

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы

_____/ Нальгиева М. А.
от « 21 » 05 2024г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-математического факультета

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 21 » 05 2024г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Оптика»**

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки –

03.03.02 Физика
(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – *бакалавр физики*

Форма обучения очная

Магас, 2024

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей и критериев оценивания компетенций

В процессе освоения дисциплины «Оптика» формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<p>УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними;</p> <p>УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта;</p> <p>УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;</p>	<p>Знать теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов физики;</p> <p>Уметь понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, законами и моделями физики;</p> <p>Владеть физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики.</p>
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	<p>ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических наук, необходимыми для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-1.2. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.</p> <p>ОПК-1.3. Обладает навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, решения профессиональных задач в</p>	<p>Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, основы атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять</p>

		области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин.	знания в области физики для освоения обще профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи. Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.
ПК -3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	<p>ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий.</p> <p>ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</p> <p>ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.</p> <p>ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки владений, умений, знаний, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру оценивания.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы), модули дисциплины/практики	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства	
			вид	кол-во
1.	Введение в оптику.	ОПК-1	Тесты	2
2.	Геометрическая оптика и элементы теории оптических приборов.	УК-2,ОПК-1;ПК-3	Экзаменационный материал	1
3.	Распространение электромагнитных волн в диэлектриках.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
4.	Распространение электромагнитных волн в проводящих средах.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
5.	Распространение электромагнитных волн в случае анизотропных сред.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
6.	Поляризация света.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
7	Оптическая активность	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
8	Фотоупругие, электрооптические и магнитооптические явления.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
9	Дисперсия и поглощение света.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
10	Интерференция света.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
11	Дифракция света.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
12	Разложение излучения в спектр.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
13	Рассеяние света.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
14	Голография.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
15	Тепловое излучение.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
16	Квантовые свойства света. Фотоэффект.	УК-2,ОПК-1;ПК-3		
17	Лазеры. Скорость света.Нелинейная оптика	УК-2,ОПК-1;ПК-3		

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представленность оценочного средства в ФОС
1	Тесты	Средство рубежного контроля усвоения учебного материала.	Вопросы по разделам/темам

			дисциплины
2	Экзаменационные материалы	Итоговая форма оценки знаний	Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену по дисциплине

ОБРАЗЦЫ ТЕСТОВ ДЛЯ ПЕРВОГО РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ:

I:

S: Оптика это раздел физики изучающий:

- : природу света
- : законы распространения света
- +: природу света, законы распространения света и взаимодействие света с веществом
- : взаимодействие света с веществом

I:

S: Свет распространяется

- : продольно
- +: прямолинейно
- : поперечно
- : вдоль

I:

S: Световые пучки распространяются

- : зависимо друг от друга
- +: независимо друг от друга
- : никак
- : может быть

I:

S: Световые пучки отражаются от зеркальных поверхностей под тем же углом,

- : под которым отражаются
- +: под которым падают
- : под которым преломляются
- : возможно

I:

S: Световые пучки преломляются на границе раздела

- : двух пластин
- +: двух сред
- : двух металлов
- : металла и полупроводника

I:

S: Свет имеет

- : волновую природу

- : корпускулярную природу
- +: корпускулярно – волновую природу
- : материальную природу

I:

S: Принцип Гюйгенса гласит, что каждая точка пространства, до которой дошла волна, является источником

- : первичных волн
- +: вторичных волн
- : волн
- : поляризованных волн

I:

S: Принцип Гюйгенса позволяет определить положение волнового фронта в любой момент времени, если известно

- : его положение в любой момент времени
- +: его положение в предыдущий момент времени
- : только положение
- : ничего

I:

S: Можно ли получить закон преломления света исходя из

- : принципа Галилея
- +: принципа Гюйгенса
- : принципа Френеля
- : теории вероятности

I:

S: Причиной отказа Ньютона от волновой теории послужило предположение, что

- :
- +: отсутствует сгибание предметов световыми волнами
- : невозможно объяснить отражение света с точки зрения волновой теории
- : невозможно объяснить преломление света с точки зрения волновой теории

2.ТЕСТЫ ДЛЯ ВТОРОГО РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ

I:

S: Возможна ли дифракция света на многих щелях, если расстояние от соответствующих краев соседних щелей сравнимо

- : с толщиной решетки
- +: с длиной волны света
- : с длиной решетки с объемом
- : с объемом решетки

I:

S: Отличается ли дифракция на многих щелях,

- : от дифракции
- +: от дифракции на двух щелях
- : от дифракции на одной щели
- :

I:

S: Отличается ли дифракция на одной щели

- : от дифракционной картины
- +: от дифракции на четырех щелях
- : от постоянной дифракционной решетки
- : от длины волны света падающего на дифракционную решетку

I:

S: Зависит ли дифракционная картина

- : от длины дифракционной решетки
- +: от ширины щели
- : от толщины дифракционной решетки
- : от объема дифракционной решетки

I:

S: При дифракции на одной щели интерференционный максимум наблюдается при разности хода дифрагированных лучей равной

- : ширине щели
- +: целому числу длин волн
- : длине щели
- : нечетному числу полуволн

I:

S: На кристаллической структуре наблюдается дифракция

- : света
- +: рентгеновских лучей
- : инфракрасного излучения
- : ультрафиолетового излучения

I:

S: На кристаллической структуре наблюдается дифракция

- : света
- +: волн длина волны которых соизмерима с межатомным расстоянием кристаллической структуры
- : инфракрасного излучения
- : ультрафиолетового излучения

I:

S: Формула Вульфа – Брэгга связывает угол падения лучей на поверхность кристалла, постоянную решетки и длину волны

- : света
- +: рентгеновских лучей
- : инфракрасного излучения
- : ультрафиолетового излучения

I:

S: Рентгеноструктурный анализ позволяет определить

- : длину волны рентгеновского излучения
- +: структуру кристалла
- : концентрацию примеси в кристаллах
- : спектр рентгеновского излучения

I:

S: Рентгеноспектральный анализ позволяет определить

- : длину волны рентгеновского излучения
- +: спектр рентгеновского излучения
- : структуру кристалла
- : межатомные расстояния

I:

S: Обычная фотография регистрирует только

- : фазу волны
- +: амплитуду света
- : фазу и амплитуду волны
- : длину волны

I:

S: Голография регистрирует амплитуду и

- : длину волны света
- +: фазу излучения
- : частоту света
- : расстояние до источника излучения

I:

S: Голография регистрирует фазу и

- : частоту света
- +: амплитуду излучения
- : длину волны света
- : расстояние до источника света

I:

S: Голография позволяет записывать

- : плоские изображения
- +: объемные изображения
- : квадратные изображения

-: круглые изображения

**ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К
ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ.**

№	Содержание темы	Часы СРС	Форма контроля
1	Линейная нелинейная оптика.	1	устный опрос
2	Продольные и поперечные волны. Различные виды поляризации электромагнитных волн.	1	устный опрос
3	Характеристика и излучение естественного света. Естественная ширина линий излучения.	1	устный опрос
4	Шкала электромагнитных волн.	1	устный опрос
5	Аберрации оптических систем.	1	устный опрос
6	Диффузное отражение.	1	устный опрос
7	Отражение от металлических поверхностей.	1	устный опрос
8	Происхождение оптической анизотропии в средах. Диэлектрические свойства анизотропной среды.	1	устный опрос
9	Получение и исследование эллиптически поляризованного света.	1	устный опрос
10	Вращение плоскости поляризации света в кристаллах.	1	устный опрос
11	Понятие о квантовой теории света.	1	устный опрос
12	Эффект Зеемана и его классическая теория.	1	устный опрос
13	Время и длина когерентности излучения. Лазер как источник когерентного света.	1	устный опрос
14	Пространственная и временная когерентность. Частичная когерентность.	1	устный опрос
15	Наблюдение явлений интерференции поляризованных лучей в кристаллооптике.	1	устный опрос
16	Диэлектрические отражающие слои и просветление оптики.	1	устный опрос
17	Интерференционные методы определения эталона длины, времени когерентности, длины когерентности.	1	устный опрос
18	Дифракция на круглом отверстии, круглом экране и прямоугольном крае экрана.	1	устный опрос
19	Дифракция на ультразвуковой волне.	1	устный

			опрос
20	Рассеяние света на неоднородностях среды и в мутных средах.	1	устный опрос
21	Запись голограмм на толстослойных эмульсиях.	1	устный опрос
22	Применение голографии.	1	устный опрос
23	Принцип и устройство, и предельное разрешение электронных микроскопов.	1	устный опрос
24	Недостаточность классического описания равновесного излучения, формула Планка.	1	устный опрос
25	Квантовое истолкование процессов люминесценции.	1	устный опрос
26	Физические причины, ограничивающие чувствительность фотоэлектрических измерений.	1	устный опрос
27	Различные типы лазеров и их применение.	1	устный опрос
28	Оптические опыты в неинерциальных системах отсчета, эффект Саньяка.	2	устный опрос
29	Эффект Доплера в акустике и в оптике.	1	устный опрос
30	Эффект Черенкова и его приложение.	1	устный опрос
31	Представление о механизме многофотонного поглощения и рассеяния.	1	устный опрос
32	Простейшие приборы нелинейной оптики.	1	устный опрос

Контрольные вопросы по оптике для студентов 2 курса (4-семестр).

1. Электромагнитная природа света. Структура плоских электромагнитных волн.
2. Суперпозиция электромагнитных волн. Стоячие электромагнитные волны.
3. Различные виды поляризации волн.
4. Характеристика излучения естественного света. Естественная ширина линий излучения.
5. Шкала электромагнитных волн.
6. Основные фотометрические величины и методы их измерения.
7. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики.
8. Центрированная оптическая система ее кардинальные элементы.
9. Аберрация оптических систем.
10. Преломление и отражение электромагнитных волн на границе между диэлектриками.
11. Поляризация волны преломленной и отраженной на границе между диэлектриками.
12. Полное внутреннее отражение светопроводы. Диффузионное отражение.
13. Распространение электромагнитной волны в проводящих средах, комплексный показатель преломления, глубина проникновения.

14. Отражение от металлических поверхностей.
15. Давление электромагнитной волны.
16. Световое давление и опыты Лебедева.
17. Когерентность источников света. Время и длина когерентности. Лазер как источник когерентного света.
18. Частичная когерентность. Пространственная временная когерентность.
19. Способ осуществления когерентности в оптике. Метод Юнга и Френеля.
20. Роль размеров источника света и пространственная когерентность.
21. Линии равной толщины и их локализация.
22. Линии равного наклона и их локализация.
23. Применения явлений интерференции. Диэлектрические отражающие слои и просветление оптики.
24. Двулучевые и многолучевые интерферометры.
25. Интерференционные методы определения эталона длины, времени когерентности, длины когерентности.
26. Принципы Гюйгенса-Френеля.
27. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света.
28. Зонная пластинка как линза.
29. Графическое вычисление результирующей амплитуды.
30. Дифракция на круглом отверстии, круглом экране и на прямолинейном крае экрана.
31. Дифракция Фраунгофера от одной щели, влияние ширины щели на дифракционную картину.
32. Случай косого падения лучей на дифракционную решетку. Фазовые и амплитудные решетки.
33. Дифракция на периодических непрерывных структурах.
34. Характеристика спектральных аппаратов: дисперсия, область дисперсии и разрешающая сила.
35. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллических структурах. Формула Вульфа-Брэгга.
36. Рентгеноструктурный анализ. Метод Лауэ, метод Брэгга, метод Дебая-Шерера.
37. Голография. Голографирование сферической волны. Объемные голограммы. Применение голографии.
38. Разрешающая сила микроскопа, телескопа. Иммерсионные объекты. Метод фазового контраста.
39. Электронный микроскоп.
40. Происхождение оптической анизотропии в средах. Диэлектрические свойства анизотропной среды.
41. Оптические свойства анизотропной среды. Эллипсоид лучевых скоростей. Уравнение Френеля.
42. Одноосные двуосные кристаллы. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов.
43. Поляризационные приборы. Закон Малюса.
44. Получение и исследование эллиптически поляризованного света.
45. Вращение плоскости поляризации света в кристаллах.
46. Нормальная и аномальная дисперсия и методы ее наблюдения.
47. Поглощение света, коэффициент поглощения. Окраска тел.
48. Вращение плоскости поляризации света в магнитном поле. Эффект Зеемана.
49. Испускательная и поглощательная способность тел, закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело.
50. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина.
51. Недостаточность классического описания равновесного излучения, формула Планка.

52. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна.
53. Внутренний фотоэффект.
54. Энергия, импульс фотона.
55. Эффект Комптона. Комбинационное рассеяние света.
56. Скорость света в вакууме и методы ее измерения.
57. Опыты Физо, Майкельсона.
58. Эффект Доплера в оптике. Красное смещение в спектрах Галактик.

Методические указания по проведению рубежного контроля:

Рубежный контроль проводится с целью определения усвоения учебного материала студентом.

Формы рубежной аттестации: Рубежный контроль проводится в письменной форме.

Шкалы и критерии оценивания:

За каждый рубежный контроль студент по дисциплине получает максимально 10 баллов.

Баллы переводятся в оценки в соответствии с Положением о балльно – рейтинговой системе оценки успеваемости студентов ИнГУ

Экзаменационные материалы (примерный перечень вопросов и заданий к экзамену)

по дисциплине "Оптика "

Теоретические вопросы:

1. Электромагнитная природа света. Структура плоских электромагнитных волн.
2. Суперпозиция электромагнитных волн. Стоячие электромагнитные волны.
3. Различные виды поляризации волн.
4. Характеристика излучения естественного света. Естественная ширина линий излучения.
5. Шкала электромагнитных волн.
6. Основные фотометрические величины и методы их измерения.
7. Геометрическая оптика, как предельный случай волновой оптики.
8. Центрированная оптическая система и её кардинальные элементы.
9. Абберация оптических систем.
10. Преломление и отражение электромагнитных волн на границе между диэлектриками.
11. Поляризация преломленной и отраженной волны на границе раздела между диэлектриками.
12. Полное внутреннее отражение. Светопроводы. Диффузионное отражение.
13. Распространение электромагнитной волны в проводящих средах, комплексный показатель преломления, глубина проникновения.
14. Отражение электромагнитных волн от металлических поверхностей.
15. Давление электромагнитной волны.
16. Световое давление и опыты Лебедева.
17. Когерентность источников света. Время и длина когерентности. Лазер как источник когерентного света.
18. Частичная когерентность. Пространственная и временная когерентность.
19. Способы осуществления когерентности в оптике. Метод Юнга и Френеля.

20. Роль размеров источника света и пространственная когерентность.
21. Линии равной толщины и их локализация.
22. Линии равного наклона и их локализация.
23. Применение явлений интерференции. Диэлектрические отражающие слои и просветление оптики.
24. Двухлучевые многолучевые интерферометры.
25. Интерференционные методы определения эталона длины, времени когерентности, длины когерентности.
26. Принцип Гюйгенса – Френеля.
27. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света.
28. Зонная пластинка как линза.
29. Графическое вычисление результирующей амплитуды.
30. Дифракция на круглом отверстии, круглом экране и на прямолинейном крае экрана.
31. Дифракция Фраунгофера от одной щели, влияние ширины щели на дифракционную картину.
32. Дифракция на двух щелях, дифракционная решётка. Распределение интенсивности.
33. Случай косого падения лучей на дифракционную решётку. Фазовые и амплитудные решётки.
34. Дифракция на периодических непрерывных структурах.
35. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллических структурах. Формула Вульфа – Брэгга.
36. Рентгеноструктурный анализ. Метод Лауэ, метод Брэгга, метод Дебая – Шерера.
37. Голография. Голографирование сферической волны. Объемные голограммы. Применение голографии.
38. Разрешающая сила микроскопа, телескопа. Иммерсионные объективы. Метод фазового контраста.
39. Электронный микроскоп.
40. Происхождение оптической анизотропии в средах. Диэлектрические свойства анизотропных сред.
41. Оптические свойства анизотропной среды. Эллипсоид лучевых скоростей. Уравнение Френеля.
42. Одноосные двуосные кристаллы. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов.
43. Поляризационные приборы. Закон Малюса.
44. Получение и исследование эллиптически поляризованного света.
45. Вращение плоскости поляризации света в кристаллах.
46. Нормальная и аномальная дисперсия и методы её наблюдения.
47. Поглощение света, коэффициент поглощения. Окраска тел.
48. Вращение плоскости поляризации света в магнитном поле. Эффект Зеемана.
49. Испускательная и поглощательная способность тел. Закон Кирхгофа. Абсолютно чёрное тело.
50. Закон Стефана – Больцмана и закон смещения Вина.
51. Недостаточность классического описания равновесного излучения, формула Планка.

52. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Внутренний фотоэффект.
53. Энергия, импульс фотона.
54. Эффект Комптона. Комбинационное рассеяние света.
55. Скорость света в вакууме и методы её измерения.
56. Опыты Физо, Майкельсона.
57. Эффект Доплера в оптике. Красное смещение в спектрах Галактик.
58. Оптическое детектирование.
59. Генерация вторых гармоник, суммарной и разностной частот.
60. Самофокусировка.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену:

Экзамен является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеет цель проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач.

Экзамен проводится в объеме рабочей программы учебной дисциплины. Форма и порядок проведения экзаменов определяется локальным актом университета. Для проведения экзамена на кафедре разрабатываются экзаменационные билеты.

Шкалы и критерии оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если получен развернутый ответ на все задания;

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если получен развернутый ответ на 50% заданий с частичным представлением второй половины;

оценка «удовлетворительно» – не достаточно полные ответы на все задания или ответ только на 50 % заданий;

оценка «неудовлетворительно» – ответы, не соответствующие заданиям или их отсутствие.

Рекомендуемая литература при подготовке к экзамену по курсу «Оптика»:

1. Основная литература

1. Г.С. Ландсберг Оптика. С-пБ. Лань».2006 г.
2. Д.В. Сивухин. Курс общей физики, раздел «Оптика». М.«Наука». 2006 г.
3. Н.М. Годжаев. Оптика. М.« Высшая школа». С-пБ. «Лань» 2012 г. (з)
4. Матвеев А.Н.. Оптика.Курс Общей физики. 5т. М. «Высшая школа».2013 г.(з).
5. Бутиков Е.Н. Оптика 2-е издание.С-пБ. «Лань» 2013г.(з).
6. И.В. Савельев. Сборник вопросов и задач по курсу общей физики. . С-пБ. «Лань» 2013 г.(з).
7. Н.И. Камтеевский Волновая оптика. С-пБ. «Лань».2006 г.
8. А.Н. Матвеев, Д.Ф. Киселев. Общий физический практикум. МГУ, 1991 г.
9. Физический практикум. Под ред. Ивероновой В.И., часть 1. М., 1976
10. Яворский, Б.М., Детлаф А.А. Курс физики. М. Издательство «Высшая школа» 2001г.
11. Овчинников В.А. Сборник задач по курсу общая физика, часть 2-я. Электричество и магнетизм. Оптика. М. Физматкнига.2004

2. Дополнительная литература

1. И.В. Савельев Курс общей физика, т. 2, М. «Наука».1982 г.
2. А.А. Зисман, О.М.Тодес. Курс общей физика, т.3.М. «Наука».1970 г.
3. Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М.Лившиц. Курс общей физики. М. «Наука».1982 г.
4. С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. Курс общей физики, т.3. М. «Наука».1961 г.
5. В.С Волькенштейн. Сборник задач по общему курсу физики. 1979 г.
6. И. Киттель. Введение в физику твердого тела. М. «Наука».1976 г.