

УДК 621.391

Глущенко А.Г., Глущенко Е.П., Жуков С.В.

Основы фотоники. Учебное пособие. – Самара.: ГОУВПО ПГУТИ, 2014. – 100 с.

Учебное пособие для студентов направления «Фотоника и оптоинформатика» включает расширенный курс лекций

(Аннотация дисциплины).

Рецензент:

Введение

Фотоника — это наука о генерации, управлении и обнаружении фотонов, особенно в видимом и ближнем инфракрасном спектре, а также о их распространении на ультрафиолетовой (длина волны 10-380 нм), длинноволновой инфракрасной (длина волны 15-150 мкм) и сверхинфракрасной части спектра (например, 2-4 ТГц соответствует длине волны 75-150 мкм), где сегодня активно развиваются квантовые каскадные лазеры.

Фотоника также может быть охарактеризована как область физики и технологии, связанная с излучением, детектированием, поведением, последствиями существования и уничтожения фотонов. Это означает, что фотоника занимается контролем и преобразованием оптических сигналов и имеет широкое поле для своего применения: от передачи информации через оптические волокна до создания новых сенсоров, которые модулируют световые сигналы в соответствии с малейшими изменениями окружающей среды.

Некоторые источники отмечают, что термин «оптика» постепенно заменяется новым обобщённым названием — «фотоника».

Фотоника покрывает широкий спектр оптических, электрооптических и оптоэлектронных устройств и их разнообразных применений. Коренные области исследований фотоники включают волоконную и интегральную оптику, в том числе нелинейную оптику, физику и технологию полупроводниковых соединений, полупроводниковые лазеры, оптоэлектронные устройства, высокоскоростные электронные устройства.

Междисциплинарные направления

Благодаря высокой мировой научной и технической активности и огромной востребованности новых результатов внутри фотоники возникают новые и новые междисциплинарные направления:

Микроволновая фотоника изучает взаимодействие между оптическим сигналом и высокочастотным (больше 1 ГГц) электрическим сигналом. Эта область включает основы оптико-микроволнового взаимодействия, работу фотонных устройств при СВЧ, фотонный контроль СВЧ устройств, линий высокочастотной передачи и использование фотоники для выполнения различных функций в микроволновых схемах

Компьютерная фотоника объединяет современную физическую и квантовую оптику, математику и компьютерные технологии и находящуюся на этапе активного развития, когда становится возможным реализовать новые идеи, методы и технологии.

Оптоинформатика — область науки и техники, связанная с исследованием, созданием и эксплуатацией новых материалов, технологий и устройств для передачи, приёма, обработки, хранения и отображение информации на основе оптических технологий.

Связь фотоники с другими областями наук

Классическая оптика. Фотоника близко связана с оптикой. Однако оптика предшествовала открытию квантования света (когда фотоэлектрический эффект был объяснен Альбертом Эйнштейном в 1905 г.). Инструменты оптики — пре-

ломляющая линза, отражающее зеркало, и различные оптические узлы, которые были известны задолго до 1900 г. При этом ключевые принципы классической оптики, такие как правило Гюйгенса, Уравнения Максвелла, и выравнивание световой волны не зависят от квантовых свойств света, и используются как в оптике, так и в фотонике.

Современная оптика Термин «Фотоника» в этой области приблизительно синонимичен с терминами «Квантовая оптика», «Квантовая электроника», «Электрооптика», и «Оптоэлектроника». Однако каждый термин используется различными научными обществами с разными дополнительными значениями: например, термин «квантовая оптика» часто обозначает фундаментальное исследование, тогда как термин «Фотоника» часто обозначает прикладное исследование.

Термин «Фотоника» в области современной оптики наиболее часто обозначает:

Партикулярные свойства света

Возможность создания фотонных технологий обработки сигналов

Аналогия к термину «Электроника».

История фотоники

Фотоника как область науки началась в 1960 г. с изобретением лазера, а также с изобретения лазерного диода в 1970-х с последующим развитием оптоволоконных систем связи как средств передачи информации, использующих световые методы. Эти изобретения сформировали базис для революции телекоммуникаций в конце XX-го века, и послужили подспорьем для развития Интернета.

Исторически, начало употребления в научном сообществе термина «фотоника» связано с выходом в свет в 1967 г. книги академика А. Н. Теренина «Фотоника молекул красителей». Тремя годами раньше по его инициативе на физическом факультете ЛГУ была создана кафедра биомолекулярной и фотонной физики, которая с 1970 г. называется кафедрой фотоники.

А. Н. Теренин определил фотонику как «совокупность взаимосвязанных фотофизических и фотохимических процессов». В мировой науке получило распространение более позднее и более широкое определение фотоники, как раздела науки, изучающего системы, в которых носителями информации являются фотоны. В этом смысле термин «фотоника» впервые прозвучал на 9-ом Международном конгрессе по скоростной фотографии.

Термин «Фотоника» начал широко употребляться в 1980-х в связи с началом широкого использования оптоволоконной передачи электронных данных телекоммуникационными сетевыми провайдерами (хотя в узком употреблении оптоволокно использовалось и ранее). Использование термина было подтверждено, когда сообщество IEEE установило архивный доклад с названием «Photonics Technology Letters» в конце 1980-х.

В течение с этого периода приблизительно до 2001 г., фотоника как область науки была в значительной степени сконцентрирована на телекоммуни-

кациях. С 2001 г. года термин «Фотоника» также охватывает огромную область наук и технологий, в том числе:

- лазерное производство,
- биологические и химические исследования,
- медицинская диагностика и терапия,
- технология показа и проекции,
- оптическое вычисление.

Оптоинформатика

Оптоинформатика — это область фотоники, в которой создаются новые технологии передачи, приёма, обработки, хранения и отображения информации на основе фотонов. По существу, без оптоинформатики немыслим современный Интернет.

К перспективным примерам систем оптоинформатики можно отнести:

- Оптические телекоммуникационные системы со скоростью передачи данных до 40 терабит в секунду по одному каналу;

- оптические голографические запоминающие устройства сверхбольшой емкости до 1,5 терабайт на диск стандартных размеров;

- многопроцессорные компьютеры с оптической межпроцессорной связью;

- оптический компьютер, в котором свет управляет светом. Максимальная тактовая частота такого компьютера может составлять 10^{12} — 10^{14} Гц, что на 3-5 порядков выше существующих электронных аналогов;

- фотонные кристаллы — новые искусственные кристаллы, имеющие гигантскую дисперсию и рекордно низкие оптические потери (0.001 дБ/км).