

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский



» 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Лазерная спектроскопия

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) ведущий научный сотрудник, к.н. (доцент) Юсупов Р.В. (Центр квантовых технологий, КФУ), Roman.Yusupov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4	способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
ОПК-5	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-2	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-3	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

теорию и принципы, на базе которых проводятся экспериментальные исследования методами линейной и нелинейной оптической спектроскопии, лазерной спектроскопии высокого спектрального и временного разрешения;

Должен уметь:

понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и закономерностями в области оптической спектроскопии; осознавать достоинства и недостатки различных методов для адекватного выбора при решении конкретных задач;

Должен владеть:

навыками проведения экспериментов в области современной оптической спектроскопии, направленных на решение конкретных научных и технологических задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать изученные методы оптической спектроскопии при выполнении выпускных квалификационных работ

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Физика конденсированного состояния)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Свойства оптического излучения. Обзор современных методов оптической спектроскопии. Лазеры как источник излучения, открывающий принципиально новые возможности в оптической спектроскопии.	3	2	0	0	
2.	Тема 2. Методы внутривибраторной селекции спектра излучения. Схемы резонаторов с различными внутривибраторными дисперсионными элементами: призмы, дифракционные решетки, эталоны Фабри-Перо, фильтры Лео, акустооптические селекторы. Особенности работы непрерывных и импульсных перестраиваемых лазеров.	3	2	0	0	
3.	Тема 3. Активная стабилизация частоты генерации лазера. Стабилизация по интерферометру Фабри-Перо. Стабилизация по резонансу насыщения поглощения.	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Принципы построения лазерных систем ультракороткого диапазона длительности выходных импульсов. Генераторы ультракоротких импульсов (УКИ) с фиксированной длиной волны. Перестраиваемые по частоте лазеры УКИ.	3	2	4	0	14

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Методы нелинейного преобразования частоты. Физические основы генерации гармоник лазерного излучения, параметрической генерации. Оптическая схема внерезонаторной генерации второй гармоники. Схемы о цилиндрическими линзами. Схема компенсации дисперсии синхронизма. Схема с использованием последовательно расположенных нелинейных кристаллов. Многопроходовая схема. Схема генерации четвертой гармоники. Внутриврезонаторная генерация второй гармоники. Параметрические процессы в радиотехнике и оптике. Параметрическая люминесценция, усиление, генерация. Фазовые синхронизации при трехчастотном параметрическом взаимодействии. Принципы построения параметрических генераторов света.	3	2	0	0	
7.	Тема 7. Основы внутриврезонаторной спектроскопии. Применения внутриврезонаторной спектроскопии.	3	0	0	0	10
8.	Тема 8. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния. Приложения лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния.	3	0	0	0	10
9.	Тема 9. Основы и приложения селективной лазерной спектроскопии.	3	0	8	0	16
10.	Тема 10. Многофотонная спектроскопия. Вероятность многофотонных переходов. Применение многофотонного поглощения в атомной спектроскопии и спектроскопии кристаллов.	3	2	0	0	8
11.	Тема 11. Методы двойного резонанса. Оптическое детектирование ЭПР.	3	0	0	0	10
12.	Тема 12. Внутривидоплеровская спектроскопия высокого разрешения.	3	0	0	0	6
13.	Тема 13. Лазерная спектроскопия с временным разрешением. Пико- и фемтосекундная спектроскопия. Метод накачка-зондирование.	3	2	0	0	8

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого		14	12	0	82

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Свойства оптического излучения. Обзор современных методов оптической спектроскопии. Лазеры как источник излучения, открывающий принципиально новые возможности в оптической спектроскопии.

Лазер как источник излучения. Уникальные характеристики лазерного излучения по сравнению с естественным светом и их природа. Когерентность пространственная и временная, длина когерентности. Спектральный состав излучения лазера и его связь с модами оптического резонатора. Продольные и поперечные моды. Представления о селекции мод. Достижимая на сегодняшний день степень монохроматичности. Лазер как уникальный источник излучения для спектроскопии.

Тема 2. Методы внутрирезонаторной селекции спектра излучения. Схемы резонаторов с различными внутрирезонаторными дисперсионными элементами: призмы, дифракционные решетки, эталоны Фабри-Перо, фильтры Лيو, акустооптические селекторы. Особенности работы непрерывных и импульсных перестраиваемых лазеров.

Методы внутрирезонаторной селекции спектра излучения. Схемы резонаторов с различными внутрирезонаторными дисперсионными элементами: призмы, дифракционные решетки, эталоны Фабри-Перо, фильтры Лео, акустооптические селекторы. Особенности работы непрерывных и импульсных перестраиваемых лазеров. Схемы с продольной и поперечной накачкой активной среды. Лазеры с распределенной обратной связью.

Тема 3. Активная стабилизация частоты генерации лазера. Стабилизация по интерферометру Фабри-Перо. Стабилизация по резонансу насыщения поглощения.

Источники нестабильности длины волны генерации одночастотных лазеров. Активная стабилизация частоты генерации лазера. Элементная база для стабилизации оптической длины резонатора: зеркала на пьезоприводах. Стабилизация длины волны генерации по интерферометру Фабри-Перо. Стабилизация по резонансу насыщения поглощения.

Тема 4. Принципы построения лазерных систем ультракороткого диапазона длительности выходных импульсов. Генераторы ультракоротких импульсов (УКИ) с фиксированной длиной волны. Перестраиваемые по частоте лазеры УКИ.

Принципы построения лазерных систем ультракороткого диапазона. Нелинейные явления, лежащие в основе генераторов сверхкоротких импульсов: насыщение усиления активной среды, насыщение поглощения в двухуровневых квантовых системах, эффекты, связанные с кубической нелинейностью - самофокусировка и фазовая самомодуляция. Методы активной и пассивной синхронизации мод. Оптические нелинейности, обуславливающие укорочение длительности генерируемых лазерных импульсов. Лазеры с самосинхронизацией мод: эффект линзы Керра и фазовая самомодуляция.

Тема 6. Методы нелинейного преобразования частоты. Физические основы генерации гармоник лазерного излучения, параметрической генерации. Оптическая схема внерезонаторной генерации второй гармоники. Схемы с цилиндрическими линзами. Схема компенсации дисперсии синхронизма. Схема с использованием последовательно расположенных нелинейных кристаллов. Многопроходовая схема. Схема генерации четвертой гармоники. Внутрирезонаторная генерация второй гармоники. Параметрические процессы в радиотехнике и оптике. Параметрическая люминесценция, усиление, генерация. Фазовые синхронизации при трехчастотном параметрическом взаимодействии. Принципы построения параметрических генераторов света.

Методы нелинейного преобразования частоты. Физические основы генерации гармоник лазерного излучения, параметрической генерации. Оптическая схема внерезонаторной генерации второй гармоники. Схемы с цилиндрическими линзами. Схема компенсации дисперсии синхронизма. Схема с использованием последовательно расположенных нелинейных кристаллов. Многопроходовая схема. Схема генерации четвертой гармоники. Внутрирезонаторная генерация второй гармоники. Параметрические процессы в радиотехнике и оптике. Параметрическая люминесценция, усиление, генерация. Фазовые синхронизации при трехчастотном параметрическом взаимодействии. Принципы построения параметрических генераторов света.

Тема 7. Основы внутрирезонаторной спектроскопии. Применения внутрирезонаторной спектроскопии.

Основы внутрирезонаторной лазерной спектроскопии для исследования слабо поглощающих сред. Связь параметров генерации с потерями внутри резонатора. Дифференциальный КПД и его изменение при внесении в резонатор каналов диссипации энергии. Характерные применения внутрирезонаторной лазерной спектроскопии.

Тема 8. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния. Приложения лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния.

Неупругое рассеяние света. Основы физики комбинационного рассеяния. Колебательные моды, проявляющиеся в спектрах комбинационного рассеяния и в спектрах ИК-поглощения. Спонтанное и вынужденное комбинационное рассеяние света. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния и ее применения.

Тема 9. Основы и приложения селективной лазерной спектроскопии.

Посещение лаборатории селективной лазерной спектроскопии Института физики КФУ. Дискуссия об экспериментальных методах исследования многоцентровости в активированных кристаллах. Чувствительность методов оптической спектроскопии в сопоставлении с методами магнитной радиоспектроскопии. Выполнение измерений спектров люминесценции и возбуждения кристаллов BaF₂:Yb. Разделение спектров различных примесных центров, образованных иттербием.

Тема 10. Многофотонная спектроскопия. Вероятность многофотонных переходов. Применение многофотонного поглощения в атомной спектроскопии и спектроскопии кристаллов.

Рассмотрение вероятностей многофотонных переходов в сопоставлении с однофотонными переходами. Зависимость вероятностей от интенсивности падающего на образец электромагнитного излучения. Разница в правилах отбора для одно- и двухфотонных процессов, спектроскопия "темных" состояний. Применение многофотонного поглощения в атомной спектроскопии и спектроскопии кристаллов.

Тема 11. Методы двойного резонанса. Оптическое детектирование ЭПР.

Обзор методов двойного резонанса: двойной электрон-ядерный резонанс, двойной электрон-электронный резонанс, оптическое детектирование магнитного резонанса. Принципы двойных резонансов. Выигрыш в соотношении сигнал/шум с использованием оптического детектирования спектров ЭПР, связанный с разницей в населенностях задействованных уровней энергии.

Тема 12. Внутридоплеровская спектроскопия высокого разрешения.

Лазерная спектроскопия сверхвысокого спектрального разрешения. Источники уширения спектров: взаимодействие между частицами и эффект Доплера. Способы избавления от уширения спектров разной природы. Спектроскопия разреженных газов. Лазерная спектроскопия в параллельных молекулярных пучках, свободная от эффекта Доплера.

Тема 13. Лазерная спектроскопия с временным разрешением. Пико- и фемтосекундная спектроскопия. Метод накачки-зондирования.

Экспериментальные реализации установок для лазерной спектроскопии с фемтосекундным временным разрешением: метод накачки-зондирования, метод Z-сканирования и другие. Примеры типичных экспериментов по исследованию быстропротекающих процессов методами пико- и фемтосекундной лазерной спектроскопии на конкретных физических объектах.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Википедия - свободная энциклопедия - <http://ru.wikipedia.org/>

Все для студента - <http://www.twirpx.com/>

Научная библиотека им. Н.И.Лобачевского - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=5056

Электронно-библиотечная система - <http://ibooks.ru>

Электронные книги - <http://eknigi.org/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции являются основной формой преподнесения преподавателем теоретической информации по заданной дисциплине. В начале курса преподаватель информирует студентов о формате проведения лекций и о том, как будет осуществляться обратная связь для контроля освоения студентами материала курса. Преподаватель вовлекает аудиторию в обсуждение важных моментов на лекциях, акцентируя наиболее продуктивные подходы к освоению материала. Студенты активно участвуют в дискуссиях, а также задают уточняющие вопросы при возникновении таковых.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	На практических занятиях теоретическая информация, полученная на лекциях, используются для решения важных частных задач, трансформируясь при этом в знания, умения и навыки. Практические занятия могут проходить как в учебных аудиториях, так и в научных лабораториях, где студенты знакомятся с современной научной аппаратурой и аспектами ее использования в проведении экспериментальных исследований.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа в течение семестра ведется в следующих формах: (1) - повторение пройденного материала и подготовка к устным опросам; (2) - обобщающая подготовка к промежуточному коллоквиуму по пройденному за примерно половину семестра материалу; (3) - подготовка презентаций по предложенным темам для представления на суд преподавателя и студентов. Повторение пройденного материала служит для закрепления знаний и их расширения с использованием рекомендованной для изучения курса основной и дополнительной литературой.
зачет	Зачет проводится очно, в назначенное время и в назначенной аудитории. Вопросы на зачет учащийся выбирает вслепую, случайным образом из набора билетов, содержащих по два теоретических вопроса. Максимальный балл за каждый вопрос на зачете - 25, в сумме студент на зачете не может получить более 50 баллов. Баллы, полученные на зачете, суммируются с баллами, полученными в течение семестра, определяя итоговую оценку студента.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Физика конденсированного состояния".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.7 Лазерная спектроскопия

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Лазеры ультракоротких импульсов и их применения: Учебное пособие / П.Г. Крюков. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 248 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365088>
2. Физические основы теории оптической и рентгеновской спектроскопии: Учебное пособие / Пивоваров С.С. - СПб:СПбГУ, 2016. - 64 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=941494>
3. Оптические измерения [Электронный ресурс] / А. Н. Андреев, Е. В. Гаврилов, Г. Г. Ишанин и др. - М.: Университетская книга; Логос, 2012. - 416 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469178>

Дополнительная литература:

1. Основы молекулярной спектроскопии: спектры оптического поглощения и люминесценции, применение в изучении полиоксометаллатных нанокластеров: Учебное пособие / Гржегоржевский К.В., Остроушко А.А., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 210 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=947274>
2. Методы нелинейной математической физики: Учебное пособие / Н.А. Кудряшов. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 368 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=247670>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.7 Лазерная спектроскопия

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.