МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ФОТОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия радиоэлектронных устройств и комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	60	60	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83200

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Усвоение студентами физических основ функционирования, расчетов и ограничений устройств интегральной фотоники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных положений интегральной фотоники.
2. Изучение оптических и нелинейно-оптических эффектов при ограничении световых полей направляющими структурами с микронными и нанометровыми поперечными размерами.
3. Изучение принципов расчета волноводных элементов фотонных интегральных схем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.02.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

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

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

Согласована на портале № 83200

ПК-3. Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	ПК-3.1. Знает принципы исследования и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Знает принципы исследования и эксплуатации интегральных фотонных элементов и технологий их производства, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения
	ПК-3.2. Умеет исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Умеет исследовать и эксплуатировать интегральные фотонные устройства, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения
	ПК-3.3. Владеет методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Владеет методами исследования и способами эксплуатации фотонных интегральных устройств, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения

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
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Подготовка к тестированию	24	24
Подготовка к зачету с оценкой	28	28
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	8
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

Согласована на портале № 83200

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
7 семестр						
1 Введение	1	-	-	8	9	ПК-3
2 Периодические световоды: типы и математическое описание	4	6	6	12	28	ПК-3
3 Направленные ответвители	4	6	-	8	18	ПК-3
4 Элементы ввода и вывода излучения из световода	2	-	-	8	10	ПК-3
5 Фазовые и амплитудные электрооптические модуляторы	4	6	6	14	30	ПК-3
6 Монолитно-интегральные и гибридные полупроводниковые оптические схемы	3	-	-	10	13	ПК-3
Итого за семестр	18	18	12	60	108	
Итого	18	18	12	60	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
7 семестр			
1 Введение	Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, историческая справка о возникновении и развитии интегральной оптики, основная и дополнительная литература.	1	ПК-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 83200

2 Периодические световоды: типы и математическое описание	Среди важнейших компонентов интегральной оптики выделяются световоды, имеющие регулярный рельеф на поверхности или модуляцию показателя преломления Δn,период которых Λ сравним с длиной волны λ направляемого света. Главное назначение таких периодических световодных структур — обеспечивать взаимодействие между собственными модами, которые в непериодическом световоде являются независимыми. Соблюдение определенных условий может обеспечить взаимодействие между сонаправленными модами различных порядков, между противоположно направленными модами одного порядка и так далее	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Направленные ответвители	Обмен энергией между направляемыми модами соседних параллельных световодов известен как направленная связь. Основанные на направленной связи световодные ответвители выполняют целый ряд полезных функций в интегрально-оптических устройствах, включая деление, ввод мощности, модуляцию, переключение, частотную селекцию.»	4	ПК-3
	Итого	4	
4 Элементы ввода и вывода излучения из световода	Основными характеристиками элементов связи являются эффективность и модовая избирательность. Эффективность обычно определяется частью общей энергии оптического пучка η, введенной в световод или выведенной из него. Для элементов связи с модовой избирательностью эффективность сопряжения можно выразить независимо отдельных мод, тогда как многомодовые элементы связи характеризуются только общей эффективностью.	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 83200

5 Фазовые и амплитудные электрооптические модуляторы	Электрооптические модуляторы и переключатели, применяемые как элементы интегральных схем, создаются на основе тонкопленочных световодов. В них достигается локализация света в области, сравнимой с длиной волны, что позволяет создавать поля, необходимые для модуляции, при относительно малых приложенных напряжениях. В результате они имеют миниатюрные размеры и малую потребляемую мощность по сравнению с объемными аналогами.»	4	ПК-3
	Итого	4	
6 Монолитно-интегральные и гибридные полупроводниковые оптические схемы	Компоненты современных оптических схем, такие как излучатели света, фотоприемники, модуляторы света, волноводы, могут быть сформированы и связаны между собой в одном интегральном модуле аналогично тому, как это делается в электрических интегральных схемах. Это приводит к уменьшению размеров компонентов схемы, увеличению ее плотности, упрощению сборки и упаковки, повышению надежности и быстродействия, а возможно, и к снижению стоимости. Такие устройства называют фотонными интегральными схемами, если они состоят только из оптических компонентов, или оптоэлектронными интегральными схемами, если в них включена также и электронная схема	3	ПК-3
	Итого	3	
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
7 семестр			
2 Периодические световоды: типы и математическое описание	Расчет характеристик поля и поляризации плоских световых волн	6	ПК-3
	Итого	6	

Согласована на портале № 83200

3 Направленные ответвители	Расчет параметров и дисперсионных характеристик планарных оптических волноводов	6	ПК-3
	Итого	6	
5 Фазовые и амплитудные электрооптические модуляторы	Расчет характеристик модуляторов света на основе планарных оптических волноводов	6	ПК-3
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
7 семестр			
2 Периодические световоды: типы и математическое описание	Генерация второй гармоники излучения в твердотельном YAG:Nd-лазере	6	ПК-3
	Итого	6	
5 Фазовые и амплитудные электрооптические модуляторы	Исследование поляризации лазерного излучения	6	ПК-3
	Итого	6	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

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
7 семестр				
1 Введение	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	8		

Согласована на портале № 83200

2 Периодические световоды: типы и математическое описание	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	12		
3 Направленные ответвители	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	8		
4 Элементы ввода и вывода излучения из световода	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	8		
5 Фазовые и амплитудные электрооптические модуляторы	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	14		
6 Монолитно-интегральные и гибридные полупроводниковые оптические схемы	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	10		
Итого за семестр		60		
Итого		60		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Согласована на портале № 83200

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
7 семестр				
Зачёт с оценкой	10	10	20	40
Лабораторная работа	10	10	20	40
Тестирование	5	5	10	20
Итого максимум за период	25	25	50	100
Нарастающим итогом	25	50	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

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. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 596 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150.

7.3. Учебно-методические пособия

Согласована на портале № 83200

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Волоконно-оптические устройства и приборы: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / В. М. Шандаров - 2018. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7347.
2. Генерация второй гармоники излучения в твердотельном YAG:Nd-лазере: Методические указания к лабораторной работе / А. Д. Безпалый, А. Е. Мандель - 2025. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11124.
3. Исследование поляризации лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе для студентов технических направлений подготовки и специальностей / А. Д. Безпалый, А. Е. Мандель, Д. В. Окунев - 2025. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11117.

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

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- вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко "Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений": 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, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 шт.;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";

Согласована на портале № 83200

- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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.

8.4. 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

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

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 83200

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	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Периодические световоды: типы и математическое описание	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Направленные ответвители	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Элементы ввода и вывода излучения из световода	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Фазовые и амплитудные электрооптические модуляторы	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 83200

6 Монолитно-интегральные и гибридные полупроводниковые оптические схемы	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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 № 83200

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. Какая длина волны соответствует инфракрасному излучению?
   а) 0,3 мкм
   б) 0,6 мкм
   в) 0,5 мкм
   г) 1 мкм
2. Какая длина волны соответствует ультрафиолетовой области спектра?
   а) 0,3 мкм
   б) 0,7 мкм
   в) 0,9 мкм
   г) 12 мкм
3. Какие частицы переносят оптическую энергию?
   а) фотоны
   б) фононы
   в) электроны
   г) дырки
4. Какой длине волны соответствует максимальная чувствительность глаза?
   а) 0,41 мкм
   б) 0,56 мкм
   в) 0,63 мм
   г) 0,72 мм
5. Какой механизм генерации излучения реализуется в полупроводниках?
   а) эффект термоэлектронной эмиссии
   б) эффект генерации электронно-дырочных пар
   в) эффект рекомбинации
   г) эффект фотолюминесценции
6. Какой параметр характеризует среду распространения электромагнитной волны?
   а) длина волны
   б) показатель преломления
   в) напряженность электрического поля
   г) начальная фаза
7. Какова скорость света в вакууме?
   а) 340 м/с
   б) 3x10e8 м/с
   в) 3x10e6 м/с
   г) 3x10e9 м/с
8. Какова скорость распространения электромагнитной волны в волноводе, имеющем показатель преломления n = 3:
   а) 340 м/с
   б) 3x10e8 м/с
   в) 10e8 м/с
   г) 10e5 м/с
9. Каким должен быть показатель преломления сердцевины оптического волновода n1 относительно показателя преломления оболочки n2?

Согласована на портале № 83200

а) n1= 1
б) n1> n2
в) n1< n2
г) n1= n2

10. На каком эффекте основана работа полупроводниковых фотоприемников
    а) рекомбинации электронов и дырок
    б) генерации электронов и дырок за счет электрического тока
    в) разделения электронно-дырочных пар под действием фотонов
    г) образования электронно-дырочных пар под действием фотонов
11. Существуют следующие виды поляризации световых волн:
    а) линейная, сферическая, круговая
    б) плоская, выпуклая
    в) линейная, эллиптическая, круговая
    г) линейная, тангенсальная
12. Геометрическое место точек, в которых фаза волны одинакова, называется…
    а) волновым фронтом
    б) амплитудным фронтом
    в) поляризационным фронтом
    г) плоским фронтом
13. Световая волна с векторами E □ и H □, направление которых может быть однозначно определено в любой момент времени в любой точке пространства, называется…
    а) определенной
    б) фазовой
    в) поляризованной
    г) интегральной
14. Элементом, преобразующим состояние поляризации световой волны, является…
    а) линза
    б) фазовая пластинка
    в) светофильтр
    г) призма
15. Угол падения, при котором отражённый луч полностью поляризован, называется …
    а) углом Гаусса
    б) углом Брюстера
    в) углом Фарадея
    г) углом Снеллиуса
16. Закон, описывающий преломление света на границе двух прозрачных сред, носит имя
    а) Снеллиуса
    б) Фарадея
    в) Брюстера
    г) Гаусса
17. Интерферометр, представляющий собой два плоских зеркала с высоким коэффициентом отражения и с параллельными плоскостями, расположенных на расстоянии L друг от друга, называется интерферометром…
    а) Фабри-Перо
    б) Маха-Цендера
    в) Майкельсона
    г) Юнга
18. Электрооптический эффект - это …
    а) изменение показателя преломления среды под действием изменения температуры
    б) изменение показателя преломления среды под действием приложенного физического воздействия
    в) изменение показателя преломления среды под действием приложенного постоянного или переменного электрического поля
    г) изменение показателя преломления среды под действием магнитного поля
19. Эффект фоторефракции заключается в изменении…
    а) оптического поглощения
    б) показателя преломления

Согласована на портале № 83200

в) оптического пропускания
г) коэффициента связи мод

20. Среда, свойства которой в различных направлениях различны, например, среда, которая для разных направлений световой волны имеет разные значения показателя преломления, называется…
    а) изотропной
    б) анизотропной
    в) однородной
    г) неоднородной

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Модели материальной среды.
2. Решение волнового уравнения: плоские волны. Структура поля плоской волны в однородной среде.
3. Поляризация плоских волн. Линейная, круговая, эллиптическая поляризация. Выражения для полей плоских световых волн с заданной поляризацией.
4. Поляризационные элементы: пленочные поляроиды, кристаллические поляризаторы, фазовые пластинки. Изменение состояния поляризации плоской световой волны, прошедшей через фазовую пластинку.
5. Отражение и преломление света на границе раздела. Горизонтальная и вертикальная поляризация. Закон Снеллиуса. Угол Брюстера.
6. Полное внутреннее отражение света на границе раздела диэлектрических сред. Структура поля световой волны при полном внутреннем отражении.
7. Гауссов световой пучок. Угловой спектр плоских волн. Гауссовы пучки высших порядков.
8. Волоконные световоды. Оптический спектр. Сферы применения. Типы ОВ. Принцип действия.
9. Волоконные световоды. Профиль показателя преломления. Основные характеристики ОВ.
10. Волоконные световоды. Основные типы потерь в оптическом волокне.
11. Волоконные световоды. Виды дисперсии в ОВ.
12. Технология производства волоконных световодов. Основные этапы производства ОВ.
13. Технология производства волоконных световодов. Методы производства заготовок.
14. Нелинейные эффекты в волоконной оптике. Определение, виды НЭ.
15. Нелинейные эффекты в ОВ.
16. Определение и классификация ВОД.
17. Волоконно-оптические датчики с волокном в качестве линии передачи: принцип построения.
18. Модуляция параметров световых волн и используемые для этого эффекты.
19. Амплитудные датчики. Поляризационные датчики. Датчики на основе сдвига частоты света.
20. Структурная схема преобразования физической величины в волоконно – оптических датчиках. Классификация датчиков по типу модуляции световой волны.
21. Волоконно-оптические датчики механических величин (ускорения, давления).
22. Волоконно-оптические датчики с волокном в качестве чувствительного элемента: деление по способу модуляции.
23. Волоконно-оптические датчики не интерферометрического типа
24. Волоконно-оптические интерферометрические датчики.
25. Волоконные лазеры – основная схема, конструктивные элементы, особенности схем накачки мощных волоконных лазеров.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Генерация второй гармоники излучения в твердотельном YAG:Nd-лазере
2. Исследование поляризации лазерного излучения

9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 83200

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 возможностями здоровья и инвалидов

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

Согласована на портале № 83200

– 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 № 83200

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 6 от «14» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Разработано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

Согласована на портале № 83200