

Молекулярные компьютеры

- Подготовил студент
- Группы А-13-08
- Алексан П.А.

- Преподаватель
- Шамаева О.Ю.

Предпосылки

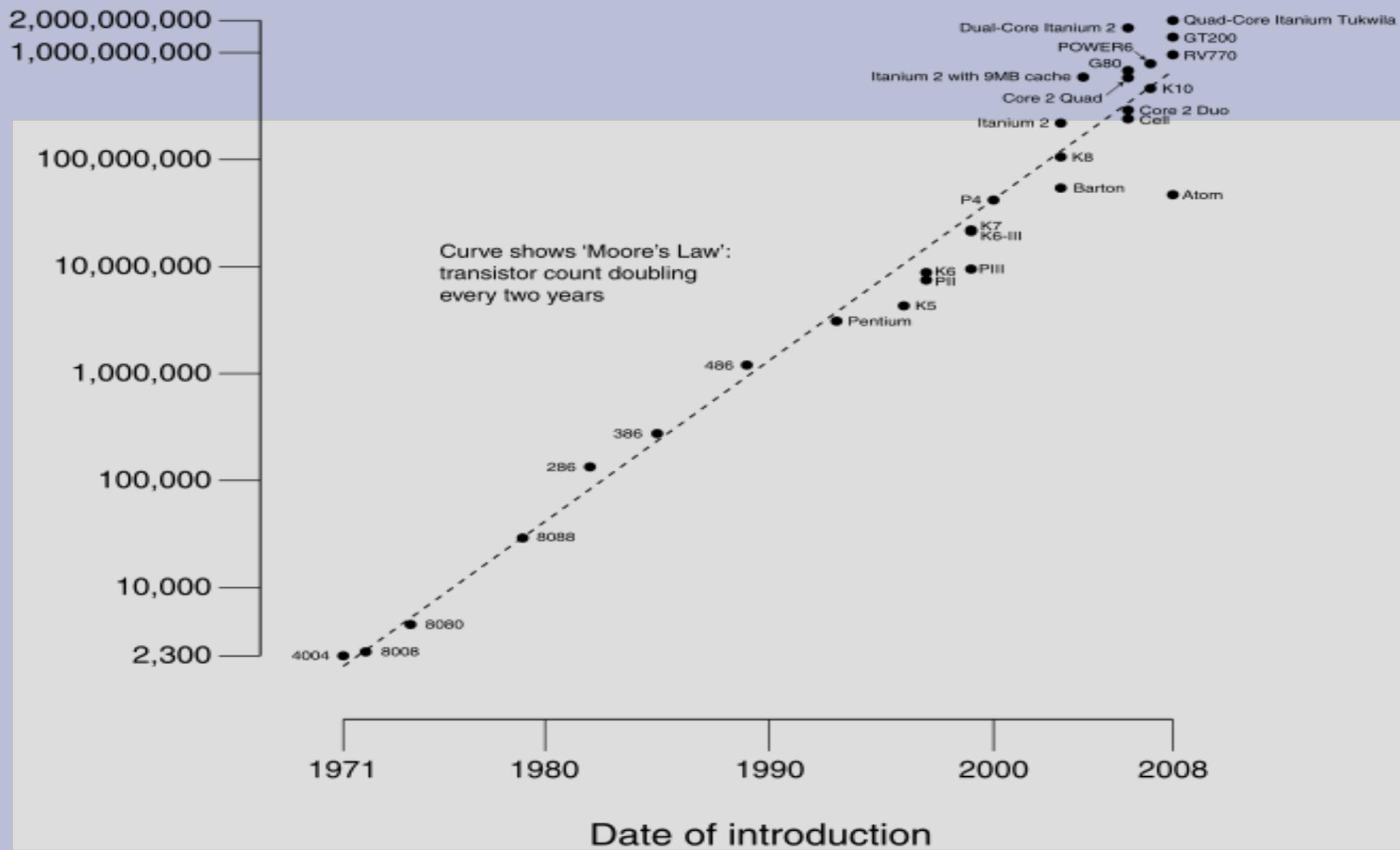
Стремительный прогресс в развитии компьютерной техники за последние десятилетия невольно заставляет задуматься о будущем компьютеров.

Останутся ли они прежними или изменятся до неузнаваемости? Сегодня много говорят о том, что традиционные полупроводниковые ЭВМ скоро себя исчерпают. Ожидается, что уже через 5–10 лет их вытеснят более мощные молекулярные, квантовые, биологические и другие весьма экзотические вычислительные устройства.

Уже более тридцати лет развитие компьютеров подчиняется эмпирическому закону, сформулированному Гордоном Муром в 1965 году, согласно которому плотность транзисторов на микросхеме будет ежегодно удваиваться. Правда со временем практика микроэлектронного устройства внесла в него небольшую поправку : сегодня считается, что удвоение числа транзисторов происходит каждые 18 месяцев. С каждым годом следовать “закону Мура” становится все труднее, поэтому его близкий конец предсказывался уже неоднократно.

CPU Transistor Counts 1971-2008 & Moore's Law

Transistor count



Введение

Впервые теория использования органической молекулы в качестве элементной базы микроэлектроники возникла в 1974 году, когда ведущие инженеры фирмы IBM А.Авирам и М.Ратнер предложили модель выпрямителя (диода), состоящего из одной органической молекулы. Две половинки этой молекулы обладают противоположными свойствами по отношению к электрону

: одна может только отдавать электрон (донор), а другая – только принимать (акцептор). Если поместить такую ассиметричную молекулу между двумя металлическими электродами, то вся система будет проводить ток только в одном направлении .

Следующим важным шагом в развитии молекулярной схемотехники стал отказ от простого копирования полупроводниковых схем с заменой в них обычных транзисторов на молекулярные. Дело в том, что существует множество как природных, так и синтезированных человеком молекул, которые сами по себе могут служить логическими элементами. Их разделяют на два типа.

К первому относятся молекулы, обладающие двумя устойчивыми состояниями, которым можно приписать значения “0” и “1”. Научившись переключать их из одного состояния в другое с помощью внешних воздействий, мы фактически получим уже готовый вентиль.

Молекулы второго типа содержат фрагменты, способные выполнять роль упомянутых выше управляющих группировок. Одна такая молекула может работать как логически активный элемент НЕ-И, НЕ-ИЛИ и т.д. На основе уникальных свойств органических молекул уже сегодня разработано множество вариантов схем для гипотетического молекулярного компьютера.

Преимущества

Производительность компьютера пропорциональна количеству транзисторов на единице площади интегральной схемы. На процессорном чипе современного компьютера расположено до ста миллионов транзисторов, и намного больше разместить уже вряд ли удастся, поскольку доведённые до совершенства технологии их производства достигли своего пика

Критический элемент кремниевого транзистора, из-за которого нельзя сделать его намного меньше, — толщина изолирующего слоя оксида кремния между затвором и проводящим слоем. Современные технологии уже позволяют сделать его толщиной 0,13 микрон (130 нм), что соответствует примерно 1/1000 толщины человеческого волоса. Несмотря на то что технологии производства изолирующего слоя оксида кремния совершенствуются и он становится тоньше, у него существует физический предел — не более 4–5 молекул (1,5–2 нм).

Современные компьютеры	Молекулярные компьютеры
Размер транзистора — до 100 nm	1–10
Транзисторов на 1 см² — до 10⁷	~10¹³ на 1 см²
Время отклика — < 10⁻⁹ с	До 10–15 с
Эффективность — 1	Эффективность — 10¹¹

Определение

Молекулярный компьютер - это устройство, в котором вместо кремниевых чипов, применяемых в современных компьютерах, работают молекулы и молекулярные ансамбли. В основе новой технологической эры лежат так называемые „интеллектуальные молекулы“. Такие молекулы (или молекулярные ансамбли) могут существовать в двух термодинамических устойчивых состояниях, каждое из которых имеет свои физические и химические свойства. Переводить молекулу из одного состояния в другое (переключать) можно с помощью света, тепла, химических агентов, электрического и магнитного поля и т.д. Фактически такие переключаемые бистабильные молекулы — это нано размерная двух битовая система, воспроизводящая на молекулярном уровне функцию классического транзистора.

Архитектура модели молекулярного компьютера

Архитектура каждого компьютера включает три основных элемента:

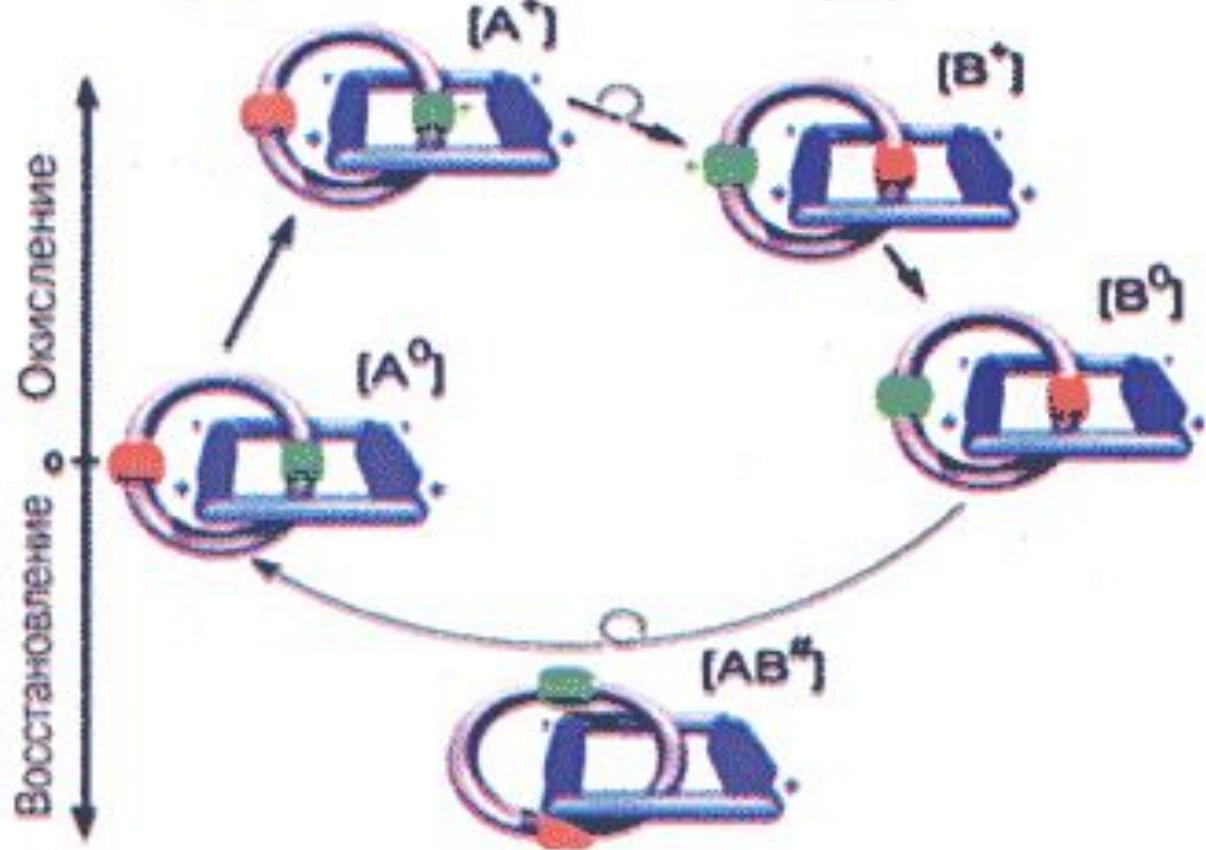
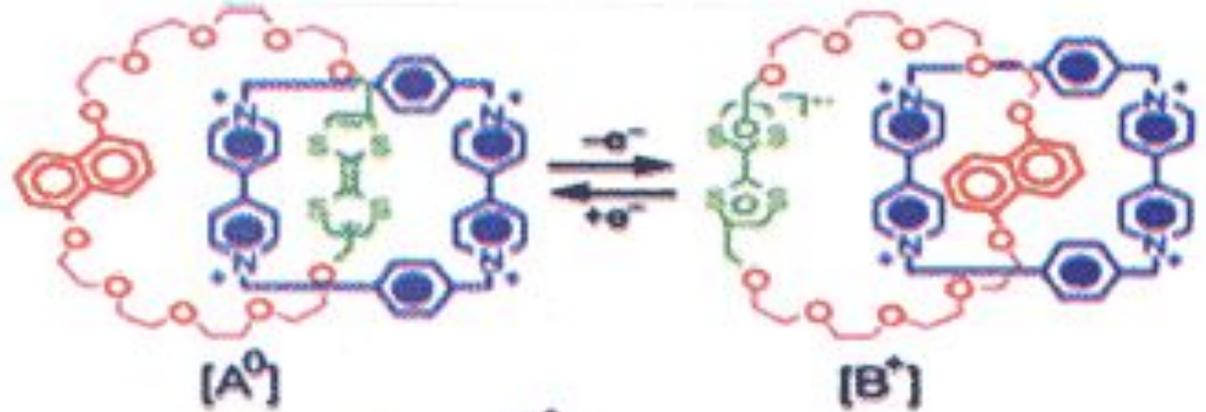
- Переключатели
- Память
- Соединяющие провода

Все элементы в молекулярных компьютерах будут отличаться от их же аналогов в нынешних вычислительных устройствах. Сейчас уже созданы многочисленные варианты всех основных составляющих компьютера будущего.

Переключатели

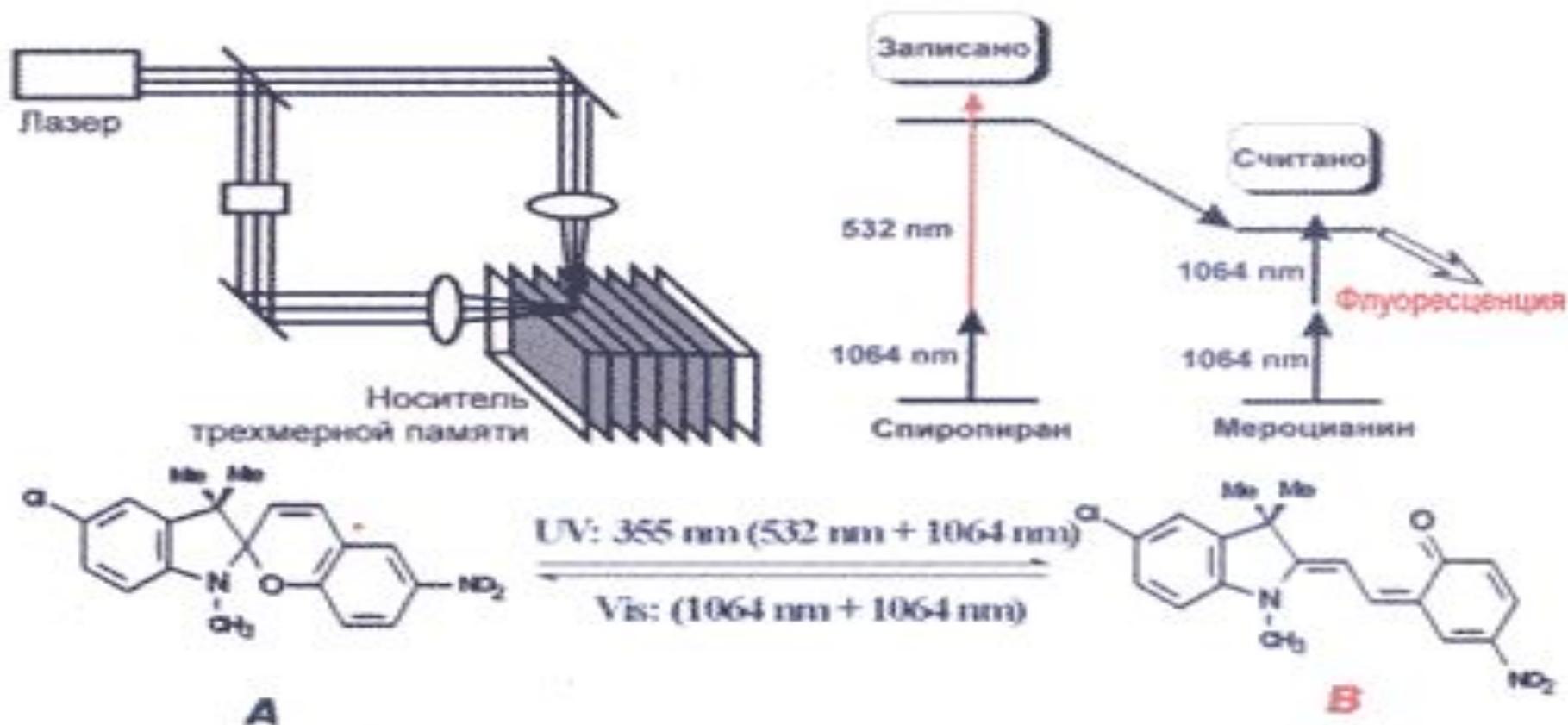
Бистабильные молекулы — переключатели будут управляться световыми и электрическими импульсами или электрохимическими реакциями.

Переключение происходит при воздействии электрического поля (+2 В; −2 В), а считывание — измерением сопротивления (0,1 В)



Трёхмерная память

Механизм трёхмерной (3D) молекулярной памяти

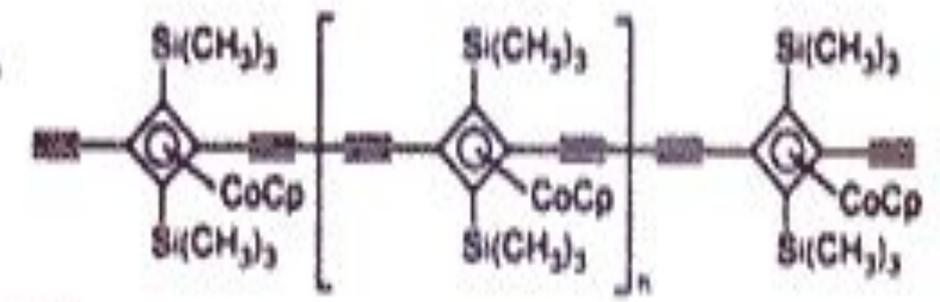
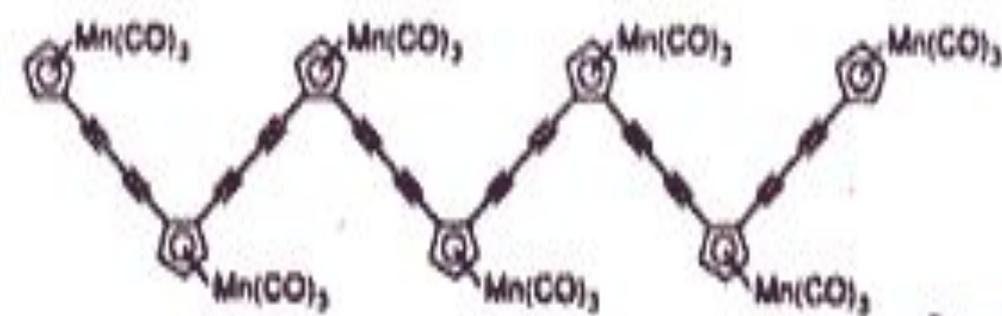
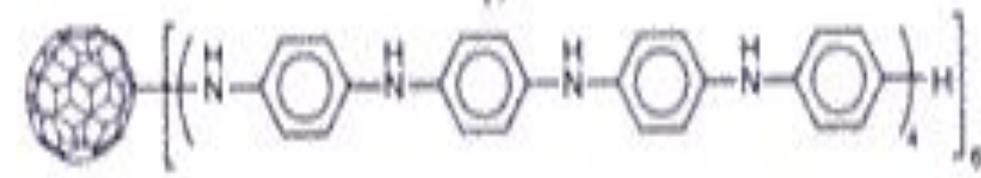
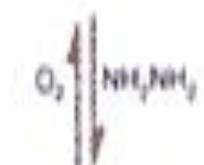
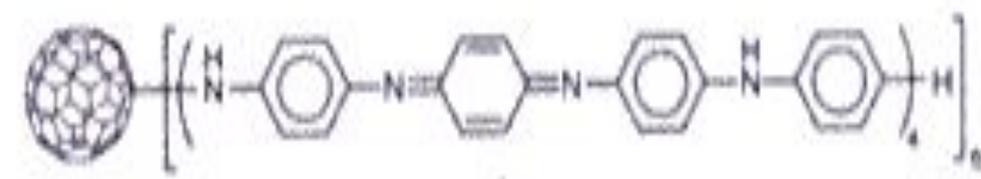
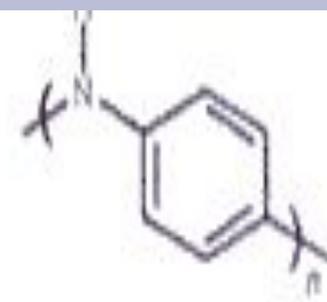
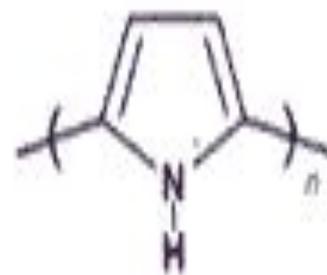


Память молекулярного компьютера будет основана на тех же принципах, что и переключатели, в её основе — бистабильные молекулярные структуры и их же превращения. Конечно, для различных типов памяти потребуются различные характеристики этих превращений, а чтобы обеспечить долгое хранение записанной информации, будут нужны системы с большим временем жизни изомера .

Учёные предполагают, что в молекулярных компьютерах можно будет записывать оптическую информацию не только на поверхности активной среды, как это делается в настоящее время, а в полном объёме — то есть память станет трёхмерной. Если использовать для записи весь объём образца, то плотность записи на трёхмерном носителе с тем же источником света будет уже $6,5 \cdot 10^{12}$ бит/см³, на четыре порядка больше. Если же применять более жёсткое излучение, то объём записываемой информации увеличивается ещё на порядок.

Проводники

третий компонент молекулярных компьютеров — проводники, обеспечивающие сообщение между молекулярными транзисторами и молекулярными устройствами памяти. Дизайн проводников, также имеющих наноскопические размеры, учёные ведут по трём основным направлениям. Первое — это проводящие полимеры: допированный полиацетилен (Нобелевская премия 2000 года), политиофен, полианилин и др. Второе — различные органические проводники, которые обладают достаточно высокой проводимостью, до 10^2 - 10^3 с/м. Все они представляют собой длинные сопряжённые молекулы, в которых электрон переносится по цепи π -связей



$\text{Cp} = \eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$

Заключение

в последние годы наметился достаточно большой прогресс в разработке молекулярных компьютеров. Выработана общая концепция и архитектура предполагаемой модели молекулярного компьютера. Однако проблем еще очень и очень много. Одна из них — высокая стоимость исследования и разработки.

Сейчас же стоит отметить, что разработка молекулярного компьютера идет полным ходом, в то же время встречая на своем пути немало проблем.