

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»
Кафедра «Приборостроение»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б1.В.ДВ2.1. Современные методы лазерной спектроскопии»

направленности подготовки

03.06.01 – Физика и астрономия

(Лазерная физика)

форма обучения – очная
курс – 3
семестр – 6
зачетных единиц – 2
часов в неделю – 2
всего часов – 72,
в том числе:
лекции – 18
коллоквиумы – нет
практические занятия – нет
лабораторные занятия – нет
самостоятельная работа – 54
экзамен – нет
зачет – 6 семестр
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«__» _____ 2015 года, протокол № __
Зав. кафедрой _____/Мельников Л.А./

Рабочая программа утверждена на заседании УМКН
«__» _____ 2015 года, протокол № __
Председатель УМКН _____/Зимняков Д.А. /

Саратов, 2015

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

формирование у аспирантов представлений о

- различных типах лазеров и принципах их работы,
- современных методах и технике лазерной спектроскопии;
- многообразии спектральных приборов;
- многообразии применения лазерной спектроскопии в биологии, медицине, химии и др.;

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует следующие компетенции:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (ОПК-1);
- готовность к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях (ПК-1);
- способность к разработке феноменологических и конструктивных моделей исследуемых физических явлений и процессов (ПК-2).
- готовность к применению современных компьютерных методов обработки и анализа данных и систем автоматизации эксперимента в физических исследованиях (ПК-3).
- способность к нахождению и использованию аналогий между различными физическими явлениями применительно к анализу исследуемых физических явлений и процессов (ПК-4).
- способность к нахождению взаимосвязей между характеристиками физических явлений и процессов, используемыми в рамках различных подходов (ПК-5).

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных типов лазеров и принципов их работы;
- изучение основных экспериментальных методов лазерной спектроскопии;
- знакомство с основными направлениями применения лазерной спектроскопии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ2.1. “Современные методы лазерной спектроскопии” входит в блок дисциплин по выбору и в соответствии с учебным планом направленности подготовки аспирантов 01.04.21 “Лазерная физика” изучается на третьем курсе (в шестом семестре обучения). Для успешного усвоения этой дисциплины аспирант должен обладать базовыми знаниями из математического анализа, линейной алгебры, физики (оптика и квантовая механика), должен владеть основами нелинейной оптики и лазерной физики. Приобретаемые в ходе обучения по дисциплине Б1.В.ДВ2.1. “Современные методы лазерной спектроскопии” знания, умения и компетенции могут быть использованы при прохождении практик, выполнении научно-исследовательской работы и подготовке выпускной квалификационной работы в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа аспирантуры.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способностью к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (ОПК-1);
- готовность к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях (ПК-1).
- способность к разработке феноменологических и конструктивных моделей исследуемых физических явлений и процессов (ПК-2).
- готовность к применению современных компьютерных методов обработки и анализа данных и систем автоматизации эксперимента в физических исследованиях (ПК-3).
- способность к нахождению и использованию аналогий между различными физическими явлениями применительно к анализу исследуемых физических явлений и процессов (ПК-4).
- способность к нахождению взаимосвязей между характеристиками физических явлений и процессов, используемыми в рамках различных подходов (ПК-5).

Аспирант должен знать: (ОПК-1, ПК-1-ПК-5)

- основные типы лазеров и лазерных спектральных приборов;
- основные процессы, происходящие при взаимодействии лазерного излучения с веществом;
- современные методы лазерной спектроскопии;
- основные области применения лазерной спектроскопии.

Аспирант должен уметь: (ОПК-1, ПК-1-ПК-5)

ставить и решать современные задачи в области лазерной спектроскопии

Аспирант должен владеть: (ОПК-2, ПК-1, ПК-5)

- навыками работы с лазерной спектральной аппаратурой.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Нед е ли	№ Те мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Колл ок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
6 семестр									
1	1-6	1	Базовые принципы лазерной спектроскопии. Поглощение и испускание электромагнитных волн при их взаимодействии с веществом. Лазеры как источники света для спектроскопии. Спектральные приборы.	24	6(6)				18
1	7-12	2	Экспериментальные методы лазерной спектроскопии.	24	6(6)				18
1	13-18	3	Новые достижения лазерной спектроскопии. Применения лазерной спектроскопии.	24	6(6)				18
Всего				72	18	0	0	0	54

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Поглощение и испускание света. Ширины и контуры спектральных линий.	1-6
1	2	2	Спектральные приборы. Спектрографы и монохроматоры. Интерферометры.	1-6
1	2	3	Фундаментальные принципы лазеров. Лазерные резонаторы. Спектральные характеристики лазерного излучения.	1-6
2	2	4	Нелинейная лазерная спектроскопия.	1-6
2	2	5	Лазерная спектроскопия молекулярных пучков.	1-6
2	2	6	Лазерная спектроскопия с временным уширением.	1-6
3	2	7	Оптическое охлаждение и пленение атомов. Спектроскопия одиночных ионов.	1-6
3	2	8	Абсолютное измерение оптической частоты и оптические стандарты частоты. Сжатие.	1-6
3	2	9	Применение методов лазерной спектроскопии в химии и в исследованиях окружающей среды. Приложение к техническим задачам.	1-6

6. Содержание коллоквиумов
коллоквиумы отсутствуют

7. Перечень практических занятий
практические занятия отсутствуют

8. Перечень лабораторных работ
лабораторные работы отсутствуют

9. Задания для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	9	Когерентность атомных систем. Матрица плотности. Когерентное возбуждение. Однородное и неоднородное уширение линий. Насыщение. Полевое уширение. Точные измерения длины волны. Детектирование света.	1-6
1	9	Экспериментальная реализация одночастотного режима генерации лазеров. Перестраиваемые лазеры. Методы нелинейного оптического смешения.	1-6
2	9	Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Оптическая накачка и методы двойного резонанса.	1-6
2	9	Когерентная спектроскопия. Лазерная спектроскопия столкновительных процессов.	1-6
3	9	Оптические биения Рамзея. Атомная интерферометрия.	1-6
3	9	Лазерная спектроскопия в биологии и медицине.	1-6

10. Расчетно-графическая работа
нет

11. Курсовая работа
нет

12. Курсовой проект
нет

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Во время лекций формируются компетенции ОПК-2, ПК-1-ПК-5;

Во время самостоятельной работы формируются компетенции ОПК-1, ПК-1-ПК-5.

Контроль знаний обучающегося по теоретическому курсу осуществляется во время зачета.

Настоящей рабочей программой предусмотрено освоение учебного материала путем прослушивания курса лекций и проведения самостоятельной работы.

При изучении материала дисциплины используются средства вычислительной техники и экспериментальное оборудование.

Вопросы для зачета

1. Поглощение и испускание света. Моды резонатора.
2. Поляризация света.
3. Спектры поглощения и испускания.
4. Вероятности переходов.
5. Когерентные свойства полей излучения.
6. Естественная ширина линий.
7. Доплеровская ширина линий.
8. Пролетное уширение.
9. Однородное и неоднородное уширение.
10. Насыщение и полевое уширение
11. Основные характеристики спектрографов.
12. Основные характеристики монохроматоров.
13. Интерферометры.

14. Тепловые приемники.
15. Фотодиоды.
16. Приборы с зарядовой связью ПЗС.
17. Основные элементы лазеров.
18. Открытые оптические резонаторы.
19. Конфокальные резонаторы.
20. Сферические резонаторы.
21. Кольцевые резонаторы.
22. Активные резонаторы и моды лазера.
23. Насыщение усиления.
24. Многомодовые лазеры. Затягивание мод.
25. Методы непрерывной перестройки длины волны.
26. Полупроводниковые диодные лазеры.
27. Твердотельные лазеры.
28. Лазеры на центрах окраски.
29. Лазеры на красителях.
30. Эксимерные лазеры.
31. Лазеры на свободных электронах.
32. Методы нелинейного оптического смешения.
33. Высокочувствительные методы спектроскопии поглощения.
34. Прямое детектирование поглощенных фотонов.
35. Основы метода ионизационной спектроскопии.
36. Оптогальваническая спектроскопия.
37. Штарковская спектроскопия.
38. Спектроскопия насыщения.
39. Поляризационная спектроскопия.
40. Многофотонная спектроскопия.
41. Нелинейная спектроскопия комбинационного рассеяния.
42. Спектроскопия молекулярных пучков. Применение.
43. Оптическая накачка.
44. Двойной оптико-микроволновый резонанс.
45. Лазеры с модуляцией добротности.
46. Синхронизация мод лазеров.
47. Генерация фемтосекундных импульсов.
48. Волоконные лазеры и оптические солитоны.
49. Измерение параметров сверхкоротких импульсов.
50. Метод FROG.
51. Метод SPIDER.
52. Метод STIRAP.
53. Фотонное эхо.
54. Оптическая нутация.
55. Гомодинная спектроскопия.
56. Гетеродинная спектроскопия.
57. Высокора разрешающая лазерная спектроскопия столкновительного уширения и сдвига линий.
58. Конденсация Бозе - Эйнштейна.
59. Оптические биения Рамзея.
60. Атомный интерферометр Маха - Цендера.
61. Применения лазерной спектроскопии.

14. Образовательные технологии

Лекции читаются в форме мультимедийных презентаций. Для контроля степени усвоения материала используются домашние задания.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

(позиции раздела нумеруются сквозной нумерацией и на них осуществляются ссылки из 5-13 разделов)

Обязательные издания.

1. Демтредер, В. Современная лазерная спектроскопия [Текст]: пер. с англ. / под ред. Л. А. Мельникова. - Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2014.-1072 с.
2. Фриш С.Э. Техника спектроскопии. – СПб: СПбГУ, 2012. – 190с

Дополнительные издания.

3. Салех, Б. Оптика и фотоника : принципы и применения : в 2 т. : учеб. пособие / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2012 - Т. 2. - 2012. - 784 с. : цв. ил. ; 24 см.
4. Крюков П.Г. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики [Электронный ресурс] / Крюков П.Г. - Москва : Физматлит, 2008. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109413.html>)
5. Желтиков, А. М. Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики [Текст] / Желтиков А. М. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 295 с. - ISBN 5-9221-0693-7 : Б. ц. (ЭБС IPRbooks)
6. Козлов, С. А. Основы фемтосекундной оптики [Текст] / Козлов С. А. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 292 с. - ISBN 978-5-9221-1140-9 : Б. ц. (ЭБС IPRbooks)

16. Материально-техническое обеспечение

При проведении занятий используются:

- аудитория со стандартным оснащением для ведения лекционных занятий (74кв.м.), оборудованная специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска);
- открытая среда разработчика программ Code Blocks 4.0, включающая компилятор C из GNU Compiler Collection

17. 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; задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий выполняются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для *глухих и слабослышащих*:

Обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры, коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающей аппаратура индивидуального пользования;

- для *лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих и слабослышащих*:

все контрольные задания для аспирантов по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

18. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры ____
« ____ » _____ 20__ года, протокол № ____
Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН
« ____ » _____ 20__ года, протокол № ____
Председатель УМКН _____ / _____ /