическими возмущениями, распространяющимися в неупругой среде;
   в) акустических волн со световыми возмущениями, распространяющимися в упругой среде;
   г) акустических волн со световыми возмущениями, распространяющимися в неупругой среде.
16. Величина угла дифракции световой волны в АО модуляторе:
   а) уменьшается с увеличением частоты управляющего сигнала;
   б) увеличивается с уменьшением частоты управляющего сигнала;
   в) прямо пропорциональна квадрату частоты управляющего сигнала;
   г) нет правильного ответа.
17. При изменении частоты управляющего сигнала:
   а) происходит модуляция частоты управляемого сигнала;
   б) компенсируется дисперсия показателя преломления среды;
   в) АО модулятор играет роль дефлектора;
   г) нет правильного ответа.

Согласована на портале № 75723

18. Оптические анализаторы спектра радиосигналов строятся на основе:
    а) дифракции света на стационарных периодических структурах;
    б) акустооптических приборов;
    в) электрооптических приборов;
    г) голографических элементов.
19. Методы формирования градиентных планарных волноводов основаны на:
    а) нанесении диэлектрических пленок на поверхность подложки;
    б) изменении показателя преломления материала в поверхностном слое подложки;
    в) нанесении проводящих пленок на поверхность подложки;
    г) вакуумном напылении диэлектрических пленок на подложку.
20. Роль фазовых транспарантов в оптической системе могут играть:
    а) линзы;
    б) призмы;
    в) акустооптические модуляторы;
    г) все перечисленные элементы.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Материалы и элементы интегральной оптики.
2. Классификация оптических волноводов и области применения.
3. Планарный и канальный оптические волноводы. Характеристики и конструктивные отличия.
4. Оптические волноводы с профилем показателя преломления ступенчатого и градиентного типов. Геометрическая оптика и волновая теория.
5. Моды планарного волновода с профилем показателя преломления различного типа.
6. Волновое уравнение для ТЕ-мод и ТМ-мод.
7. Решение для полей планарного волновода.
8. Дисперсионные уравнения планарного оптического волновода с профилем показателя преломления ступенчатого и градиентного типов.
9. Распространение излучения и механизмы потерь световой энергии в оптических волноводах.
10. Связанные оптические волноводы.
11. Распространение световых волн в периодических структурах.
12. Технологии изготовления оптических волноводов и направляющих свет структур. Преимущества и недостатки.
13. Методы ввода оптического излучения в волноводы. Интегрально-оптические элементы связи.
14. Пассивные интегрально-оптические элементы. Призмы и линзы: характеристики, назначение и способы изготовления.
15. Делители мощности и направленные ответвители.
16. Методы управления излучением в оптических волноводах.
17. Акустооптический модулятор света. Принцип работы устройства и описание АО эффекта.
18. Дефлекторы оптического излучения.
19. Электрооптический модулятор света. Принцип работы устройства и описание ЭО эффекта.
20. Интегрально-оптические лазеры и фотоприемники, мульти- и демультиплексоры.

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Расчет дисперсионных характеристик планарного оптического волновода с профилем показателя преломления ступенчатого типа. Расчет траектории распространения излучения в волноводе.
2. Расчет дисперсионных характеристик планарного оптического волновода с профилем показателя преломления градиентного типа. Расчет траектории распространения излучения в волноводе.
3. Расчет характеристик призменного элемента ввода излучения в планарный оптический волновод. Оценка эффективности ввода излучения в волновод.
4. Расчет характеристик торцевых элементов ввода излучения в планарный оптический волновод. Оценка эффективности ввода излучения в волновод.

Согласована на портале № 75723

5. Расчет параметров и характеристик акустооптических и электрооптических модуляторов света.

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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

Согласована на портале № 75723

возможностями здоровья и инвалидов

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 № 75723

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 2 от «20» 10 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лощилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44
Доцент, каф. КУДР	И.В. Кулинич	Согласовано, d2a0f42b-ed8d-43b9-8776-2e1f79c72b0a

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. СВЧиКР	А.Д. Безпалый	Разработано, 79979ee5-e57e-4e4d-b64d-7426d6ed9f58

Согласована на портале № 75723