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.
«13» _____12_____ 2023 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 2024 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	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	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: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 79165

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. Ознакомление с технологиями изготовления и основными принципами работы интегрально-оптических элементов.
2. Изучение физических эффектов и явлений при распространении оптического излучения в волноводных структурах.
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; методик 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 оптическим 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 полей в волноводных и других интегрально-оптических структурах; современными методами разработки и знаниями по эксплуатации интегрально-оптических устройств и систем с учетом их функционального назначения.

Согласована на портале № 79165

Профессиональные компетенции		
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 интегрально-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 известные 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 оптического 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 по современным научным исследованиям в области интегральной оптоэлектроники; 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 3 зачетных единиц, 108 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	72	72
Подготовка к зачету с оценкой	26	26
Подготовка к тестированию	14	14
Выполнение индивидуального задания	32	32
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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.

Согласована на портале № 79165

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Введение	2	-	6	8	ОПК-3, ПК-2
2 Оптические волноводы и интегрально-оптические элементы на основе волноводных структур	6	8	24	38	ОПК-3, ПК-2
3 Интегрально–оптические элементы связи и ввода излучения	4	4	18	26	ОПК-3, ПК-2
4 Управление оптическим излучением и устройства интегральной оптоэлектроники	6	6	24	36	ОПК-3, ПК-2
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

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, приема и обработки информации. Материалы и элементы интегральной оптоэлектроники.	2	ОПК-3, ПК-2
	Итого	2	
2 Оптические волноводы и интегрально-оптические элементы на основе волноводных структур	Классификация оптических волноводов и интегрально-оптических элементов на основе волноводных 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 интегрально-оптических элементов на основе волноводных структур.	6	ОПК-3, ПК-2
	Итого	6	

Согласована на портале № 79165

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.	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
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.	6	ОПК-3, ПК-2
	Итого	6	
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 интегрально-оптические элементы на основе волноводных структур	Расчет параметров оптических волноводов. Дисперсионные характеристики планарных оптических волноводов с профилем показателя преломления различного типа. Расчет траектории распространения излучения в оптических волноводах. Моделирование распределения модовых полей в оптических волноводных структурах с различным профилем показателя преломления.	8	ОПК-3, ПК-2
	Итого	8	

Согласована на портале № 79165

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.	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
4 Управление оптическим излучением и устройства интегральной оптоэлектроники	Расчет параметров и характеристик акустооптических и электрооптических модуляторов света. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция оптического сигнала.	6	ОПК-3, ПК-2
	Итого	6	
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	4	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
2 Оптические волноводы и интегрально-оптические элементы на основе волноводных структур	Подготовка к зачету с оценкой	8	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	12	ОПК-3, ПК-2	Индивидуальное задание
	Итого	24		

Согласована на портале № 79165

3 Интегрально–оптические элементы связи и ввода излучения	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	8	ОПК-3, ПК-2	Индивидуальное задание
	Итого	18		
4 Управление оптическим излучением и устройства интегральной оптоэлектроники	Подготовка к зачету с оценкой	8	ОПК-3, ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-3, ПК-2	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	12	ОПК-3, ПК-2	Индивидуальное задание
	Итого	24		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

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

Согласована на портале № 79165

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)
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. [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. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/322640.

2. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах [Текст] : монография / С. М. Шандаров [и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) (Томск). - 2-е изд., стереотипное. - Томск : Издательство ТУСУРа, 2021. - 242 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.).

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;

Согласована на портале № 79165

– 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 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

Учебно-научная лаборатория микроэлектроники и фотоники: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 226/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Системный блок 1 1 шт.

Системный блок 2 14 шт.

Монитор 27" 15 шт.

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL

- 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;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 79165

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 интегрально-оптические элементы на основе волноводных структур	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 № 79165

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 № 79165

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 № 79165

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 № 79165

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 № 79165

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 № 79165

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 № 79165

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «18» 11 2023 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
Начальник 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. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	И.В. Кулинич	Согласовано, d2a0f42b-ed8d-43b9-8776-2e1f79c72b0a

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.Д. Безпалый	Разработано, 79979ee5-e57e-4e4d-b64d-7426d6ed9f58

Согласована на портале № 79165