

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры общей физики
протокол № 6 от «6» июня 2018 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/Балапанов М.Х.



/Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Колебания и волны, оптика

_____ базовая _____

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки

Цифровые технологии обработки информации

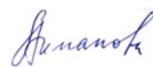
Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



/Акманова Г.Р.

(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2018 г.

Уфа 2018 г.

Составитель:

Акманова Г.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики
протокол от «6» июня 2018 г. № 6.

Заведующий кафедрой



/Балапанов М.Х.

Список документов и материалов (оглавление)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №1)	6 (22)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
4.3. Рейтинг-план дисциплины (Приложение №2)	9(27)
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	19
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	19
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	21

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Колебания и волны, оптика» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОПК-1: способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;

ОПК-2: способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные понятия и модели в области оптических и волновых явлений; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных волн; основные законы оптики.	ОПК-1	
	2. Знать методы применения компьютерных технологий для расчета волновых и оптических явлений.	ОПК-2	
Умения	1. Уметь проводить наблюдения основных электромагнитных волновых явлений и измерять величины колебательного движения; использовать законы оптики для решения типичных задач.	ОПК-1	
	2. Уметь понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных волновых взаимодействий.	ОПК-1	
	3. Уметь пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями оптики.	ОПК-1	
	4. Уметь решать задачи по всем важнейшим разделам курса «оптика».	ОПК-2	
	5. Уметь анализировать и оценивать результаты расчетов.	ОПК-2	
	6. Уметь проводить наблюдения основных электромагнитных явлений; исследования базовых оптических явлений.	ОПК-2	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области волновой оптики.	ОПК-1	
	2. Владеть методами и приемами экспериментального исследования	ОПК-1	

	базовых оптических явлений.		
	3. Владеть физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области оптических явлений.	ОПК-2	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Колебания и волны, оптика» относится к *базовой* части рабочего учебного плана.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Цели изучения дисциплины «Колебания и волны, оптика»:

Целью учебной дисциплины «Колебания и волны, оптика» на 2 курсе в 4 семестре являются: изучение свойств света, законов его распространения и взаимодействия с веществом; ознакомление с принципом действия простейших оптических устройств и приспособлений, новейшими достижениями в области оптического приборостроения; изучение основ оптических явлений, связанных с применением современных лазерных источников света.

Для изучения дисциплины «Колебания и волны, оптика» необходимо знание предыдущих разделов курсов общей физики: механики, молекулярной физики, электричество и магнетизма. Студенты должны владеть основными законами и понятиями этих разделов, также им необходимо знание дифференциального и интегрального исчисления, умение решать простейшие дифференциальные уравнения; обладать знаниями в области математического анализа, аналитической геометрии.

Этот раздел курса общей физики является связующим звеном между общей и теоретической физикой. Освоение его необходимо для дальнейшего изучения последующих разделов курса общей и теоретической физики (атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц, квантовой теории, физики конденсированного состояния).

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ОПК-1: способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап	Знать: 1) Знать основные понятия и модели в области оптических и волновых явлений; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных волн; основные законы оптики;	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап	Уметь: 1) проводить наблюдения основных электромагнитных волновых явлений и измерять величины колебательного движения; использовать законы оптики для решения типичных задач; 2) понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в области электромагнитных волновых взаимодействий; 3) пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями оптики;	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап	Владеть: 1) Владеть физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области волновой оптики; 2) методами и приемами экспериментального исследования базовых оптических явлений;	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

ОПК-2: способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап	Знать: 2) методы применения компьютерных технологий для расчета волновых и	Показывает полное незнание	Имеет значительные	Знает почти всё, допускает	Знает всё

	оптических явлений;	материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	незначительные ошибки в ответах	
Второй этап	Уметь: 4) решать задачи по всем важнейшим разделам курса «оптика»; 5) анализировать и оценивать результаты расчетов; 6) проводить наблюдения основных электромагнитных явлений; исследования базовых оптических явлений;	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап	Владеть: 3) физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области оптических явлений;	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать основные понятия и модели в области оптических и волновых явлений; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных волн; основные законы оптики.	ОПК-1	Тест Письменная работа Коллоквиум
	2. Знать методы применения компьютерных технологий для расчета волновых и оптических явлений.	ОПК-2	Письменная работа
2-й этап Умения	1. Уметь проводить наблюдения основных электромагнитных волновых явлений и измерять величины колебательного движения; использовать законы оптики для решения типичных задач.	ОПК-1	Тест Письменная работа
	2. Уметь понимать, излагать и критически оценивать базовую общефизическую информацию в	ОПК-1	Самостоятельная работа

	области электромагнитных волновых взаимодействий.		
	3. Уметь пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями оптики.	ОПК-1	Коллоквиум
	4. Уметь решать задачи по всем важнейшим разделам курса «оптика».	ОПК-2	Письменная работа
	5. Уметь анализировать и оценивать результаты расчетов.	ОПК-2	Письменная работа
	6. Уметь проводить наблюдения основных электромагнитных явлений; исследования базовых оптических явлений.	ОПК-2	Коллоквиум
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области волновой оптики.	ОПК-1	Письменная работа
	2. Владеть методами и приемами экспериментального исследования базовых оптических явлений.	ОПК-1	Самостоятельная работа
	3. Владеть физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области оптических явлений.	ОПК-2	Самостоятельная работа

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в Приложении № 2.

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Билет состоит из двух теоретических вопросов.

Примерные вопросы для экзамена:

1. Основные законы геометрической оптики.
2. Фотометрические величины.
3. Уравнения Максвелла. Скорость электромагнитной волны в среде.
4. Поперечность электромагнитной волны. Взаимная перпендикулярность векторов E и H . Синфазность колебаний векторов E и H .
5. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова-Пойтинга.
6. Измерение скорости света.
7. Отражение и преломление света на границе двух изотропных диэлектриков.
8. Формулы Френеля.
9. Понятие интерференции света. Интерференция волн. Ширина интерференционной полосы.
10. Когерентность в оптике.
11. Способы получения когерентных пучков делением волнового фронта

- (метод Юнга, бизеркала Френеля, бипризма Френеля, билинза Бийе, зеркало Ллойда, метод Линника).
12. Способы получения когерентных пучков делением амплитуды (полосы равного наклона, полосы равной толщины, кольца Ньютона).
 13. Двухлучевые интерферометры. Интерферометр Майкельсона. Области применения интерференции.
 14. Многолучевые интерферометры.
 15. Принцип Гюйгенса-Френеля.
 16. Метод зон Френеля.
 17. Метод графического сложения амплитуд.
 18. Дифракция Френеля от простейших преград (дифракция от круглого отверстия, дифракция от круглого диска).
 19. Дифракция Френеля на краю полуплоскости. Спираль Корню.
 20. Дифракция в параллельных лучах (дифракция Фраунгофера). Опыт Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера от щели.
 21. Дифракция света от двух щелей. Дифракционная решетка.
 22. Дифракция света от прямоугольного и круглого отверстия.
 23. Дифракция на двухмерной решетке. Дифракция на трехмерной решетке.
 24. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэггов. Методы Лауэ и Дебая-Шерера.
 25. Понятие о голографии.
 26. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Закон Брюстера. Поперечность световых волн.
 27. Линейно-поляризованный свет. Интерференция поляризованного света.
 28. Двойное лучепреломление. Искусственное двойное лучепреломление (фотоупругость, эффект Керра, явление Коттона-Мутона).
 29. Поляризационные приборы.
 30. Эллиптически-поляризованный свет.
 31. Вращение плоскости поляризации. Объяснение вращения плоскости поляризации по Френелю. Магнитное вращение плоскости поляризации.
 32. Нормальная и аномальная дисперсия. Методы изучения дисперсии.
 33. Основы электронной теории дисперсии. Молекулярная рефракция.
 34. Поглощение света. Закон Бугера-Бэра.
 35. Рассеяние света в мутных средах. Молекулярное рассеяние света в газах. Статистическая теория рассеяния света в газах.
 36. Рассеяние света в жидкостях. Рассеяние света в твердых телах.
 37. Излучательная и поглощательная способности. Абсолютно черное тело.
 38. Закон Кирхгофа. Закон Стефана Больцмана. Закон Вина.
 39. Формулы Рэлея-Джинса и Планка.
 40. Виды фотоэффекта. Законы фотоэффекта.
 41. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Применение фотоэффекта.
 42. Эффект Комптона.
 43. Эффект Доплера в оптике.
 44. Давление света.

Образец экзаменационного билета:

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Физико-технический институт
Кафедра общей физики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8
по дисциплине «Колебания и волны, оптика»
03.03.03 Радиофизика
Профиль «Цифровые технологии обработки информации»

1. Двойное лучепреломление.
2. Способы получения когерентных пучков делением амплитуды (полосы равного наклона).

Утверждено на заседании кафедры _____ протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ Балапанов М.Х.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиаде студентов по общей физике. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на экзамене, составляет 30 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценивания ответа на экзамене:

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на теоретические вопросы билета (два вопроса оцениваются максимально по 9 баллов каждый), из оценки за решение задачи (6 баллов) и оценок за ответы на дополнительные вопросы (два вопроса, оцениваемых каждый в 3 балла максимально).

За ответы на вопросы билета выставляется

- **15-18 баллов**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные

ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

За ответ на дополнительный вопрос на экзамене выставляется:

- 3 балла, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;
- 2 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;
- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;
- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

Дополнительные вопросы задаются студенту после ответа на вопросы билета.

Зачетная контрольная работа

Учебным планом по дисциплине «Колебания и волны, оптика» для проверки уровня усвоения необходимых компетенций предусмотрена контрольная работа, которая имеет статус итоговой, зачетной контрольной работы по практическим занятиям (решение задач). Выполнение этой контрольной работы является обязательным условием допуска к экзамену. Контрольная работа содержит 5 задач, время выполнения 90 минут. Решение одной задачи оценивается в 20 баллов.

Пример варианта зачетной контрольной работы

1. Каково положение 1-й светлой полосы в опыте Юнга, если расстояние между щелями равно $2 \cdot 10^{-3}$ м, расстояние от щелей до экрана равно 6 м. Щели освещены монохроматическим светом с длиной волны равной $7 \cdot 10^{-7}$ м.
2. Плосковыпуклая линза (радиус кривизны $R=10$ м) положена на стеклянную пластинку и освещается белым светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в проходящем свете. Найти радиусы r_c третьего синего кольца Ньютона ($\lambda_c = 400$ нм) и $r_{кр}$ четвертого красного кольца Ньютона ($\lambda_{кр} = 630$ нм).
3. На дифракционную решетку падает белый свет максимальной длиной волны 720 нм и минимальной длиной волны 430 нм. Решетка расположена на расстоянии 3 м от экрана и содержит 120 штрихов на 1 мм. Определите расстояние между красным и фиолетовым краями первого спектра на экране.
4. Определите излучательную способность абсолютно черного тела, если длина волны, соответствующая максимальной излучательной способности равна 450 нм ($\sigma = 5,672 \cdot 10^{-8}$ Вт/м²К⁴ - постоянная Больцмана, $b = 2,9 \cdot 10^{-3}$ м К - постоянная Вина).
5. Катод, изготовленный из оксида бария, освещается светом длиной волны 700 нм. Работа выхода электрона равна 1,2 эВ. Найдите скорость фотоэлектронов ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с - постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с - скорость света, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг – масса электрона).

Критерии оценивания задач зачетной контрольной работы

- 16-20 баллов выставляется студенту, если представлено полное решение задачи, которое может содержать мелкие неточности или недостаточную аргументацию шагов решения;
- 11-15 баллов выставляется студенту, если при верном решении в общем виде допущена ошибка в числовых расчетах или при правильном ответе опущены некоторые промежуточные этапы решения или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях;
- 6-10 баллов выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа
- 1-5 баллов выставляется студенту, если верно записана только часть необходимых исходных уравнений, при этом отсутствуют какие-либо математические преобразования, направленные на получение ответа или они ошибочны.

- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда решение не соответствует условию задачи.

Критерии оценивания освоения компетенций по зачетной контрольной работе

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Критерии оценивания	
			«не зачтено»	«зачтено»
1-й этап Знания	1. Знать основные понятия и модели в области оптических и волновых явлений; физические принципы действия оборудования, предназначенного для исследования электромагнитных волн; основные законы оптики.	ОПК-1	Не знает	знает
	2. Знать методы применения компьютерных технологий для расчета волновых и оптических явлений.	ОПК-2	Не знает	знает
2-й этап Умения	1. Уметь проводить наблюдения основных электромагнитных волновых явлений и измерять величины колебательного движения; использовать законы оптики для решения типичных задач.	ОПК-1	Не умеет	Умеет
	3. Уметь пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями оптики.	ОПК-1	Не умеет	Умеет
	3. Уметь решать задачи по всем важнейшим разделам курса «оптика».	ОПК-2	Не умеет	Умеет
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области волновой оптики.	ОПК-1	Не владеет	Владеет
	4. Владеть физическими и математическими методами получения, обработки и анализа физической информации в области оптических явлений.	ОПК-2	Не владеет	Владеет

Критериями оценивания освоения компетенций служат баллы, полученные за выполнение зачетной контрольной работы. Каждое из пяти заданий оценивается в 20 баллов, максимальная суммарная оценка за контрольную работу -100 баллов.

Шкала перевода суммарного балла в двухуровневую оценку:

- 0-59 баллов – «не зачтено»
- 60-100 баллов – «зачтено».

Задания для самостоятельных работ

Описание самостоятельной работы № 1:

Самостоятельная работа состоит из пяти задач. Время выполнения – 90 минут.

Каждая задача оценивается в 1 балл.

Пример варианта самостоятельной работы № 1:

Вариант 1.

1. Найти показатель преломления рубина, если предельный угол полного отражения для рубина равен 34° ?
2. Каково положение 1-й светлой полосы в опыте Юнга, если расстояние между щелями равно $2 \cdot 10^{-3}$ м, расстояние от щелей до экрана равно 6 м. Щели освещены монохроматическим светом с длиной волны равной $7 \cdot 10^{-7}$ м.
3. Расстояние от точечного источника света до зонной пластинки $a=1$ м и от пластинки до места наблюдения $b=1$ м. Найдите радиус первой зоны Френеля при $\lambda = 700$ нм.
4. Плосковыпуклая линза (радиус кривизны $R=10$ м) положена на стеклянную пластинку и освещается белым светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в проходящем свете. Найти радиусы r_c третьего синего кольца Ньютона ($\lambda_c = 400$ нм) и $r_{кр}$ четвертого красного кольца Ньютона ($\lambda_{кр} = 630$ нм).
5. Определите длину волны света, падающего на решетку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8° . Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм.

Описание самостоятельной работы № 2:

Самостоятельная работа состоит из пяти задач, время выполнения – 90 минут.

Каждая задача оценивается в 1 балл.

Пример варианта самостоятельной работы № 2:

Вариант 2.

1. Рассчитайте, во сколько раз ослабится интенсивность света, прошедшего через два николя, угол между их плоскостями поляризации $\alpha = 45^{\circ}$, а в каждом из николей теряется 5% интенсивности падающего на него света.
2. Катод, изготовленный из калия, освещается светом длиной волны 345 нм. Работа выхода электрона равна 2 эВ. Определите кинетическую энергию электронов ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с - постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с - скорость света).
3. Энергия фотона, падающего на поверхность металлической пластинки, в 5 раз больше работы выхода электрона с поверхности этого металла. Чему равно отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектрона к работе выхода?
4. При нагревании абсолютно черного тела длина волны, соответствующая максимальной излучательной способности, изменилась от 690 до 500 нм. Во сколько раз увеличилась при этом излучательная способность абсолютно черного тела.
5. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $5,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать её светом частотой $3 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту света увеличили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. Как изменилась при этом максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Описание методики оценивания задач самостоятельной работы:

- 1 балл выставляется студенту, если задача решена абсолютно верно;

- 0,5 балла выставляется студенту, если отсутствует одно из необходимых исходных уравнений или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа(задача решена наполовину) или допущена принципиальная ошибка в исходных уравнениях,
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе или когда ответ не соответствует условию задачи.

Задания для письменных работ

Описание письменной работы №1:

Письменная работа состоит из пяти вопросов. Время выполнения – 20 минут.

Каждый вопрос оценивается в 1 балл.

Пример варианта письменной работы №1:

Вариант 1.

1. Сформулировать закон отражения.
2. Какие колебания называются когерентными?
3. Способ получения когерентных пучков делением волнового фронта (зеркало Ллойда).
4. Дайте определение точечного источника.
5. Луч переходит из воды в стекло. Угол падения равен 35° . Найти угол преломления ($n_{\text{в}}=1,33$; $n_{\text{ст}}=1,5$).

Описание письменной работы №3:

Письменная работа состоит из пяти вопросов. Время выполнения – 20 минут.

Каждый вопрос оценивается в 1 балл.

Пример варианта письменной работы №3:

Вариант 2.

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.
2. Выведите формулу Вульфа-Брэггов.
3. Дифракция Фраунгофера от прямоугольного отверстия.
4. Дифракция Фраунгофера от двух щелей. Условия минимумов и максимума дифракции.
5. Дифракция Френеля на краю полуплоскости.

Описание методики оценивания вопросов письменных работ:

- 1 балл выставляется студенту, если студент полностью дал ответ на вопрос;
- 0,5 балла выставляется студенту, если отсутствует либо рисунок либо ответ дал не полностью;
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе.

Задания для проведения письменных опросов (тестов)

Описание теста.

Содержит задания для рубежного контроля усвоения материала. Тест рассчитан на 45 минут, состоит из 15 заданий. Каждое задание оценивается в 1 балл.

Пример варианта теста

1. Линза – это

- 1) прозрачное тело, ограниченное сферическими или цилиндрическими поверхностями;
- 2) оптический элемент, предназначенный для спектрального преобразования излучения;
- 3) прозрачное тело, предназначенное для преобразования светового потока;
- 4) оптический элемент, предназначенный для изменения состояния поляризации излучения

2. Рассматривая предмет в собирающую линзу, его располагают на расстоянии 4 см от нее. При этом получают мнимое изображение в 5 раз больше самого предмета. Какова оптическая сила линзы?

- 1) 4 дптр;
- 2) 10 дптр;
- 3) 20 дптр;
- 4) 5 дптр.

3. Что называется излучательной способностью тела?

- 1)... величина, численно равная количеству энергии, излучаемой телом каждую секунду вблизи данной длины волны;
- 2)... величина, численно равная количеству энергии, излучаемой единицей поверхности тела в единичном интервале частот вблизи данной частоты;
- 3)... величина, численно равная поверхностной плотности мощности теплового излучения тела в интервале частот единичной ширины вблизи данной частоты.

4. При прохождении электромагнитных волн в воздухе происходят колебания:

- 1) молекул воздуха;
- 2) плотности воздуха;
- 3) концентрации кислорода;
- 4) напряжённости электрического и индукции магнитного полей.

5. Абсолютно чёрное тело и нечёрное тело имеют одну и ту же температуру. У какого из этих тел для данной длины волны излучательная способность больше?

- 1)... у абсолютно чёрного тела;
- 2)... у нечёрного тела;
- 3)... так как тела находятся при одинаковой температуре, то и излучательные способности их будут одинаковые.

6. Вода освещена зеленым светом, для которого длина волны в воздухе 0,5 мкм. Какой будет длина волны в воде ($n=1,33$)?

- 1) 450 нм;
- 2) 0.38 мкм;
- 3) 0.5 мкм;
- 4) 750 нм.

7. Принцип Гюйгенса можно сформулировать следующим образом:

- 1) свет в оптически однородной среде распространяется прямолинейно;
- 2) каждая точка, до которой доходит волна, служит центром вторичных волн, а огибающая этих волн даёт положение волнового фронта в последующий момент времени;
- 3) свет распространяется по наискратчайшему пути между двумя точками;
- 4) действительный путь распространения света есть путь, для прохождения которого свету требуется минимальное время по сравнению с любым другим путём между теми же точками.

8. Дифракционная решетка шириной 4 см имеет 2000 штрихов и освещается нормально падающим не монохроматическим светом. На экране, удаленном на расстояние 50 см, максимум второго порядка удален от центрального на 3,35 см. Найти длину волны света.

- 1) 0.560 мкм;
- 2) 500 нм;
- 3) 600 нм;
- 4) 0.67 мкм.

9. «Ультрафиолетовой катастрофой» называют вывод классической теории о том, что

- 1) спектральная плотность энергетической светимости абсолютно чёрного тела стремится к бесконечности в области низких частот;

- 2) интегральная излучательная способность тела превышает его поглощательную способность в ультрафиолетовой области;
- 3) спектральная плотность энергетической светимости абсолютно чёрного тела стремится к бесконечности в области коротких длин волн;
- 4) спектральная излучательная способность тела меньше его спектральной поглощательной способности в ультрафиолетовой области.

10. В чём заключается явление внешнего фотоэлектрического эффекта?

- 1) в испускании электрических зарядов металлами под действием света;
- 2) в испускании электронов накаливаемыми телами;
- 3) в испускании электронов веществом под действием электромагнитного излучения.

11. Первый закон фотоэффекта можно сформулировать следующим образом. Фототок насыщения пропорционален ... света.

- 1) частоте; 2) скорости; 3) длине волны; 4) интенсивности.

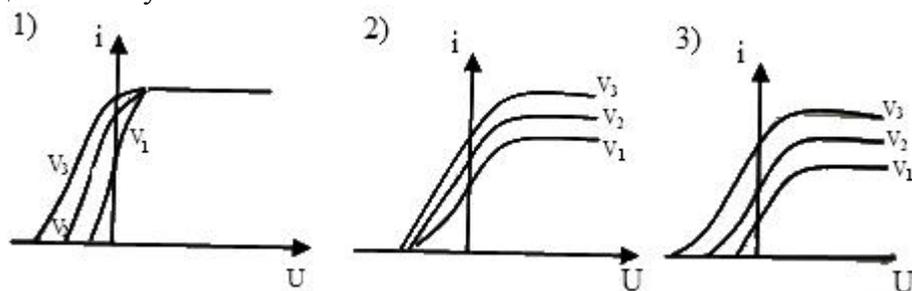
12. Поверхность металла последовательно освещается инфракрасными лучами, видимым светом и ультрафиолетовыми лучами, способными вызвать фотоэффект. В каком случае фотоэлектроны летят быстрее?

- 1) при освещении инфракрасными лучами;
- 2) при освещении видимым светом;
- 3) при освещении ультрафиолетовыми лучами.

13. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для меди 282 нм. Найти работу выхода электронов из меди.

- 1) 4,5 эВ; 2) 4,4 эВ; 3) 4,6 эВ; 4) 4,0 эВ.

14. Световой поток постоянен, а частота света, падавшего на фотокатод фотоэлемента, меняется. На каком из рисунков правильно показаны вольтамперные характеристики для данного случая? $\nu_1 > \nu_2 > \nu_3$



15. Чему равно задерживающее напряжение для фотоэлектронов, вырываемых с поверхности металла светом с энергией фотонов $7,8 \cdot 10^{-19}$ Дж, если работа выхода из этого металла $3 \cdot 10^{-19}$ Дж?

- 1) 6 В; 2) 4 В; 3) 2 В; 4) 3 В.

Описание методики оценивания тестов:

- 1 балл выставляется студенту, если студент полностью дал ответ на вопрос;
- 0 баллов ставится при неверном ответе.

Задания для коллоквиума

Описание коллоквиума:

Коллоквиум проводится после изучения тем «Интерференция света», «Дифракция света». Максимальный балл – 15 баллов.

Вопросы для коллоквиума

1. Интерференция световых волн.
2. Ширина интерференционных полос.
3. Временная когерентность.
4. Пространственная когерентность.
5. Способы получения когерентных волн делением волнового фронта:
 - 1) метод Юнга;
 - 2) бизеркала Френеля;
 - 3) бипризма Френеля;
 - 4) зеркало Ллойда;
 - 5) билинза Бийе.
 - 6) метод Линника.
6. Способы получения когерентных пучков делением амплитуды:
 - 1) полосы равного наклона (интерференция от плоскопараллельной пластинки)
 - 2) полосы равной толщины (интерференция от пластинки переменной толщины);
 - 3) кольца Ньютона.
7. Двухлучевые интерферометры (Майкельсона, Жамена, Рождественского).
8. Многолучевые интерферометры (Фабри-Перо, Люммера-Герке).
9. Области применения интерференции.
10. Принцип Гюйгенса-Френеля.
11. Метод зон Френеля.
12. Метод графического сложения амплитуд.
13. Дифракция Френеля от простейших преград:
 - 1) дифракция от круглого отверстия;
 - 2) дифракция от круглого диска.
14. Дифракция Френеля на полуплоскости. Спираль Корню.
15. Дифракция Фраунгофера от щели.
16. Дифракция света от двух щелей.
17. Дифракция света от прямоугольного и круглого отверстия.
18. Дифракционная решетка.
19. Дифракция на двумерной решетке.
20. Дифракция на трехмерной решетке.
21. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа -Брэггов. Методы Лауэ и Дебая-Шерера.
22. Голография.

Описание методики оценивания вопросов коллоквиума:

- 15-14 баллов получает студент, если он полностью ответил на основной и дополнительные вопросы;
- 11-13 баллов получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но не ответил на один-два дополнительных вопроса;
- 8-10 баллов получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но не ответил на три дополнительных вопроса;
- 5-7 балла получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но ответил на несколько дополнительных вопросов;
- 1-4 балла получает студент, если он частично ответил на основной вопрос, но ответил на несколько дополнительных вопросов;
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Сивухин Д. В. Курс общей физики. Т.4. Оптика. - М.: Физматлит, 2017. [В библиотечной системе БашГУ имеется 59 экз.].
2. Ландсберг Г.С. Оптика.- М.: Физматлит, 2017. [В библиотечной системе БашГУ имеется 106 экз.].
3. Бутиков Е.И. Оптика. - СПб.: Изд-во «Лань», 2012. [В библиотечной системе БашГУ имеется 54 экз.].

Дополнительная литература:

4. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – СПб.: Изд-во «Лань», 2013. [В библиотечной системе БашГУ имеется 115 экз.].
5. Калитеевский Н. И. Волновая оптика. - СПб.:Лань, 2008. [В библиотечной системе БашГУ имеется 130 экз.].
6. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2010. [В библиотечной системе БашГУ имеется 169 экз.].
7. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. - М.: Бином, Лаборатория знаний, 2012. [В библиотечной системе БашГУ имеется 204 экз.].
8. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. - М.: МГУ:Наука, 2004, [В библиотечной системе БашГУ имеется 2 экз.].

В электронно-библиотечной системе (ЭБС) БашГУ имеются в наличии издания:

Основная литература:

1. Сивухин Д. В. Курс общей физики. Оптика. - М.:Физматлит, 2005// Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online».
2. Ландсберг Г.С. Оптика.- М.: Физматлит, 2010// Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online».
3. Бутиков Е.И. Оптика. - СПб.: Лань, 2012// Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

Дополнительная литература:

4. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.4.Волны. Оптика. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011// Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
5. Калитеевский Н. И. Волновая оптика. - СПб.:Лань, 2008// Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
6. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010// Электронно- библиотечная система «Университетская библиотека online»

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по

- паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/> Решение задач по физике. Иродов И.Е.: <http://irodov.nm.ru>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Большая физическая аудитория 02	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитории № 322 или № 324 или № 318 или № 216 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Колебания и волны, оптика» на 4 семестр
(наименование дисциплины)

очная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	81,7
лекций	48
практических/ семинарских	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	36,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	61,8

Форма контроля:
экзамен 4 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		лекции, занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<p>Модуль 1. Геометрическая оптика. Фотометрия. Электромагнитная теория света. Интерференция света.</p> <p>Введение Развитие представлений о природе света.</p> <p>Геометрическая оптика Основные законы геометрической оптики. Принцип Ферма и его применение в оптике. Оптическая длина пути. Преломление света на сферической поверхности. Тонкая линза. Формула тонкой линзы. Ход лучей в линзах. Абберации оптических систем. Оптические приборы.</p> <p>Фотометрия Фотометрия. Энергетические величины и единицы. Поток излучения. Излучательность. Энергетическая сила света, энергетическая яркость. Энергетическая освещенность. Кривая относительной спектральной чувствительности глаза. Световые величины и единицы их измерения. Световой поток. Сила света. Светимость, яркость. Освещенность.</p>	4	6		14	1.§ 2, 3, 22 2.§ 2, Введение 3.§ 7 7.4.1 8.§ 113-115	повторение учебного материала с использованием учебников, работа с конспектом лекций	письменная работа самостоятельная работа
2	<p>Электромагнитная теория света Свет как электромагнитная волна. Волновое уравнение. Световой вектор. Скорость света в среде и в вакууме.</p>	4			14	1.§ 5, 65,66 2.§ 5,135-137 3.§ 2.1, 2.2,	повторение учебного материала с	тестирование

	<p>Абсолютный показатель преломления и его связь с диэлектрической проницаемостью среды. Плотность потока энергии. Интенсивность света. Естественный и поляризованный свет. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Граничные условия. Анализ отражения и преломления для случая наклонного падения света. Коэффициенты отражения и преломления. Угол Брюстера. Случай нормального падения. Фазовые соотношения между падающей, отраженной и преломленной световыми волнами для случая $n_2 > n_1$ и $n_2 < n_1$. Формулы для коэффициентов отражения и пропускания.</p>					<p>3.1-3.3 6.§ 2.2 – 2.4 8.§ 104,105, 112</p>	<p>использованием учебников, работа с конспектом лекций</p>	
3	<p>Интерференция света Понятие о когерентности световых волн. Интерференция света. Методы наблюдения интерференции света. Метод деления фронта волны и метод деления амплитуды волны. Общая схема интерференции света. Условие интерференционных максимумов и минимумов. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников света. Условия максимумов и минимумов. Ширина интерференционной полосы. Интерференция в тонких пленках (от пластинки постоянной и переменной толщины). Кольца Ньютона. Применения интерференции света: просветление оптики, диэлектрические зеркала, интерферометры.</p>	8	6		16	<p>1.§ 26-36 2.§ 12-17,25-30 3.§ 5.1 -5.7 6.§ 4.1 - 4.6 7.4.2 8.§ 119-124</p>	<p>повторение учебного материала с использованием учебников, работа с конспектом лекций, подготовка к коллоквиуму</p>	<p>письменная работа коллоквиум</p>
4	<p>Модуль 2. Дифракция света. Поляризация света. Дисперсия света. Поглощение и рассеяние света. Основы квантовой оптики. Дифракция света Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция света в расходящихся лучах Метод зон</p>	10	8		16	<p>1.§ 39-47,54,61 2.§ 33-46, 52-57. 3.§ 6.1 – 6.6 6.§ 5.1 – 5.10 7.4.3 8.§ 126-133</p>	<p>повторение учебного материала с использованием учебников, работа с</p>	<p>письменная работа самостоятельная работа коллоквиум</p>

	Френеля. Алгебраический и графический методы определения результирующей амплитуды. Дифракция Френеля на круглом отверстии и на круглом непрозрачном диске Дифракция света в параллельных лучах Дифракция света на одиночной щели. Дифракционная картина, условия максимумов и минимумов. Дифракционная решетка, ее параметры. Условия максимумов и минимумов. Разложение белого света дифракционной решеткой. Угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция рентгеновских лучей.						конспектом лекций, подготовка к коллоквиуму	
5	Поляризация света Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Построение Гюйгенса для обыкновенных и необыкновенных лучей. Поляроиды и поляризационные призмы. Искусственная оптическая анизотропия. Вращение плоскости поляризации.	8	4		14	1.§ 62, 76-79, 94, 95 2.§ 101-110, 152, 153, 163-169 3.§ 1.2, 2.9, 4.1-4.5 6.§ 6.1-6.7 7.4.4 8.§ 134-141	повторение учебного материала с использованием учебников, работа с конспектом лекций	письменная работа
6	Взаимодействие света с веществом Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсии. Фазовая и групповая скорости света, волновой пакет. Электронная теория нормальной дисперсии света. Поглощение света. Закон Бугера. Коэффициент поглощения. Рассеяние света Формула Рэлея.	4	4		14	1.§ 84,89,98 2.§ 154-162 3.§ 2.3-2.5 6.7.1 -7.5 7.4.5 8.§ 142-146	повторение учебного материала с использованием учебников, работа с конспектом лекций	письменная работа
7	Основы квантовой оптики Тепловое равновесное излучение. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина.	4	4		10.8	1.§ 107,112-118 2.§ 175-181,194-201	повторение учебного материала с	письменная работа

Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка. Фотоэлектрический эффект. Законы внешнего фотоэффекта Уравнение Эйнштейна. Фотон и его характеристики. Давление света. Элементарная квантовая теория излучения. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения.					3.§ 2.11, 2.12, 9.1-9.3, 9.5 8.§ 151	использованием учебников, работа с конспектом лекций	
Всего часов:	42	32		98.3			

Примечание 1. Часы на самостоятельную работу включают время на подготовку к экзамену (контроль).

Примечание 2. В таблицу не включено 1.7 часа ФКР (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности во время семестра, подразумевающие контактную работу обучающихся с преподавателем) .

Рейтинг – план дисциплины**«Колебания и волны, оптика»**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Радиофизика»,

профиль «Цифровые технологии обработки информации»

курс 2, семестр 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль I. Геометрическая оптика. Фотометрия. Электромагнитная теория света. Интерференция света.				
Текущий контроль				
1. Письменная работа	0-5	2	0	10
2. Самостоятельная работа	0-10	1	0	10
Рубежный контроль				
1. Коллоквиум	0-15	1	0	15
Всего баллов за модуль:			0	35
Модуль II. Дифракция света. Поляризация света. Дисперсия света. Поглощение и рассеяние света. Основы квантовой оптики.				
Текущий контроль				
1. Письменная работа	0-5	2	0	10
2. Самостоятельная работа	0-10	1	0	10
Рубежный контроль				
1. Тестирование	0-15	1	0	15
Всего баллов за модуль:			0	35
Поощрительные баллы				
1. Студенческие олимпиады	10	1	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещаемость лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
Итоговый контроль				
1. Экзамен	0-30	1	0	30