

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТИКА

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

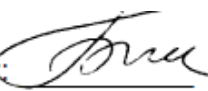
Направленности: Математика, физика

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома
2020**

Рабочая программа дисциплины «Оптика» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 22.02.2018 № 125 (зарегистрировано в Минюсте России 15.03.2018 № 50358); в соответствии с учебным планом направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (направленности Математика, физика), год начала подготовки 2020.

Разработал:  Галанцева М.Л. доцент кафедры общей и теоретической физики
подпись

Рецензент:  Белкин Павел Николаевич, профессор кафедры общей и теоретической физики, д.т.н., профессор
подпись

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой высшей математики

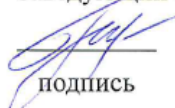
 Землякова И. В., д. тех. н., проф.
подпись

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры высшей математики

Протокол заседания кафедры № 5 от 28 января 2021 г.

Заведующий кафедрой высшей математики


 Матыцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент
подпись

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры высшей математики

Протокол заседания кафедры № 8 от 18 мая 2021 г.

Заведующий кафедрой высшей математики

 Матыцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент
подпись

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры высшей математики

Протокол заседания кафедры № 6 от 09.03.2022 г.

Заведующий кафедрой высшей математики



Матыцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент

подпись

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры высшей математики

Протокол заседания кафедры № 8 от 05.05.2023 г.

Заведующий кафедрой высшей математики



Матыцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент

подпись

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: подготовка бакалавров педагогов-предметников к педагогической и проектной деятельности по физике в сфере основного общего, среднего общего и дополнительного образования.

Задачи дисциплины:

– изучить процессы возникновения и распространения излучения в широком диапазоне частот, его взаимодействия с веществом, процессы рассеяния и поглощения в различных средах; сформировать представления о корпускулярно-волновой природе излучения;

– сформировать навыки по решению разно-уровневых физических задач, построению хода лучей и получению изображений предметов в оптических приборах, постановке и проведению простейших опытов по демонстрации и изучению оптических явлений.

Кроме того, одной из задач изучения данного курса является научно-образовательное, профессионально-трудовое воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить компетенцию:

Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний (ОПК-8)

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИОПК-8.1. Демонстрирует владение системой специальных научных знаний в предметной области.

ИОПК-8.2. Применяет специальные предметные знания в педагогической деятельности по направленности программы.

знать

- природу и свойства оптического излучения, процессы его распространения;
- явления взаимодействия света и вещества;
- законы геометрической, волновой и квантовой оптики;
- классическую и квантовую теорию излучения;

уметь

- определять длину волны света, показатели преломления жидких и твердых тел, линейные размеры преград по явлениям поглощения, интерференции, дифракции, поляризации;
- строить ход лучей и изображения предметов в линзах, зеркалах, дисперсионных и дифракционных оптических системах;
- объяснять закономерности взаимодействия света и вещества с точки зрения корпускулярной и волновой теории;
- ставить демонстрационный эксперимент и налаживать аппаратуру

владеть

- методами анализа физической ситуации при разработке модели физического явления и выборе способа решения физической задачи;
- современными физическими теориями для объяснения оптических явлений в различных средах;
- навыками и приемами проведения демонстрационного эксперимента;
- владеть навыками и методикой измерений и обработки экспериментальных данных.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана бакалавров направления подготовки «Педагогическое образование» направленности «Математика, физика». Изучается в 6 семестре обучения.

Содержание дисциплины охватывает основные сведения: о волновой и корпускулярной природе света, свойствах оптического излучения, процессах его распространения и явлениях, наблюдаемых при взаимодействии света и вещества; устройстве спектральных оптических приборов, принципах действия и устройстве квантовых генераторов; элементах оптики анизотропных сред; квантовой и нелинейной оптики. Задачей курса является также развитие физического мышления, расширение кругозора при изучении законов природы, формирование научного мировоззрения обучающихся.

Перед изучением дисциплины «Оптика» обучающийся должен иметь представления об основных свойствах света, законах геометрической и волновой оптики на уровне курса физики средней школы, фундаментальных законах сохранения и важнейших первых принципах физики. Требуемые компетенции на минимальном и среднем уровне формируются в рамках дисциплин «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Общий физический практикум», «Линейные и нелинейные уравнения физики».

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для прохождения производственной практики, написания курсовой работы, а также для следующих профильных дисциплин: «Методика преподавания физика», «Атомная и ядерная физика», в рамках которых будет закончено формирование заявленных в данной дисциплине компетенций.

4. Объем дисциплины

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

| | |
|--|-------------|
| Виды учебной работы, | Очная форма |
| Общая трудоемкость в зачетных единицах | 6 |

| | |
|--|-------------------|
| Общая трудоемкость в часах | 216 |
| Аудиторные занятия в часах, в том числе: | 80 |
| Лекции | 24 |
| Практические занятия | 28 |
| Лабораторные занятия | 28 |
| Самостоятельная работа в часах | 100 + 36 |
| Форма промежуточной аттестации | Экзамен 6 семестр |

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

| Виды учебных занятий | Очная форма |
|----------------------|-------------|
| Лекции | 24 |
| Практические занятия | 28 |
| Лабораторные занятия | 28 |
| Консультации | – |
| Зачет/зачеты | – |
| Экзамен/экзамены | 0,35 |
| Курсовые работы | – |
| Курсовые проекты | – |
| Всего | 80,35 |

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

| № | Название раздела, темы | Всего з. е./час | Аудиторные | | | |
|---|---|--------------------|------------|--------|------------------|-------------------|
| | | | Лекц | Практ. | Лабор. работы | Самост. работа |
| 1 | Основы электромагнитной теории света | 10 | 2 | 2 | – | 6 |
| 2 | Геометрическая оптика | 32 | 2 | 6 | 6 | 18 |
| 3 | Явление интерференции света | 30 | 2 | 4 | 6 | 18 |
| 4 | Явление дифракция | 32 | 4 | 6 | 6 | 16 |
| 5 | Поляризация света | 16 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| 6 | Взаимодействие излучения с веществом | 14 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 7 | Тепловое излучение | 12 | 2 | 2 | 2 | 6 |
| 8 | Экспериментальное обоснование квантовых свойств света | 18 | 4 | 4 | 2 | 8 |
| 9 | Усиление и генерация | 8 | 2 | – | – | 6 |

| | | | | | | |
|----|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| | света. Лазеры. Нелинейные оптические явления | | | | | |
| 10 | Фундаментальные проблемы современной физики | 8 | 2 | – | – | 6 |
| | Экзамен | 36 | – | – | – | 36 |
| | Всего | 216 | 24 | 28 | 28 | 100 + 36 |

5.2. Содержание

ТЕМА 1. Основы электромагнитной теории света. Уравнение сферической и плоской волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Фотометрия. Фазовая и групповая скорость света. Формула Рэлея для групповой скорости.

ТЕМА 2. Геометрическая оптика. Законы геометрической оптики. Принцип Ферма. Оптическая сила поверхности, линз, зеркал. Формула Аббе. Теория аберраций. Оптические приборы.

ТЕМА 3. Интерференция света. Когерентность волн. Интерференционные схемы. Интерференция в тонких плёнках. Многолучевая интерференция. Интерферометры.

ТЕМА 4. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Понятие о теории дифракции Кирхгофа. Характеристики дифракционной решетки. Дифракция и спектральный анализ. Основы голографии.

ТЕМА 5. Поляризация света. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных диэлектриков. Световые волны в анизотропных средах. Интерференция поляризованных волн. Индуцированная анизотропия оптических свойств.

ТЕМА 6. Взаимодействие излучения с веществом. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Рассеяние света, закон Рэлея. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.

ТЕМА 7. Тепловое излучение конденсированных сред. Законы теплового излучения. Гипотеза Планка о квантах. Оптическая пирометрия. Корпускулярно-волновой дуализм.

ТЕМА 8. Экспериментальное обоснование квантовых свойств света. Внешний фотоэффект. Опыты Столетова, уравнение Эйнштейна, опыты Милликена. Давление света. Опыты Лебедева. Эффект Комптона.

ТЕМА 9. Основы квантовой теории излучения. Усиление и генерация света. Лазеры. Нелинейные оптические явления.

ТЕМА 10. Фундаментальные проблемы современной физики, прогресс науки и технологий в третьем тысячелетии. Квантово-релятивистские представления, нелинейные, неравновесные, эволюционные принципы – основа современной научно-информационной картины мира.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Для руководства самостоятельной работой студентов изданы учебные пособия:

I. Галанцева М.Л., Мусеев Б.М. Оптика: методические рекомендации для организации самостоятельной работы студентов.– Кострома: Изд-во КГУ им. Н.А.Некрасова, 2007 - 91 стр.

II. Галанцева М. Л., Мухачёва Т. Л. Атомная физика : учебно-методическое пособие для организации самостоятельной работы студентов : в 2 ч. – Ч. 1. Квантовая оптика. – Кострома : Костромской государственный университет, 2019.

В пособиях даны подробные рекомендации для самостоятельной подготовки студентов к семинарским и лабораторным занятиям по геометрической, волновой и квантовой оптике в рамках курса общей физики. Приведены вопросы для самоконтроля, тренировочные и тестовые учебно-исследовательские задания для формирования экспериментальных, графических и расчетно-аналитических умений по всем темам курса, а также список литературы с указанием глав и параграфов для изучения каждой темы.

В качестве **рекомендаций** можно выделить следующие особенности организации учебного процесса по курсу оптики:

1. На первой неделе 4 семестра преподаватель **доводит** до сведения студентов **информацию** о содержании и объеме самостоятельной работы по курсу, формах контроля, сроках отчетности, контрольных работах, методике допуска к экзамену в конце семестра, учебной литературе, в том числе о структуре пособий.

2. На первом **вводном** практическом (или лабораторном) занятии, когда у студентов ещё нет ни лекций, ни конспектов, ни пособий их следует **познакомить** с помощью демонстрационного эксперимента с **основными оптическими явлениями**, которые будут изучаться в курсе. Такая методика проведения вводного занятия преследует следующие цели:

- сформировать представление об **экспериментальном базисе** оптических теорий (теории оптических изображений. волновой теории);

- обзорно повторить основные понятия и законы школьного курса оптики;
- познакомить студентов с процессом физического моделирования; с помощью простейших оптических инструментов показать модели глаза, перископа, солнечного и лунного затмений, фотоаппарата, телескопа, волоконно-оптических устройств, призменного и дифракционного спектрографов и др.
- вызвать интерес к предмету; с помощью *проблемных* вопросов настроить на творческое отношение к решению трудных вопросов;
- установить психологический контакт и создать атмосферу творческого сотрудничества в процессе совместного поиска объяснения загадочных пока оптических явлений;
- провести качественную предварительную диагностику остаточных знаний и уровня логического мышления, выявить группу наиболее сильных и наиболее слабых по уровню подготовки студентов.

3. В структуре курса оптики следует выделить три блока: *содержательный* (он нормируется госстандартом образования), *операционно-деятельностный* (поэтапная учебная самостоятельная работа студента в терминах действий: найти, изучить, выделить, обосновать, объяснить, написать, оценить, изобразить, перечислить, вывести формулу, дать определение, решить задачу) и *организационный* (нормирование сроков выполнения заданий и формы контроля). Второй и третий блоки подробно представлены в пособиях.

4. На занятиях студент знакомится со структурой физической теории, с методологией научного познания, с двумя методами процесса познания (теоретическим и экспериментальным) на примере исторического развития взглядов на природу света и поэтапного формирования научной физической картины мира.

5. При чтении лекционного курса нужно учитывать общий уровень развития и уровень физико-математической подготовки студентов. Поэтому, кроме опоры на один из основных *дидактических принципов* – *принцип развития*, лектор должен опираться на *два других важнейших принципа обучения* – *принцип доступности* и *принцип поэтапного формирования учебных умений*, например, при изучении сначала геометрического, затем дифракционного, потом голографического изображений объектов; другой пример – описание дифракционных картин с волновой и квантовой точек зрения. Такой подход позволит сформировать базовую систему знаний на основе экспериментального метода и первичного обобщения на уровне понятий и законов с последующим теоретическим обобщением на уровне теории и естественнонаучной картины мира.

6. На практическом занятии помимо традиционного метода решения типовых задач на доске следует применять *сочетание теоретического и экспериментального* методов. Комплексный метод объединяет

репродуктивный. эвристический и исследовательский подходы к решению задачи, стимулирует учебно-познавательную деятельность студентов.

7. На лекциях используется в основном **объяснительно-иллюстративный** метод изложения материала опорой на **демонстрационный** эксперимент (проводимый в лаборатории) по **геометрической** оптике (линзы, оптические переносные приборы, набор оптических деталей, оптическая скамья с рейтерами, осветителем, крепежными элементами) и **волновой** оптике (лазеры, гониометры, дифракционные решетки, щели; установка с сантиметровыми электромагнитными волнами. и **наглядные** пособия: таблицы, плакаты, фотографии, учебные компьютерные фильмы, презентации, репродукции картин великих художников с изображением оптических явлений в природе, альбомы с иллюстративными материалами к практическим занятиям в неспециализированных аудиториях. Студентов следует познакомить с методами **проблемной** постановки вопросов как при проведении демонстрационного эксперимента, так и при решении экспериментальных и расчетных физических задач.

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Задание | Часы | Методические рекомендации по выполнению задания | Форма контроля |
|-------|--------------------------------------|---|------|---|---|
| 1 | Основы электромагнитной теории света | Изучение литературы, решение задач | 6 | Пособие I, с. 6 – 9, (см. выше) | Выступление на семинаре. Собеседование по задачам |
| 2 | Геометрическая оптика | Изучение литературы решение индивидуальных заданий | 18 | С.33-53 пособия I | Защита дом. самостоят работы. Тест |
| 3 | Интерференция света | Изучение литературы. Решение индивидуальных заданий | 18 | С.10-23 пособия I | Тест Собеседование по дом. самост. работе |
| 4 | Дифракция света | Обзор литературы, решение индивидуальных заданий | 16 | С. 24-32 пособия I | Тест Собеседование по дом. самост. работе |

| | | | | | |
|----|---|---|----|----------------------|--|
| | | заданий | | | |
| 5 | Поляризация света | Изучение литературы, решение индивидуальных заданий | 8 | С.54-59 пособия I | Тест Собеседование по дом. самост. работе |
| 6 | Взаимодействие излучения с веществом | Изучение литературы решение индивидуальных заданий | 8 | С.60-61 пособия I | Контрольная работа |
| 7 | Тепловое излучение | Изучение литературы решение индивидуальных заданий | 6 | С. 62- 66 пособия I | Тест Собеседование |
| 8 | Экспериментальное обоснование квантовых свойств света | Изучение литературы подготовка к семинару | 8 | С. 8 - 39 пособия II | Тест Собеседование |
| 9 | Усиление и генерация света. Лазеры. Нелинейные оптические явления | Изучение литературы, подготовка к семинару | 6 | С. 67- 68 пособия I | Собеседование |
| 10 | Фундаментальные проблемы современной физики | Изучение литературы | 6 | Материалы лекции | Собеседование |
| | Подготовка к экзамену | | 36 | | Экзамен |

6.2. Тематика и задания для практических и лабораторных занятий

Формой отчетности по данной дисциплине является экзамен. Необходимые и достаточные условия для допуска к экзамену:

- Наличие полного конспекта лекций.
- Простейшее понимание изложенного на лекциях материала.
- Сдача всех домашних самостоятельных работ с положительным результатом.
- Защита 7 - 8 лабораторных работ с выполнением тестовых заданий.

Тематика лабораторных работ физического практикума приведена в списке дополнительной литературы к программе [4-6] на с. 14.

Семинар 1. Тема: Электромагнитная теория света. Фотометрия. Дисперсия света. Фазовая и групповая скорость. Формула Рэлея для групповой скорости.

Вопросы теории и трениров. задания для сам. раб : [6, с. 6 - 9].

Задачи для разбора с преподавателем: [4, 15.60, 16.64; 5, 5.222, 5.223(a)].

Задачи для самостоятельной работы: [4, 15.59, 16.63; 5, 5.223(б,в)].

Семинары 2 и 3. Тема: Геометрическая оптика. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных диэлектриков. Оптические приборы.

Вопросы теории и трениров. задания для сам. раб: [6, с. 33 – 53; 78 – 85].

Задачи для разбора с преподавателем: [4, 15.12, 15.21; 15.30, 15.38; 5, 5.36].

Задачи для самостоятельной работы: [4, 15.13, 15.22, 15.35; 5, 5.37].

Семинары 4 и 5. Тема: Интерференция света. Расчет длины волны света с помощью интерференционных схем. Интерференция в тонких пленках.

Вопросы теории и трениров. задания для сам. раб : [6, с. 10 - 23].

Задачи для разбора с преподавателем: [4, 16.5, 16.9, 16.10; 16.15; 5, 5.75, 5.81]. Задачи для самостоятельной работы: [4, 16.6, 16.11, 16.18; 5, 5.76, 5.98].

Семинары 6 - 8. Тема: Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели и решетке. Характеристики дифракционной решетки.

Вопросы теории и трениров. задания для сам. раб : [6, с. 24 - 32].

Задачи для разбора с преподавателем: [4, 16.30, 16.36, 16.51; 5, 5.130]

Задачи для самостоятельной работы: [4, 16.39, 16.52; 5, 5.131]

Контрольная работа по теме: «Интерференция и дифракция света»

Семинар 9. Тема: Поляризация света. Типы и методы поляризации. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Поляризационные приборы

Вопросы теории и трениров. задания для сам. раб: [6, с. 54 - 59].
Задачи для разбора с преподавателем: [4, 16.64; 5, 5.172].
Задачи для самостоятельной работы: [4, 16.65, 16.66; 5, 5.173].

Семинар 10. Тема: Взаимодействие излучения с веществом. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Рассеяние света, закон Рэлея.

Вопросы теории и трениров. задания для сам. раб: [6, с. 54, 55; 60, 61].
Задачи для разбора с преподавателем: [4, 20.38; 5, 5.229].
Задачи для самостоятельной работы: [4, 20.42; 5, 5.230].

Семинар 11. Тема: Тепловое излучение конденсированных сред. Законы теплового излучения. Гипотеза Планка о квантах. Корпускулярно-волновой дуализм.

Вопросы теории и трениров. задания для сам. раб: [7, с. 8–15].
Задачи для разбора с преподавателем: [4, 18.7, 18.11; 5, 5.264].
Задачи для самостоятельной работы: [4, 18.13, 18.16, 18.17].

Семинары 12-13. Тема: Экспериментальное обоснование квантовых свойств света. Внешний фотоэффект. Эффект Комптона.

Вопросы для подготовки к семинару: [7, с. 16–26; 32–39].
Задачи для разбора с преподавателем: [4, 19.11, 19.13; 19.27; 5, 5.303].
Задачи для самостоятельной работы: [4, 19.12, 19.14; 19.30; 5, 5.307].

Семинар 14. Собеседования по индивидуальным заданиям. Допуск к экзамену.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины « ОПТИКА»

а) основная литература:

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. В 5 т. Т. 4. Оптика / Д. В.Сивухин. – М.: Изд-во МФТИ, 2002. – 792 с.
2. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 4. Волны, оптика. Кн. 5. Квантовая оптика – М. : Астрель. АСТ, 2002. – 256 с.
3. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т. 3. Оптика. Атомная физика. – СПб.: Изд-во «Лань», 2007. – 656 с.
4. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. Учеб. пособие для втузов / под ред. И. В. Савельева. – М.: Наука, 1990. – 400 с.
5. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2001. – 416 с.

6. Галанцева М. Л., Моисеев Б. М. Оптика: методические рекомендации для организации самостоятельной работы студентов /,- Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2007. – 92 с.
7. Галанцева М. Л., Мухачёва Т. Л. Атомная физика: учебно-методическое пособие для организации самостоятельной работы студентов : в 2 ч. Ч.1. Квантовая оптика. – 2019. – 88 с.

б) дополнительная литература:

1. Алешкевич В. А. Оптика : Учебник. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 320 с.
2. Ландсберг Г. С. Оптика: учеб. пособие для вузов. – 6-е изд., – М.: Физматлит, 2003. – 848 с.
3. Сахаров Д. И. Сборник задач по физике. – М.: Просвещение, 1980.
4. Галанцева М.Л., Моисеев Б.М. Физический практикум (оптика): в 2-х ч. Часть 1. Геометрическая оптика.- Кострома: КГУ им. А.Некрасова, 2000 г. – 50 с.
5. Галанцева М.Л., Моисеев Б.М Физический практикум. Квантовая оптика. Атомная физика. – Кострома: КГУ им. Н.А.Некрасова, 2001 г.–57 с.
6. Галанцева М.Л., Жиров А.В. Физический практикум (бакалавриат). Оптика. Волновая оптика. – Кострома: Костромской гос. ун-т, 2018. – 80 с.

в) справочная литература:

1. Храмов Ю.А. Физики: Биографический справочник. – М.: Наука, 1983. – 400 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>
2. Федеральный портал «Российское образование».
3. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации.

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>
2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>
4. Информационно-образовательные ресурсы:

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Мультимедийный комплекс, включающий электронную доску, ноутбук и проектор.

2. Оптическое оборудование лаборатории «Оптика» для лекционных демонстраций.
3. Набор дидактических материалов в виде таблиц, схем, фотографий, альбомов, плакатов.