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: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Практические занятия	22	22	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	10	10	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	122	122	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	216	216	часов
(включая промежуточную аттестацию)	6	6	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: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 79723

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка студентов к разработке, исследованию и эксплуатации приборов и устройств современной интегральной оптоэлектроники на основе изучения базовых физических принципов функционирования основных элементов интегральной оптоэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение явлений, используемых для анализа, расчета, создания приборов и устройств интегральной оптоэлектроники.
2. Изучение оптики планарных волноводов, физических эффектов и явлений в волноводных структурах, используемых для конструирования и расчета пассивных и активных интегрально-оптических элементов оптоэлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.01.03.
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		
ПК-1. Способен к организации и проведению научных экспериментов с применением квантовых и оптических приборов и устройств	ПК-1.1. Знает принципы планирования и проведения экспериментов с применением квантовых и оптических приборов и устройств	Знать принципы планирования и проведения экспериментов с применением лазеров, оптических волноводов и волокон, модуляторов, фотоприемников
	ПК-1.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования	Уметь самостоятельно проводить экспериментальные исследования с применением лазеров, оптических волноводов и волокон, модуляторов, фотоприемников
	ПК-1.3. Владеет навыками проведения исследований с применением квантовых и оптических приборов и устройств	Владеть навыками проведения исследований с применением лазеров, оптических волноводов и волокон, модуляторов, фотоприемников

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

Согласована на портале № 79723

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 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	58	58
Лекционные занятия	28	28
Практические занятия	22	22
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	122	122
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	4
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	8
Написание отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка к тестированию	38	38
Подготовка к устному опросу / собеседованию	42	42
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	22	22
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	216	216
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	6

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	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Оптические волноводы	12	14	8	64	98	ПК-1
2 Пассивные интегрально – оптические элементы. Управление излучением в оптических волноводах	6	-	-	16	22	ПК-1
3 Волноводные оптические усилители и лазеры	6	-	-	16	22	ПК-1
4 Оптические волокна	4	8	-	26	38	ПК-1
Итого за семестр	28	22	8	122	180	
Итого	28	22	8	122	180	

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)

Согласована на портале № 79723

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Оптические волноводы	Классификация оптических волноводов. Геометрическая оптика планарных волноводов. Эффект Гуса–Хенхена. Электромагнитная теория планарных волноводов. Моды тонкопленочного волновода. Волновые уравнения для градиентных планарных волноводов. Технология изготовления полосковых волноводов. Расчет параметров полосковых волноводов. Измерение параметров оптических волноводов	12	ПК-1
	Итого	12	
2 Пассивные интегрально – оптические элементы. Управление излучением в оптических волноводах	Торцевой ввод излучения в планарные и полосковые волноводы. Призменный ввод. Решеточный элемент связи. Элементы связи между оптическими волноводами (планарными и полосковыми). Планарные линзы: геодезические линзы, линзы с изменением эффективного показателя преломления. Торцевые отражатели. Акустооптические методы управления светом в оптических волноводах. Электрооптические (ЭО) методы управления излучением в волноводных структурах.	6	ПК-1
	Итого	6	
3 Волноводные оптические усилители и лазеры	Общие характеристики оптических усилителей. Принцип работы эрбиевого усилителя. Оптическая схема эрбиевого волоконного усилителя. Теоретическое описание работы усилителя и его основные параметры. Волоконные лазеры	6	ПК-1
	Итого	6	
4 Оптические волокна	Физические основы передачи света по оптическим волокнам. Характеристики стандартных оптических волокон. Волоконно-оптические кабели. Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

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

Согласована на портале № 79723

1 семестр			
1 Оптические волноводы	Расчет параметров планарных волноводов. Профиль показателя преломления, нормированная частота, числовая апертура.	14	ПК-1
	Итого	14	
4 Оптические волокна	Расчет параметров оптического волокна. Числовая апертура, временная дисперсия, межмодовая дисперсия	8	ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		22	
Итого		22	

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			
1 Оптические волноводы	Измерение эффективных показателей преломления планарного волновода	4	ПК-1
	Исследование дисперсионных характеристик полосковых волноводов	4	ПК-1
	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				

Согласована на портале № 79723

1 Оптические волноводы	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	8	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	12	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	18	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	14	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	64		
2 Пассивные интегрально – оптические элементы. Управление излучением в оптических волноводах	Подготовка к тестированию	8	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	8	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Итого	16		
3 Волноводные оптические усилители и лазеры	Подготовка к тестированию	8	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	8	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Итого	16		
4 Оптические волокна	Подготовка к тестированию	10	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	8	ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	8	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	26		
Итого за семестр		122		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		158		

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

Согласована на портале № 79723

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Устный опрос / собеседование, 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				
Защита отчета по лабораторной работе	0	8	0	8
Устный опрос / собеседование	2	4	2	8
Лабораторная работа	0	8	0	8
Тестирование	10	10	10	30
Отчет по лабораторной работе	0	6	0	6
Отчет по практическому занятию (семинару)	5	0	5	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	17	36	17	100
Нарастающим итогом	17	53	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)

Согласована на портале № 79723

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. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 596 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/133479 .

7.2. Дополнительная литература

1. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / В. И. Ефанов - 2012. 150 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/802.
2. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2013. 198 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3709.
3. Информационная оптика : учебное пособие для вузов / Н. Н. Евтихиев [и др.] ; ред. Н. Н. Евтихиев. - М. : МЭИ, 2000. - 612 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Интегральная оптоэлектроника: Методические указания к лабораторным работам / А. И. Башкиров, Н. И. Буримов, Р. В. Литвинов - 2022. 29 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9826.
2. 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

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

Согласована на портале № 79723

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

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

УНЛ оптического материаловедения, нелинейной оптики и нанофотоники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 008 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Стол оптический - 2 шт.;
- Лазеры твердотельные: LCS-DTL-317, LCS-DTL-316, DTL-329QT;
- Спектрофотометры: СФ-2000, Genesys 2, Shimadzu UV-27004;
- Комплексы оптических и опто-механических компонентов, автоматизированные комплексы обработки данных;
- Установка УМОГ-3;
- Вольтметр универсальный В7-40/1, В7-40/5;
- Микроскоп - 3 шт.;
- Комплекс для съемки динамических процессов;
- Источник питания Mastech OC PS HY3002D-2;
- Осциллограф Tektronix TDS 2012C, 2012B;
- Монохроматор МДР-23;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. 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;

Согласована на портале № 79723

- 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.

8.5. 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)

Согласована на портале № 79723

1 Оптические волноводы	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
2 Пассивные интегрально – оптические элементы. Управление излучением в оптических волноводах	ПК-1	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Волноводные оптические усилители и лазеры	ПК-1	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Оптические волокна	ПК-1	Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

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

Согласована на портале № 79723

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.
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

Согласована на портале № 79723

1. Каким должен быть показатель преломления пленки планарного оптического волновода n0?
   а) n0 > показателя преломления подложки
   б) n0 > показателя преломления покровной среды
   в) n0 < показателя преломления подложки
   г) n0 = показателю преломления покровной среды
2. Что называется модой оптического волновода?
   а) поперечная электромагнитная волна
   б) частота излучения
   в) степень когерентности
   г) самосогласованный тип зигзагообразной электромагнитной волны
3. Какие пары материалов позволяют создавать гетерооптоэлектронные приборы?
   а) Ge–Ge
   б) Si–Si
   в) GaAs–GaAlAs
   г) GaAs–GaAs
4. Какой механизм генерации излучения реализуется в полупроводниках?
   а) эффект термоэлектронной эмиссии
   б) эффект генерации электронно-дырочных пар
   в) эффект рекомбинации
   г) эффект фотолюминесценции
5. Какие волны называют ТЕ - модами оптического волновода (ось X перпендикулярна поверхности волновода), у которых при распространении вдоль оси Z выполняются такие условия для компонент электромагнитного поля?
   а) Z – компонента магнитного поля равна нулю
   б) Z – компонента магнитного поля отлична от нуля
   в) Z – компонента электрического поля отлична от нуля
   г) Y - компонента электрического поля отлична от нуля
6. Какие волны называют ТМ - модами оптического волновода (ось X перпендикулярна поверхности волновода), у которых при распространении вдоль оси Z выполняются такие условия для компонент электромагнитного поля?
   а) Z – компонента магнитного поля равна нулю
   б) Z – компонента магнитного поля отлична от нуля
   в) Z – компонента электрического поля отлична от нуля
   г) Y - компонента электрического поля отлична от нуля
7. Какие условия необходимы для существования волноводной моды?
   а) наличие преломления света на границах волноводной пленки с подложкой и покровной средой
   б) суммарный фазовый сдвиг за полный цикл распространения зигзагообразной волны кратен 180 угловым градусам
   в) выполнения условия n0>n1>n2 , где n0, n1, n2 - показатели преломления пленки подложки и покровного материала, соответственно;
   г) углы падения света света на границы раздела должны быть не больше критических
8. Что называется числовой апертурой оптического волокна?
   а) диаметр сердцевины волокна
   б) диаметр оболочки волокна
   в) корень квадратный из суммы квадратов показателей преломления сердцевины и оболочки
   г) корень квадратный из разности квадратов показателей преломления сердцевины и оболочки
9. Что характеризует числовая апертура оптического волокна?
   а) эффективность ввода излучения в световод
   б) эффективность вывода излучения из световода
   в) диаметр сердцевины оптического волокна
   г) диаметр оболочки оптического волокна
10. Какого типа волокно обеспечивает максимальную широкополосность?
    а) одномодовое градиентное

Согласована на портале № 79723

б) многомодовое градиентное
в) многомодовое со ступенчатым изменением показателя преломления
г) одномодовое со струпенчатым изменением показателя преломления

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Волноводные моды градиентных планарных волноводов
2. Электромагнитная теория планарных волноводов
3. Метод эффективного показателя преломления для анализа полосковых волноводов
4. Явление уширения импульсного оптического сигнала за счет расходимости светового пучка
5. Виды потерь в оптических волокнах

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Какие факторы влияют на эффективность призменного ввода излучения в волновод?
2. Из каких условий выбирается материал, из которого изготавливается призма, и угол основания призмы?
3. Поясните суть метода эффективного показателя преломления для расчета дисперсионных характеристик полоскового волновода.
4. Каковы основные ограничения, накладываемые на использование метода эффективного показателя преломления?
5. Какова структура волноводных мод в полосковых волноводах? Чем эти моды отличаются от мод планарного волновода?

9.1.4. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Условие поперечного резонанса для планарного волновода. Моды тонкопленочного волновода
2. Электромагнитная теория планарных волноводов. Волновые уравнения для градиентных волноводов
3. Призменный ввод излучения в планарные волноводы. . Решеточный элемент связи
4. Дифракция волноводных оптических волн (ВОВ) на поверхностных акустических волнах (ПАВ)
5. Уширение импульсных сигналов в стекловолокне. Виды потерь оптических сигналов в стекловолокнах

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Измерение эффективных показателей преломления планарного волновода
2. Исследование дисперсионных характеристик полосковых волноводов

9.1.6. Темы практических занятий

1. Расчет параметров планарных волноводов. Профиль показателя преломления, нормированная частота, числовая апертура.
2. Расчет параметров оптического волокна. Числовая апертура, временная дисперсия, межмодовая дисперсия

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

Согласована на портале № 79723

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 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;

Согласована на портале № 79723

– 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 № 79723

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 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	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

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:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Башкиров	Разработано, 7599f2bc-c327-4b5e-87c4-a1b79e3f291d

Согласована на портале № 79723