

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Взаимодействие электромагнитного поля с атомами и наноструктурами М2.В.1

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Гайнутдинов Р.Х.

**Рецензент(ы):**

Нефедьев Л.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Салахов М. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Гайнутдинов Р.Х.  
Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики, Renat.Gainutdinov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины М2.Р.1 "Взаимодействие электромагнитного поля с атомами и наноструктурами" являются: изучение самых современных методов описания взаимодействия атомов и наноструктур с собственным полем излучения и с внешним полем лазерного излучения.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М2.В.1 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина М2.Р.1 "Взаимодействие электромагнитного поля с атомами и наноструктурами" является базовой частью программы для магистратуры по направлению 510402 "Физика атомов и молекул" (блок М2)

Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке студентов по высшей математике, общей физике (разделы: "Атомная физика", "Квантовая теория"), по курсу М2.Ф.2 "Современные проблемы физики: квантовая физика".

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: Б3.Б.10 "Квантовая теория".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук.
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки

В результате освоения дисциплины студент:

#### 1. должен знать:

основные методы описания взаимодействия атомов и наноструктур с полем лазерного излучения; современные методы определения квантовоэлектродинамических поправок к энергетическим уровням, связанные с взаимодействием атомных систем с собственным полем излучения; явление резонансной интерференции на атомах и наноструктурах.

#### 2. должен уметь:

определять лэмбовский сдвиг в атомах водорода и мюоном водороде; использовать формализм одетых состояний атомов, управляемых полем лазерного излучения; находить положение и относительные интенсивности компонент спектра резонансной флуоресценции на атомах и наноструктур.

#### 3. должен владеть:

навыками использования базовых теоретических знаний в области атомной физики для решения профессиональных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

решать задачи, связанные со взаимодействием электромагнитного поля с атомами и наноструктурами

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Взаимодействие электромагнитного поля с атомами. Темы: Взаимодействие атомов с собственным полем излучения. Лэмбовский сдвиг. Значение открытия лэмбовского сдвига для современной физики. Новейшие эксперименты по определению лэмбовского сдвига в водороде и мюонном водороде. Расхождения в предсказаниях радиуса протона.	2	1	3	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Квантовая электродинамика и квантовая теория поля. Темы: Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака. Решения уравнения Дирака для свободной частицы. Решения с отрицательной энергией. Физический смысл решений в виде плоских волн и волновых пакетов. Энергетические уровни атома водорода.	2	2	3	0	0	
3.	Тема 3. Основные положения канонической квантовой теории поля. Темы: Пространство Фока. Операторы рождения и уничтожения. Гамильтониан электромагнитного взаимодействия. S-матрица. Представление Дайсона. T-произведение. Ультрафиолетовые расходимости.	2	3	3	0	0	
4.	Тема 4. Метод функционального интегрирования в квантовой электродинамике. Темы: Нерелятивистский пропагатор. Функция Грина. Функция распространения в теории позитрона. Диаграммы Фейнмана.	2	4	3	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Ультрафиолетовые расходимости в квантовой электродинамике. Темы: Теория перенормировок. Нелокальное взаимодействие. Обобщенное динамическое уравнение. Формализм обобщенной квантовой динамики. Оператор Грина. Т-матрица.	2	5	3	0	0	
6.	Тема 6. Подходы к описанию радиационных поправок к энергетическим уровням атомов. Темы: Метод адиабатической S-матрицы. Оператор эволюции в картине Фарри. Обобщенное уравнение Дирака с массовым оператором. Подход, основанный на обобщенном динамическом уравнении.	2	6	3	0	0	
7.	Тема 7. Одноэлектронные ионы. Темы: Одноэлектронные уровни энергии. Радиационные поправки к одноэлектронным уровням энергии. Лэмбовский сдвиг в водородоподобных ионах. Мюонный атом. Потенциал Юлинга. Сдвиг энергетических уровней мюонных атомов.	2	7	3	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Взаимодействие атомов с внешними электромагнитными полями. Темы: Взаимодействие атомов с полем лазерного излучения. Дипольное приближение. Приближение вращающейся волны. Модель двухуровневого атома. Состояния, одетые лазерным полем.	2	8,9	5	0	0	
9.	Тема 9. Взаимодействие атомов в одетых состояниях с собственным полем излучения. Темы: Лэмбовский сдвиг энергетических уровней одетых состояний. Резонансная флуоресценция.	2	10-12	6	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Итого			32	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Взаимодействие электромагнитного поля с атомами. Темы: Взаимодействие атомов с собственным полем излучения. Лэмбовский сдвиг. Значение открытия лэмбовского сдвига для современной физики. Новейшие эксперименты по определению лэмбовского сдвига в водороде и мюонном водороде. Расхождения в предсказаниях радиуса протона.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Взаимодействие электромагнитного поля с атомами. Темы: Взаимодействие атомов с собственным полем излучения. Лэмбовский сдвиг. Значение открытия лэмбовского сдвига для современной физики. Новейшие эксперименты по определению лэмбовского сдвига в водороде и мюонном водороде. Расхождения в предсказаниях радиуса протона.

**Тема 2. Квантовая электродинамика и квантовая теория поля. Темы: Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака. Решения уравнения Дирака для свободной частицы. Решения с отрицательной энергией. Физический смысл решений в виде плоских волн и волновых пакетов. Энергетические уровни атома водорода.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Квантовая электродинамика и квантовая теория поля. Темы: Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака. Решения уравнения Дирака для свободной частицы. Решения с отрицательной энергией. Физический смысл решений в виде плоских волн и волновых пакетов. Энергетические уровни атома водорода.

**Тема 3. Основные положения канонической квантовой теории поля. Темы: Пространство Фока. Операторы рождения и уничтожения. Гамильтониан электромагнитного взаимодействия. S-матрица. Представление Дайсона. T-произведение. Ультрафиолетовые расходимости.**

*лекционное занятие (3 часа(ов)):*

Основные положения канонической квантовой теории поля. Темы: Пространство Фока. Операторы рождения и уничтожения. Гамильтониан электромагнитного взаимодействия. S-матрица. Представление Дайсона. T-произведение. Ультрафиолетовые расходимости.

**Тема 4. Метод функционального интегрирования в квантовой электродинамике. Темы: Нерелятивистский пропагатор. Функция Грина. Функция распространения в теории позитрона. Диаграммы Фейнмана.**

*лекционное занятие (3 часа(ов)):*

Метод функционального интегрирования в квантовой электродинамике. Темы: Нерелятивистский пропагатор. Функция Грина. Функция распространения в теории позитрона. Диаграммы Фейнмана.

**Тема 5. Ультрафиолетовые расходимости в квантовой электродинамике. Темы: Теория перенормировок. Нелокальное взаимодействие. Обобщенное динамическое уравнение. Формализм обобщенной квантовой динамики. Оператор Грина. T-матрица.**

*лекционное занятие (3 часа(ов)):*

Ультрафиолетовые расходимости в квантовой электродинамике. Темы: Теория перенормировок. Нелокальное взаимодействие. Обобщенное динамическое уравнение. Формализм обобщенной квантовой динамики. Оператор Грина. T-матрица.

**Тема 6. Подходы к описанию радиационных поправок к энергетическим уровням атомов. Темы: Метод адиабатической S-матрицы. Оператор эволюции в картине Фарри. Обобщенное уравнение Дирака с массовым оператором. Подход, основанный на обобщенном динамическом уравнении.**

*лекционное занятие (3 часа(ов)):*

Подходы к описанию радиационных поправок к энергетическим уровням атомов. Темы: Метод адиабатической S-матрицы. Оператор эволюции в картине Фарри. Обобщенное уравнение Дирака с массовым оператором. Подход, основанный на обобщенном динамическом уравнении.

**Тема 7. Одноэлектронные ионы. Темы: Одноэлектронные уровни энергии. Радиационные поправки к одноэлектронным уровням энергии. Лэмбовский сдвиг в водородоподобных ионах. Мюонный атом. Потенциал Юлинга. Сдвиг энергетических уровней мюонных атомов.**

*лекционное занятие (3 часа(ов)):*

Одноэлектронные ионы. Темы: Одноэлектронные уровни энергии. Радиационные поправки к одноэлектронным уровням энергии. Лэмбовский сдвиг в водородоподобных ионах. Мюонный атом. Потенциал Юлинга. Сдвиг энергетических уровней мюонных атомов.

**Тема 8. Взаимодействие атомов с внешними электромагнитными полями. Темы: Взаимодействие атомов с полем лазерного излучения. Дипольное приближение. Приближение вращающейся волны. Модель двухуровневого атома. Состояния, одетые лазерным полем.**

*лекционное занятие (5 часа(ов)):*

Взаимодействие атомов с внешними электромагнитными полями. Темы: Взаимодействие атомов с полем лазерного излучения. Дипольное приближение. Приближение вращающейся волны. Модель двухуровневого атома. Состояния, одетые лазерным полем.

**Тема 9. Взаимодействие атомов в одетых состояниях с собственным полем излучения. Темы: Лэмбовский сдвиг энергетических уровней одетых состояний. Резонансная флуоресценция.**



**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Взаимодействие атомов в одетых состояниях с собственным полем излучения. Темы: Лэмбовский сдвиг энергетических уровней одетых состояний. Резонансная флуоресценция.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Взаимодействие электромагнитного поля с атомами. Темы: Взаимодействие атомов с собственным полем излучения. Лэмбовский сдвиг. Значение открытия лэмбовского сдвига для современной физики. Новейшие эксперименты по определению лэмбовского сдвига в водороде и мюонном водороде. Расхождения в предсказаниях радиуса протона.	2	1	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	3	коллоквиум
2.	Тема 2. Квантовая электродинамика и квантовая теория поля. Темы: Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака. Решения уравнения Дирака для свободной частицы. Решения с отрицательной энергией. Физический смысл решений в виде плоских волн и волновых пакетов. Энергетические уровни атома водорода.	2	2	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	2	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Основные положения канонической квантовой теории поля. Темы: Пространство Фока. Операторы рождения и уничтожения. Гамильтониан электромагнитного взаимодействия. S-матрица. Представление Дайсона. T-произведение. Ультрафиолетовые расходимости.	2	3	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	3	коллоквиум
4.	Тема 4. Метод функционального интегрирования в квантовой электродинамике. Темы: Нерелятивистский пропагатор. Функция Грина. Функция распространения в теории позитрона. Диаграммы Фейнмана.	2	4	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	2	коллоквиум
5.	Тема 5. Ультрафиолетовые расходимости в квантовой электродинамике. Темы: Теория перенормировок. Нелокальное взаимодействие. Обобщенное динамическое уравнение. Формализм обобщенной квантовой динамики. Оператор Грина. T-матрица.	2	5	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	3	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Подходы к описанию радиационных поправок к энергетическим уровням атомов. Темы: Метод адиабатической S-матрицы. Оператор эволюции в картине Фарри. Обобщенное уравнение Дирака с массовым оператором. Подход, основанный на обобщенном динамическом уравнении.	2	6	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	2	коллоквиум
7.	Тема 7. Одноэлектронные ионы. Темы: Одноэлектронные уровни энергии. Радиационные поправки к одноэлектронным уровням энергии. Лэмбовский сдвиг в водородоподобных ионах. Мюонный атом. Потенциал Юлинга. Сдвиг энергетических уровней мюонных атомов.	2	7	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	3	коллоквиум
8.	Тема 8. Взаимодействие атомов с внешними электромагнитными полями. Темы: Взаимодействие атомов с полем лазерного излучения. Дипольное приближение. Приближение вращающейся волны. Модель двухуровневого атома. Состояния, одетые лазерным полем.	2	8,9	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	5	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Взаимодействие атомов в одетых состояниях с собственным полем излучения. Темы: Лэмбовский сдвиг энергетических уровней одетых состояний. Резонансная флуоресценция.	2	10-12	Изучение лекционного материала по конспекту с использованием рекомендованной литературы	8	коллоквиум
	Итого				31	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции с использованием демонстрации опытов и ярких явлений в физике;  
 проведение физического практикума;  
 самостоятельная работа студентов;  
 консультации.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Взаимодействие электромагнитного поля с атомами. Темы: Взаимодействие атомов с собственным полем излучения. Лэмбовский сдвиг. Значение открытия лэмбовского сдвига для современной физики. Новейшие эксперименты по определению лэмбовского сдвига в водороде и мюонном водороде. Расхождения в предсказаниях радиуса протона.**

коллоквиум, примерные вопросы:  
 контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема 2. Квантовая электродинамика и квантовая теория поля. Темы: Уравнение Клейна-Гордона. Уравнение Дирака. Решения уравнения Дирака для свободной частицы. Решения с отрицательной энергией. Физический смысл решений в виде плоских волн и волновых пакетов. Энергетические уровни атома водорода.**

коллоквиум, примерные вопросы:  
 контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема 3. Основные положения канонической квантовой теории поля. Темы: Пространство Фока. Операторы рождения и уничтожения. Гамильтониан электромагнитного взаимодействия. S-матрица. Представление Дайсона. T-произведение. Ультрафиолетовые расходимости.**

коллоквиум, примерные вопросы:  
 контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема 4. Метод функционального интегрирования в квантовой электродинамике. Темы: Нерелятивистский пропагатор. Функция Грина. Функция распространения в теории позитрона. Диаграммы Фейнмана.**

коллоквиум, примерные вопросы:  
 контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема 5. Ультрафиолетовые расходимости в квантовой электродинамике. Темы: Теория перенормировок. Нелокальное взаимодействие. Обобщенное динамическое уравнение. Формализм обобщенной квантовой динамики. Оператор Грина. Т-матрица.**

коллоквиум, примерные вопросы:

контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема 6. Подходы к описанию радиационных поправок к энергетическим уровням атомов. Темы: Метод адиабатической S-матрицы. Оператор эволюции в картине Фарри. Обобщенное уравнение Дирака с массовым оператором. Подход, основанный на обобщенном динамическом уравнении.**

коллоквиум, примерные вопросы:

контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема 7. Одноэлектронные ионы. Темы: Одноэлектронные уровни энергии. Радиационные поправки к одноэлектронным уровням энергии. Лэмбовский сдвиг в водородоподобных ионах. Мюонный атом. Потенциал Юлинга. Сдвиг энергетических уровней мюонных атомов.**

коллоквиум, примерные вопросы:

контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема 8. Взаимодействие атомов с внешними электромагнитными полями. Темы: Взаимодействие атомов с полем лазерного излучения. Дипольное приближение. Приближение вращающейся волны. Модель двухуровневого атома. Состояния, одетые лазерным полем.**

коллоквиум, примерные вопросы:

контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема 9. Взаимодействие атомов в одетых состояниях с собственным полем излучения. Темы: Лэмбовский сдвиг энергетических уровней одетых состояний. Резонансная флуоресценция.**

коллоквиум, примерные вопросы:

контрольные вопросы студентам по ходу лекций

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме письменных контрольных заданий и тестов и итоговый контроль в форме экзамена.

Контрольные вопросы:

1. Квантовоэлектродинамические эффекты в спектрах излучения многозарядных ионов.
2. Гамильтониан электромагнитного взаимодействия.
3. Основные методы расчета спектра многозарядных ионов.
4. S-матрица. Представление Дайсона. Ультрафиолетовые расходимости.
5. Метод функционального интегрирования в квантовой электродинамике.
6. Оператор Эволюции в картине Фарри.
7. Общие формулы для уровней энергии многозарядных ионов.
8. Формулировка релятивистской квантовой теории. Уравнение Клейна-Гордона.
9. Уравнение Дирака. Переход к нерелятивистской теории.
10. Одноэлектронные уровни энергии.
11. Решение уравнения Дирака для свободной частицы. Плоские волны и волновые пакеты.
12. Радиационные поправки к одноэлектронным уровням энергии.
13. Атом водорода. Проблема решений с отрицательной энергией.
14. Двухэлектронные ионы. Уровни энергии с учетом релятивистских и корреляционных эффектов.

15. Опыты Лэмба и Резерфорда. Лэмбовский сдвиг.
16. Мюонный атом. Потенциал Юлинга.
17. Лэмбовский сдвиг в водородоподобных ионах.
18. Основные положения канонической квантовой теории поля.
19. Вероятности радиационных переходов в водородоподобных ионах.
20. Пространство Фока. Операторы рождения и уничтожения.
21. Вероятности радиационных переходов в двухэлектронных ионах.
22. Динамика мюонов в поле ядра.
23. Теория перенормировок.
24. Обобщенное динамическое уравнение.
25. Мюонные молекулы и реакции ядерного синтеза в нанокластерах.
26. Локальность теории и ультрафиолетовые расходимости.
27. Функция Грина. Функция распространения в теории позитрона.
28. Адиабатическая S-матрица.
29. Диаграммы Фейнмана.
30. Нелокальные во времени взаимодействия.
31. Значение открытия лэмбовского сдвига для развития физики XX столетия.
32. Оператор Грина. T-матрица.

### 7.1. Основная литература:

- Квантовые поля, Боголюбов, Николай Николаевич;Ширков, Дмитрий Васильевич, 2005г.  
Общие принципы квантовой теории поля, Боголюбов, Николай Николаевич, 2006г.  
Фейнмановские лекции по физике, Вып. 3. Излучение. Волны. Кванты, , 2004г.  
Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 2, , 2012г.  
Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, , 2012г.  
Оптика и фотоника. Принципы и применения, Салех, Бахаа Е. А.;Тейх, Малвин Карл;Дербов, В. Л., 2012г.  
Квантовая физика и строение материи, Фок, Владимир Александрович, 2013г.  
Волновая оптика и квантовая физика, Кондратьева, Ольга Ивановна;Старостина, Ирина Алексеевна;Казанцев, Сергей Алексеевич;Бурдова, Е. В., 2010г.

### 7.2. Дополнительная литература:

- Фейнмановские лекции по физике, Вып. 8-9. Квантовая механика, , 2004г.  
Квантовая теория поля, Т. 2. Современные приложения, , 2004г.  
Основы нанооптики, Новотный, Лукас;Хехт, Берт;Коновко, Андрей Андреевич;Самарцев, Виталий Владимирович, 2009г.  
Волновая оптика в примерах и задачах. Ч. 1, , 2012г.  
1. Климов В.В., Наноплазмоника. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 480 с. - ISBN: 978-5-9221-1205-5;  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2204](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2204)  
2. Голенищев-Кутузов А.В., Голенищев-Кутузов В.А., Калимуллин Р.И., Фотонные и фононные кристаллы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 156 с. ;  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48285](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48285)  
3. Гаврилов А.В., Головашкин Д.Л., Досколович Л.Л., Дьяченко П.Н., Дифракционная нанопотоника. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 680 с. - ISBN: 978-5-9221-1237-6;  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5296](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5296)

### 7.3. Интернет-ресурсы:

ГАЙНУТДИНОВ Р.Х., МУТЫГУЛЛИНА А.А. - [http://old.kpfu.ru/f6/k4/bin\\_files/mollow%2114.doc](http://old.kpfu.ru/f6/k4/bin_files/mollow%2114.doc)  
Нобелевская лекция Феймана - <http://nobelprize.org/physics/laureates/1965/feynman-lecture.html>  
Программа и База данных - <http://spectra.at.tut.by/ru/page4.html>  
Сайт, посвященный проблеме измерения радиуса протона -  
<http://www.mpg.de/~abeyer/hydrogen/index.php>  
Статья, посвященная квантовой электродинамике -  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Quantum\\_electrodynamics](http://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_electrodynamics)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Взаимодействие электромагнитного поля с атомами и наноструктурами" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Лекции проводятся в аудитории, оснащенной современным мультимедийным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Физика атомов и молекул .

Автор(ы):

Гайнутдинов Р.Х. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Нефедьев Л.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.