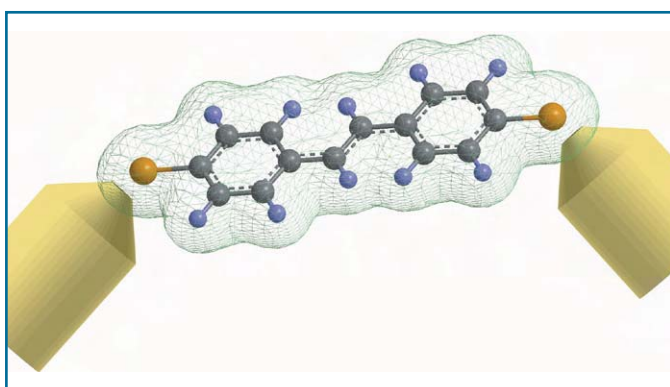


## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (Molecular electronics)

«Электрон неисчерпаем как и атом».

В.И. Ленин.

«Империализм и эмпириокритицизм»



Давно ли Вы обращали внимание на электрическую схему материнской платы Вашего компьютера? А ведь каждый ее компонент представляет собой сложное электронное устройство с размерами элементов не толще человеческого волоса. Тем не менее, современная электроника требует все большего и большего уменьшения их размеров. Уже сегодня производятся 100-нанометровые транзисторы, опробованы *одноэлектронные транзисторы* на основе отдельных *углеродных нанотрубок*, разработаны первые алгоритмы вычислений для *квантовых компьютеров*.

Каков же минимальный размер электронного элемента и возможно ли собрать его из отдельных атомов? Именно эти вопросы ставит перед собой молекулярная электроника, рассматривающая электронные устройства на основе отдельных молекул. Уже более 50 лет назад в органической химии появились первые «проводящие полимеры» имеющие сопряженную систему орбиталей на всей длине макромолекулы. Такой полимер представляет собой простейший проводник и может быть использован в качестве провода в мо-

лекулярной электронике. Аналогично, алкильная цепь будет проявлять резистивные свойства, а из двух акцепторных групп можно создать простейший конденсатор. Если же в отдельной молекуле реализуется энергетический барьер, аналогичный р-п-переходу в полупроводнике, то такая молекула будет проводить ток лишь в одну сторону, то есть являться простейшим диодом. Для создания же элементов логики на основе отдельных диодов нужно лишь научиться объединять их в функциональные сети. Интересно, что многие важные принципы молекулярной электроники, например, сборка сложных устройств из модулей, заимствованы из сходных областей науки – ком-

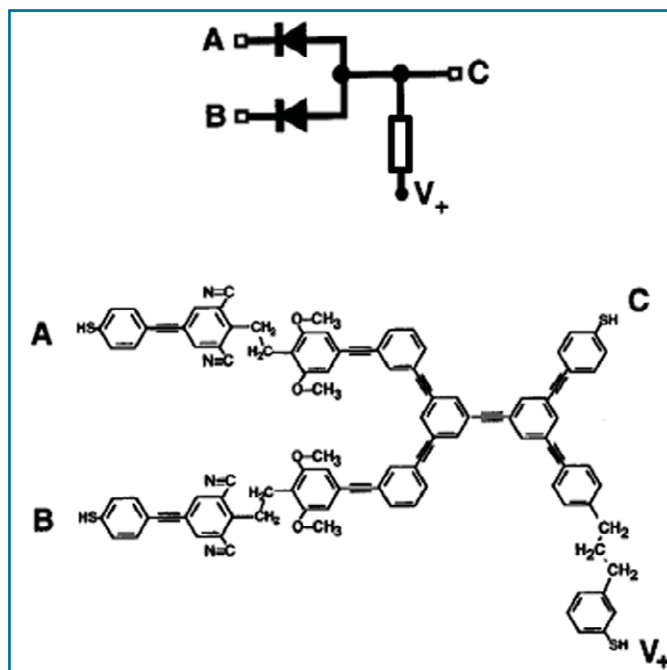


Рис. 2. Электрическая схема и молекулярный аналог логического элемента «И»

пьютерной архитектуры, полупроводниковых технологий и т.д. Так, на рис. 1 представлено схематическое изображение органической молекулы (теоретическая модель), которая может выступать в качестве логического элемента «И».

Изучение электрических свойств отдельных молекул связано с измерением их вольтамперных характеристик (ВАХ), которое и является одной из самых сложных задач на пути создания молекулярных электронных устройств. Наиболее просто проводить измерение *самособирающихся монослоев* на атомно-гладких поверхностях, а затем оценить ВАХ отдельной молекулы.

Однако, несмотря на огромные возможности и перспективы развития логических устройств на основе различных молекул безоблачное будущее

молекулярных компьютеров во многом омрачено рядом проблем, связанных как с необходимостью решения научных, так и чисто технологических проблем. К их числу относятся проблема комбинирования устройств на молекулярном уровне без изменения их индивидуальных электрических свойств, проблема синтеза сложных органических молекул, получение надежных токопроводящих контактов, рассеяние энергии электронов на колебательные и другие моды, приводящие к движению молекул, ну и конечно, проблема охлаждения молекулярных компьютеров.

Вопросы, требующие решения, отнюдь не ограничиваются этим списком. Появятся ли молекулярные компьютеры – время покажет.

#### Литература:

1. Aviram A., Ratner M.A. Molecular Rectifiers. Chem. Phys. Lett. 1974. Vol. 29. P. 277.
2. Ellenbogen J.C., Love J.Ch. Architectures for Molecular Electronic Computers: 1. Logic Structures and an Adder Designed from Molecular Electronic Diodes, Proceedings of the IEEE. 2000. Vol. 88. №3. P. 386–426.