

# ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

## 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»

по техническим и физико-математическим наукам

### Введение

Настоящая программа разработана на основе базовых дисциплин: физика; основы оптики; оптические и оптико-электронные приборы и системы; оптические материалы и технологии; источники и приемники оптического излучения; лазерная техника; оптические измерения; проектирование оптико-электронных приборов.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи при участии ГОИ им. С.И.Вавилова, МФТИ, НИИ прецизионного приборостроения, НИИ «Полюс» и МГУГиК.

### 1. Вводные положения

Роль оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (ОиОЭПиК) в развитии науки и техники. Краткий исторический обзор и роль отечественных ученых и инженеров в развитии оптического и оптико-электронного приборостроения. Перспективы и тенденции развития ОиОЭПиК.

### 2. Основы оптики

Электромагнитная и квантовая природа оптического излучения. Основные законы оптического излучения. Приближения геометрической оптики.

Распространение света в изотропных и анизотропных средах. Поляризация. Двойное лучепреломление. Применение поляризации.

Интерференция. Когерентность. Применение интерференции. Многолучевая интерференция.

Дифракция. Применение дифракции. Разрешающая способность.

Голография и ее применение в оптике.

Распространение оптического излучения в атмосфере и других поглощающих, рассеивающих, преломляющих и турбулентных средах.

### 3. Прикладная оптика

Основные законы и понятия геометрической оптики. Принцип Ферма. Условия получения идеального изображения.

Основные положения и формулы идеальной оптической системы и оптики параксиальных лучей. Инварианты: Аббе, Лагранжа—Гельмгольца, Юнга—Гульстранда.

Ограничение пучков лучей в оптических системах.

Инвариант Штраубеля. Яркость и освещенность изображения.

Теория aberrаций оптических систем. Хроматические и монохроматические aberrации. Эйконал Шварцшильда. Методы aberrационного расчета оптических систем. Выбор aberrаций, подлежащих исправлению. Особенности aberrационного расчета оптических систем с асферическими поверхностями.

Типовые оптические детали и их характеристики.

Классификация оптических систем и их основные характеристики. Основные задачи, решаемые при габаритном расчете оптических систем. Габаритный расчет основных типов оптических систем: лупы, микроскопа, телескопических, проекционных, фотоэлектрических и голографических приборов.

Особенности лазерной оптики, формирование лазерного излучения оптическими системами. Оптические системы для фокусирования, коллимирования, изменения диаграмм направленности и согласования лазерного излучения.

Волоконно-оптические системы и их особенности.

Интегральная оптика и перспективы ее развития. Дифракционные оптические элементы и системы.

Оценка качества изображения, даваемого оптической системой. Критерии качества. Вычисление и методы экспериментального определения оптической передаточной функции.

Этапы автоматизированного проектирования оптических систем. Программное обеспечение. Структурная схема САПР оптических систем. Методы автоматизированного расчета оптических систем. Оценочная функция.

Основы расчета допусков в оптических системах.

#### **4. Источники и приемники оптического излучения**

Основные виды источников оптического излучения. Параметры и характеристики источников. Некогерентные искусственные излучатели. Естественные источники излучения.

Современные лазеры: принципы действия, принципиальные схемы, режимы работы, параметры и характеристики.

Основные виды приемников оптического излучения. Глаз человека как приемник излучения и измерительной информации. Свойства зрительного анализатора.

Параметры и характеристики приемников оптического излучения.

Многоэлементные приемники излучения.

Схемы включения приемников излучения и согласующие цепи.

## **5. Оптические измерения**

Основы метрологии применительно к оптическим измерениям. Методы и приборы для измерения и контроля основных параметров и характеристик оптических материалов, оптических деталей и оптических систем.

Оптические измерения в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра. Фотометрия и радиометрия. Принципы работы и схемы основных типов фотометров, радиометров, спектрофотометров и спектрорадиометров.

Способы измерения параметров и характеристик лазерного излучения.

## **6. Прием и преобразование сигналов в оптических и оптико-электронных приборах и комплексах**

Пространственное, временное, пространственно-частотное и частотно-временное представление оптических сигналов. Статистические параметры и вероятностное описание оптических полей и сигналов. Модели фона.

Анализаторы оптического изображения. Преобразование многомерных оптических сигналов в одномерные электрические.

Сканирование в оптико-электронных приборах. Типы сканирующих систем.

Математические модели отдельных типовых звеньев и оптико-электронной системы в целом.

Методы фильтрации сигналов в ОиОЭПиК. Спектральная, пространственная и пространственно-временная фильтрация. Оптимальная фильтрация в когерентных и некогерентных оптических системах.

Модуляция и демодуляция сигнала в ОиОЭПиК. Основные виды модуляторов; их параметры и характеристики.

Оптическая корреляция. Схемы некогерентных и когерентных оптико-электронных корреляторов.

Математические операции, осуществляемые с помощью оптических систем. Оптические анализаторы спектра. Цифровая обработка оптических изображений.

## **7. Проектирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов**

Основные критерии оценки качества ОиОЭПиК как объектов проектирования. Основные принципы системного подхода к проектированию ОиОЭПиК. Уровни проектирования. Конструктивные и технологические требования к М. Моделирование и применение САПР при проектировании М. Обобщенная методика энергетического расчета М. Основные виды энергетических расчетов (расчет отношения сигнал/шум, расчет к.п.д. прибора, расчет дальности действия и пороговой чувствительности). Особенности энергетического расчета лазерных приборов.

Методика выполнения точностных расчетов М. Методы и средства компенсации погрешностей в ОиОЭПиК.

Особенности расчета и конструирования типовых кинематических узлов ОиОЭПиК.

Метрологические параметры и характеристики ОиОЭПиК; аттестация и сертификация ОиОЭПиК.

Испытания и исследования ОиОЭПиК. Методы и аппаратура для проведения испытаний ОиОЭПиК.

Применение эргономики при проектировании ОиОЭПиК.

## **8. Основы технологии оптического и оптико-электронного приборостроения**

Конструкционные материалы, применяемые в современном оптическом и оптико-электронном приборостроении. Современные методы и средства изготовления типовых деталей и элементов ОиОЭПиК.

Методы сборки, юстировки и контроля в процессе изготовления типовых деталей, узлов и ОиОЭПиК в целом.

## **9. Современное состояние и перспективы развития оптического и оптико-электронного приборостроения**

Основные классы и типы ОиОЭПиК, применяемые в промышленности и на транспорте, медицине и биологии, научных исследованиях, контроле окружающей среды, военной технике, строительстве и геодезии, космических исследованиях, разведке природных ресурсов; перспективы их совершенствования и развития. Развитие двойных технологий в оптическом и оптико-электронном приборостроении.

### **Основная литература**

Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970.

Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И. Теория оптических систем. М.: Машиностроение, 1992.

Запрягаева Л.А., Свешникова И.С. Расчет и проектирование оптических систем. М.: Логос, 2000.

Зубаков В.Г., Семибратов М.Н., Штандель С.К. Технология оптических деталей. М.: Машиностроение, 1985.

Информационная оптика / Н.Н. Евтихийев, О.А. Евтихьева, И.Н. Компанец и др. Под ред. Н.Н. Евтихьева. М.: Изд-во МЭИ, 2000.

Ишанин Г.Г. Приемники излучения оптических и оптико-электронных приборов. Л.: Машиностроение (Ленинград. отд-ние), 1986.

Климков Ю.М. Прикладная лазерная оптика. М.: Машиностроение, 1985.

Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. Л.: Машиностроение, 1983.

Мосягин Г.М., Немтинов В.Б., Лебедев Е.Н. Теория оптико-электронных систем. М.: Машиностроение, 1990.

Порфирьев Л.Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах. Л.: Машиностроение, 1989.

Проектирование оптико-электронных приборов / Ю.Б. Парвулюсов, С.А. Родионов, В.П. Солдатов и др. Под общ. ред. Ю.Г. Якушенкова. 2-е изд., перераб. и доп., М.: Логос, 2000.

Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Логос, 1999.