

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талюцкий Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Современная оптика БЗ.ДВ.5

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Камалова Д.И. , Салахов М.Х. , Сибгатуллин М.Э.

**Рецензент(ы):**

Коновалова О.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Салахов М. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 68616

Казань  
2016

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Камалова Д.И. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики , Dina.Kamalova@kpfu.ru ; Салахов М.Х. , Myakzyum.Salakhov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Сибгатуллин М.Э. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики , Mansour.Sibgatoullin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Дать студентам понимание теоретических и физических основ современной оптики для последующего использования этих знаний при изучении других дисциплин и практического использования.

Обучить навыкам самостоятельной работы с учебной и научной литературой; привить способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности Интернет.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " БЗ.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Для освоения дисциплины "Современная оптика" необходимо знание материала следующих дисциплин: "Математический анализ", "Физика", "Дискретная математика", "Теория вероятностей и математическая статистика". Знания, полученные в результате обучения, могут быть использованы при изучении следующих дисциплин: "Квантовые компьютеры", "Квантовая оптика", "Оптические методы обработки информации", "Фемтосекундная лазерная спектроскопия".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.
ПК-4 (профессиональные компетенции)	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы преобразования сигналов в оптической системе;

основные физические процессы, происходящие при взаимодействии оптического излучения с объектом и веществом;

оптические приборы и оборудование.

2. должен уметь:

использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;  
добиваться намеченной цели.

3. должен владеть:

терминологией, используемой в современной оптике.

к дальнейшему обучению.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Электромагнитная оптика. Поляризационная оптика. Фурье-оптика. Оптика пучков.	7	1-2	4	4	0	устный опрос
2.	Тема 2. Оптика фотонных кристаллов. Оптика волноводов. Волоконная оптика.	7	3-4	4	4	0	реферат
3.	Тема 3. Когерентная оптика. Оптика фотонов. Фотоны и атомы.	7	5-6	4	4	0	реферат

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Лазерные усилители. Лазеры. Оптика резонаторов. Статистическая оптика.	7	7-8	4	4	0	устный опрос
5.	Тема 5. Оптика полупроводников. Полупроводниковые источники фотонов. Полупроводниковые детекторы фотонов.	7	9-10	4	4	0	устный опрос
6.	Тема 6. Нелинейная оптика. Оптика сверхбыстрых процессов.	7	11-12	4	4	0	реферат
7.	Тема 7. Адаптивная оптика. Акустооптика. Электрооптика.	7	13-14	4	4	0	устный опрос
8.	Тема 8. Экспериментальная оптика. Оптические приборы и оборудование.	7	15-16	4	4	0	реферат
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			32	32	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Электромагнитная оптика. Поляризационная оптика. Фурье-оптика. Оптика пучков.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Электромагнитная теория света. Монохроматические электромагнитные волны. Элементарные электромагнитные волны. Распространение импульсов в средах с дисперсией. Магнитные материалы и метаматериалы. Поляризация света. Оптика анизотропных сред.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Оптическая активность и магнитооптика. Оптика жидких кристаллов. Поляризационные устройства. Оптическое преобразование Фурье. Формирование изображений. Голография. Гауссов пучок. Прохождение пучков через оптические элементы.

### Тема 2. Оптика фотонных кристаллов. Оптика волноводов. Волоконная оптика.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Оптика многослойных диэлектрических сред. Одномерные фотонные кристаллы. Многомерные фотонные кристаллы. Планарные диэлектрические волноводы.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Двумерные волноводы. Фотонно-кристаллические волноводы. Оптическая связь в волноводах. Виды волокон. Металлические волноводы (плазмоника).

### Тема 3. Когерентная оптика. Оптика фотонов. Фотоны и атомы.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Квантовая природа электромагнитного излучения. Корреляционные функции и когерентность излучения. Когерентные изображения. Оптика спеклов.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Фотон. Потоки фотонов. Квантовые состояния света. Взаимодействие фотонов с атомами. Тепловое излучение. Люминесценция и рассеяние света.

**Тема 4. Лазерные усилители. Лазеры. Оптика резонаторов. Статистическая оптика.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Лазерное усиление. Накачка усилителя. Виды лазерных усилителей. Шум усилителя. Лазерная генерация. Виды лазеров.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Резонаторы с плоскими зеркалами. Резонаторы со сферическими резонаторами. Микрорезонаторы. Частично когерентный свет. Статистические свойства случайного света.

**Тема 5. Оптика полупроводников. Полупроводниковые источники фотонов.**

**Полупроводниковые детекторы фотонов.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Полупроводники. Взаимодействие фотонов с носителями зарядов. Светоизлучающие диоды. Полупроводниковые оптические усилители.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Лазерные диоды. Квантово-размерные лазеры. Фотоприемники. Фотопроводники. Фотодиоды. Матричные детекторы. Шум в фотодетекторах.

**Тема 6. Нелинейная оптика. Оптика сверхбыстрых процессов.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Нелинейная оптика. Нелинейные оптические среды. Нелинейная оптика второго порядка. Нелинейная оптика третьего порядка. Анизотропные нелинейные среды. Нелинейные среды с дисперсией.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Оптические компьютеры. Характеристики оптических импульсов. Формирование и компрессия импульсов. Оптика ультракоротких импульсов. Детектирование импульсов.

**Тема 7. Адаптивная оптика. Акустооптика. Электрооптика.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Оптика атмосферы. Формирование изображения при наличии случайных неоднородных сред. Оптические телескопы. Принципы построения систем адаптивной оптики.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Оптические свойства материалов. Взаимодействие света и звука. акустооптические устройства. Электрооптика: анизотропных сред, жидких кристаллов. Электропоглощение.

**Тема 8. Экспериментальная оптика. Оптические приборы и оборудование.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Источники теплового излучения. Газоразрядные источники излучения. Источники излучения, использующие электронные потоки. Приемники оптического излучения. Фильтрация оптического излучения.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Спектральные приборы. Наноскопические приборы, устройства и системы. Оптические межсоединения и коммутаторы. Применение оптоэлектронных приборов. Волоконно-оптические системы связи.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Электромагнитная оптика. Поляризационная оптика. Фурье-оптика. Оптика пучков.	7	1-2	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
2.	Тема 2. Оптика фотонных кристаллов. Оптика волноводов. Волоконная оптика.	7	3-4	подготовка к реферату	6	реферат
3.	Тема 3. Когерентная оптика. Оптика фотонов. Фотоны и атомы.	7	5-6	подготовка к реферату	6	реферат
4.	Тема 4. Лазерные усилители. Лазеры. Оптика резонаторов. Статистическая оптика.	7	7-8	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Оптика полупроводников. Полупроводниковые источники фотонов. Полупроводниковые детекторы фотонов.	7	9-10	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
6.	Тема 6. Нелинейная оптика. Оптика сверхбыстрых процессов.	7	11-12	подготовка к реферату	5	реферат
7.	Тема 7. Адаптивная оптика. Акустооптика. Электрооптика.	7	13-14	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
8.	Тема 8. Экспериментальная оптика. Оптические приборы и оборудование.	7	15-16	подготовка к реферату	6	реферат
	Итого				44	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции; практические занятия; самостоятельная работа студента; групповые технологии; развивающее обучение; технология проблемного обучения;

технология формирования ключевых компетентностей; предусмотрены встречи с представителями открытого акционерного общества "Научно-производственное объединение "Государственный институт прикладной оптики", проведение мастер-классов.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### **Тема 1. Электромагнитная оптика. Поляризация оптика. Фурье-оптика. Оптика пучков.**

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнения Максвелла. Линейные и нелинейные диэлектрические среды. Монохроматические электромагнитные волны. Плоские электромагнитные волны. Сферические электромагнитные волны. Гауссовы электромагнитные волны. Векторные пучки. Резонансная среда. Поляризация. Оптическая активность. Эффект Фарадея. Поляризаторы. Фазовые пластинки. Свойства гауссова пучка. Формирование пучка. Отражение от сферического зеркала. Пространственные гармоники и плоские волны. Формирование изображения в дальней зоне. Типы голограмм. Материалы для записи голограмм.

### **Тема 2. Оптика фотонных кристаллов. Оптика волноводов. Волоконная оптика.**

реферат , примерные темы:

Матричная теория многослойной оптики. Двумерные и трехмерные фотонные кристаллы. Планарные зеркальные волноводы. Планарные диэлектрические волноводы. Двумерные волноводы. Фотонно-кристаллические волноводы. Оптическая связь в волноводах. Металлические волноводы (плазмоники). Виды волокон.

### **Тема 3. Когерентная оптика. Оптика фотонов. Фотоны и атомы.**

реферат , примерные темы:

Принцип неопределенности в теории оптического сигнала и теорема Котельникова. Квантовомеханическая модель дифракции монохроматического излучения на щели. Спекл-интерферометрия. Квантовые состояния света. Квантовые состояния света. Спектр излучения черного тела. Фотолюминесценция.

### **Тема 4. Лазерные усилители. Лазеры. Оптика резонаторов. Статистическая оптика.**

устный опрос , примерные вопросы:

Коэффициент и ширина полосы усиления. Фазовый сдвиг. Скоростные уравнения. Схемы накачки. Лазерный усилитель на рубине. Лазерный усилитель на стекле с неодимом. Волоконные ВКР-усилители. Оптическое усиление и обратная связь. Условия лазерной генерации. Селекция мод. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры. Модуляция добротности. Моды резонатора. Гауссовы моды. Виды резонаторов. Фотонно-кристаллические микрорезонаторы. Пространственная когерентность. продольная когерентность. Формирование изображения в некогерентном свете.

### **Тема 5. Оптика полупроводников. Полупроводниковые источники фотонов. Полупроводниковые детекторы фотонов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Энергетические зоны и носители заряда. Полупроводниковые материалы. Гетеропереходы. Взаимодействие фотонов с объемными полупроводниками. Материалы и структуры светоизлучающих диодов. Накачка полупроводниковых оптических усилителей. Структуры с квантовыми ямами. Спектральные и пространственные характеристики лазерных диодов. Лазеры с микрорезонаторами. Фотоэлектронный шум. Матричные детекторы. Шум усиления.

### **Тема 6. Нелинейная оптика. Оптика сверхбыстрых процессов.**

реферат , примерные темы:

Вынужденное комбинационное рассеяние. Вынужденное рассеяние Мандельштама? Бриллюэна. Линейные и нелинейные волны. Соотношение между нелинейностью и дисперсией. Четырехволновое смешение. Параметрическое усиление и его применение. Фотонное эхо. Сверхизлучение. Нелинейные кристаллы. Солитоны.

### **Тема 7. Адаптивная оптика. Акустооптика. Электрооптика.**

устный опрос , примерные вопросы:

Принципы построения систем адаптивной оптики. Формирование изображения при наличии случайных неоднородных сред. Оптические телескопы. Влияние протяженной случайной неоднородной среды на распространение волн. Оптические телескопы. Дифракция Брэгга. Связанные волны. Акустооптические устройства. Электрооптические модуляторы и переключатели. Пространственные модуляторы света. Фазовые пластинки и модуляторы. Электрооптический эффект. Фоторефрактивность.

## **Тема 8. Экспериментальная оптика. Оптические приборы и оборудование.**

реферат , примерные темы:

Основные законы теплового излучения. Излучение нечерных тел. Виды разрядов в газах и их особенности. Уширение спектральных линий. Электронные генераторы СВЧ. Синхротронное излучение. Светофильтры. Призмённые спектральные приборы. Нанoeлектронные лазеры. Катодолюминесцентные дисплеи с автоэлектронными эмиттерами. Методы получения цветного изображения в фотоматрицах. Разработки квантовых компьютеров.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вышеприведенные примерные вопросы к устным опросам и примерные темы рефератов ведут к развитию следующих компетенций: ПК-1, ПК-2 и ПК-4.

Современная оптика.

Итоговый контроль в форме зачета.

Вопросы к зачету:

1. Уравнения Максвелла.
2. Линейные и нелинейные диэлектрические среды.
3. Монохроматические электромагнитные волны.
4. Плоские электромагнитные волны.
5. Сферические электромагнитные волны.
6. Гауссовы электромагнитные волны.
7. Поляризация.
8. Эффект Фарадея.
9. Поляризаторы.
10. Фазовые пластинки.
11. Отражение от сферического зеркала.
12. Пространственные гармоники и плоские волны.
13. Формирование изображения в дальней зоне.
14. Типы голограмм.
15. Скоростные уравнения.
16. Лазерный усилитель на рубине.
17. Лазерный усилитель на стекле с неодимом.
18. Волоконные ВКР-усилители.
19. Оптическое усиление и обратная связь.
20. Условия лазерной генерации.
21. Твердотельные лазеры.
22. Газовые лазеры.
23. Взаимодействие фотонов с объемными полупроводниками.
24. Материалы и структуры светоизлучающих диодов.
25. Спектральные и пространственные характеристики лазерных диодов.
26. Оптические телескопы.
27. Акустооптические устройства.
28. Двумерные волноводы.
29. Фотонно-кристаллические волноводы.
30. Оптическая связь в волноводах.
31. Принцип неопределенности в теории оптического сигнала.
32. Квантовомеханическая модель дифракции монохроматического излучения на щели.
33. Спекл-интерферометрия.

34. Фотолюминесценция.
35. Вынужденное комбинационное рассеяние.
36. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
37. Четырехволновое смешение.
38. Параметрическое усиление и его применение.
39. Нелинейные кристаллы.
40. Основные законы теплового излучения.
41. Излучение нечерных тел.
42. Виды разрядов в газах и их особенности.
43. Уширение спектральных линий.
44. Электронные генераторы СВЧ.
45. Синхротронное излучение.
46. Призмные спектральные приборы.
47. Нанoeлектронные лазеры.
48. Катодолюминесцентные дисплеи с автоэлектронными эмиттерами.
49. Методы получения цветного изображения в фотоматрицах.

### **7.1. Основная литература:**

1. Салех Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения : [учебное пособие : в 2 томах] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова ., Долгопрудный : Интеллект, 2012
2. Маскевич А.А. Оптика: Учебное пособие / А.А. Маскевич. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 656 с. ISBN 978-5-16-005678-4// электронно-библиотечная система Znanium, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=306513>
3. Ткаченко Ф.А. Электронные приборы и устройства: Учебник / Ф.А. Ткаченко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 682 с. ISBN 978-5-16-004658-7// электронно-библиотечная система Znanium, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=209952>

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Капустин В.И. Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 427 с. ISBN 978-5-16-008966-9//электронно-библиотечная система Znanium, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416461>
2. Стрекалов А.В. Физические основы волоконной оптики: Учебное пособие / А.В. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 106 с. ISBN 978-5-369-00966-6, 500 экз.//<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=309267>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

- Каталог библиотеки КФУ - <http://kpfu.ru/library/katalogi>  
Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа. - <http://www.studmedlib.ru>  
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>  
Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://znanium.com>  
Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <http://lanbook.com>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Современная оптика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

ноутбук;

мультимедийный проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Камалова Д.И. \_\_\_\_\_

Салахов М.Х. \_\_\_\_\_

Сибгатуллин М.Э. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Коновалова О.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.