



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет *физический*

Кафедра *физической электроники*



«Утверждаю»

Проректор по научной работе и  
инновациям

Н.А. Ашурбеков

«*20*» *марта* 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины:  
«ОПТИЧЕСКИЕ И ЛАЗЕРНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ  
ПЛАЗМЫ»**

основной образовательной программы подготовки аспиранта по  
направлению

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации  
(аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»


Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала 2020 год

Рабочая программа по дисциплине «Оптические и лазерные методы диагностики плазмы» составлена в 2018 году на основании ФГОС ВО по направлению подготовки научно-педагогических кадров по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь» утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 г. № 867.

Составитель рабочей программы  
д.ф.-м.н., профессор  Ашурбеков Н.А.

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета физического факультета протокол № 6 от «28» 02 2020 г.

Председатель совета  
физического фак-та, проф.  Курбанисмаилов В.С.  
«28» 02 2020 г.

Согласовано:  
Начальник управления  
аспирантуры и докторантуры  
«26» марта 20 г.  Рамазанова Э.Т.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Оптические и лазерные методы диагностики плазмы» входит в *вариативную по выбору*) часть образовательной программы аспирантуры по направлению 03.06.01 – Физика и астрономия.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с углубленным изучением современных проблем оптической и лазерной диагностики нестационарной и неравновесной газоразрядной плазмы, развитию междисциплинарных подходов исследования свойств вещества на примере ионизованных газов и газоразрядной плазмы.

- Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:
- Универсальных: УК-2
- Общепрофессиональных: ОПК-1
- Профессиональных: ПК-2

### 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, изучающих дисциплину «Оптические и лазерные методы диагностики плазмы»

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/03.06.01.pdf> от 30 июля 2014 года №867
- Основной профессиональной образовательной программой 03.06.01 Физика и астрономия, квалификация: «Исследователь. Преподаватель – исследователь».
- Учебным планом университета по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденным в 2018г.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – *контрольная работа, устный опрос, коллоквиум и промежуточный контроль в форме - зачета.*

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий –18 часов.

Курс	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
2	72	12	6				56	зачет

### Цели освоения дисциплины

Изучать дисциплину «Оптические и лазерные методы диагностики плазмы» рекомендуется в соответствии с рабочей программой, составленной согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и учебного плана по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

С целью оптимальной организации процесса изучения данной дисциплины представляется необходимым использовать материалы основной профессиональной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

### Задачи дисциплины:

Изучение основ теории оптического излучения атомов, ионов и молекул;

- изучение механизмов уширения спектральных линий атомов в плазме и формирования контуров спектральных линий;
  - изучение оптических методов диагностики плазмы по ее собственному излучению;
  - изучение методов диагностики плазмы путем зондирования внешним оптическим (лазерным излучением)
  - формирование у аспирантов современных представлений об оптических и лазерных методах диагностики плазмы, теоретических и экспериментальных методов исследования оптических свойств плазмы.
- Дисциплина Б1.В.ДВ 2 «Оптические и лазерные методы диагностики плазмы» изучается в 4 семестре для очной и заочной форм обучения вариативной по выбору части ОПОП ВО.

В результате изучения дисциплины аспирант должен усвоить:

- основы теории вероятностей оптических переходов в атомах и ионах;
- связь оптических показателей плазмы с концентрациями электронов, возбужденных атомов и температурой электронов плазмы;
- экспериментальные методы диагностики плазмы по ее собственному излучению и путем зондирования плазмы внешним оптическим излучением;

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения (компетенциями) по дисциплине (модулю):

Код компетенции	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-2	способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• о современных достижениях в области физики и необходимости применения их в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• критически анализировать и практически использовать возможности применения современных достижений науки «Физика»;</li> <li>• применять результаты достижений оптики и лазерной физики для решения проблем по физике газоразрядной плазмы.</li> </ul>
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно - исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы исследования и информационно-коммуникационные технологии последних лет, необходимых для осуществления научно-исследовательской деятельности;</li> <li>• о том, что для выполнения научно-исследовательской работы необходимы знания не только классической физики, но и квантовой теории и в частности квантовой теории поля.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять на практике основные методы расчета, необходимые для решения конкретных задач;</li> <li>• анализировать полученные результаты комплексной научно-исследовательской работы</li> </ul>
ПК-2	Способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- преимущества и недостатки известных методов исследования физических свойств неравновесной газоразрядной плазмы;</li> <li>- оптические свойства плазмы, в том числе основные механизмы взаимодействия оптического излучения с плазмой;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск оптических коэффициентов для газоразрядной плазмы в различных газах, используемой в плазменных устройствах и технологиях;</li> </ul>



	внедрения.	<b>владеть:</b> - теоретическими и экспериментальными методами определения оптических характеристик неравновесной и нестационарной плазмы.
--	------------	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптические и лазерные методы диагностики плазмы» входит в вариативную по выбору часть образовательной программы аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

Для освоения дисциплины необходимо знать: основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики; дифференциальное и интегральное исчисления; гармонический анализ; дифференциальные уравнения; численные методы; функции комплексного переменного; элементы функционального анализа; вероятность и статистику; случайные процессы; статистическое оценивание и проверку гипотез; статистические методы обработки экспериментальных данных; математические методы в физике; разделы курса общей физики: механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, волновая оптика, атомная физика.

### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 18 академических часов. СРС – 56 часов

#### 4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Всего часов по учебному плану	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Оптические свойства плазмы</b>									
1	Введение. Процессы оптического излучения и поглощения в атомах и молекулах. Времена жизни атомов в возбужденных состояниях и методы их	12		2				10	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях, тест

	<p>определения (метод атомного и ионного пучков, пучка- пленки, задержанных совпадений, двойного резонанса, пересечения уровней). Вероятности электронных переходов в атомах. Силы осцилляторов. Спектральное распределение сил осцилляторов. Методы расчета вероятностей электронных переходов. Эффективные времена жизни атомов в возбужденных состояниях. Пленение излучения.</p>							
2	<p><b>Оптическое излучение плазмы.</b> Излучение плазмы в состояниях равновесия, локального термодинамического равновесия, неравновесных условиях. Связь оптического излучения плазмы с элементарными процессами, происходящими в ней. Уширение спектральных линий в плазме. Допплеровский, столкновительный и штарковский механизмы уширения. Теория механизмов уширения. Контур</p>	12	2	2	8	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях, тест		

	спектральных линий в плазме.								
3	Спектроскопические методы определения концентраций возбужденных атомов в плазме.  Связь коэффициентов поглощения с концентрацией поглощающих частиц. Влияние тонкой структуры на оптические спектры поглощения плазмы. Времяразрешенные лазерные абсорбционные методы диагностики концентраций возбужденных атомов в плазме. Методы внутрирезонаторной лазерной спектроскопии.	12		2				10	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях, тест
<b>Итого по модулю 1:</b>		<b>36</b>		<b>6</b>			<b>2</b>	<b>28</b>	
<b>Модуль 2. Оптические и лазерные методы диагностики плазмы</b>									
1	Методы скоростной фоторегистрации быстропротекающих процессов в плазме. Интенсивность спектральных линий атомов и ионов. Уравнение баланса атомов, возбужденных на данный энергетический уровень. Методы покадровой съёмки. Скоростные фоторегистраторы. Электронно-оптические преобразователи. Определение	12		2				10	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях, тест



	динамики формы разряда по данным скоростной фотографии. Цифровые системы фоторегистрации с пространственным разрешением.								
2	Показатель преломления плазмы. Применение метода рефракции Типичные схемы оптических интерферометров для диагностики плазмы. Основные принципы лазерной интерферометрии. Метод крюков Рождественского. Голографическая лазерная интерферометрия плазмы. Определение температуры по относительным интенсивностям спектральных линий Определение температуры по относительным интенсивностям линейчатого и сплошного спектров. Определение температуры по непрерывному спектру	12		2		2		8	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях, тест
3	Методы комбинационного рассеяния света Спонтанное комбинационное рассеяние. Вынужденное комбинационное рассеяние. Активная спектроскопия	12		2		2		8	Опросы, представление докладов, участие в дискуссиях, тест. Коллоквиум.

комбинационного рассеяния. Интенсивность сигнала в КАРС – спектроскопии. Типичная схема экспериментальной установки для активной спектроскопии плазмы. Оптическая поляризационная спектроскопия Теоретические основы анизотропии процессов электронного возбуждения атомов и молекул. Связь анизотропии функции распределения электронов с поляризацией спонтанного излучения плазмы.							
<b>Итого по модулю 2:</b>	<b>36</b>		<b>6</b>		<b>4</b>		<b>26</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>		<b>12</b>		<b>6</b>		<b>54</b>

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

##### **Модуль 1. Оптические свойства плазмы**

##### **Тема 1. Процессы оптического излучения и поглощения в атомах и молекулах.**

Времена жизни атомов в возбужденных состояниях и методы их определения (метод атомного и ионного пучков, пучка-пленки, задержанных совпадений, двойного резонанса, пересечения уровней). Вероятности электронных переходов в атомах. Силы осцилляторов. Спектральное распределение сил осцилляторов. Методы расчета вероятностей электронных переходов. Эффективные времена жизни атомов в возбужденных состояниях. Пленение излучения.

##### **Тема 2. Оптическое излучение плазмы.**

Излучение плазмы в состояниях равновесия, локального термодинамического равновесия, неравновесных условиях. Связь оптического излучения плазмы с элементарными процессами, происходящими в ней. Уширение спектральных линий в плазме. Допплеровский, столкновительный и штарковский механизмы уширения. Теория механизмов уширения. Контура спектральных линий в плазме.

### **Тема 3. Спектроскопические методы определения концентраций возбужденных атомов в плазме.**

Связь коэффициентов поглощения с концентрацией поглощающих частиц. Влияние тонкой структуры на оптические спектры поглощения плазмы. Временноразрешенные лазерные абсорбционные методы диагностики концентраций возбужденных атомов в плазме. Методы внутрирезонаторной лазерной спектроскопии.

## **Модуль 2. Оптические и лазерные методы диагностики плазмы**

### **Тема 4. Методы скоростной фоторегистрации быстропротекающих процессов в плазме.**

Интенсивность спектральных линий атомов и ионов. Уравнение баланса атомов, возбужденных на данный энергетический уровень. Методы покадровой съёмки. Скоростные фоторегистраторы. Электронно-оптические преобразователи. Определение динамики формы разряда по данным скоростной фотографии. Цифровые системы фоторегистрации с пространственным разрешением.

### **Тема 5. Интерферометрические методы диагностики плазмы.**

Показатель преломления плазмы. Применение метода рефракции. Типичные схемы оптических интерферометров для диагностики плазмы. Основные принципы лазерной интерферометрии. Метод крюков Рождественского. Голографическая лазерная интерферометрия плазмы

### **Тема 6. Спектроскопические методы определения температуры электронов в плазме**

Определение температуры по относительным интенсивностям спектральных линий. Определение температуры по относительным интенсивностям линейчатого и сплошного спектров. Определение температуры по непрерывному спектру

### **Тема 7. Методы комбинационного рассеяния света**

Спонтанное комбинационное рассеяние. Вынужденное комбинационное рассеяние. Активная спектроскопия комбинационного рассеяния. Интенсивность сигнала в КАРС – спектроскопии. Типичная схема экспериментальной установки для активной спектроскопии плазмы.

### **Тема 8. Оптическая поляризационная спектроскопия**

Теоретические основы анизотропии процессов электронного возбуждения атомов и молекул. Связь анизотропии функции распределения электронов с поляризацией спонтанного излучения плазмы.

## **5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося**

*Тематика заданий текущего контроля  
Типовые контрольные задания или иные материалы*

### **Примерные темы рефератов по разделам дисциплины.**

1. Вероятности электронных переходов и силы осцилляторов атомов.

2. Явление «пленения излучения» в плазме и его роль при формировании контуров спектральных линий атомов.
3. Влияние тонкой структуры в спектрах атомов на величину коэффициента поглощения света в плазме.
4. Метод внутриврезонаторной лазерной абсорбционной спектроскопии.
5. Практические способы определения концентраций возбужденных атомов интерферометрическим методом «крюков» Рождественского.
6. Определение средней энергии электронов в плазме методом относительных интенсивностей спектральных линий..
7. Методы активной спектроскопии комбинационного рассеяния света.

### **Рекомендации к последовательности выполнения реферата.**

А) Изучение проблемы по материалам, доступным в ЭБС и научных электронных библиотеках:

1. Согласовать название сообщения.
2. Написать структуру и тезисы реферата по теме.
3. Определить современные проблемы в данной области.
4. Подготовить презентацию по выбранной теме.
5. Сделать сообщение на научном семинаре.

Б) Ознакомление с заданным электронным дистанционным курсом или презентацией:

1. Представить основные идеи заданного курса.
2. Описать достоинства и недостатки материала, изложенного в данном курсе.
3. Написать отзыв на данный курс.
4. Сформулировать рекомендации по применению данного курса.
5. Сделать сообщение о содержании курса на научном семинаре.

### **Список вопросов для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:**

1. Вероятности электронных переходов в атомах и силы осцилляторов.
2. Методы расчета вероятностей электронных переходов. Правила отбора для оптических переходов.
3. Показатель преломления плазмы.
4. Оптический коэффициент поглощения плазмы.
5. Механизмы уширения спектральных линий в плазме.
6. Связь оптического коэффициента поглощения плазмы с концентрацией возбужденных атомов.
7. Лазерные абсорбционные методы диагностики плазмы.
8. Внутриврезонаторные лазерные методы диагностики плазмы.

9. Интерферометрические методы диагностики плазмы.
10. Методы скоростной фоторегистрации быстропротекающих процессов в плазме.
11. Оптические методы определения электронной температуры плазмы.
12. Методы комбинационного рассеяния света

**Перечень вопросов к зачету (4 семестр):**

1. Времена жизни атомов в возбужденных состояниях и методы их определения (метод атомного и ионного пучков, пучка-пленки, задержанных совпадений, двойного резонанса, пересечения уровней).
2. Вероятности электронных переходов в атомах. Силы осцилляторов. Спектральное распределение сил осцилляторов. Методы расчета вероятностей электронных переходов. Эффективные времена жизни атомов в возбужденных состояниях. Пленение излучения.
3. Излучение плазмы в состояниях равновесия, локального термодинамического равновесия, неравновесных условиях. Связь оптического излучения плазмы с элементарными процессами, происходящими в ней.
4. Уширение спектральных линий в плазме. Допплеровский, столкновительный и штарковский механизмы уширения. Теория механизмов уширения. Контура спектральных линий в плазме.
5. Связь коэффициентов поглощения с концентрацией поглощающих частиц. Влияние тонкой структуры на оптические спектры поглощения плазмы.
6. Времяразрешенные лазерные абсорбционные методы диагностики концентраций возбужденных атомов в плазме. Методы внутрирезонаторной лазерной спектроскопии.
7. Методы скоростной фоторегистрации быстропротекающих процессов в плазме.
8. Интерферометрические методы диагностики плазмы. Основные принципы лазерной интерферометрии.
9. Метод крюков Рождественского. Голографическая лазерная интерферометрия плазмы.
10. Определение температуры по относительным интенсивностям спектральных линий
11. Определение температуры по относительным интенсивностям линейчатого и сплошного спектров.
12. Определение температуры по непрерывному спектру.
13. Спонтанное комбинационное рассеяние. Вынужденное комбинационное рассеяние.

14. Активная спектроскопия комбинационного рассеяния. Интенсивность сигнала в КАРС – спектроскопии.
15. Типичная схема экспериментальной установки для активной спектроскопии плазмы.
16. Оптическая поляризационная спектроскопия. Теоретические основы анизотропии процессов электронного возбуждения атомов и молекул.
17. Связь анизотропии функции распределения электронов с поляризацией спонтанного излучения плазмы.

### ***Виды самостоятельной работы***

- Работа на лекциях.
- Поисковая работа в Internet.
- Написание рефератов
- Подготовка к кандидатскому экзамену

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература**

1. Очкин, В.Н. Спектроскопия низкотемпературной плазмы / В.Н. Очкин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Физматлит, 2010. - 591 с. - ISBN 978-5-9221-1172-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68803>, 26.09.2018г
2. Велигоша, А.В. Приборы СВЧ и оптического диапазон: учебное пособие / А.В. Велигоша; СКФУ, 2014. - 203 с. : ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457773> 26.09.2018г
3. Жданов В. М. Процессы переноса в многокомпонентной плазме - Москва: Физматлит, 2009- 278 с. - ISBN 978-5-9221-1052-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68575> (16.08.2018).
4. Генерация убегающих электронов и рентгеновского излучения в разрядах повышенного давления. Под редакцией В.Ф. Тарасенко. Томск. Издательство STT.2015.566с.
5. Грим Г. Уширение спектральных линий в плазме. М. 1982.
6. Лебедева В.В. Техника оптической спектроскопии. М.: МГУ. 1986. 349 с.

### **6.2. Дополнительная литература**

1. Лазеры на самоограниченных переходах атомов металлов - 2 : в 2 т / В.М. Батенин, П.А. Бохан, В.В. Бучанов и др. - Москва : Физматлит, 2011. - Т. 2. - 616 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1298-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457451>, 26.09.2018г

2. Евсеев, И.В. Когерентные переходные процессы в оптике / И.В. Евсеев, Н.Н. Рубцова, В.В. Самарцев. - Москва: Физматлит, 2009. - 536 с. - ISBN 978-5-9221-1199-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68554>.

### 6.3. Программное обеспечение

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

- Origin Lab

### 6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www URL: http://www.biblioclub.ru/](http://www.biblioclub.ru/).
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www URL: http://e.lanbook.com/](http://e.lanbook.com/).

### 6.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБСИР books: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа.
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003.
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru>
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
12. Springer. <http://link.springer.com>.
13. SCOPUS <https://www.scopus.com>



## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

При освоении дисциплины для проведения лекционных занятий нужны учебные аудитории, оснащённые мультимедийным оборудованием, для выполнения практических и лабораторных работ необходимы классы персональных компьютеров с набором базового программного обеспечения разработчика MATHCAD, ORIGIN. Для этого используется компьютерный класс физического факультета в ауд.2-52, проектный офис ДГУ, молодежный инновационный центр ДГУ.

Для освоения курса используется материально – техническая база федерального ЦКП «Аналитическая спектроскопия», Инновационно-технологического центра ДГУ, НОЦ физика плазмы, оснащенные современным уникальным научным и технологическим оборудованием, которая позволяет осуществлять подготовку аспирантов в соответствии с требованиями ФГОСВО.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

- компьютерный класс в аудитории 2-52 интегрированный в Интернет;
- Мультимедийное оборудование;
- Мультимедийные материалы;

Программное обеспечение

- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Excel
- Microsoft Power Point
- Программа «Origin 8.0» (Microcalc corp.) демо-версия

## 8. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы (лекции, самостоятельная работа) используются следующие образовательные технологии:

*Лекционная система обучения;*

Информационно-коммуникационные технологии;

Исследовательские методы в обучении;

*Проблемное обучение.*

Предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

5. Создание диалогического пространства в организации учебного процесса

аспиранта;

6. Использование принципов социально-психологического обучения в учебной и научной деятельности;
7. Формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности аспирантов;

Использование интерактивных форм методов обучения направлено на достижение важнейших образовательных целей:

8. Развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, научной коммуникации; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы аспирантов;
9. Стимулирование мотивации и интереса в области углубленного изучения физики конденсированного состояния в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане.

Тематика аудиторных лекционных занятий тесно связана с направлениями НИР университета, по которым ведется научная работа аспирантов.

Формы проведения индивидуальной и самостоятельной работы:

10. На установленном занятии даются информационные материалы по курсу, рекомендации по написанию рефератов и презентаций к ним;
11. Предлагаемые темы рефератов согласовываются с научным руководителем аспиранта, с тем, чтобы увязать тему реферата с темой диссертации;
12. аспиранты посещают постоянно действующий семинар кафедры теоретической и общей физики, где слушают доклады и сами выступают с сообщениями по своим рефератам разделам диссертации.

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

В рамках практических занятий используется умение аспирантов работать с высоковольтной техникой и различными типами лазеров в НОЦ физика плазмы, а также цифровыми оптическими системами регистрации спектров в ЦКП Аналитическая спектроскопия.

Для подготовки к практическим (семинарским) занятиям изданы учебно-методические пособия, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

***Используются следующие презентационные и демонстрационные материалы:***

***Презентации демонстрационного материала в виде учебных фильмов, электронных демонстраций физических процессов и презентации.***

**Учебно-исследовательская работа.** В процессе изучения дисциплины используется данная форма практической самостоятельной работы аспиранта, позволяющая аспирантам изучать научно-техническую информацию по заданной теме, моделировать процессы, проводить расчеты по разработанному алгоритму с применением ЭВМ и сертифицированного программного обеспечения, участвовать в экспериментах, анализировать и обрабатывать полученные результаты. Результаты исследований представляются на научных семинарах и научно-практических конференциях.

Для усвоения дисциплины используются электронные базы учебно-методических ресурсов, электронные библиотеки.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, с использованием современных компьютерных средств обучения и демонстрации в учебном процессе составляет не менее 40% лекционных занятий.

#### **Критерии оценки:**

«зачет»	Отметка «зачтено» ставится аспирантам, успешно выполнившим в процессе обучения все текущие задания, полностью и обоснованно ответившие на вопросы для промежуточной аттестации
«незачет»	Отметка «не зачтено» ставится аспиранту, не выполнившему в полном объеме все текущие задания или допустившие неточности при ответе на вопросы, не сумевшие обосновать ответы

#### **9. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

##### **для слабовидящих:**

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

##### **для слабослышащих**

- все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться письменно.