

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
(ГОУ ВПО «СГГА»)



Программа утверждена
решением Ученого совета ГОУ ВПО «СГГА»
от « ____ » _____ 20__ г.
протокол № ____
ректор _____ А.П. Карпик

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру
по научной специальности

«Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» –

05.11.07

Новосибирск 2010

Программа составлена на кафедре Оптико-электронных приборов
ГОУ ВПО «СГГА»

Заведующий кафедрой ОЭП,

канд.технич.наук _____ В.С. Ефремов

Настоящая программа вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» – 05.11.07 отражает современное состояние оптики, приборостроения и информационно-измерительных систем и включает их важнейшие разделы, знание которых необходимо высококвалифицированному специалисту, выполняющему в рамках подготовки диссертации научно-исследовательскую работу, содержащую новое решение актуальной научной задачи.

Экзаменуемый по специальности должен продемонстрировать высокий уровень теоретической и экспериментальной подготовки, знание общих физических концепций, методологических основ, истории возникновения и развития данной специальности, глубокое понимание основных разделов науки и техники по научной специальности «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» - 05.11.07.

Экзаменуемый также должен показать умение применять полученные знания для решения исследовательских и прикладных задач, для проведения необходимых инженерно-технических расчетов и оптимизации конструкции и технологии создания соответствующих приборов.

В основу программы положены следующие вузовские дисциплины: «Основы оптики», «Теория оптических систем», «Оптические измерения», «Оптико-электронные системы» и др.

ВВЕДЕНИЕ

Роль оптических и оптико-электронных приборов и комплексов в развитие науки и техники. Философские концепции развития современной оптики. Краткий исторический обзор развития оптики и оптико-электронного приборостроения. Перспективы и тенденции развития оптики, оптических оптико-электронных приборов и комплексов.

1. ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Материальность света, зависимость свойств излучения от его количественных характеристик, единство противоречивых свойств света. Методы получения поляризованного света и его анализ. Тепловое излучение. Законы теплового излучения – Планка, Вина, Релсе-Джинса, Стефана-Больцмана, Кирхгофа и Голицына-Вина.

Излучение реальных источников. Нелинейные оптические явления. Описание интерференционных явлений и их использование. Тип интерференционных систем. Интерференционные и интерференционно-поляризационные устройства и приборы.

Дифракция света. Использование дифракционных и поляризационных явлений в оптических устройствах.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Основные законы геометрической оптики. Идеальная оптическая система: понятие идеальной системы, кардинальные точки, главные и фокальные плоскости, фокусные расстояния, построение изображений, основные формулы для сопряженных точек. Формулы Ньютона, Гаусса, произвольных тангенсов, инвариант Лагранжа-Гельмгольца. Линейное, угловое, продольное, видимое увеличения. Оптическая система из нескольких компонентов. Оптика действительных лучей: действительные лучи, уравнение действительного луча для преломляющей и отражающей сферической и плоской поверхностей. Инвариант Аббе для действительных лучей. Условие образования идеального изображения преломляющей поверхностью. Овалы Декарта. Закон косинусов. Условие Гершеля. Закон синусов Аббе.

Понятие сферической аберрации. Апланатические точки. Параксиальная оптика: параксиальные лучи, инвариант Аббе для сферической поверхности, расчет параксиальных лучей через оптическую систему. Переход от бесконечно тонких линз к линзам конечной толщины. Ограничение пучков в оптических системах: апертурная, полевая, виньетирующая диафрагмы, входной и выходной зрачки.

Оптические системы: основные типы, характеристики и соотношения. Элементная база оптических систем: пластины, зеркала, призмы, клинья, линзы, несферические поверхности, растры, фоконы, граданы, дифракционные элементы, оптическое волокно. Оптические материалы. Диаграмма Аббе. Оптика глаза: устройство, характеристики и свойства глаза, бинокулярное зрение, стереоскопия, коррекция недостатков рефракции глаза.

Телескопические оптические системы (схемы, основные соотношения и характеристики, особенности расчета): кеплеровские и галилеевские системы, телескопические системы с линзовыми и призмными обрабатывающими, методы смены увеличения, объективы и окуляры. Оптика астрономических телескопов: рефракторы и рефлекторы. Оптические системы микроскопа (схемы, основные соотношения и характеристики, особенности расчета): двухкомпонентный микроскоп, лупа. Трехкомпонентный микроскоп, измерительный микроскоп. Осветительные системы микроскопов. Микропроекция. Объективы, окуляры, конденсоры, коллекторы. Унификация схем оптики микроскопа. Оптика фотографических, оптико-электронных и телевизионных систем (схемы, основные соотношения и характеристики, особенности расчета): линзовая и зеркально-линзовая оптика, объективы с переменным фокусным расстоянием, репродукционные и проекционные оптические системы: методы и схемы проекции, фотолитографическая оптика, глубина резко изображаемого пространства и глубина резкости объективов.

Оптические системы приборов ночного видения. Оптические системы для преобразования лазерных пучков. Проекторные системы. Основы светотехнических (энергетических) расчетов оптических систем. Энергетическая и световая системы измерения фотометрических величин. Прохождение излучения через оптическую систему.

Понятие световой трубки. Инвариант Штраубеля. Расчет коэффициента пропускания оптических систем. Закон Ламберта для диффузно-пропускающих и диффузно-отражающих поверхностей. Освещенность изображения осевых точек изображения. Геометрическая и физическая светосила оптической системы. Частный вид формул для расчета освещенности изображения. Освещенность изображения внеосевых точек изображения.

Геометрическая и волновая концепция формирования изображения в оптических системах. Изображение как свертка яркости предмета и ОПФ оптической системы.

Расчет и проектирование оптических систем: цели, задачи и этапы проектирования, габаритный расчет типовых оптических систем: телескопических, микроскопов, проекционных. Синтез типовых элементов. Компьютерное проектирование оптических систем: компьютерное моделирование и анализ, оптимизация. Оценка качества изображения оптических систем: понятие aberrаций оптических систем и их классификация. Геометрические и волновые aberrации.

Хроматизм положения, вторичный спектр, понятие ахроматической и апохроматической коррекции, хроматизм положения тонкой одиночной линзы в воздухе, мениск Максудова. Условие ахроматизации тонкого склеенного двухлинзового объектива. Хроматизм положения плоскопараллельной пластинки. Хроматизм увеличения, вторичный спектр увеличения. Понятие монохроматических aberrаций: сферическая aberrация, кома, астигматизм, кривизна изображения, дисторсия. Понятие

анастигматической коррекции. Оптическая передаточная функция, частотно-контрастная характеристика. Число Штреля. Число Маршала. Критерий Релея. Основные методы абберационного расчета оптических систем. Выбор aberrаций, подлежащих исправлению. Методы оптимизации оптических систем. Матричные методы расчета оптических систем. Современные пакеты программ для автоматизированного расчета и проектирования оптических систем.

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Основные термины и определения в измерительной технике (ГОСТ 16263-70): измерение, физическая величина (параметр сигнала), размер физической величины, единицы физической величины, основные и производные единицы физических величин, значение физической величины, истинное и действительное значение физической величины, результат измерения, точность результата измерения и погрешность измерения.

Средства измерения (СИ) и их основные характеристики. Нормируемые метрологические характеристики СИ (ГОСТ 8.099-72): метрологические характеристики, способы нормирования и формы представления метрологических характеристик СИ; определение оценок характеристик погрешности СИ, сравниваемых с нормированными значениями характеристик при контроле. Классификация погрешностей СИ по: способу выражения, характеру проявления, зависимости от значения измеряемой величины, причине и условиям возникновения.

Классы точности СИ (ГОСТ 8.401-80): общие положения, способы нормирования и формы выражения метрологических характеристик, обозначение классов точности. Нормирование и определение динамических характеристик аналоговых СИ (ГОСТ 8.256-77): классификация динамических характеристик, формы проявления и способы нормирования динамических характеристик, основные требования к методам экспериментального определения динамических характеристик.

Погрешность измерений. Обработка прямых измерений. Систематизация погрешностей по месту возникновения и характеру проявления. Правила окончательной записи погрешности измерения. Способы описания случайных погрешностей. Методы обработки результатов наблюдений в случае прямых измерений с многократными наблюдениями (ГОСТ 8.207-76): общие положения, результат измерения и оценка его среднего квадратического отклонения, доверительные границы не исключенной систематической погрешности результата измерений, граница погрешности результата измерений, форма записи результата измерений.

Систематические погрешности измерений и их классификация. Методы борьбы с систематическими погрешностями. Оценка систематической погрешности результата измерений по ее составляющим. Показатели точности измерений и формы представления результатов измерений (ГОСТ 8.011-72).

4. ОПТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Теория ошибок и ее применение в оптических измерениях. Методы и приборы для измерения и контроля основных характеристик оптических материалов. Проблемные вопросы: повышение точности измерений показателя преломления, контроль оптической однородности заготовок стекла большого диаметра (свыше 300 мм), контроль качества материалов, используемых в невидимых областях спектра.

Методы и приборы для контроля формы плоских, сферических и асферических поверхностей. Неравноплечие интерферометров для контроля формы сферических и асферических поверхностей. Теневой метод Фуко и его развитие Д.Д. Максутовым и М. Фильбергом. Компенсационный метод контроля асферических поверхностей и линз, выпуклых сферических поверхностей линз большого диаметра (свыше 400 мм). Метод Гартмана и его применение для контроля астрономических зеркал. Интерференционные методы контроля астрономических зеркал.

Методы и приборы для измерения и контроля преломляющих углов клиньев и призм, клиновидности и плоскопараллельных пластинок, толщин тонких слоев. Контроль децентровки линз и склеенных блоков линз.

Измерение и контроль основных характеристик оптических приборов. Измерение фокусных расстояний в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра. Измерение и контроль коэффициентов светорассеяния, светопропускания и распределения освещенности по полю изображения фотографических объективов. Определение цветопередачи объективов.

Контроль качества оптических приборов. Методы и приборы для измерения параметров, характеризующих качество объективов (функции рассеяния, пограничной кривой, оптической передаточной функции). Геометрические и интерференционные методы измерения аберраций.

Фотометрия, ее принципы и основные типы фотометров.

Методы измерения мощности, временных и частотных характеристик излучения оптических квантовых генераторов.

5. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИГНАЛОВ В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ И СИСТЕМАХ

Пространственное, временное, пространственно-частотное и частотно-временное представление сигналов с помощью рядов и интегралов Фурье. Многомерные оптические сигналы, теорема Котельникова. Вероятностное описание случайных оптических фонов. Их корреляционные функции и пространственные спектры. Модели оптических фонов. Методы анализа линейных систем.

Пространственно-частотный анализ оптических систем. Преобразование сигналов нелинейными оптическими элементами.

Пространственно-передаточная функция анализатора изображения.

Модель приемника излучения. Пространственная передаточная функция и частотная характеристика приемника излучения. Спектр сигналов на выходе приемника излучения.

Методика расчета соотношения сигнал/шум на выходе опико-электронного прибора.

Оптическая фильтрация в опико-электронных системах. Спектральная, пространственная и поляризационная фильтрация в опико-электронных системах.

Методы выделения сигналов в опико-электронных приборах. Оптимальная пространственная фильтрация при когерентном и некогерентном освещении. Сигнал и помеха на выходе оптимального фильтра. Вероятность обнаружения опического сигнала на фоне помех. Синтез оптимальных фильтров.

Математические операции, осуществляемые с помощью опических систем. Опические анализаторы спектра. Опические корреляторы.

6. ОПИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ С ЛАЗЕРАМИ

Исследование взаимодействия излучения с веществом методом кинетических уравнений и методами, основанными на теории взаимодействия. Методы создания инверсной населенности в уровневых средах. Физико-химические свойства активных сред лазеров. Методы расчета и исследования опических резонаторов.

Теоретические и экспериментальные методы исследования переходных и стационарных процессов в лазерах. Методы расчета лазеров по заданным характеристикам выходного излучения. Методы проектирования и расчета лазеров по заданным техническим характеристикам опико-электронных приборов, в которых применяются лазеры. Методы создания лазеров со стабилизированными параметрами.

7. ОПИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Опико-электронные приборы и системы (ОЭПиС) – перспективное средство автоматизации процессов контроля и управления в науке и технике. Новейшие достижения в области создания ОЭПиС: научных исследований, кинофотоаппаратуры, астрономических приборов, дальнометрии, локации, наблюдательных, поисковых, углоизмерительных, наведения, следящих, тепловидения, отображения массовой информации, навигации, опических сверхбыстродействующих вычислительных машин. Энергетический расчет опико-электронных приборов и комплексов.

Методы кардинального повышения качества ОЭПиС: точности, автоматизации, эффективности действия в условиях помех, экономической эффективности применения, технологичности в автоматизированном производстве, возможности быстрой разработки и выпуска на базе применения модульных серийных элементов и семейств типовых приборов. Методы учета влияния условий эксплуатации приборов на заводах, в

медицинских учреждениях, в атмосфере, в космосе, на местности, под водой на технические характеристики ОЭПиС.

Методы разработки и освоения в производстве ОЭПиС, как системы на базе приемов системотехники и автоматизированного проектирования.

Использование в оптико-электронном приборостроении на всех этапах системотехники новейших достижений в области квантовой электроники оптического диапазона; оптической голографии, Фурье-оптики, теории преобразования оптических сигналов, разработки и создания приемников излучения, асферических оптических систем не поглощающих носителей оптической информации, оптических изотопных и кристаллических материалов, автоматизированных процессов оптического производства, применения компьютерной техники.

Вопросы специальной технологии оптических деталей, сборки и выверки, экономической эффективности и охраны труда в производстве оптико-электронных приборов.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных тепловизионных приборов.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных приборов ночного видения.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных медицинских оптических приборов.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных интерференционных приборов.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных поляризационных приборов.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных военно-оптических приборов.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных углоизмерительных приборов.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных приборов для измерения угловых и линейных величин.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных спектральных и фотометрических приборов.

Принцип действия, элементная база, типовые схемные решения и проблемы разработки современных астрономических приборов.

Типы приборов предлагается расширить в соответствии с направлениями научных исследований, согласовать научными руководителями диссертационных работ в ИОиОТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апенко М.И., Дубровик А.С. Прикладная оптика. - М.: Наука, 1982.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука, 1970.
3. Вычислительная оптика: Справочник / М.М. Русинов, А.П. Грамматин и др. – Л.: Машиностроение, 1984.
4. Гуревич М.М. Фотометрия. – Л.: Энергоатомиздат, 1983.
5. Елизаренко А.С., Соломатин Б.А., Якушенков Ю. Г. Оптико-электронные системы в исследовании природных ресурсов. – М.: Недра, 1984.
6. Заказнов Н.П. Прикладная геометрическая оптика. – М.: Машиностроение, 1984.
7. Заказнов Н.П., Горелик В.В. Изготовление асферической оптики. – М.: Машиностроение, 1978.
8. Креопалова Г.В., Пуряев Д.Т. Исследование и контроль оптических систем. – М.: Машиностроение, 1987.
9. Климов Ю.М. Основы расчета оптико-электронных приборов с лазерами. – М.: Сов. Радио, 1978.
10. Кривовяз Л.М., Пуряев Д.Т., Знаменская М.А. Практика оптической измерительной лаборатории. – М.: Машиностроение, 1974.
11. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. – М.: Сов. Радио, 1987.
12. Лазарев Л. П. Оптико-электронные приборы наведения летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1984.
13. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. – М.: Машиностроение, 1983.
14. Нагибина И.М. Интерференция и дифракция света. – Л.: Машиностроение, 1974.
15. Основопологающие стандарты в области метрологического обеспечения. – М.: Изд-во стандартов, 1981.
16. Проектирование оптических систем. Пер. с англ./Под ред. Р. Шенона. Дж. Вайанто. – М.: Мир, 1983
17. Проектирование спектральной аппаратуры / Под ред. К.И. Тарасова. - Л.: Машиностроение, 1980.
18. Русинов М.М. Техническая оптика. – Л.: Машиностроение, 1979.
19. Справочник технолога-оптика / И. Я. Бубле, В.А. Вейденбах, И.И. Духопел и др. – Л.: Машиностроение, 1983.
20. Теория оптических систем / Б.Н. Бегунов, Н.П. Заказнов, С.И. Кирюшкин, В.И. Кузичев. – М.: Машиностроение, 1961.
21. Технология оптических деталей / Под ред. М.Н. Семибратова. – М.: Машиностроение, 1978.
22. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. – М.: Сов. радио, 1980.
23. Вычислительная оптика: Справочник / М.М.Русинов, А.П.Грамматин и др. - Л.: Либроком, 2009, 424с.

24. Бутиков Е.И. Оптика. - СПб: Невский Диалект, 2003, 480с.
25. Бебчук Л.Г. Богачев Ю.В. Заказнов Н.П. Прикладная оптика. - М.: Лань, 2007, 320с.
26. Можаров Г.А. Основы геометрической оптики.- М.: Университетская книга Логос, 2006, 280с.
27. Теребиж В.Ю. Современные оптические телескопы: Учебное пособие для вузов.- М.: Физматлит, 2005, 80с.
28. Антонова Э.А. Байгожин А. Окатов М.А. Справочник технолога-оптика. Изд.2-е испр., доп. М.: Политехника, 2004, 679с.
29. Заказнов Н.П. Кирюшин С.И. Кузичев В.И. Теория оптических систем: Учебное пособие для вузов Изд. 4-е, стереотип.- М.: Лань, 2008, 448с.
30. 2008, 448с.
31. Грамматин А.П. Иванов П.Д. Русинов М.М. Вычислительная оптика: Справочник. СПб.: ЛКИ, 2008, 424с.
32. Мазанько И.П. Швец Ю.И. Принципы преобразования и детектирования оптических сигналов – М.: МФТИ, 2001, 144с.
33. Белов М.Л. Козинцев В.И. Орлов В.М. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды: Учебное пособие для вузов.- М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002, 528с.
34. Москалев В.А. Нагибина И.М. Полушкина Н.А. Прикладная физическая оптика. – М.: Высшая школа, 2002, 565с.

