

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ»**

---

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

---

Многоканальные телекоммуникационные системы

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Леонова Наталья Всеволодовна Дата подписания: 27.05.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Ченский Александр Геннадьевич Дата подписания: 18.06.2025
---

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Физические основы оптоэлектроники» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач проектирования, отладки и эксплуатации инфокоммуникационных систем	ОПК ОС-1.12
ПКО-2 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, способность к разработке проектной и рабочей технической документации, оформлению законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормами и стандартами	ПКО-2.2

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.12	Имеет представления о законодательной и нормативно-правовой базе, регулирующей осуществление предпринимательской деятельности в РФ	<b>Знать</b> о законодательной и нормативно-правовой базе, регулирующей осуществление предпринимательской деятельности в РФ в оптоэлектронной промышленности. <b>Уметь</b> работать с документами, регулирующей осуществление предпринимательской деятельности в оптоэлектронной промышленности, обобщать, анализировать, воспринимать информацию, рассчитывать параметры оптоэлектронных систем; составлять схемы оптоэлектронных измерительных систем. <b>Владеть</b> навыками работы с документами, регулирующей осуществление предпринимательской деятельности в оптоэлектронной промышленности.
ПКО-2.2	Способен формировать необходимую документацию для проведения расчетов по	<b>Знать</b> физические эффекты и процессы, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов;

	оптоволоконным линиям связи	<p>физические основы работы оптоэлектронных систем; схемы построения измерительных оптоэлектронных приборов; основы построения и работы оптоволоконных линий связи.</p> <p><b>Уметь</b> формировать необходимую документацию для проведения расчетов по оптоволоконным линиям связи.</p> <p><b>Владеть</b> навыками расчета параметров оптоволоконных линий связи, оптоэлектронных систем; составления схем оптоэлектронных измерительных систем; систем хранения, обработки и передачи информации.</p>
--	-----------------------------	---

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физические основы оптоэлектроники» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Основы теории колебаний и волн»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Многоканальные телекоммуникационные системы», «Приборы СВЧ и оптического диапазона», «Оптические телекоммуникационные системы»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

## Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Физические эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов	1	10			1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	14	2, 3	14	Контрольная работа
2	Оптоэлектронные приборы	2	4			8, 9	4	2, 3	5	Контрольная работа
3	Оптоэлектронные системы с лазерами	3	4			10, 11	4	2, 3	4	Контрольная работа
4	Возможности использования голографии в оптоэлектронных приборах	4	4			12	2	2, 3	4	Контрольная работа
5	Волоконно-оптические системы передачи и интегрально-оптические системы	5	6			13, 14	4	2, 3	5	Контрольная работа
6	Оптоэлектронные системы передачи, обработки и хранения информации	6	4			15, 16	4	1, 2, 3	12	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				32		44	

### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

#### Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Физические эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов	Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных систем. Явления, связанные с волновой природой света: полное внутреннее отражение, интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация света. Эффекты, связанные с волновой природой света: электрооптические, магнитооптические, акустооптические эффекты, нелинейные оптические эффекты. Эффекты, связанные с квантовой природой света: тепловое излучение, внешний, внутренний и вентиляльный фотоэффект, спонтанное и вынужденное излучение.
2	Оптоэлектронные приборы	Принцип действия, конструкции, основные характеристики компонентов оптоэлектронных

		приборов: источников и приемников излучения, оптических систем, фокусирующих излучение источников, электронных элементов, преобразующих сигналы, вырабатываемые приемником.
3	Оптоэлектронные системы с лазерами	Способы получения коротких лазерных импульсов (режим модуляции добротности, синхронизации мод, использования дисперсионных и нелинейных свойств среды). Применение лазеров в промышленности. Высокоточные лазерные измерительные системы (измерение скорости потока жидкости или газа, угловой скорости, расстояний). Методы исследования
4	Возможности использования голографии в оптоэлектронных приборах	Основы голографии. Особенности голографии, разновидности, схемы построения голограмм. Применение голографии в высокоточных измерительных системах, при контроле точности изготовления изделий сложной формы, исследовании деформации и вибраций, при компенсации искажений, в микроскопии, голографические множительные элементы, для получения пространственных изображений.
5	Волоконно-оптические системы передачи и интегрально-оптические системы	Основные свойства, принципы построения, компоненты волоконно-оптических систем передачи, основы передачи оптического сигнала по волокну, назначение, принципы работы, основные компоненты интегрально-оптических систем.
6	Оптоэлектронные системы передачи, обработки и хранения информации	Основы построения оптических процессоров, разновидности транспарантов, используемых в процессорах, оптическое преобразование Фурье и его использование в пространственной фильтрации оптических сигналов, разновидности и принцип работы оптических запоминающих устройств.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов. Интерференция	2
2	Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов. Дифракция	2

3	Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов. Поляризация	2
4	Физические явления и эффекты, волновая природа (контрольная работа)	2
5	Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов. Тепловой излучение	2
6	Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов. Фотоэффект, эффект Комптона	2
7	Физические явления и эффекты, квантовая природа (контрольная работа)	2
8	Оптоэлектронные приборы. Источники и приемники оптического излучения	2
9	Оптоэлектронные приборы (контрольная работа)	2
10	Лазерные измерительные системы	2
11	Лазерные системы для исследования окружающей среды, применение лазеров	2
12	Возможности использования голографии	2
13	Волоконно-оптические системы передачи	2
14	Интегрально-оптические системы	2
15	Оптические процессоры	2
16	Оптические запоминающие устройства	2

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	4
2	Подготовка к контрольным работам	12
3	Подготовка к практическим занятиям	28

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

###### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Леонова Н.В. Физические основы оптоэлектроники: Методические указания к практическим занятиям и СРС для обучающихся по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Профиль подготовки: «Многоканальные телекоммуникационные системы» - ИрНИТУ, 2018. - 23 с.

###### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Леонова Н.В. Физические основы оптоэлектроники: Методические указания к практическим занятиям и СРС для обучающихся по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Профиль подготовки: «Многоканальные телекоммуникационные системы» - ИрНИТУ, 2018. - 23 с.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 4 | Контрольная работа**

##### **Описание процедуры.**

Текущий контроль включает в себя 5 контрольных работ:

Контрольная работа № 1. Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов (волновая природа света)

Контрольная работа № 2. Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов (квантовая природа света)

Контрольная работа № 3. Оптоэлектронные приборы

Контрольная работа № 4. Оптоэлектронные системы с лазерами. Возможности использования голографии

Контрольная работа № 5. Волоконно-оптические системы передачи. Интегрально-оптические системы. Оптоэлектронные системы передачи, обработки и хранения информации

Темы контрольных работ, вопросы и задачи к ним приведены в методических указаниях (Леонова Н.В. Физические основы оптоэлектроники: Методические указания к практическим занятиям и СРС для обучающихся по направлению 11.03.01 «Радиотехника» Профиль подготовки: «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов» - ИрНИТУ, 2018. - 25 с.).

Пример контрольной работы:

Контрольная работа № 1. Физические явления и эффекты, лежащие в основе работы оптоэлектронных приборов (волновая природа света)

Описание процедуры: Студент отвечает на 2 теоретических вопроса и решает 2 задачи (пример билета приведен ниже).

Билет № 1

1. Интерференция света. Когерентность световых волн. Оптическая разность хода. Условия максимумов и минимумов при интерференции света.
2. Электрооптический эффект. Электрооптические материалы
3. Для уменьшения потерь света из-за отражения от поверхности стекла последнее покрывают тонким слоем вещества с показателем преломления  $n_2$ , где  $n$  – показатель преломления стекла. В этом случае амплитуды световых колебаний, отраженных от обеих поверхностей такого слоя будут одинаковыми. При какой толщине этого слоя отражательная способность стекла в направлении нормали будет равна 0 для света с длиной волны  $\lambda$ .
4. Найти длину волны  $\lambda_m$ , при которой показатель преломления паров йода  $n_2 = a + b\lambda^{-2} + d\lambda^2$  ( $a, b$  и  $d > 0$  - постоянные) принимает минимальное значение. Определить и сравнить групповую  $u$  и фазовую  $v$  скорости при  $\lambda = \lambda_m$ . Объяснить полученный результат.

Вопросы для контроля:

1. Полное внутреннее отражение
2. Интерференция света. Когерентность световых волн. Оптическая разность хода. Условия максимумов и минимумов при интерференции света
3. Методы наблюдения интерференции света. Расчет интерференционной картины от двух источников
4. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
5. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске
6. Дифракция Фраунгофера на одной щели и дифракционной решетке
7. Дифракция рентгеновских лучей. Условие Вульфа-Брэггов. Понятие о рентгеноструктурном анализе.
8. Естественный и поляризованный свет. Прохождение света через поляризаторы. Закон Малюса
9. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера
10. Двойное лучепреломление. Двойкопреломляющие кристаллы
11. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия
12. Понятие об электронной теории дисперсии света
13. Эффект Доплера
14. Электрооптический эффект. Электрооптические материалы
15. Эффект Поккельса. Модулятор на основе эффекта Поккельса
16. Электрооптический эффект Керра. Оптические Затворы Керра
17. Магнитооптические эффекты
18. Магнитооптический эффект Фарадея. Оптические изоляторы на основе эффекта Фарадея
19. Магнитооптический эффект Керра. Применение эффекта Керра для считывания информации на оптических дисках
20. Акустооптические эффекты
21. Особенности дифракции Брэгга
22. Особенности дифракции Рамана – Ната
23. Нелинейные оптические эффекты

### **Критерии оценивания.**

Не решена ни одна задача – неудовлетворительно.

Нечеткие ответы на вопросы, но одна задача решена – удовлетворительно.

Нет ответа на один вопрос, или не решена одна задача – хорошо.

Подробные, исчерпывающие ответы на все вопросы, все задачи решены верно – отлично.

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ОПК ОС-1.12	Глубоко и прочно усвоил программный материал.	Устное собеседование по теоретическим

		вопросам и/или выполнение практических заданий
ПКО-2.2	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Контрольные вопросы к экзамену

1. Особенности оптического излучения. Области применения оптоэлектронных приборов. Классификация оптоэлектронных устройств
2. Поглощение, рассеяние и рекомбинация света
3. Двоякопреломляющие кристаллы. Одноосные и двухосные кристаллы. Оптически активные вещества
4. Явление полного внутреннего отражения и его применение
5. Фотогальванический эффект. Фотопроводимость. Пироэлектрический эффект. Балометрический эффект
6. Электрооптические эффекты и их применение в оптоэлектронике
7. Нелинейные оптические эффекты
8. Магнитооптические эффекты и их применение
9. Акустооптические эффекты и их применение
10. Естественные и искусственные источники излучения
11. Тепловые источники
12. Светодиоды. Электролюминесцентные ячейки, конденсаторы
13. Лазеры. Классификация лазеров. Характеристики лазерного излучения
14. Фотоэлектрические приемники
15. Приемники оптического излучения, работающие на фотоэлектронной эмиссии
16. Приемники оптического излучения, работающие на внутреннем фотоэффекте
17. Тепловые приемники
18. Оптические системы оптоэлектронных приборов
19. Применение лазерных систем в промышленности
20. Лазерные системы для измерения скорости потока жидкости или газа.
21. Лазерные гироскопы
22. Лазерные системы для измерения линейных размеров
23. Лазерные системы измерение расстояний
24. Применение лазеров для исследования окружающей среды
25. Физические основы голографии
26. Запись голограммы плоской волны и восстановление изображения
27. Запись голограммы точечного объекта и восстановление изображения
28. Особенности толстослойной голограммы. Запись толстослойной голограммы и

восстановление изображения

29. Голографическая интерферометрия
30. Голографическая микроскопия
31. Голографические оптические элементы. Получение и восстановление множительного топографического элемента
32. Компенсация искажений, вносимых оптически неоднородными средами, методом обращения хода лучей
33. Видовые голограммы. Получение композиционной голограммы
34. Структура волоконного световода. Физические процессы в волоконных световодах
35. Источники и приемники излучения для волоконно-оптических систем
36. Пассивные элементы волоконно-оптических трактов.
37. Схема построения волоконно-оптической системы передачи.
38. Компоненты интегрально-оптических систем. Типы оптических интегральных микросхем
39. Оптические волноводы. Планарные волноводы. Трехмерные волноводы. Материалы для волноводов
40. Устройства ввода и вывода излучения в интегрально-оптических системах. Элементы связи.
41. Направленные ответвители. Пассивные оптические элементы интегрально-оптических систем. Волноводная Линза. Линза Люнеберга. Геодезическая линза. Волноводная линза Френеля
42. Модуляторы оптического излучения в интегрально-оптических системах
43. Лазерные источники в интегрально-оптических системах. Фотоприемники интегрально-оптических систем
44. Принцип действия оптического процессора. Структурная схема устройства с оптическим процессором
45. Оптическая система для выполнения операции умножения
46. Запись информации с помощью электрически управляемого транспаранта
47. Голографический процессор
48. Схема умножения оптических сигналов с модуляцией по амплитуде и фазе
49. Оптическая схема преобразования Фурье. Пространственная фильтрация оптических сигналов
50. Разложение пучка света на пространственные частоты. Схема оптимального пространственного фильтра
51. Распознавание объектов определенной формы. Применение оптических методов распознавания образов
52. Принципы построения оптоэлектронных запоминающих устройств. Бинарные запоминающие устройства
53. Голографические запоминающие устройства
54. Запись информации на элементах голографической матрицы и считывание информации. Кодирование информации для ее цифровой голографической записи

Успешному проведению зачета способствует систематическое посещение лекционных, практических и семинарских занятий, тщательная проработка вопросов, выносимых на обсуждения на групповых занятиях и самостоятельная подготовка обучающихся. При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с вопросами, составить структурно-логическую схему ответа на каждый вопрос, используя при этом материалы лекционных практических и семинарских занятий, рекомендуемую преподавателем литературу. При возникновении сложностей в процессе подготовки к зачету необходимо обратиться за консультацией к преподавателю.

Зачет является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеет целью

проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. Зачет проводится в объеме рабочей программы учебной дисциплины. В билет включены два теоретических вопроса из разных разделов программы.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Имеет знания основного материала, допускаются некоторые неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, возможны некоторые затруднения при выполнении практических работ	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

#### 7 Основная учебная литература

1. Детлаф А. А. Курс физики : учебное пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский, 2008. - 719.
2. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2008. - 557.
3. Леонова Н. В. Физические основы оптоэлектроники : курс лекций для специальностей 654200 "Радиотехника" / Н. В. Леонова, 2010. - 148.
4. Леонова Н. В. Физические основы оптоэлектроники : методические указания к практическим занятиям и СРС: по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи": профиль подготовки: "Многоканальные телекоммуникационные системы" / Н. В. Леонова, 2018. - 25.
5. Леонова Н. В. Физические основы оптоэлектроники : электронный курс / Н. В. Леонова, 2023
6. Иродов И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И. Е. Иродов, 2016. - 416.
7. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие по направлениям подготовки "Электроника и наноэлектроника" и "Телекоммуникации" / А. Н. Игнатов, 2017. - 538.

#### 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2014. - 557.
2. Трофимова Т. И. Краткий курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / Т. И. Трофимова, 2010. - 279.
3. Савельев. Курс физикиЭлектричество. Колебания и волны. Волновая оптика, 2007. - 467.

4. Савельев. Курс физики Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, 2007. - 301.

5. Ермаков О. Н. Прикладная оптоэлектроника / О. Ермаков, 2004. - 414.

6. Ермаков. Оптоэлектроника Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника, 2010. - 695.

### **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>

2. <https://e.lanbook.com/>

### **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>

2. <http://www1.fips.ru/>

### **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2007

2. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)

3. MATLAB\_поставка 2015

4. PTC Mathcad University Edition\_поставка 2014

### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s

2. Интерактивная система /ActivBoard