


НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

  
Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии

Направленность (специальность) 05.11.07 Оптические и оптико- электронные приборы и комплексы

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины по выбору

«Гиперспектральные приборы»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе      6 часов – контактная работа  
84 часов – самостоятельная работа,  
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 877, и паспорта специальности 05.09.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью освоения дисциплины является** изучение принципов построения гиперспектральных систем и использования их в приборах оптического дистанционного зондирования.

**Задачами дисциплины являются:**

- овладение основными построения гиперспектральных систем;
- понимание их места в современных приборах оптического дистанционного зондирования;
- овладение основами проектирования приборов оптического дистанционного зондирования на основе гиперспектральных систем.

В процессе освоения дисциплины формируются следующие **компетенции:**

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- 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;
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;
- владением культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;
- способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;
- готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития оптоэлектронных приборов и комплексов, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач;
- способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;
- способность анализировать состояние научно-технической проблемы путём подбора, изучения и анализа литературы и патентных источников;
- способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию.

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **знать:**

- физические принципы создания гиперспектральных систем;
- конструкцию, параметры основных типов Фурье-спектрометров;
- конструкцию, параметры основных типов акусто-оптических систем;
- конструкцию приборов оптического дистанционного зондирования на базе гиперспектральных систем;
- методы энергетического приборов дистанционного зондирования гиперспектральных систем;

### **уметь:**

- разрабатывать приборы дистанционного зондирования гиперспектральных систем;

### **владеть:**

- навыками решения обратных задач оптического дистанционного зондирования.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Спектры поглощения излучения веществом (15 час).** Электронные, колебательные и вращательные энергетические спектры состояния атомов и молекул. Вероятности перехода и правила отбора. Коэффициенты Эйнштейна. Ширина спектральной линии. Собственное и доплеровское уширение. Эффект давления. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Базы данных для вычисления коэффициентов поглощения: HITRAN, Geisha. Континуум поглощения. Комбинационное рассеяние света.

**Фурье спектрометр (15 час).** Интерферометр Майкельсона. Интерферограмма, вычисление спектра по интерферограмме. Двухлучевая и многолучевая интерференция. Выигрыш Жакино и Фелжета. Конечное разрешение, апподизация, вид аппаратной функции. Ошибки измерений: фазовые искаже-

ния, угловое расхождение пучков, юстировка зеркал, ошибки перемещения зеркала. Интегральное уравнение Фурье-спектроскопии. Спектральное разрешение.

**Дискретное преобразование Фурье (10 час).** Интервал дискретизации. Шумы дискретизации и квантования. Теорема Котельникова. Аналого-цифровые преобразователи. Преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Цифровая обработка интерферограмм. Быстрое преобразование Фурье. Интерполяция и сглаживание спектра. Деконволюция.

**Элементы конструкции Фурье-спектрометров (10 час).** Светоделители. Эффекты поляризации в светоделителях. Типы перемещения зеркал. Интерферометры с ламеллярными решетками. Эталонные источники в различных областях спектра. Детекторы. Оптические элементы, плоские и параболические зеркала, асферическая оптика. Конструкции Фурье-спектрометров. Системы, использующие комбинационное рассеяние. Основные области применения и параметры Фурье-спектрометров. Юстировка интерферометра.

**Точность измерений (15 час).** Отношение сигнал/шум. Шумы приемников. Влияние разрешения, аподизации, стабильности скорости перемещения зеркала. Шум дискретизации и другие источники. Сравнение Фурье-спектрометров и дифракционных решеток.

**Акусто-оптические спектрометры (15 час).** Теория акустооптического взаимодействия. Дифракция Рамана-Ната и дифракция Брэгга. Акустооптические модуляторы. Акустооптические дефлекторы. Изготовление пьезопреобразователей. Акустооптические материалы.

**Построение оптических схем многодиапазонных оптико-электронных систем (10 час).** Выделение рабочих спектральных диапазонов. Требования к оптической системе. Спектровидеополариметры. Особенности калибровки и корректировки гиперспектральных систем. Особенности построения фотоприемных устройств.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Электронные, колебательные и вращательные энергетические спектры состояния атомов и молекул.
2. Вероятности перехода и правила отбора.
3. Коэффициенты Эйнштейна.
4. Ширина спектральной линии.
5. Собственное и доплеровское уширение.
6. Эффект давления.
7. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
8. Базы данных для вычисления коэффициентов поглощения: HITRAN, Geisha.
9. Континуум поглощения.
10. Интерферометр Майкельсона.
11. Двухлучевая и многолучевая интерференция.
12. Конечное разрешение, апподизация, вид аппаратной функции.
13. Спектральное разрешение.
14. Дискретное преобразование Фурье. Интервал дискретизации.
15. Шумы дискретизации и квантования.
16. Теорема Котельникова.
17. Аналого-цифровые преобразователи.
18. Преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.
19. Интерполяция и сглаживание спектра.
20. Деконволюция.
21. Светоделители.
22. Эффекты поляризации в светоделителях.
23. Типы перемещения зеркал.
24. Эталонные источники в различных областях спектра.
25. Детекторы.
26. Оптические элементы, плоские и параболические зеркала, асферическая оптика.
27. Конструкции Фурье-спектрометров.
28. Основные области применения и параметры фурье-спектрометров.

29. Шумы приемников.
30. Влияние разрешения, аподизации, стабильности скорости перемещения зеркала.
31. Шум дискретизации и другие источники.
32. Теория акустооптического взаимодействия.
33. Акустооптические модуляторы и дефлекторы.
34. Акустооптические материалы.
35. Выделение рабочих спектральных диапазонов.
36. Особенности калибровки и корректировки гиперспектральных систем.

**Вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов:**

1. Спектры поглощения излучения веществом
2. Вероятности перехода и правила отбора. Коэффициенты Эйнштейна. Ширина спектральной линии.
3. Собственное и доплеровское уширение. Эффект давления. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
4. Базы данных для вычисления коэффициентов поглощения: HITRAN, Geisha.
5. Фурье спектрометр. Интерферометр Майкельсона. Двухлучевая и многолучевая интерференция.
6. Дискретное преобразование Фурье. Шумы дискретизации и квантования. Теорема Котельникова.
7. Аналого-цифровые преобразователи. Преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Цифровая обработка интерферограмм. Деконволюция.
8. Элементы конструкции Фурье-спектрометров. Светоделители. Эффекты поляризации в светоделителях. Типы перемещения зеркал. Эталонные источники в различных областях спектра. Детекторы. Конструкции Фурье-спектрометров. Юстировка интерферометра.
9. Точность измерений. Шумы приемников. Влияние разрешения, аподизации, стабильности скорости перемещения зеркала. Шум дискретизации и другие источники.

10. Акусто-оптические спектрометры. Дифракция Рамана-Ната и дифракция Брэгга. Акустооптические модуляторы. Акустооптические дефлекторы. Акустооптические материалы.
11. Построение оптических схем многодиапазонных оптико-электронных систем. Особенности калибровки и корректировки гиперспектральных систем. Особенности построения фотоприемных устройств.

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

*а) Основная литература:*

1. Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Двух - и многодиапазонные оптико-электронные системы с матричными приемниками излучения. - М.: Университетская книга; Логос, 2007.
2. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия.- М.: Либроком, 2009.
3. Волошинов В.Б., Балакший В.И., Поликарпова Н.В., Трушин А.С. Акустооптические методы исследования распространения упругих волн в кристалле парателлурита. – М.: МГУ, 2010.
4. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. М: Логос, 2011.

*б) Дополнительная литература:*

5. Acousto-Optics and Applications V / Ed. Tomasz Klinkosz, Proceedings of SPIE, 2005, V.5828.
6. Кораблев О.В. Исследование атмосферы планет земной группы // УФН, 2006. Т.175, №6. С.665-664.