

ОСНОВЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

(4 курс, 7 семестр, 32 часа)

I. Аннотация

Курс "Основы оптоэлектроники" является логическим продолжением общефакультетского курса "Радиофизики". В нем рассматриваются основные принципы передачи и обработки информации с использованием как электрических, так и оптических методов и устройств. Излагаются физические эффекты, принципы работы и конструктивные особенности основных типов оптоэлектронных приборов. Приводятся физические и технические характеристики таких устройств, рассматриваются вопросы их применения в системах обработки информации. Большое внимание уделяется современному состоянию элементной базы оптоэлектроники и тенденциям ее развития, базирующимся на нанотехнологиях.

II. Содержание дисциплины

1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет оптоэлектроники. Достоинства оптоэлектронных приборов. Их классификация. Основные элементы оптоэлектронной цепи.

2. ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Общая характеристика источников света. Естественная ширина спектральной линии. Причины ее уширения. Спонтанное и стимулированное излучение. Условие самовозбуждения для лазеров. Спектр генерации. Методы накачки. Газовые, твердотельные и инжекционные лазеры, их сравнение, достоинства и недостатки, области применения.

Принцип действия инжекционных лазеров и светоизлучающих диодов. Пороговая плотность тока. Ватт-амперная характеристика. Инжекционные лазеры с гомо- и гетеропереходами. Эффекты электронного и оптического ограничения. Лазеры с распределенной обратной связью. Лазеры с вертикальным резонатором. Светодиоды, их достоинства и недостатки.

3. ФОТОПРИЕМНИКИ

Типы фотоприемников. Основные характеристики: чувствительность, быстродействие, обнаружительная способность, спектральный диапазон. Приемники с внешним и внутренним фотоэффектом: фотоэлементы, ФЭУ, фоторезисторы, фотодиоды. Шумы фотоприемников. Методы приема модулированного оптического излучения: прямое фотодетектирование и оптическое гетеродинамирование. Гетеродинамирование в ФЭУ.

Приемники оптических изображений видимого и ИК диапазонов спектра. Электронно-оптические преобразователи. Электронно-лучевые передающие трубки. МОП-структуры и их применение в приборах с зарядовой связью и зарядовой инжекцией. Фотоматрицы для ИК области спектра.

4. МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Физические эффекты, используемые для управления параметрами оптического излучения: эффект Поккельса, фотоупругий эффект, эффект Фарадея. Прямая модуляция светодиодов и инжекционных лазеров. Применение продольного и поперечного электрооптического эффекта для модуляции света. Фазовая, поляризационная модуляция и модуляция по интенсивности. Основные характеристики электрооптических модуляторов: полоса частот модуляции, потребляемая мощность, динамический диапазон. Особенности СВЧ модуляции. Электрооптические дефлекторы. Акустооптический эффект. Раман-натовский и брэгговский режимы дифракции света на ультразвуке. Особенности акустооптического взаимодействия в анизотропных средах. Модуляторы света с бегущей и стоячей акустической волной. Акустооптические дефлекторы и фильтры.

Пространственная модуляция света. Управляемые транспаранты для систем оптической обработки информации. Жидкокристаллические дисплеи. Пространственно-временные модуляторы света на основе электрооптического эффекта. Формирование амплитудно-фазового изображения в акустооптическом транспаранте.

5. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОПТИКА И ОПТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Распространение света в планарных и канальных диэлектрических волноводах. Моды оптических волноводов. Условие существования волноводных мод. Структура поля волноводных мод. Зависимость постоянной распространения от толщины оптического волновода. Обмен энергией между волноводными модами. Методы ввода и вывода излучения. Пассивные и активные устройства интегральной оптики: направленные ответвители, модуляторы, дефлекторы, коммутаторы. Устройства на базе оптических микрорезонаторов.

Типы оптических волокон. Моды в волноводах со ступенчатым и плавным изменением показателя преломления. Виды дисперсии: межмодовая, внутримодовая и материальная. Механизмы потерь в световодах. Принципиальная схема оптической линии связи. Примеры практической реализации.

6. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Применение нанотехнологий при разработке и создании источников оптического излучения и фотоприемников. Волоконные лазеры, лазеры с накачкой фемтосекундными импульсами. Рамановские волоконные усилители излучения. Световоды с ненулевой смещенной дисперсией. Оптические линии связи со спектральным уплотнением информационных каналов (WDM-системы).

III. Учебно- методическое обеспечение дисциплины

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Носов Ю.Р. *Оптоэлектроника*. М., Радио и связь, 1989.
2. Розеншер Э., Винтер Б. *Оптоэлектроника*. – М.: Техносфера, 2004.
3. Ермаков О. *Прикладная оптоэлектроника*. – М.: Техносфера, 2004.
4. Фриман Р. *Волоконно-оптические системы связи*. – М.: Техносфера, 2003.

Дополнительная:

1. Гудмен Дж. *Введение в фурье-оптику*. М., Мир, 1970.
2. Парыгин В.Н., Балакший В.И. *Оптическая обработка информации*. М., изд. Моск. ун-та, 1987.
3. Балакший В.И., Парыгин В.Н., Чирков Л.Е. *Физические основы акустооптики*. М., Радио и связь, 1985.
4. Унгер Г.Г. *Оптическая связь*. М., Связь, 1979.
5. *Введение в интегральную оптику*. Под ред. М.К.Барноски. М., Мир, 1977.

Программу составил:

доктор физ.-мат. наук, профессор В.И.Балакший