

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА

Кафедра общей и теоретической физики физического факультета

Общеобразовательная программа
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки:
«НиВИЭ»

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Дисциплина по выбору

Махачкала, 2020 год

Рабочая программа дисциплины «Нелинейная оптика» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 Энергетика и электротехника (уровень: бакалавриат) от «03» 09 2015 г. № 955

Разработчик(и) кафедра общей и теоретической физики, Гаджиев С.М., д.х.н., проф.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры общей и теоретической физики от «21» января 2020г., протокол №5.

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета

от «28» февраля 2020г., протокол №6

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно- методическим управлением

«26» марта 2020 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Нелинейная оптика» входит в дисциплины по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.02. «Физика».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой общей и теоретической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением комплекса существующих представлений в области нелинейной оптики. Она основана на современных научных данных и в представлении физической теории оптических явлений как обобщение наблюдений, практического опыта и эксперимента.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общекультурных: ОК-1; ОК-7;

общепрофессиональных: ОПК-2;

профессиональных: ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр. и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины **2** зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Се- ме- стр	Учебные занятия							СРС, В том числе экза- мен	Форма про- межуточ- ой аттес- тации (зачет, диф- ференци- рованный зачет, экза- мен	
	в том числе									
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР			Кон- суль- таци- ии
		Всего	Лек- ции	Лабра- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР				
4	72	52	18		34			20	зачет	

1. Цели освоения дисциплины:

Основная *цель* курса – подчеркнуть значимость дисциплины «Физика», как фундамента всех наук естественнонаучного цикла и обеспечить углубленное изучение ее базовых разделов. Нелинейная оптика, как часть

оптики, дает студентам последовательную систему нелинейных оптических явлений, необходимых для формирования в сознании физической картины окружающего мира, применения физических понятий и законов к решению конкретных физических задач.

Теория физической оптики выражает связь между нелинейными оптическими явлениями и величинами в строгой математической форме. Оптика, как и остальные разделы курса общей физики, имеет два аспекта;

- курс является экспериментальным, поэтому должен ознакомить студента с основными методами наблюдения, экспериментирования и измерения. Он должен сопровождаться необходимыми физическими демонстрациями и лабораторными задачами по физическому практикуму с использованием современных мощных монохроматических источников света - лазеров;
- курс должен содержать строгий математический аппарат, который обуславливает взаимосвязь не только между различными оптическими явлениями, но и с другими разделами общей физики и, особенно с электромагнетизмом. Поэтому курс должен быть изложен на соответствующем математическом уровне и сопровождаться семинарскими занятиями.

Для достижения данной цели были поставлены **задачи**:

- ознакомление с основными направлениями развития физической науки в области нелинейной оптики, квантовой и ядерной физики;
- овладение понятийным аппаратом (экспериментальными фактами, понятиями, законами, теориями, методами физической науки);
- развитие мышления и формирование умений самостоятельно приобретать и применять знания, наблюдать и объяснять физические явления в области оптики;
- формирование познавательного интереса к физике и технике, развитие творческих способностей;
- раскрытие взаимосвязи физики и техники, показ ее применения в производстве и человеческой деятельности, объяснение физических процессов, протекающих в природе;
- привитие умения самостоятельно пополнять свои знания в области оптики и , ориентироваться в научно–информационном потоке.
- овладение понятийным аппаратом (экспериментальными фактами, понятиями, законами, теориями, методами физической науки);
- развитие мышления и формирование умений самостоятельно приобретать и применять знания, наблюдать и объяснять физические явления в области оптики, квантовой и ядерной физики;
- формирование познавательного интереса к физике и технике, развитие творческих способностей;
- систематизировать и углубить понимание фундаментальных законов физики, отразить достижения науки 20-го века;
 - ознакомить студента с основными нелинейными оптическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, показать практическую значимость этих исследований;

- сообщить основные принципы и законы нелинейной волновой оптики и квантовой теории, показать, что электромагнитное поле и частицы вещества в одних физических ситуациях проявляют волновые, а в других - корпускулярные свойства (корпускулярно-волновой дуализм);
- формировать навыки экспериментальной работы, научить правильно выразить и интерпретировать физические идеи, сформулировать и количественно решать возникающие задачи;
- в результате освоения дисциплины «Нелинейная оптика» студент должен изучить физические явления и законы физики, границы их применимости явления, применение законов в важнейших практических приложениях;
- познакомиться с основными физическими величинами, знать их определения, смысл, способы и единицы их измерения;
- представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; знать назначения и принципы действия физических приборов.
- **иметь представление** о вкладе великих ученых в формирование современной естественнонаучной картины мира.
- Для усвоения курса оптики необходимы знания курса физики за 8 и 11 классы общеобразовательной школы, разделов электричества и магнетизма и теории относительности курса общей физики вузовской программы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Нелинейная оптика» входит в дисциплины по выбору образовательной программы по направлению 13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника», (бакалавриат).

Для изучения дисциплины «Нелинейная оптика» студент должен знать: основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики; дифференциальное и интегральное исчисления; гармонический анализ (Фурье-анализ); дифференциальные уравнения; численные методы; функции комплексного переменного; элементы функционального анализа; вероятность и статистику; случайные процессы; статистическое оценивание и проверку гипотез; статистические методы обработки экспериментальных данных; математические методы в физике; разделы курса общей физики: электричество и магнетизм, волновая оптика. Понятие информации; программные средства организации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; языки программирования; базы данных; локальные и глобальные сети ЭВМ; методы защиты информации.

Описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями, практиками)

Являясь самостоятельной учебной дисциплиной, курс нелинейной оптики, не оторван от других дисциплин. Наоборот, существует междисциплинарная связь. Например, история физики, как науки, дает много прекрасных примеров такого рода.

Ограниченный лимит времени позволяет выполнить настоящую программу по изучению курса «Нелинейная оптика» лишь при условии использования разнообразных методических форм подачи материала слушателям.

Одной из таких форм являются *сопровожаемые демонстрациями натуральных и компьютерных экспериментов практические занятия*, на которые следует выносить некоторые проблемные задачи и вопросы, не тратя времени на решение рядовых тренировочных задач.

На *самостоятельную работу* студентов выносятся переработка материалов лекций и решение задач домашнего задания.

В качестве самостоятельной работы может быть рекомендованы написание одного- двух (за семестр) рефератов по темам близким к роду будущей деятельности студентов и связанным с применением физических приборов или общих закономерностей.

Освоение дисциплины «Нелинейная оптика» является как предшествующее для общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения
ОК-1 ОК-7	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции способностью к самоорганизации и самообразованию	Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • излагать и критически анализировать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях. •
ОПК-2	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знает: <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями курса физики; • умениями использования научной и учебной литературы; Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по работе с экспериментальной аппаратурой; Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • устройством используемых ими приборов и принципов их действия; • приобрести навыки выполнения физи-

		<p>ческих измерений;</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики.
ПК-1	способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы, основные понятия, законы оптики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями курса физики; • измерять физические параметры и оценивать физические свойства биологических объектов с помощью механических, электрических и оптических методов. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики; • способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских и лабораторных работ.
ПК-2	способностью обрабатывать результаты экспериментов деятельности	<p>Знает: сущности физических явлений; законы, лежащие в основе современных физических методов исследований нелинейной поляризации, дисперсии, фотоэффекта.</p> <p>Умеет: создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в практике важнейших физических измерительных приборов и приемов.</p> <p>Владеет: устройством используемых ими</p>

		приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники.
ПК-5	готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● планировать и осуществлять учебный эксперимент по исследованию нелинейных оптических явлений; ● решать задачи с соответствующим анализом результатов и полученных выводов по следующим темам: генерация гармоник, оптическое детектирование; генерация третьей гармоники, самофокусировка; параметрический резонанс. ● оценивать результаты эксперимента, готовить отчетные материалы о проведенной исследовательской работе; ● объяснить физическую сущность явлений и процессов в природе и технике связанных с оптическими явлениями. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● методологией исследования в области нелинейной оптики; ● системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике; ● системой знаний по организации и постановке физического эксперимента, обладает способностью теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов;
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **2** зачетных единиц, **72** академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

Разделы и темы дисциплин	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Контроль самостоят.		
Модуль 1.								

Тема 1. Уравнения Максвелла в нелинейной среде. Модель ангармонического осциллятора. Газ свободных электронов. Формализм матрицы плотности. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей.	3	2	4			2	
Тема 2. Пространственное накопление нелинейно-оптических явлений на примере генерации второй гармоники, когерентная длина. Условие волнового синхронизма. Волновой синхронизм в изотропных и анизотропных средах.	3	2	3			2	
Тема 3. Генерация второй гармоники. Вторая гармоника в сфокусированных гауссовых пучках. Генерация третьей гармоники в кристаллах. Оптические гармоники в газах. Измерение нелинейных оптических восприимчивости. Генерация второй гармоники сверхкоротким импульсом.	3	2	4			2	
Тема 4. Генерация разностной частоты. Решение для плоских волн. Получение излучения в далёком ИК диапазоне с помощью процесса генерации разностной частоты. Генерация излучения в далёком ИК диапазоне при оптическом детектировании сверхкоротких импульсов.	3	2	4			2	
Тема 5. Параметрическое усиление и генерация. Параметрическое усиление. Двухрезонаторный параметрический генератор. Однорезонаторный параметрический генератор. Частотная перестройка параметрических гене-	3	2	3				

раторов. Параметрическая флуоресценция. Параметрический генератор с обратной волной.							
Итого за модуль		10	18			8	
Модуль 2.							
Тема 6. Квантовая теория вынужденного комбинационного рассеяния. Описание процесса вынужденного комбинационного рассеяния на языке связанных волн. Связь стоксовой и антистоксовой компонент. Комбинационное рассеяние высших порядков.	3	2	4			2	
Тема 7. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Вынужденные температурные рассеяния Бриллюэна и Рэлея. Другие типы вынужденного рассеяния света.	3	2	2			2	
Тема 8. Самофокусировка. Физическое описание. Теория. Квазистационарная самофокусировка. Нестационарная самофокусировка. Самофокусировка в твёрдом теле. Другие случаи самофокусировки. Фазовая самофокусировка.	3	2	4			4	
Тема 9. Двухлучепреломление, наведённое сильным полем. Общие выражения для показателей преломления, наведённых сильным оптическим полем. Физические механизмы. Оптический эффект Керра и вращение эллипса поляризации. Нестационарные эффекты.	3	2	6			4	
Итого за модуль		8	16			12	
Итого (72 часа)		18	34			20	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Тема 1. Нелинейная среда.

Уравнения Максвелла в нелинейной среде. Модель ангармонического осциллятора. Газ свободных электронов. Формализм матрицы плотности. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей. Пространственное накопление нелинейно-оптических явлений на примере генерации второй гармоники, когерентная длина. Условие волнового синхронизма. Волновой синхронизм в изотропных и анизотропных средах.

Тема 2. Генерация гармоник.

Генерация второй гармоники. Вторая гармоника в сфокусированных гауссовых пучках. Генерация третьей гармоники в кристаллах. Оптические гармоники в газах. Измерение нелинейных оптических восприимчивостей. Генерация второй гармоники сверхкоротким импульсом. Генерация разностной частоты. Решение для плоских волн. Получение излучения в далёком ИК диапазоне с помощью процесса генерации разностной частоты. Генерация излучения в далёком ИК диапазоне при оптическом детектировании сверхкоротких импульсов.

Тема 3. Параметрическое усиление и генерация.

Параметрическое усиление. Двухрезонаторный параметрический генератор. Однорезонаторный параметрический генератор. Частотная перестройка параметрических генераторов. Параметрическая флуоресценция. Параметрический генератор с обратной волной.

Модуль 2.

Тема 4. Вынужденное рассеяние.

Квантовая теория вынужденного комбинационного рассеяния. Описание процесса вынужденного комбинационного рассеяния на языке связанных волн. Связь стоксовой и антистоксовой компонент. Комбинационное рассеяние высших порядков. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Вынужденные температурные рассеяния Бриллюэна и Рэлея. Другие типы вынужденного рассеяния света.

Тема 5. Самофокусировка.

Самофокусировка. Физическое описание. Теория. Квазистационарная самофокусировка. Нестационарная самофокусировка. Самофокусировка в твёрдом теле. Другие случаи самофокусировки. Фазовая самофокусировка.

Тема 6. Двухлучепреломление.

Двухлучепреломление, наведённое сильным полем. Общие выражения для показателей преломления, наведённых сильным оптическим полем. Физические механизмы. Оптический эффект Керра и вращение эллипса поляризации. Нестационарные эффекты.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Тема 1. Нелинейная среда.

Уравнения Максвелла в нелинейной среде. Модель ангармонического осциллятора. Газ свободных электронов. Пространственное накопление нелинейно-оптических явлений на примере генерации второй гармоники, когерентная длина.

Тема 2. Генерация гармоник.

Генерация второй гармоники. Вторая гармоника в сфокусированных гауссовых пучках. Генерация третьей гармоники в кристаллах. Оптические гармоники в газах. Измерение нелинейных оптических восприимчивостей.

Тема 3. Параметрическое усиление и генерация.

Параметрическое усиление. Двухрезонаторный параметрический генератор.

Однорезонаторный параметрический генератор.

Модуль 2.

Тема 4. Вынужденное рассеяние.

Квантовая теория вынужденного комбинационного рассеяния. Комбинационное рассеяние высших порядков. Вынужденное рассеяние Манделштама-Бриллюэна. Вынужденные температурные рассеяния Бриллюэна и Рэлея.

Тема 5. Самофокусировка.

Самофокусировка. Квазистационарная самофокусировка. Нестационарная самофокусировка. Самофокусировка в твёрдом теле. Фазовая самофокусировка.

Тема 6. Двулучепреломление.

Двулучепреломление, наведённое сильным полем. Общие выражения для показателей преломления, наведённых сильным оптическим полем. Оптический эффект Керра и вращение эллипса поляризации.

Контрольная работа.

Письменное домашнее задание

5. Образовательные технологии

Все темы программы с разной степенью углубленного изучения должны рассматриваться на лекционных и практических. Для получения глубоких и прочных знаний, твердых навыков и умений, необходима систематическая **самостоятельная работа** студента.

Самостоятельная работа нужна как для проработки лекционного (теоретического) материала, так и для подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям. Основная самостоятельная работа необходима и при подготовке к контрольным мероприятиям (тестированию и контрольным работам).

На **лекциях** особое внимание следует уделять на основные понятия и основные физические закономерности. Дополнить конспект лекций, выделить главное студент должен самостоятельно, пользуясь учебными пособиями, размещенными на **сайте** кафедры. Индивидуальный сайт кафедры крайне необходим для успешного выполнения рабочей программы и учебного плана, в целом.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролируемые модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Практические занятия способствуют активному усвоению теоретического материала, на этих занятиях студенты учатся применять физические законы и закономерности для решения конкретных практических задач. На практических занятиях студенты под руководством преподавателя решают задачи по наиболее важным темам курса. Для выполнения учебного плана студент самостоятельно должен решить определенное количество типовых задач в соответствии со своим вариантом домашнего задания. Аудиторного времени для решения всех типов задач обычно не хватает. Для самостоятельного решения задач прежде, чем приступить к их решению, нужно изучить (повторить) теоретический материал по теме рассматриваемой теме, разобрать примеры решения задач на эту тему, а затем уже обязательно попытаться решить задачу, какой бы «неприступной» она не казалась. Защита выполненного домашнего задания проводится либо в **форме устного собеседования** с преподавателем по решенным задачам, либо в форме контрольного **тестирования**. Защита домашнего задания позволяет оценить знания студента и своевременно организовать дополнительную работу, если эти знания неудовлетворительны. Устное собеседование и/или тестирование проходят в специальном компьютерном классе, оборудованном проектором и современными беспроводными технологиями.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России. В рамках обучения особое место отводится **процессу тестирования**, которое призвано сыграть роль цементирующего материала в диалоге между студентом и преподавателем.

Итоговым контрольным мероприятием (аттестацией) является **зачет**.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Примерная тематика рефератов

1. Применения вынужденного комбинационного рассеяния.
2. Вынужденное поляритонное рассеяние. Вынужденное комбинационное рассеяние с переворотом спина.
3. Нестационарное вынужденное комбинационное рассеяние. Измерение времён релаксации.
4. Нелинейные восприимчивости третьего порядка.
5. Общая теория четырёхволнового смешения. Вырожденное четырёхволновое смешение.
6. Генерация перестраиваемого ИК и УФ излучения. Нестационарное четырёхволновое смешение.
7. Нелинейная оптика с участием поверхностных электромагнитных волн.
8. Нестационарные когерентные оптические эффекты.
9. Нелинейные оптические явления.

Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы студентов

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль. Экзамен в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК-1, ОК-7		Знает: о методах восприятия информации человеком и стереотипах мышления; история возникновения и развития основных понятий физики и физических явлений	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-2		Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Устный опрос, письменный опрос
ПК-1,		Умеет: демонстрирует умение самостоятельно ставить конкретные задачи в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры;	Устный опрос, письменный опрос

ПК-2,ПК-5, ПК-6		Владеет: методологией исследования в области оптики; системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике; навыками обработки результаты экспериментов; успешно владения методами обработки анализа и синтеза физической информации; системой знаний по организации и постановке физического эксперимента, обладает способностью теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов;	Устный опрос, письменный опрос
--------------------	--	---	--------------------------------

7.2. Типовые контрольные задания

7.2.1 Примеры тестовых заданий по оптике.

1.1. Что произойдет, если направление одного из векторов плоской электромагнитной волны (например, \vec{E}) изменить на обратное?

1. Направления остальных двух векторов \mathbf{V} и \mathbf{k} останутся прежними.
2. Направление вектора \mathbf{k} изменится на обратное, а вектор \mathbf{V} не изменит своего направления.
3. Направление вектора \mathbf{V} изменится на обратное, а вектор \mathbf{k} не изменит своего направления.
4. Либо вектор \mathbf{V} , либо вектор \mathbf{k} изменит свое направление на обратное.
5. Направления векторов \mathbf{V} и \mathbf{k} изменятся на обратное.

1.2. Какое из нижеперечисленных выражений соответствует лоренцевой форме линии излучения?

$$1. \varpi(\omega) \sim \exp\left[-\frac{mc^2}{2kT}\left(\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}\right)^2\right];$$

$$2. \varpi(\omega) \sim \frac{\gamma / 2\pi}{(\omega - \omega_0)^2 + (\gamma / 2)^2};$$

$$3. \varpi(\omega) \sim \frac{\gamma / 2\pi}{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + (\gamma / 2)^2};$$

$$4. \varpi(\omega) \sim \exp\left[-\frac{2kT}{mc^2}\left(\frac{\omega_0}{\omega_0 - \omega}\right)^2\right];$$

5. Лоренцевой форме линии излучения не соответствует ни одно из выражений 1-4.

1.3. Какое из ниже приведенных утверждений соответствует хроматической аберрации?

1. Лучи, пересекающие линзу вблизи ее краев, преломляются сильнее чем параксиальные ;
2. Аберрация, возникающая при отображении широкими пучками лучей внеосевых точек предмета;
3. Аберрация, возникающая при получении изображения плоского объекта, когда пучки составляют значительный угол с оптической осью;
4. Аберрация, связанная дисперсией света;
5. Искажение геометрической формы изображения протяженного предмета, устраняемого диафрагмой.

1.4. Какое из выражений определяет предельный угол полного внутреннего отражения для луча света, идущего из среды с показателем преломления n_1 в среду с показателем преломления n_2 ($n_2 > n_1$)?

1. $\sin \alpha = n_1 / n_2$; 2. $\sin \alpha = n_2 / n_1$; 3. $\sin \alpha = 1 / n_1$;
4. $\sin \alpha = 1 / n_2$; 5. Среди ответов 1-4 нет правильного.

1.5. Луч света падает под углом α на плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной d . Каково смещение луча, вышедшего из пластины? Показатель преломления стекла n .

1. $d \sin \alpha / n^2$; 2. $d \cos \alpha / n$;
3. $d \sin \alpha \left(1 + \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$; 4. $d \sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$;
5. $d \cos \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \cos^2 \alpha}} \right)$;

1.6. Параллельный пучок монохроматического света из вакуума падает под углом α на прозрачную пластинку толщиной d и преломляется под углом β ($\beta < \alpha$). Какое из нижеприведенных условий является условием минимума интерференционной картины в отраженном свете?

1. $2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} d \cos \beta + \frac{\lambda}{2} = m\lambda$; 2. $2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} d \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = m\lambda$;
3. $2 \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} d \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$; 4. $2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} d \cos \beta + \frac{\lambda}{2} = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$;
5. $2d \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta} - \sin^2 \alpha} - \frac{\lambda}{2} = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$.

1.7. Какая из приведенных формул является математическим выражением принципа Гюйгенса-Френеля?

$$1. E_p = \frac{E_1}{2} \pm \frac{E_i}{2}; \quad 2. E_p = \int_S f(\alpha) \frac{E e^{ikr}}{r} ds; \quad 3. dE_p = \int_S f(\alpha) \frac{E e^{ikr}}{r} ds;$$

$$4. E_p = \int_S \frac{E e^{ikr}}{r} ds; \quad 5. dE = E \frac{e^{ikr}}{r} ds.$$

(E_p - напряженность электрического поля волны в точке наблюдения).

1.8. В каком случае не происходит двулучепреломления в одноосном кристалле?

1. При наклонном падении лучей, когда оптическая ось перпендикулярна к поверхности кристалла;
2. При наклонном падении лучей, когда оптическая ось параллельна поверхности кристалла;
3. При нормальном падении лучей, когда оптическая ось параллельна поверхности кристалла;
4. При нормальном падении лучей, когда оптическая ось направлена под углом к поверхности кристалла;
5. При нормальном падении лучей, когда оптическая ось перпендикулярна к поверхности кристалла.

1.9. При какой плотности потока энергии возможна генерация света в двухуровневой системе, если

$$N_1 \sim \frac{N}{2} \frac{1}{1 + a/S}, \text{ где}$$

a - постоянная, N - общее число атомов, N_1 - число атомов в возбужденном состоянии.

1. $S = a$; 2. $S = 2a$; 3. $S \rightarrow \infty$; 4. генерация света в такой системе невозможна;
5. $S = 1/2 a$.

1.10. Как изменится частота красной границы фотоэффекта, если шару радиуса R сообщить положительный заряд q ?

1. Увеличится на $eq / (4\pi\epsilon_0 Rh)$; 2. Не изменится;
3. Уменьшится на $eq / (4\pi\epsilon_0 Rh)$; 4. Увеличится на $eq / (4\pi\epsilon_0 R^2 h)$;
5. Уменьшится на $eq / (4\pi\epsilon_0 R^2 h)$.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Критерии оценок на зачетах

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

Критерии оценок следующие:

- **100 баллов**– студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов**– в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

«51 и выше» баллов – зачет

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий _____ **10 бал.**
- активное участие на лекциях _____ **15 бал.**
- устный опрос, тестирование, коллоквиум _____ **60 бал.**
- и др. (доклады, рефераты) _____ **15 бал.**

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий _____ **10 бал.**
- активное участие на практических занятиях _____ **15 бал.**

- | | |
|------------------------------------|-----------|
| ▪ выполнение домашних работ | _15_ бал. |
| ▪ выполнение самостоятельных работ | _20_ бал. |
| ▪ выполнение контрольных работ | _40_ бал. |

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) Основная литература

1. Ташлыкова-Бушкевич, И. И. Физика. Часть 2. Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества : учебник / И. И. Ташлыкова-Бушкевич. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 232 с. — ISBN 978-985-06-2506-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/35563.html>
2. Ахманов, С. А. Физическая оптика : учебник / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. — 656 с. — ISBN 5-211-04858-X. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13050.html>
3. И.Р.Шен, «Принципы нелинейной оптики», М., Наука, 1989.
4. В.М.Акулин, Н.В.Карлов, «Интенсивные резонансные взаимодействия в квантовой электронике», М., Наука, 1987.
5. Р.Шумейкер, «Когерентная инфракрасная спектроскопия нестационарных процессов», в кн. «Лазерная и когерентная спектроскопия» под ред. Дж. Стейнфелда, М., Мир, 1982.
6. Н.И.Коротеев, И.Л.Шумай, «Физика мощного лазерного излучения», М., Наука, 1991.
7. Тарасов, Лев Васильевич. Физика процессов в генераторах когерентного оптического излучения. Лазеры, резонаторы, динамика процессов / Тарасов, Лев Васильевич. - М. :
8. Радиосвязь, 1981. - 439 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 413-421. - Предм. указ.: с. 432-433. - 3-40.
9. Делоне, Николай Борисович. **Нелинейная оптика** / Делоне, Николай Борисович. - М. : Физматлит, 2003. - 62,[2] с. : ил. ; 22 см. - (Библиотека физико-математической литературы для школьников и студентов). - Библиогр. в конце кн. - ISBN 5-9221-0428-4 : 73-92.

б). Дополнительная литература:

1. В.С.Бутылкин, А.Е.Каплан, Ю.Г.Хронопуло, Е.И.Якубович, «Резонансные взаимодействия света с веществом», М., Наука, 1977.
2. Оптическая голография. // Под ред. Г.Колфилда, М., Мир, 1982.
3. Звелто, Орацио. Принципы лазеров : [монография] / Звелто, Орацио ; пер. с англ. Д.Н.Козлова, С.Б.Созинова, К.Г.Адамович; под науч. ред. Т.А.Шмаонова . - 4-е изд. - СПб. и др. : Лань, 2008. - 719 с. : ил. - (Учебные пособия для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0844-3 : 1100-00.
4. Дмитриев, Валентин Георгиевич. **Прикладная нелинейная оптика**

/Дмитриев, Валентин Георгиевич ; Л.В.Тарасов. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : Физматлит, 2004. - 512 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 477-512. - ISBN 5-9221-0453-5 : 232-43.

<http://e.lanbook.com/view/book/173/>

5. Никеров В.А. Физика. Современный курс [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Никеров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Дашков и К, 2016. — 454 с. — 978-5-39402349-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14114.html>

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

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке(доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеке на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/> . Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течение 1 года с момента его подписания.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета. <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским (практическим) занятиям;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины "Физика атома".
- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя;
- лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал;
- в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы;
- в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;
- подготовку и активную работу на лабораторных занятиях;
- подготовка к лабораторным занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Международная база данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

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

- Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается самостоятельной работой.
- При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.
- При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.