

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

« 12 » _____ 2019 г. Чуприс

Регистрационный № _____ /уч.



ОПТИКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальностей:

1-31 04 08 Компьютерная физика

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 08 -2018, утвержденном постановлением Министерства образования Республики Беларусь №124 от 22.12.2018, типовой учебной программы № ТД-G.537/тип. от 07.09.2015, учебного плана №G31-220/уч. от 13.07.2018г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.С.Горбачевич - доцент кафедры общей физики физического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТ:

С.В. Шпаковский - начальник отделения «Т» НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «ИНТЕГРАЛ» — управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ», кандидат физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей физики
(протокол № 11 от 27.06.2019)

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 5 от 28.06.2019г.)

Заведующий кафедрой



А.И.Слободянюк

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Оптика - составная часть курса общей физики. Поэтому оптика должна сохранить все черты общей физики, основу которой составляет экспериментальная физика, а теоретический материал должен быть представлен как обоснование того или иного оптического явления, либо в виде расчетных формул, позволяющих оценить величину той или иной характеристики. В то же время этот раздел является связующим звеном между общей физикой и теоретической физикой, призванный сформировать у студентов уровень знаний и компетенций, необходимых для изучения дисциплин физического профиля, богатых математическим аппаратом с использованием глубоких физических теорий и, прежде всего, электромагнитной теории света Максвелла.

С другой стороны данная учебная дисциплина является основой для изучения такой дисциплины, как «Атомная физика».

Следует отметить, что существующая программа по физике средней школы не предусматривает систематического изложения фундаментальных представлений и закономерностей, связывающих широкий круг оптических явлений в единую целостную картину. Поэтому одной из задач данной программы является заполнение этого пробела, тем более, что наиболее эффективным каналом получения человеком информации является оптический.

Поскольку раздел оптики является частью классического курса физики, то основная часть программы сохраняет структуру классического курса оптики, построенную на последовательном изложении материала, охватывающего вопросы изучения свойств световых волн, законов их распространения и взаимодействия с веществом. При этом большое внимание уделяется не только способам и методам наблюдения оптических явлений, но и проявлению таких явлений в окружающем нас мире. Несколько расширены разделы, касающиеся развития современных представлений о процессах и явлениях современной оптики (голография, квантовая оптика, нелинейная оптика, лазерная физика).

Цель учебной дисциплины – сформировать целостное представление о единстве широкого круга оптических явлений и обеспечить идеологический и фактологический базис для изучения атомной и квантовой физики.

Основные задачи изучения учебной дисциплины «Оптика можно сформулировать следующим образом:

- **мировоззренческие и методологические** - необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего мира, учитывающую двойственную природу материальных объектов и доминирующую роль научного факта.
- **практические** – рассмотреть процесс последовательного развития модельных представлений о явлениях окружающего мира и научить студентов использовать приближенные модели для решения конкретных задач различного уровня сложности

- **исследовательские** - обучить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

Учебная дисциплина «Оптика» относится к модулю «Оптика» государственного компонента.

Связи с другими дисциплинами:

Данная дисциплина является составной частью курса общей физики, поэтому при ее изложении используется материал предыдущих дисциплин: «Механики» (раздел теории колебаний); «Молекулярной физики», как основы изложения теории взаимодействия света с веществом; «Электричества и магнетизма», так как основу содержания данного курса составляет электромагнитная теория света. При изложении материала дисциплины широко используется аппарат дисциплин высшей математики. Поэтому используемый математический аппарат согласован с программой дисциплины Кафедры высшей математики и математической физики: «Основы математического моделирования».

В усилении проблемно-исследовательской, практико-ориентированной направленности профессиональной подготовки студентов-физиков, активизации их самостоятельной работы по разрешению ситуаций, имитирующих профессиональные проблемы в будущей научной и производственной деятельности, главная роль отводится лабораторному практикуму и практическим занятиям.

Изложение учебного материала основано на определенных знаниях и представлениях, сформированных в процессе обучения в базовой школе.

При преподавании дисциплины рекомендуется применять активные методы обучения, основу которых составляют технологии проблемного и контекстного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях, а также рейтинговая система оценки знаний. При чтении лекционного курса рекомендуется применять также мультимедийные средства обучения.

Эффективность работы студента и изучения программы дисциплины в целом проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний рекомендуется проводить в форме коллоквиумов, контрольных работ и отчёта по лабораторным работам.

Освоение учебной дисциплины «Оптика» должно обеспечить формирование следующей **базовой профессиональной компетенции:**

БПК-10. Владеть основными законами и понятиями, определяющими взаимодействие оптического излучения с веществом, законами волновой и геометрической оптики, методами решения задач и экспериментального исследования оптических систем.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:
знать:

- основы электромагнитной теории света;

- явления интерференции и дифракции;
- принципы генерации света;

уметь:

- решать задачи геометрической и физической оптики;
- анализировать практически важные схемы интерференции и дифракции;

владеть:

- методами экспериментальных исследований оптических явлений;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- математическими методами решения задач по оптике.

Структура учебной дисциплины:

Дисциплина изучается в 4-ом семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Оптика» отведено:

- для очной формы получения высшего образования - 304 часа, в том числе 152 аудиторных часов, из них: лекции – 48 часов, практические занятия – 46 часов, лабораторные занятия – 48 часов, управляемая самостоятельная работа – 10 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 8 зачетных единиц.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение. Электромагнитная природа света. Шкала электромагнитных волн. Характеристика оптического диапазона электромагнитных волн. Особенности видимого диапазона.

Место оптики в физической науке и ее роль в научно-техническом прогрессе.

2. Свойства электромагнитных волн. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Плоская монохроматическая волна. Скорость электромагнитной волны. Сферические монохроматические сходящиеся и расходящиеся волны.

Плотность потока энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Суперпозиция электромагнитных волн. Понятие о преобразовании Фурье. Немонохроматические волны и их представление.

3. Излучение электрического диполя. Естественная ширина спектральной линии. Уширение спектральной линии. Однородное и неоднородное уширение.

Поляризация электромагнитных волн. Виды поляризации. Число независимых поляризаций. Волна с круговой или эллиптической поляризацией как суперпозиция волн с линейными поляризациями и линейно поляризованная волна как суперпозиция волн с круговой поляризацией. Степень поляризации. Закон Малюса.

4. Фотометрия. Фотометрические энергетические и визуальные характеристики и единицы излучения. Функция видности.

5. Интерференция света. Интерференция гармонических колебаний. Когерентность. Интерференция волн. Видимость интерференционной картины. Осуществление когерентных колебаний в оптике.

6. Интерференционные схемы. Влияние размеров источника света на видимость интерференционной картины. Интерференция немонхроматического света. Временная и пространственная когерентность. Стоячие волны.

Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона. Кольца Ньютона.

7. Интерферометры. Двухлучевые интерферометры. Интерферометр Жамана. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха-Цендера.

Многочувствительные интерферометры. Учет многократных отражений в многочувствительных интерферометрах. Интерферометр Фабри-Перо. Пластина Люммера-Герке.

8. Применение интерференции. Просветление оптики, контроль качества оптических поверхностей, измерение с высокой точностью показателей преломления веществ. Интерференционные фильтры. Интерференционная спектроскопия.

9. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Зоны Френеля. Спираль Френеля. Зонная пластинка. Дифракция Френеля на простейших преградах: круглом отверстии, круглом диске. Пятно Пуассона. Дифракция на краю полубесконечного экрана. Спираль Корню. Недостатки метода зон Френеля.

Приближение Кирхгофа. Формула дифракции Френеля-Кирхгофа.

10. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракционная решетка. Фазовые и амплитудно-фазовые решетки. Наклонное падение лучей на дифракционную решетку.

Дифракция света на непрерывных периодических и непериодических структурах. Дифракция на ультразвуковых волнах.

11. Дифракция рентгеновского излучения. Формулы Лауэ. Условие Вульфа-Брэггов. Опыт Боте.

Спектральные приборы, их принципиальная схема и классификация. Характеристики спектральных приборов. Угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность, дисперсионная область. Сравнение характеристик спектральных аппаратов. Дифракционная теория оптических приборов. Разрешающая способность оптических приборов.

12. Физические основы метода голографической записи изображений. Схемы записи и восстановления тонкослойных голограмм. Схемы записи и восстановления толстослойных голограмм. Получение цветных объемных изображений. Особенности голограмм как носителей информации. Применение голограмм.

13. Распространение света в изотропной среде. Законы преломления и отражения. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Формулы Френеля. Закон Брюстера. Фазовые соотношения при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков.

Поляризация света при полном внутреннем отражении. Отражение света поверхностью металлов.

14. Распространение света в анизотропной среде. Описание анизотропных сред. Тензор диэлектрической проницаемости.

Зависимость лучевой скорости от направления распространения. Эллипсоид лучевых скоростей. Плоскости поляризации волн, распространяющихся в анизотропной среде. Оптическая ось. Одноосные и двуосные кристаллы.

15. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи в одноосных кристаллах. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные приборы. Полихроизм. Поляроидные пленки.

16. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы. Кристаллическая пластинка в четверть, половину и целую волну. Анализ состояния поляризации света. Цвета кристаллических пластинок.

17. Вращение плоскости поляризации в кристаллических и аморфных веществах. Элементарная теория вращения плоскости поляризации. Оптическая изометрия. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

18. Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями, электрическим и магнитным полями. Эффект Керра. Эффект Коттона-Мутона. Эффект Поггеля.

19. Геометрическая оптика. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Основные законы геометрической оптики. Принцип

Ферма. Уравнение эйконала. Преломление света сферической поверхностью. Нулевой инвариант Аббе. Увеличение сферической поверхности. Условие Лагранжа-Гельмгольца.

20. Центрированная оптическая система и ее кардинальные элементы. Тонкие линзы. Построение изображений в оптических системах. Аберрации оптических систем (сферическая, хроматическая, кома, астигматизм, дисторсия). Простейшие оптические приборы.

21. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия света. Методы измерения дисперсии. Электронная теория дисперсии света. Формула Лоренц-Лорентца. Удельная рефракция. Фазовая и групповая скорости света. Формула Релея.

22. Поглощение света. Закон Бугера. Спектры поглощения.

Распространение света в проводящих средах. Комплексный показатель преломления.

Рассеяние света. Опыты Тиндаля. Рассеяние Релея и рассеяние Ми. Молекулярное рассеяние света. Физическая сущность рассеяния Мандельштама-Бриллюэна и комбинационного рассеяния.

23. Квантовая природа света. Фотоэффект. Законы фотоэффекта и их обоснование. Уравнение Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта. Фотоэлектрические приемники света (фотоэлементы, фотоумножители, фотодиоды и электронно-оптические преобразователи). Давление света, его открытие и объяснение с точки зрения корпускулярной и волновой теорий. Опыт Комптона.

Эффект Зеемана. Элементарная теория эффекта Зеемана. Связь эффекта Зеемана с эффектом Фарадея.

24. Тепловое излучение. Правило Прево. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Поглощательная и излучательная способность нагретого тела. Формула Вина. Закон смещения Вина. Формула Релея-Джинса. Формула Планка для теплового излучения. Приемники теплового излучения (Пирометры).

25. Спектры атомов и молекул. Люминесценция. Линейчатые, полосатые и сплошные спектры молекул. Энергетический спектр сложных молекул.

Виды люминесценции и ее классификация. Характеристики люминесценции: спектр поглощения, спектр люминесценции, квантовый выход, длительность, поляризация люминесценции.

Излучение Вавилова-Черенкова.

26. Усиление и генерация света. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Условие усиления. Зависимость населенности энергетических уровней от плотности излучения. Инверсная населенность уровней.

27. Лазеры. Принципиальная схема лазера. Порог генерации. Условия стационарной генерации. Управление параметрами лазерного излучения. Типы лазеров. Непрерывные и импульсные лазеры. Метод модулированной добротности. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров.

28. Нелинейные явления в оптике. Источники нелинейной поляризованности. Квадратичная нелинейность и нелинейности более высоких уровней.

Генерация гармоник. Условия пространственного синхронизма для удвоения частоты.

Самовоздействие света в нелинейной среде. Основные причины возникновения нелинейности показателя преломления. Самофокусировка и самодифракция. Длина самофокусировки.

Многофотонное поглощение света. Параметрические эффекты.

29. Оптика движущихся сред. Эффект Доплера. Поперечный эффект Доплера. Оптические измерения в неинерциальных системах

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, занятия	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Аудиторный контроль УСР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	1				
2	Свойства электромагнитных волн.	1	1			
3	Излучение электрического диполя. Поляризация электромагнитных волн.	2	1			
4	Фотометрия.		4		2	Письменные тесты по темам 2-4
5	Интерференция света.	2	2	4		
6	Интерференционные схемы.	2	2	4		
7	Интерферометры.	2	1	4		
8	Применение интерференции.	1			1	Письменные тесты по темам 5-8
9	Дифракция света.	2	2	4		
10	Дифракция Фраунгофера.	2	4	4		
11	Дифракция рентгеновского излучения. Спектральные приборы.	2	2	4		Контрольная работа по темам 5-12
12	Физические основы метода голографической записи изображений.	1				
13	Геометрическая оптика.	2	3			Коллоквиум по темам 5-12
14	Центрированная оптическая система и ее кардинальные элементы.	2	3	4	2	Контрольная работа по темам 4, 13-14
15	Распространение света в изотропной среде.	2	2	4		
16	Распространение света в анизотропной среде.	2	3			

17	Двойное лучепреломление.	2	3	4		
18	Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы.	1	2		1	Письменные тесты по темам 16-18
19	Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями, электрическим и магнитным полями.	2	1			
20	Вращение плоскости поляризации в кристаллических и аморфных веществах.	1	2	4	1	Письменные тесты по темам 19-20
21	Взаимодействие света с веществом.	2	2			
22	Поглощение света. Распространение света в проводящих средах. Основы колориметрии.	2	2	4		
23	Квантовая природа света.	2	2	4		Коллоквиум по темам 13-23
24	Тепловое излучение.	2	2			Контрольная работа по темам 15-24
25	Спектры атомов и молекул. Люминесценция.	2				
26	Усиление и генерация света.	2				
27	Лазеры.	2			1	Письменные тесты по темам 25-27
28	Нелинейные явления в оптике.	2				
29	Оптика движущихся сред.				2	Письменные тесты по темам 28-29
	Итого	48	46	48	10	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Ландсберг Г.С.* Оптика / Г.С. Ландсберг. М.: Высшая школа, 2006. 848 с.
2. *Саржевский А.М.* Оптика. Т.1 и 2. / А.М. Саржевский. Мн.: Университетское, 1984, 1986. 320 с.
3. *Матвеев А.Н.* Оптика / А.Н. Матвеев. М.: Высшая школа, 1985. 352 с.
4. *Калитеевский Н.И.* Волновая оптика / Н.И.Калитеевский. М.: Высшая школа, 1978, 1995. 464 с.
5. *Годжаев Н.М.* Оптика / Н.М. Годжаев. М.: Высшая школа, 1977. 432 с.
6. *Гинзбург В.Л.* Сборник задач по общему курсу физики: Оптика / В.Л. Гинзбург и др. М.: Наука, 1977. 320 с.
7. *Иродов, И.Е.* Задачи по общей физике / И.Е.Иродов. Санкт-Петербург: изд.Лань, 2019, 420 стр.
8. *Бутиков Е.И.* Оптика / Е.И. Бутиков. М.: Высш. шк. С.Пб., 2003. 479с.
9. *Ильичева Е.Н.* Методика решения задач оптики / Е.Н. Ильичева, Ю.А. Кудеяров, А.Н. Матвеев. М.: изд-во Моск. ун-та, 1981. 232 с.
10. *Буров Л.И.* Оптика. Решение задач. Мн.: Вышейшая школа, 2018. 415с.
11. Маскевич, А. А. ОПТИКА : учеб. пособие для студ. учреждений высшего образования по физическим спец./А.А. Маскевич.- Минск; М. : Новое знание : ИНФРА-М, 2012. - 656 с.

Перечень дополнительной литературы

1. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. Оптика. / Д.В. Сивухин. М.: Физматлит, 2013. 792 с.
2. *Борн М.* Основы оптики. / М. Борн М., Э.М. Вольф. М.: Наука, 1973. 720 с.

Перечень рекомендованных средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

1. Отчёты по лабораторным работам.

При выставлении оценки за лабораторную работу учитывается самостоятельное и полное выполнение работы, знание основных положений теории изучаемого явления, знание формул для расчета погрешностей измеряемых физических величин, аргументированный и развёрнутый вывод в лабораторной работе, включающий сравнение теоретических и экспериментальных данных, анализ применимости сделанных приближений.

2. Коллоквиумы.

При выставлении оценки за выполненную работу учитывается полнота и раскрытие темы каждого вопроса, последовательность и корректность изложения определений, формул и законов.

3. Контрольные работы.

При выставлении оценки за контрольную работу учитывается логичность и корректность выбранного метода решения каждой задачи, обоснованное использование формул и законов, математически правильно полученный ответ.

4. Тесты.

Так как тестовые задания предназначены для контроля усвоения основных изучаемых законов, формул, определений, а также выполняются на протяжении 10-15 минут, то, в большинстве случаев, выполнение теста оценивается баллами за каждое выполненное действие. В конце семестра баллы переводятся в итоговую оценку.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы, коллоквиумы и тесты по разделам дисциплины. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Текущий контроль в течение семестра проводится по трем видам учебной деятельности студентов:

- усвоение теоретических знаний (коллоквиумы, промежуточные тесты), среднюю оценку T_1 по этим контрольным мероприятиям выставляет лектор (максимальная оценка 10 баллов);
- работа на практических занятиях (контрольные работы, выполнение аудиторных и домашних заданий), среднюю оценку T_2 по этим контрольным);
- выполнение работ физпрактикума, отчеты по выполненным работам, среднюю оценку T_3 по этим контрольным мероприятиям выставляет ведущий лабораторные занятия преподаватель (максимальная оценка 10 баллов).

Оценка по текущему контролю за семестр $T = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$

Оценка по текущей аттестации (оценка по итоговому контролю) **И** выставляется на экзамене на основании оценки по устному ответу **Э** и оценки по текущему контролю **Т** с коэффициентами **k_T** и **k_E** . По решению кафедры **$k_T = k_E = 0,5$** , поэтому оценка равна

$$И = k_E Э + k_T Т$$

Итоговая оценка **И** рассчитывается с использованием правил математического округления.

Все контрольные мероприятия проводятся по утвержденному графику и должны быть выполнены студентами на оценку ≥ 4 баллов, в противном случае студент обязан выполнить работу снова. В случае невыполнения контрольного мероприятия по уважительной причине, студент может выполнить работу в указанную преподавателем дату.

В случае получения неудовлетворительной оценки по текущему контролю обучающийся не допускается к текущей аттестации. В экзаменационной ведомости делается отметка «не допущен кафедрой».

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

I. Регулярное выполнение многовариантных тестовых заданий, предназначенных для контроля усвоения изученного программного материала.

Задания на уровне узнавания

Темы 1-3 учебно-методической карты

1. Перечислить основные свойства электромагнитной волны и ее характеристики.
2. Сопоставление длины волны и наблюдаемого цвета для видимого света.
3. Дать определение немонохроматической волны
4. Привести определение ширины спектральной линии
5. Определить степень поляризации монохроматической волны.

Темы 5-11 учебно-методической карты

6. Дать определение Интерференции монохроматических волн.
7. Изобразить общую интерференционную схему.
8. Определить ширину интерференционной полосы.
9. Условия формирования наблюдения полос равного наклона и равной толщины.
10. Условия формирования и наблюдения колец Ньютона.
11. Определение числа зон Френеля для отверстия и диска.
12. Условие минимума при дифракция на щели.
13. Условие максимума при дифракции света на дифракционной решетке. Максимальный порядок дифракции.
14. Определить разрешающую силу спектрального прибора.

Темы 13-19 учебно-методической карты

15. Построение Гюйгенса для анизотропных сред.
16. Преобразование линейно поляризованного света кристаллической пластинкой в четверть, половину и целую волну.
17. Естественное вращение плоскости поляризации. Основные закономерности.
18. Применение законов отражения и преломления света.

По пунктам 21-24 учебно-методической карты

19. Рассчитать интенсивность света после прохождения слоя вещества с заданным коэффициентом поглощения. .
20. Найти красную границу фотоэффект и работу выхода.
21. Определить максимум испускательной способности абсолютно-черного тела заданной температуры.

Задания на уровне воспроизведения

Темы 2-4 учебно-методической карты

1. Фотометрия: основные величины и их взаимосвязь.
2. Уширение спектральной линии: виды, причины.

Темы 5-12 учебно-методической карты

1. Интерференционные схемы: схема, ширина интерференционной полосы, максимальный порядок интерференции.
2. Интерференция немонохроматического света: видность интерференционной картины.
3. Интерферометры: схемы, характеристики.
4. Спираль Френеля. расчет интенсивности света при дифракции на круглом отверстии и диске.

5. Расчет интенсивности света при дифракции на краю полубесконечного экрана.
6. Определение кардинальных элементов для центрированной оптической системы.
7. Дифракция на многомерных структурах: основные закономерности. отличие от одномерного случая.
8. Основные схемы записи голограмм.

Темы 13-18 учебно-методической карты

1. Определение степени поляризации света при отражении и преломлении на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля.
2. Построения в одноосных кристаллах.
3. Элементарная теория естественного и магнитного вращения плоскости поляризации.
4. Эффект Керра, эффект Покейльса условия возникновения и основные закономерности.

Темы 21-24 учебно-методической карты

1. Расчет давления света для плоской волны
2. Эффект Зеемана.
3. Вывод основных закономерностей излучения абсолютно черного тела из Формула Планка.

Темы 26-29 учебно-методической карты

1. Основные составные части лазера и характеристики лазерного излучения. .
2. Нелинейные явления в оптике: удвоение частоты условие фазового синхронизма.
3. Продольный и поперечный эффект Доплера в оптике. .

Задания на уровне применения полученных знаний

Темы 2-4 учебно-методической карты

1. Вывод волнового уравнения из уравнений Максвелла.
2. Расчет фотометрических величин для различных источников.

Темы 5-9 учебно-методической карты

3. Влияние размеров источника света на видимость интерференционной картины.
4. Расчет видности интерференционной картины при интерференции немонахроматического света.
5. Многолучевые интерферометры: расчет области свободной дисперсии.

Темы 10-12 учебно-методической карты

6. Расчет интенсивности света при интерференции света с помощью спирали Френеля.
7. Расчет интенсивности света при интерференции света с помощью спирали Корню.
8. Расчет дифракции Френеля для препятствий сложной формы с использованием Спираль Корню и Френеля.
9. Фазовые и амплитудно-фазовые решетки. Наклонное падение лучей на дифракционную решетку.
10. Дифракционный интеграл Кирхгофа
11. Дифракционная теория оптических приборов.
12. Получение цветных объемных изображений.

Темы 13-18 учебно-методической карты

13. Определение состояние поляризации плоской световой волны.
14. Искусственная анизотропия.
15. Цвета кристаллических пластинок при интерференции поляризованных лучей.

Темы 19-22 учебно-методической карты

16. Геометрическая оптика. Матричный метод расчета оптических систем.
17. Применение комплексного показателя преломления для расчета распространения волны в веществе.

Темы 23-28 учебно-методической карты

18. Вывод условий усиления и генерации света в лазерах.
19. Самовоздействие света в нелинейной среде:.
20. Генерация гармоник: условия синхронизма.

II. Письменное изложение во время проведения коллоквиумов пройденного теоретического материала с корректными формулировками законов, выводами формул, примерами использования изложенных законов.

III. Корректное использование методов решения расчетных задач по изученным темам в ходе аудиторных занятий и при выполнении контрольных работ.

Рекомендуемые темы коллоквиумов

1. Геометрическая и волновая оптика.
2. Поляризация света. Квантовые свойства света.

Рекомендуемые темы практических занятий

1. Представления классической оптики.
2. Фотометрия

3. Интерференция монохроматических волн. Интерференционные схемы.
4. Интерференция в тонких слоях
5. Двухлучевые и многолучевые интерферометры
6. Дифракция Френеля. Метод фазовых спиралей
7. Дифракция Френеля на плоских границах
8. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка
9. Фазовые дифракционные решетки. Характеристики спектральных приборов.
10. Контрольная работа №1
11. Преломление на сферической поверхности. Линзы
12. Метод лучевых матриц
13. Центрированная оптическая система
14. Разрешающая способность оптических приборов
15. Контрольная работа №2
16. Построения Гюйгенса. Формулы Френеля
17. Оптика анизотропных сред
18. Поляризационные приборы
19. Хроматическая поляризация
20. Наведенная анизотропия и оптическая активность.
21. Контрольная работа №3
22. Молекулярная оптика. Тепловое излучение. Давление света
23. Квантовая оптика. Фотоэффект. Эффект Комптона

Рекомендуемые темы контрольных работ.

1. Фотометрия. Геометрическая оптика.
2. Волновая оптика.
3. Поляризация света. Квантовые свойства света.

Рекомендуемые темы лабораторных занятий

1. Измерение поляризуемости молекул воздуха с помощью интерферометра Рэлея
2. Изучение внешнего фотоэффекта
3. Изучение спектральных приборов на основе дифракционной решетки и призм
4. Кольца Ньютона
5. Изучение законов поглощения света
6. Изучение вращения плоскости поляризации света
7. Изучение микроскопа
8. Измерение показателей преломления твердых тел
9. Получение и анализ поляризованного света
10. Изучение хроматической поляризации света
11. Изучение линз и оптических систем
12. Тепловое излучение

13. Изучение дифракции излучения лазеров на различных структурах

Рекомендуемые темы тестовых заданий

1. Свойства плоской волны
2. Фотометрия
3. Интерференция света
4. Дифракция Френеля
5. Дифракция Фраунгофера
6. Геометрическая оптика
7. Характеристики спектральных приборов
8. Оптика анизотропных сред
9. Тепловое излучение
10. Лазер. Нелинейная оптика

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

1. При организации выполнения студентами лабораторных работ используется **эвристический подход**, который предполагает:

- осознание студентами практического проявления изучаемых физических явлений и законов;
- демонстрацию физических устройств, позволяющих измерять необходимые характеристики;
- творческую самореализацию обучающихся в ходе самостоятельного выполнения лабораторной работы;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно выполнить необходимые измерения, оценить их погрешности, рассчитать заданные величины.

2. При организации работы студентов на практических занятиях используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения конкретных задач по изучаемой теме;
- приобретение навыков выбора эффективного метода решения для различных задач;
- ориентацию на реализацию групповых обсуждений и организацию совместной деятельности для решения наиболее трудных задач.

3. В ходе образовательного процесса студентам предлагается выполнение дополнительных заданий и, таким образом **используется метод проектного обучения**, который предполагает:

- способ организации самостоятельной учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, поиска новой информации;

- приобретение навыков для решения исследовательских и творческих задач.

4. При организации образовательного процесса при обсуждении учебного материала *используются методы и приемы развития критического мышления*, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с новой теоретической и практической информацией, позволяющие наиболее эффективно ее усваивать в процессе обсуждения на лекциях и практических занятиях.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Организация самостоятельной работы обучающихся необходима для:

- систематизации, углубления, расширения и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- формирования навыков у обучающихся по использованию учебной литературы;
- развития ответственного и организованного отношения к учебной деятельности, познавательных способностей, творческого и заинтересованного отношения к освоению новых знаний;
- формирование навыков самостоятельного мышления, самосовершенствования и самореализации.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине «Оптика» проводится на аудиторных занятиях под руководством преподавателя в соответствии с разработанными им заданиями.

Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются написание коллоквиумов по изученной теории курса, контрольные работы по решению задач по программным разделам курса, выполнение тестовых заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется в соответствии с учебной программой по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Основными видами внеаудиторной работы является изучение рекомендуемой основной и дополнительной учебной литературы, выполнение домашних заданий по решению задач, указанных преподавателем.

Согласно учебной программе некоторые вопросы курса изучаются студентами самостоятельно по рекомендованной учебной литературе, а для проверки выполнения включаются в задания коллоквиумов или в экзаменационные билеты.

Ответы на вопросы, возникающие у обучающихся при выполнении внеаудиторной самостоятельной работы, обучающиеся могут получить на консультациях, проводимых преподавателями согласно установленному расписанию.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Электромагнитная природа света. Шкала электромагнитных волн. Характеристика оптического диапазона электромагнитных волн. Особенности видимого диапазона.

Место оптики в физической науке и ее роль в научно-техническом прогрессе.

2. Свойства электромагнитных волн. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Плоская монохроматическая волна. Скорость электронной волны. Сферические монохроматические сходящиеся и расходящиеся волны.

Плотность потока энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Суперпозиция электромагнитных волн. Понятие о преобразовании Фурье. Немонохроматические волны и их представление.

3. Излучение электрического диполя. Естественная ширина спектральной линии. Уширение спектральной линии. Однородное и неоднородное уширение.

Поляризация электромагнитных волн. Виды поляризации. Число независимых поляризаций. Волна с круговой или эллиптической поляризацией как суперпозиция волн с линейными поляризациями и линейно поляризованная волна как суперпозиция волн с круговой поляризацией. Степень поляризации. Закон Малюса.

4. Фотометрия. Фотометрические энергетические и визуальные характеристики и единицы излучения. Функция видности.

5. Интерференция света. Интерференция гармонических колебаний. Когерентность. Интерференция волн. Видимость интерференционной картины. Осуществление когерентных колебаний в оптике.

6. Интерференционные схемы. Влияние размеров источника света на видимость интерференционной картины. Интерференция немонхроматического света. Временная и пространственная когерентность. Стоячие волны.

Интерференция в тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона. Кольца Ньютона.

7. Интерферометры. Двухлучевые интерферометры. Интерферометр Жамена. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха-Цендера.

Многолучевые интерферометры. Учет многократных отражений в многолучевых интерферометрах. Интерферометр Фабри-Перо. Пластина Люммера-Герке.

8. Применение интерференции. Просветление оптики, контроль качества оптических поверхностей, измерение с высокой точностью показателей преломления веществ. Интерференционные фильтры. Интерференционная спектроскопия.

9. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Зоны Френеля. Спираль Френеля. Зонная пластинка. Дифракция

Френеля на простейших преградах: круглом отверстии, круглом диске. Пятно Пуассона. Дифракция на краю полубесконечного экрана. Спираль Корню. Недостатки метода зон Френеля.

Приближение Кирхгофа. Формула дифракции Френеля-Кирхгофа.

10. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракционная решетка. Фазовые и амплитудно-фазовые решетки. Наклонное падение лучей на дифракционную решетку.

Дифракция света на непрерывных периодических и непериодических структурах. Дифракция на ультразвуковых волнах.

11. Дифракция рентгеновского излучения. Формулы Лауэ. Условие Вульфа-Брэггов. Опыт Боте.

Спектральные приборы, их принципиальная схема и классификация. Характеристики спектральных приборов. Угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность, дисперсионная область. Сравнение характеристик спектральных аппаратов. Дифракционная теория оптических приборов. Разрешающая способность оптических приборов.

12. Физические основы метода голографической записи изображений. Схемы записи и восстановления тонкослойных голограмм. Схемы записи и восстановления толстослойных голограмм. Получение цветных объемных изображений. Особенности голограмм как носителей информации. Применение голограмм.

13. Распространение света в изотропной среде. Законы преломления и отражения. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков. Формулы Френеля. Закон Брюстера. Фазовые соотношения при отражении и преломлении света на границе двух диэлектриков.

Поляризация света при полном внутреннем отражении. Отражение света поверхностью металлов.

14. Распространение света в анизотропной среде. Описание анизотропных сред. Тензор диэлектрической проницаемости.

Зависимость лучевой скорости от направления распространения. Эллипсоид лучевых скоростей. Плоскости поляризации волн, распространяющихся в анизотропной среде. Оптическая ось. Одноосные и двуосные кристаллы.

15. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи в одноосных кристаллах. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов. Поляризация при двойном лучепреломлении. Поляризационные приборы. Полихроизм. Поляроидные пленки.

16. Интерференция поляризованных волн при прохождении через кристаллы. Кристаллическая пластинка в четверть, половину и целую волну. Анализ состояния поляризация света. Цвета кристаллических пластинок.

17. Вращение плоскости поляризации в кристаллических и аморфных веществах. Элементарная теория вращения плоскости поля-

ризации. Оптическая изометрия. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.

18. Искусственная анизотропия, создаваемая деформациями, электрическим и магнитным полями. Эффект Керра. Эффект Коттона-Мутона. Эффект Поккельса.

19. Геометрическая оптика. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Основные законы геометрической оптики. Принцип Ферма. Уравнение эйконала. Преломление света сферической поверхностью. Нулевой инвариант Аббе. Увеличение сферической поверхности. Условие Лагранжа-Гельмгольца.

20. Центрированная оптическая система и ее кардинальные элементы. Тонкие линзы. Построение изображений в оптических системах. Аберрации оптических систем (сферическая, хроматическая, кома, астигматизм, дисторсия). Простейшие оптические приборы.

21. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия света. Методы измерения дисперсии. Электронная теория дисперсии света. Формула Лоренц-Лорентца. Удельная рефракция. Фазовая и групповая скорости света. Формула Релея.

22. Поглощение света. Закон Бугера. Спектры поглощения.

Распространение света в проводящих средах. Комплексный показатель преломления.

Рассеяние света. опыты Тиндаля. Рассеяние Релея и рассеяние Ми. Молекулярное рассеяние света. Физическая сущность рассеяния Мандельштама-Бриллюэна и комбинационного рассеяния.

23. Квантовая природа света. Фотоэффект. Законы фотоэффекта и их обоснование. Уравнение Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта. Фотоэлектрические приемники света (фотоэлементы, фотоумножители, фотодиоды и электронно-оптические преобразователи). Давление света, его открытие и объяснение с точки зрения корпускулярной и волновой теорий. Опыт Комптона.

Эффект Зеемана. Элементарная теория эффекта Зеемана. Связь эффекта Зеемана с эффектом Фарадея.

24. Тепловое излучение. Правило Прево. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Поглощательная и излучательная способность нагретого тела. Формула Вина. Закон смещения Вина. Формула Релея-Джинса. Формула Планка для теплового излучения. Приемники теплового излучения (Пирометры).

25. Спектры атомов и молекул. Люминесценция. Линейчатые, полосатые и сплошные спектры молекул. Энергетический спектр сложных молекул.

Виды люминесценции и ее классификация. Характеристики люминесценции: спектр поглощения, спектр люминесценции, квантовый выход, длительность, поляризация люминесценции.

Излучение Вавилова-Черенкова.

26. Усиление и генерация света. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Условие усиления. Зависимость населенности энергетических уровней от плотности излучения. Инверсная населенность уровней.

27. Лазеры. Принципиальная схема лазера. Порог генерации. Условия стационарной генерации. Управление параметрами лазерного излучения. Типы лазеров. Непрерывные и импульсные лазеры. Метод модулированной добротности. Свойства лазерного излучения. Применение лазеров.

28. Нелинейные явления в оптике. Источники нелинейной поляризованности. Квадратичная нелинейность и нелинейности более высоких уровней.

Генерация гармоник. Условия пространственного синхронизма для удвоения частоты.

Самовоздействие света в нелинейной среде. Основные причины возникновения нелинейности показателя преломления. Самофокусировка и самодефокусировка. Длина самофокусировки.

Многофотонное поглощение света. Параметрические эффекты.

29. Оптика движущих сред. Эффект Доплера. Поперечный эффект Доплера. Оптические измерения в неинерциальных системах

Протокол согласования учебной программы УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Основы математического моделирования	Кафедра высшей математики и математической физики	Нет	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 27 июня 2019 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
на 2019/2020 учебный год**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общей физики
(протокол № от 20 г.)

Заведующий кафедрой

Общей физики

Кандидат ф.-м.н., доцент _____ А.И.Слободянюк

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического
факультета БГУ

к.ф.-м.н., доцент _____ М.С.Тиванов