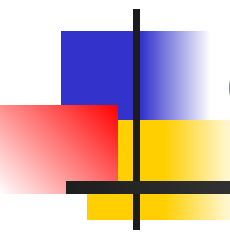


# Виды памяти, вытесняющие статическую память



---



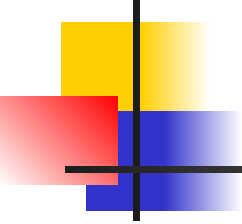
# Вступление

---

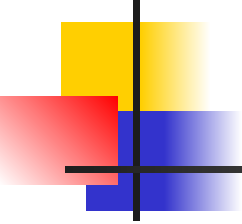
- Память для вычислительных систем существует, и мировой годовой объем рынка составляет десятки миллиардов долларов.  
Know-how заключается в новом принципе управления выборкой информации из накопителя памяти, построенного на ферромагнитных элементах. Реализация этого предложения означает следующее:
  - Становится возможным создание устройств памяти, в том числе оперативной, которые по своим основным эксплуатационным характеристикам – емкость, быстродействие – значительно лучше современных аналогов (см. пример в конце данного материала),
  - Новые устройства памяти будут обладать дополнительными преимуществами, а именно, способностью работать в диапазоне низких значений – единицы вольт - напряжения питания, нетребовательностью к постоянству параметров запоминающего материала, повышенной стойкостью к ионизирующим излучениям,
  - Новые устройства памяти будут значительно дешевле в расчете на один бит информации,
  - Новые устройства памяти используют существующие, хорошо отработанные технологии в микроэлектронике и не требуют длительной и дорогостоящей научно-исследовательской и опытно-конструкторской фазы разработки.
  - Становится принципиально возможным совмещение логических функций и функций памяти на одном кристалле, т.е. создание компьютеров с концептуально иной, чем сейчас, архитектурой.

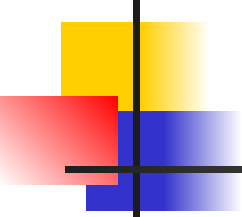
# Нетрадиционный подход в разработке памяти с произвольной выборкой

- Быстродействие ЗУ приближается к скорости переключения магнитного элемента и ограничено только свойствами используемого магнитного материала. Минимальное время переключения запоминающего элемента в матрице ЗУ на, например, плоских плёнках составляет 1нс и менее уже при существующих технологиях, что недостижимо для других ЗУ. Накопитель такого ЗУ не требует транзистора на каждый элемент памяти, как в существующих технологиях. Он состоит исключительно из координатных шин и магнитного материала, поэтому долговечен и по отношению к сроку службы ничего не стоит

- 
- 
- Ёмкость ОЗУ определяется размерами запоминающего элемента . Следовательно, ёмкость данного ЗУ может быть больше ёмкости динамического ЗУ.

В качестве элементов памяти ЗУ используется магнитный материал (например, магнитная плёнка), который хранит информацию без потребления энергии. Следовательно, запись (считывание) информации происходит в импульсном режиме - двумя полуточками соответствующей полярности. Энергия тратится только на формирование токов выборки. Из сказанного выше следует, что чем меньше энергозатратность элемента, тем меньше потребляемая мощность накопителя.

- 
- 
- Кроме того, используемое решение позволило:
    - решить известную проблему зависимости быстродействия запоминающего устройства от его ёмкости;
    - снизить напряжение питания до любого необходимого уровня, требуемого для питания логики управления;
    - существенно снизить мощность потребления;
    - исключить потери информации при отключении источника питания или выходе из строя одного или более формирователей выборки;
    - многократно снизить уровень дельта-помех от полувыбранных запоминающих элементов;
    - расширить функциональные возможности запоминающего устройства до уровня, позволяющего исключить процессор из состава ЭВМ;
    - использовать аналоговые свойства запоминающего элемента для записи, хранения и считывания многоразрядных чисел;
    - исключить считывающие обмотки из состава запоминающего устройства и использовать резистивный эффект от переключения запоминающего элемента.

- 
- 
- Предложенный принцип работы не изменяет технологии изготовления матрицы запоминающего устройства. В связи с тем, что ЗУ одноразрядное, для записи информации не нужно обнуление: запись "0" – отрицательная полярность тока выборки запись "1" – положительная полярность тока выборки. В момент записи может производиться считывание информации по тому же адресу. Появление импульса на выходе усилителя воспроизведения говорит о том, что считываемая информация противоположна записываемой. Таким образом, на выходе усилителя воспроизведения при обращении к ЗУ реализуется логическая операция неравнозначности без потери информации (записываемая и считываемая информации меняются местами). Практически это позволяет, при построении памяти из одноразрядных ЗУ, производить всю обработку информации – логическую, арифметическую и ассоциативную - без процессора.

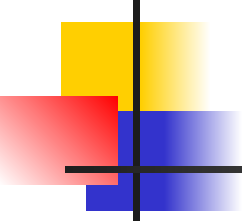
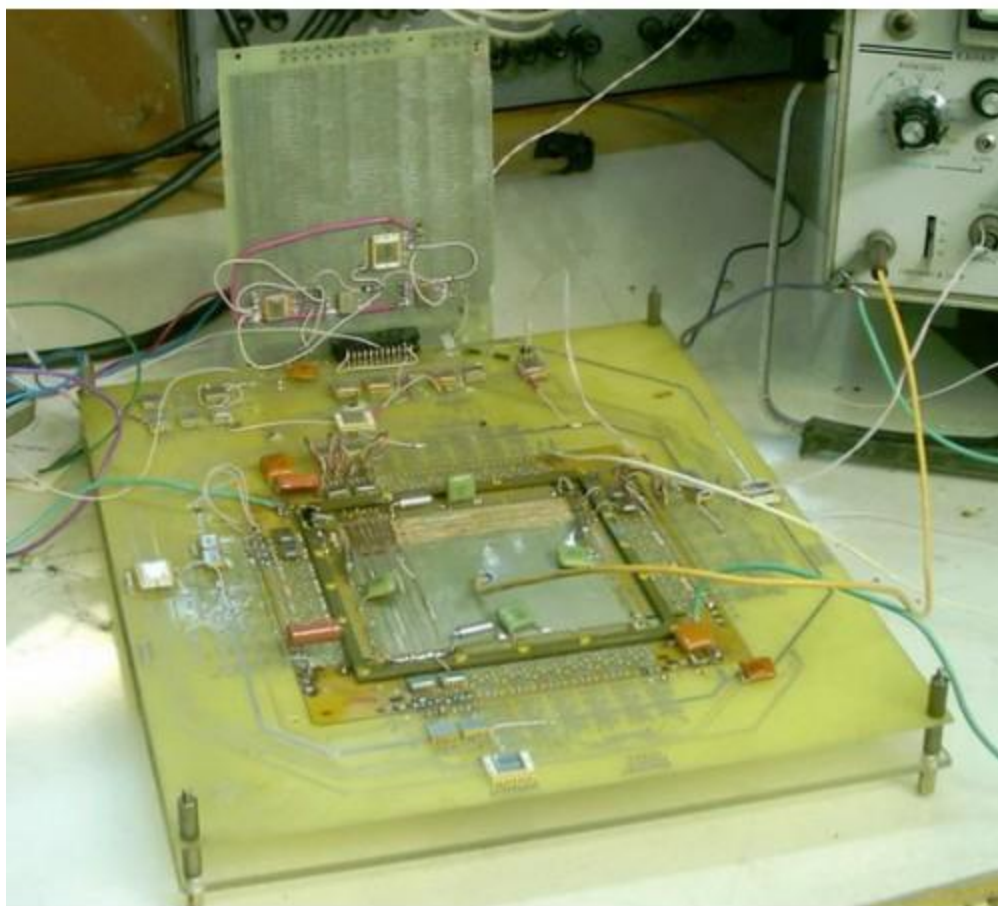
- 
- 
- Функциональные схемы и способ организации матрицы запоминающих элементов предлагаемого и традиционного ЗУ эквивалентны и представлены на Рис.1.  
Запоминающая матрица  $n \times n$  (накопитель)

Рис.1 Функциональная схема

В экспериментах используется одноразрядное ЗУ на магнитных сердечниках ёмкостью 256 бит, состоящее из двух устройств выборки (X,Y) и запоминающей матрицы (накопителя). Каждый сердечник прошит двумя ортогональными обмотками и выходной обмоткой, проходящей сквозь все сердечники (Рис.1). Для традиционного и нового ЗУ используется один и тот же накопитель. Общий вид реально работающих экспериментального стенда и образца новой магнитной памяти представлены на фото 1.

# Вид магнитной памяти





# Структура памяти

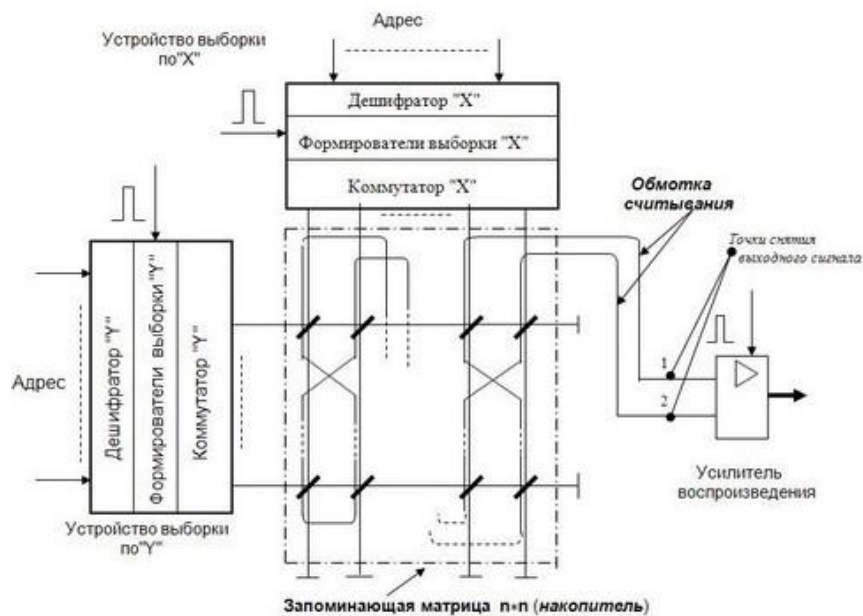
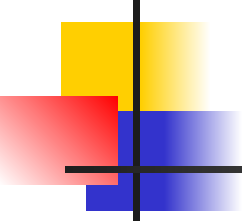


Рис.1 Функциональная схема

# Intel выпустила убицу флеш-памяти

- 
- Компании Intel и STMicroelectronics отправили партнерам прототипы новой памяти PRAM. Устройство под кодовым названием Alverstone обеспечивает большую скорость чтения и записи данных, чем обычная флеш-память при пониженном энергопотреблении и потенциально меньшей стоимости за мегабайт.
  - Кроме того, число циклов чтения-записи, которая может выдержать PRAM, в 1000 раз превышает показатели флеш-памяти, отмечает The Inquirer. Разработчики называют технологию, на которой построен Alverstone, самым значительным прорывом в отрасли за 40 лет.
  - Новый вид памяти разрабатывался двумя компаниями с 2003 года. В 2004 году разработчики представили восьмимегабитные массивы памяти с размером элемента, не превышающим 180 нанометров.
  - В 2006 году Alverstone перешел на 90-нанометровый технологический процесс, а объем памяти устройства достиг 128 мегабит. Именно этот вариант Alverstone и был разослан партнерам.
  - В 2007 году общий объем рынка памяти составил около 61 миллиарда долларов.

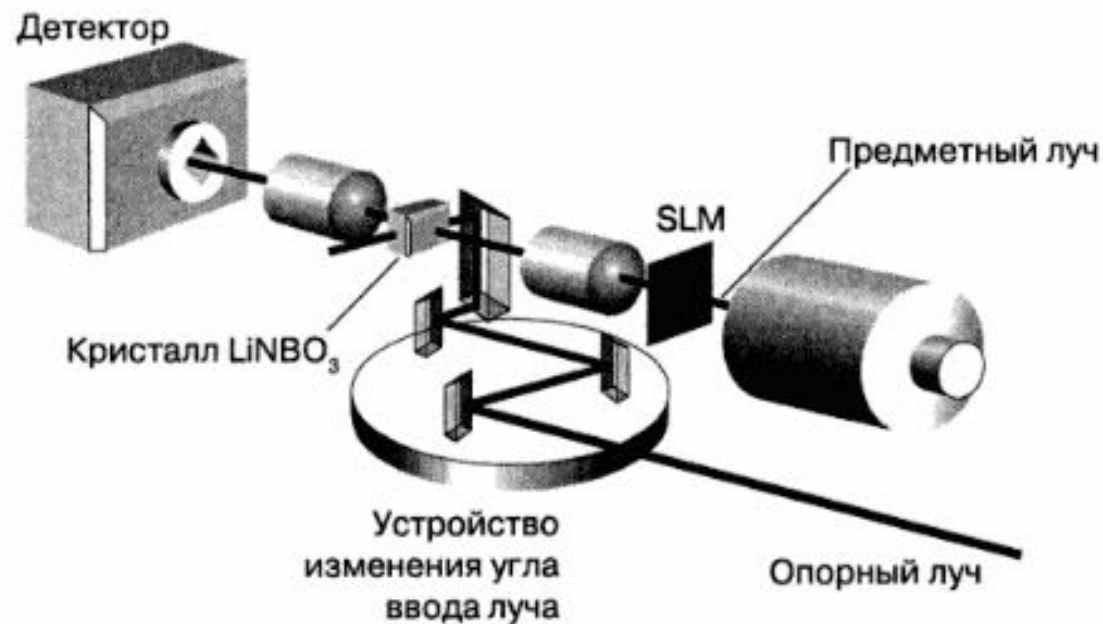
# PRAM память



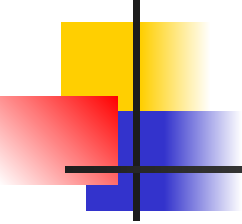
# Голографическая память

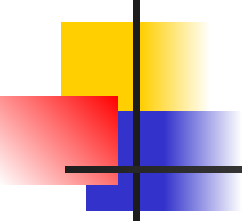
- Широкие перспективы в этом плане открывает технология оптической записи, известная как голография: она позволяет обеспечить очень высокую плотность записи при сохранении максимальной скорости доступа к данным. Это достигается за счет того, что голографический образ (голограмма) кодируется в один большой блок данных, который записывается всего за одно обращение. А когда происходит чтение, этот блок целиком извлекается из памяти. Для чтения или записи блоков голографически хранимых на светочувствительном материале (за основной материал принят ниобат лития,  $\text{LiNbO}_3$ ) данных ("страниц") используются лазеры. А если учесть, что такая запоминающая система не имеет движущихся частей, и доступ к страницам данных осуществляется параллельно, можно ожидать, что устройство будет характеризоваться плотностью в  $1\text{GB}/\text{см}^3$  и даже выше.

# Голографическая память



- 
- 
- программа PRISM (Photorefractive Information Storage Material), целью которой является поиск подходящих светочувствительных материалов для хранения голограмм и исследование их запоминающих свойств. Вторая научно-исследовательская программа - HDSS (Holographic Data Storage System). На начальном этапе в этом устройстве происходит разделение луча сине-зеленого аргонового лазера на две составляющие - опорный и предметный лучи (последний является носителем самих данных). Предметный луч подвергается расфокусировке, чтобы он мог полностью освещать пространственный световой модулятор (SLM - Spatial Light Modulator), который представляет собой просто жидкокристаллическую (LCD) панель, на которой страница данных отображается в виде матрицы, состоящей из светлых и темных пикселей (двоичные данные).
  - Оба луча направляются внутрь светочувствительного кристалла, где и происходит их взаимодействие. В результате этого взаимодействия образуется интерференционная картина, которая и является основой голограммы и запоминается в виде набора вариаций показателя преломления или коэффициента отражения внутри этого кристалла. При чтении данных кристалл освещается опорным лучом, который, взаимодействуя с хранимой в кристалле интерференционной картиной, воспроизводит записанную страницу в виде

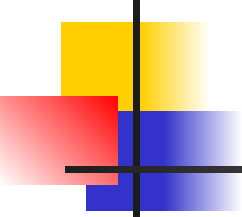
- 
- образа "шахматной доски" из светлых и темных пикселей (голограмма преобразует опорную волну в копию предметной). Затем этот образ направляется в матричный детектор, основой для которого служит прибор с зарядовой связью (CCD - Charge-Coupled Device или ПЗС), захватывающее всю страницу данных. При чтении данных опорный луч должен падать на кристалл под тем же самым углом, при котором производилась запись этих данных, и допускается изменение этого угла не более чем на градус. Это позволяет получить высокую плотность данных: изменяя угол опорного луча или его частоту, можно записать дополнительные страницы данных в том же самом кристалле. Большинство исследований в области голографии проводились с использованием фотореактивных материалов (главным образом, упоминавшегося выше ниобата лития), однако если они годятся для записи голографических изображений ювелирных украшений, то этого никак нельзя сказать в отношении записи информации

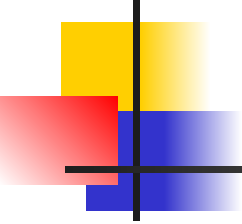
- 
- 
- Поэтому был разработан новый класс фотополимерных материалов, обладающих неплохими перспективами с точки зрения коммерческого применения. Фотополимеры представляют собой вещества, в которых под действием света происходят необратимые изменения, выражающиеся во флуктуациях состава и плотности. Так, для голографической памяти не годятся светодиоды на базе полупроводниковых лазеров, применяемые в традиционных оптических устройствах, поскольку они обладают недостаточной мощностью, дают пучок с высокой расходимостью и, наконец, полупроводниковый лазер, генерируемый излучение в среднем диапазоне видимой области спектра, получить очень сложно. Здесь же необходим мощный лазер, дающий как можно более параллельный пучок. Итак, преимуществ у новой технологии более чем достаточно: кроме того, что информация сохраняется и считывается параллельно, можно достичь очень высокой скорости передачи данных и, в отдельных случаях, высокой скорости произвольного доступа.



# Молекулярная память

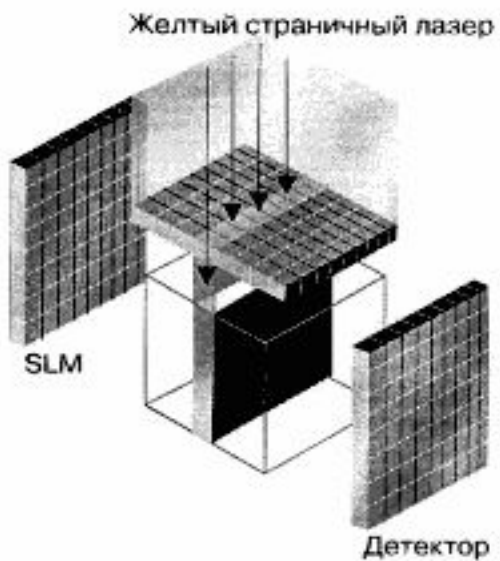
- Группа исследователей центра "W.M. Keck Center for Molecular Electronic" под руководством профессора Роберта Р. Бирга (Robert R. Birge) уже относительно давно получила прототип подсистемы памяти, использующей для запоминания цифровые биты молекулы. Это - молекулы протеина, который называется бактериородопсин (bacteriorhodopsin). Он имеет пурпурный цвет, поглощает свет и присутствует в мембране микроорганизма, называемого *halobacterium halobium*. Этот микроорганизм "проживает" в соляных болотах, где температура может достигать +150 °С. Когда уровень содержания кислорода в окружающей среде настолько низок, что для получения энергии невозможно использовать дыхание (окисление), он для фотосинтеза использует протеин.

- 
- 
- Как показали исследования Бирга, bR-состояние (логическое значение бита "0") и Q-состояние (логическое значение бита "1") являются промежуточными состояниями молекулы и могут оставаться стабильными в течение многих лет. Это свойство, в частности, обеспечивающее удивительную стабильность протеина, и было приобретено эволюционным путем в борьбе за выживание в суровых условиях соляных болот. По оценкам Бирга, данные, записанные на бактериородопсинном запоминающем устройстве, должны сохраняться приблизительно пять лет. Другой важной особенностью бактериородопсина является то, что эти два состояния имеют заметно отличающиеся спектры поглощения. Это позволяет легко определить текущее состояние молекулы с помощью лазера, настроенного на соответствующую частоту.

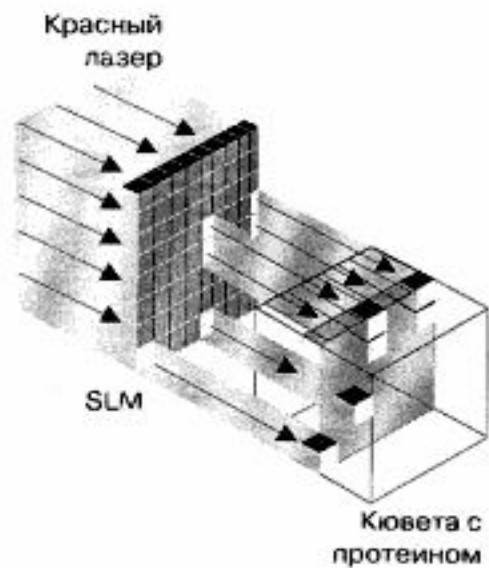
- 
- 
- Был построен прототип системы памяти, в котором бактсриородопсин запоминает данные в трехмерной матрице. Такая матрица представляет собой кювету (прозрачный сосуд), заполненную полиакридным гелем, в который помещен протеин. Кювета имеет продолговатую форму размером 1x1x2 дюйма. Протеин, который находится в bR-состоянии, фиксируется в пространстве при полимеризации геля. Кювету окружают батарея лазеров и детекторная матрица, построенная на базе прибора, использующего принцип зарядовой инжекции (CID - Charge Injection Device), которые служат для записи и чтения данных.



### 1. Стадия активизации страницы

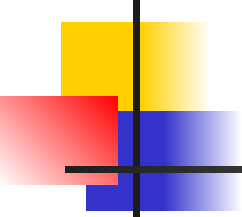


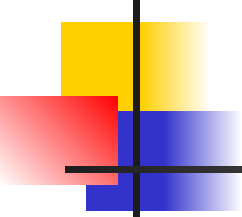
### 2. Стадия записи

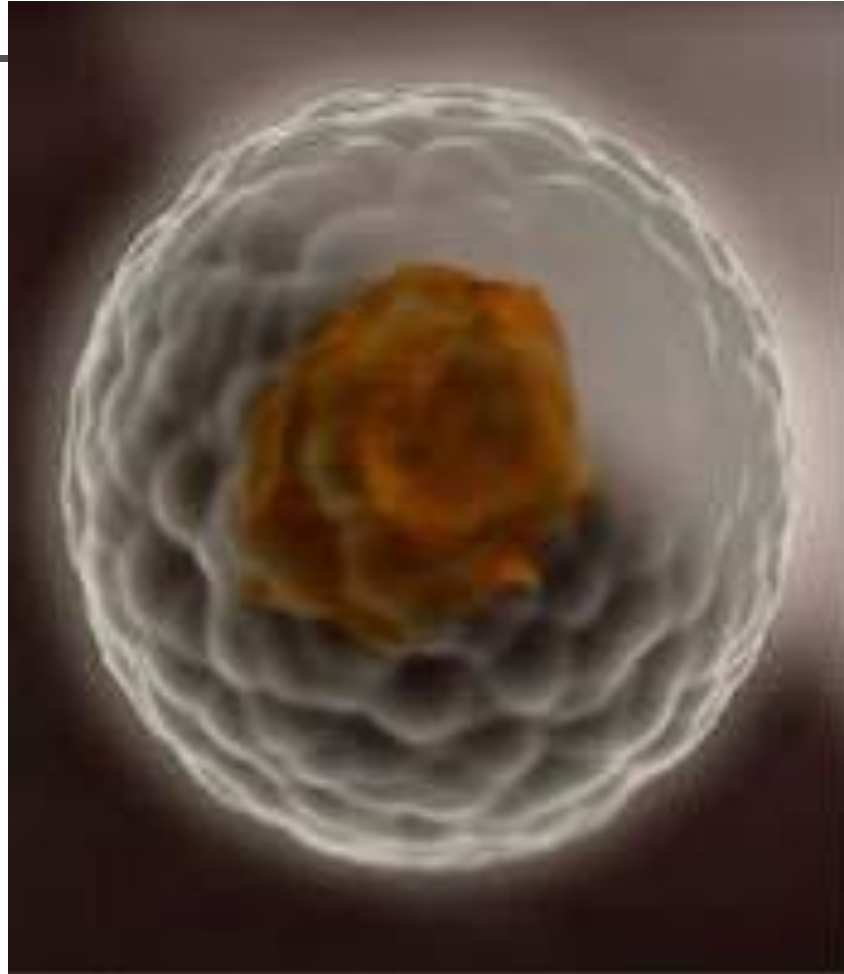
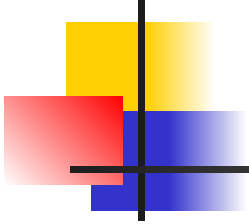


### 3. Стадия чтения



- 
- 
- При записи данных сначала надо зажечь желтый "страничный" лазер - для перевода молекул в Q-состояние. Для того, чтобы прочесть данные, надо опять зажечь страничный лазер, который переводит читаемую страницу в Q-состояние. Это делается для того, чтобы в дальнейшем, с помощью различия в спектрах поглощения, идентифицировать двоичные нули и единицы. Через 2ms после этого страница "окунается" в низкоинтенсивный световой поток красного лазера. Низкая интенсивность нужна для того, чтобы предупредить "перепрыгивание" молекул в Q-состояние. Для стирания данных достаточно короткого импульса синего лазера, чтобы вернуть молекулы из Q-состояния в исходное bR-состояние.

- 
- 
- **В** этом году компании Toshiba и Samsung удивили мир, начав производство 0.85-дюймовых жестких дисков с емкостью 4 ГБ. Но это ничто по сравнению с тем, над чем работает группа химиков из Университета Глазго. Эта команда разрабатывает нано-кластеры – группы молекул, которые на поверхности в 10000 раз меньше толщины человеческого волоса способны хранить большие объемы информации. Так, например 0.85-дюймовый носитель с такой технологией может достигать емкости до 40 терабайт, на который можно будет уместить до 10 миллионов музыкальных файлов, 8000 фильмов или, например Библиотеку Конгресса..;)



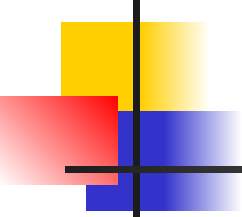


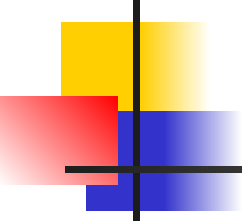
# Модуль памяти RIMM.

---

- Технология Direct Rambus DRAM предусматривает совершенно новый подход к построению архитектуры подсистемы памяти.
- Во-первых, разработан специальный интерфейс Rambus для подключения модулей памяти к контроллеру. Во-вторых, модули памяти соединены с контроллером специальными каналами с шириной шины данных 18 (16+2) бит и шины управления 8 бит. В третьих, разработаны новые модули памяти RIMM (Rambus InLine Memory Module).



- 
- 
- Каждый канал Rambus способен поддерживать до 32 банков и теоретически может работать на частоте до 800 МГц. К контроллеру можно подключить несколько каналов Rambus. Сам контроллер работает на частоте до 200 МГц, которая определяется уже частотой системной шины. Пока такие значения доступны только для систем на базе процессоров Athlon фирмы AMD.

- 
- 
- На практике начинают проявляться недостатки технологии Rambus, связанные с ее архитектурой. Например, если операция записи данных должна следовать за операцией чтения, контроллер вынужден генерировать задержку, величина которой зависит от физической длины проводников канала Rambus. Если канал короткий, задержка составит всего один такт (на частоте 400 МГц около 2,5 нс). В худшем случае, при максимально длинном канале, величина задержки достигает 12,5 нс. К этому следует прибавить задержки, генерируемые в самих циклах чтения/записи, поэтому общий итог выглядит уже не столь радужно даже в сравнении с модулями SDRAM.