

**МФК "Современные компьютеры и интернет: могут ли они работать со  
"скоростью" света?"**

**"Modern computers and internet: can they work with the "speed" of light?"**

**К.ф.-м.н, Старший научный сотрудник И.Р. Прудников**

**(24 часа, зачет)**

**Аннотация**

В рамках представленного курса в простой и доступной форме обсуждаются идея и возможности создания компьютера, в котором для передачи сигналов используется свет, а не электрический ток. Какой выигрыш и преимущество в быстродействии и энергопотреблении дает использование света? Какие современные оптические материалы, созданные при помощи современных нанотехнологий, имеют перспективу использования для создания нового типа компьютеров? Какие успехи на пути создания нового типа компьютеров достигнуты к настоящему времени? Развернутое обсуждение этих вопросов дается в цикле лекций.

**1. Введение.**

Идея оптического процессора и оптического компьютера. Что такое оптический компьютер: зачем он нужен и его возможные преимущества по сравнению с современными компьютерами, использующими полупроводниковые (интегральные) микросхемы. Как претворить в жизнь идею оптического компьютера и что для этого потребуется?

**2. История развития электронной вычислительной техники.**

Электронно-вычислительные машины (ЭВМ) -предшественники современных портативных персональных компьютеров. Первые универсальные ЭВМ в 1946, 1951 годах. Их размеры, скорость, с которой производились вычисления, мощность, которую они потребляли. Задачи, которые решались при помощи первых ЭВМ.

**3. Что такое полупроводниковый транзистор и почему его создатели получили Нобелевскую премию по физике.**

Почему появление полупроводникового транзистора в 1948 году кардинально повлияло на размеры ЭВМ их быстродействие и потребляемую ими мощность. Нобелевская премия по физике 1956 года за создание полупроводникового транзистора: физики Дж. Бардин, У.Х. Браттейн и У.Б. Шокли.

**4. Транзистор и интегральная микросхема: основные компоненты современных компьютеров.**

Идея интегральной микросхемы, выдвинутая Р. Нойсом и Дж. Килби в 1958 году. Почему эта идея оказалась революционной и Дж. Килби получил в 2000 году Нобелевскую премию по физике ? Первая микросхема в 1958 году и современные микросхемы: как и почему уменьшались размеры и увеличивалось быстродействие компьютеров.

**5. Современные микросхемы и современные нанотехнологии.**

Современные нанотехнологии: как они используются для создания микросхем. До какого предела можно уменьшать размеры современных компьютеров и увеличивать их быстродействие ?

**6. Закон Мура.**

Эмпирический закон Мура и увеличение быстродействия компьютеров. Когда перестанет работать закон Мура: тенденции и различные обоснованные прогнозы. Последствия

прекращения закона Мура для полупроводниковой промышленности и компьютерной индустрии.

#### **7. Новый класс современных оптических материалов - фотонные кристаллы.**

Что такое фотонные кристаллы и как можно их использовать для создания оптических интегральных схем и оптических процессоров. Примеры фотонных кристаллов.

#### **8. Фотонная запрещенная зона.**

Эффект фотонной запрещенной зоны при отражении света от фотонного кристалла: качественное физическое объяснение явления и его возможные применения для управления оптическим сигналом.

#### **9. Как начиналась эпоха фотонных кристаллов.**

Первые фотонные кристаллы, созданные в конце 80х годов 20 века физиком Э. Яблоновичем, при помощи простых экспериментальных методов и подходов.

**10. Современные нанотехнологии и фотонные кристаллы.** Примеры современных нанотехнологий, на основе которых создаются фотонные кристаллы: краткий обзор.

**11. Фотонные кристаллы для создания оптического волокна.** Возможные преимущества волноводов на основе фотонных кристаллов по сравнению с традиционной современной волоконной оптикой, используемой для IP телефонии и интернета.

**12. Использование технологий нанофотоники для создания многоядерных портативных суперкомпьютеров.** На примере кремниевого оптического модулятора, созданного фирмой IBM: как можно передавать сигнал между ядрами процессора при помощи оптического сигнала и какой колоссальный выигрыш в быстродействии это дает. Перспективы кремниевой нанооптики и нанофотоники для создания многоядерных портативных суперкомпьютеров. Прогнозы и оценки инженеров и физиков.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое интегральная микросхема?
2. Когда и кем была создана первая интегральная микросхема?
3. Эволюция полупроводниковой интегральной схемы с точки зрения степени интеграции.
4. Ограничения на скорость передачи сигнала между различными элементами современной интегральной схемы.
5. Примеры современных технологий для создания полупроводниковых интегральных схем.
6. Возможности современных полупроводниковых технологий, используемых для изготовления полупроводниковых интегральных схем.
7. Достижения современных полупроводниковых компьютерных технологий (технологических процессов).
8. Закон Мура.
9. Прекращение закона Мура: прогнозы и последствия.

10. В чем заключаются потенциальные преимущества оптической интегральной схемы перед "традиционной" полупроводниковой интегральной схемой?
11. Что такое фотонные кристаллы?
12. Примеры фотонных кристаллов.
13. Что такое фотонная запрещенная зона?
14. Почему при отражении света от фотонного кристалла наблюдается эффект фотонной запрещенной зоны?
15. Как можно использовать фотонные кристаллы для управления оптическими сигналами?
16. Примеры нанотехнологий, которые используются для создания фотонных кристаллов.
17. Зачем нужны волноводы на основе фотонных кристаллов?
18. Оптическое волокно на основе фотонного кристалла.
19. Принцип работы кремниевого оптического модулятора для передачи данных между ядрами процессора.
20. Скорость передачи данных при помощи кремниевого оптического модулятора.
21. Перспективы кремниевой нанооптики и нанофотоники для создания многоядерных портативных суперкомпьютеров.