

image not found or type unknown



Одной из альтернатив современной полупроводниковой технике стали биологические компьютеры, или биокомпьютеры.

Биокомпьютеры представляют собой гибрид информационных технологий и биохимии. Исследователи из различных областей науки (биологии, физики, химии, генетики, информатики) пытаются использовать реальные биологические процессы для создания искусственных вычислительных схем.

Разработано несколько типов биокомпьютеров, которые базируются на разных биологических процессах. Это, в первую очередь ДНК - (рис. 1) и клеточные (рис. 2) биокомпьютеры.

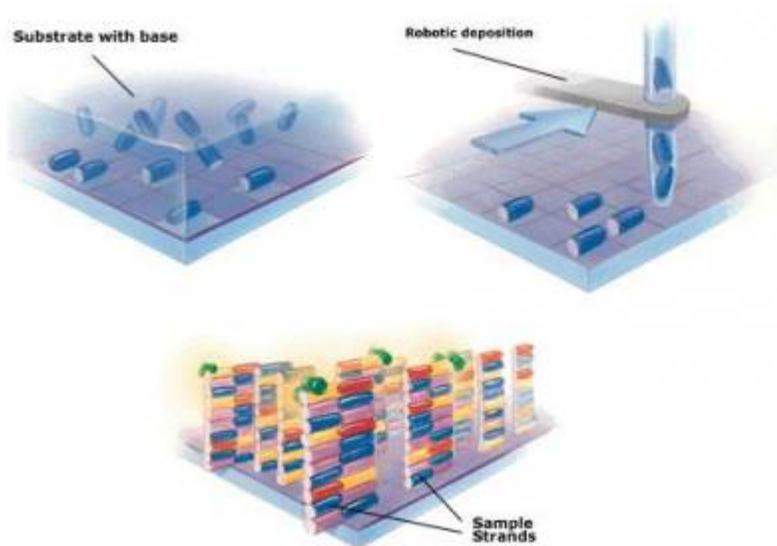


Рис 1. «Схема ДНК-компьютера»

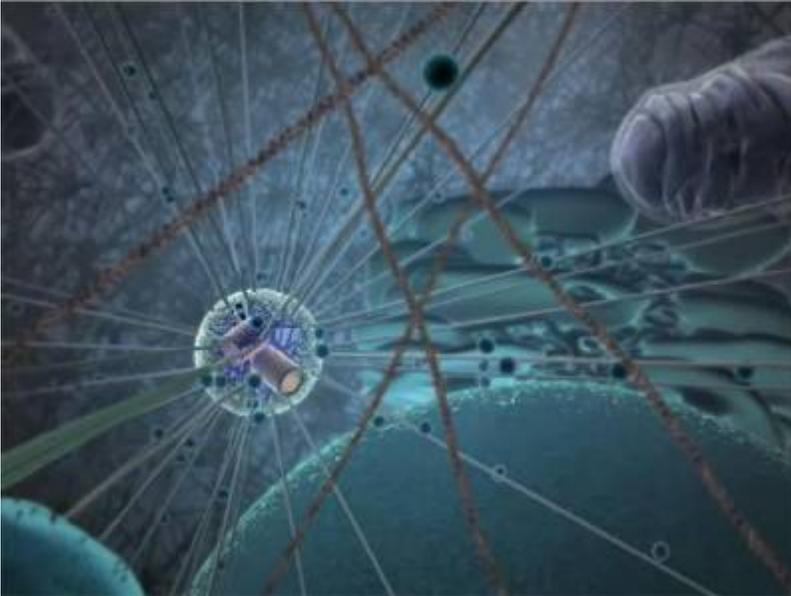


Рис 2. «Клетка как компьютер»

Биокомпьютер — компьютер, который функционирует как живой организм или содержит биологические компоненты. Создание биокомпьютеров (рис. 3) основывается на направлении молекулярных вычислений. В качестве вычислительных элементов используются белки и нуклеиновые кислоты, реагирующие друг с другом.

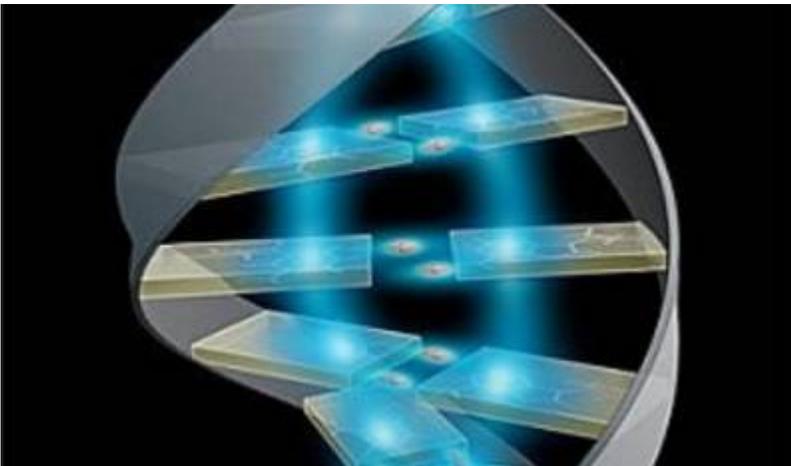


Рис 3. «Модель биокомпьютера»

Потенциал биокомпьютеров очень велик. По сравнению с обычными вычислительными устройствами они имеют ряд уникальных особенностей.

Во-первых, они используют не бинарный, а тернарный код (так как информация в них кодируется тройками нуклеотидов).

Во-вторых, поскольку вычисления производятся путем одновременного вступления в реакцию триллионов молекул ДНК, они могут выполнять до  $10^{14}$  операций в

секунду (правда, извлечение результатов вычислений предусматривает несколько этапов очень тщательного биохимического анализа и осуществляется гораздо медленнее). В-третьих, вычислительные устройства на основе ДНК хранят данные с плотностью, в триллионы раз превышающей показатели оптических дисков. И наконец, ДНК-компьютеры имеют исключительно низкое энергопотребление.

Однако в разработке биокомпьютеров ученые столкнулись с целым рядом серьезных проблем.

Первая связана со считыванием результата - современные способы секвенирования (определения кодирующей последовательности) не совершенны: нельзя за один раз секвенировать цепочки длиной хотя бы в несколько тысяч оснований. Кроме того, это весьма дорогостоящая, сложная и трудоемкая операция.

Вторая проблема - ошибки в вычислениях. Для биологов точность в 1% при синтезе и секвенировании оснований считается очень хорошей. Для ИТ она неприемлема: решения задачи могут потеряться, когда молекулы просто прилипают к стенкам сосудов; нет гарантий, что не возникнут точечные мутации в ДНК, и т. п. И еще - ДНК с течением времени распадаются, и результаты вычислений исчезают на глазах! А клеточные компьютеры работают медленно, и их легко "сбить с толку". Но время не стоит на месте, и ученые решают эти и многие другие проблемы.

**Представим архитектуру самого простого биокомпьютера. Это ряд биологических сенсоров (датчиков), которые реагируют на внешнее воздействие. Остановимся на датчиках подробнее. Существует четыре вида датчиков, используемых в биокомпьютерах. Все они необходимы для того, чтобы снабдить компьютер органами чувств:**

**1. Химический. Аналог вкусовых рецепторов. Сродни языку, химические датчики способны улавливать состав того или иного вещества,**

**пропускаемого через фермент. Таким образом, можно без проблем определить, какой ингредиент будет добавлен в исследуемое вещество: сладкий или горький;**

**2. Оптический. Подобно глазам, белок может определить вид вещества и даже его форму. Это опять-таки фиксируется дальнейшими составляющими биомашины. Благодаря такой фиксации, компьютер реагирует на раздражение должным образом;**

**3. Механический датчик служит для осязательных рефлексов. Благодаря такому сенсору машина может двигаться и принимать какие-либо решения после срабатывания других датчиков;**

**4. Электрический сенсор служит для передачи сигнала с датчика на следующий компонент биокомпьютера.**

**Этот компонент называется биопроцессор. Его задача обрабатывать сигнал и преобразовывать его в цифровой вид. В обратном процессе он принимает сигнал с ЭВМ и передает его датчику (в аналоговом виде). И, наконец, процессор взаимодействует с особой структурой белка -**

**биопамятью, которая способна накапливать колоссальные объемы информации за предельно короткое время. Цифровая ЭВМ управляет механическими процессами (например, прекращает подачу того или иного ингредиента при его избытке). Правильнее сказать, цифровой компьютер посылает сигнал механическому биодатчику, после которого компьютер должным образом реагирует на раздражение.**

**Биопроцессор (рис. 4) имеет три преимущества, благодаря которым применяется в архитектуре машины.**

- 1. Быстродействие. Как уже было сказано, аналоговый камешек мгновенно принимает решения, которые не под силу цифровому процессору.**
- 2. Надежность. Если кремниевый процессор мог допускать ошибки при вычислениях, биопроцессор практически не ошибается в своих преобразованиях (максимальная относительная погрешность колеблется от 0,001 до 0,02%).**
- 3. Компактность. Размеры очень малы. Благодаря тому, что производители научились наслаивать**

**белковую структуру, габариты такого камешка могут быть сопоставимы по размеру с каплей воды.**



Рис 4. «Модель биопроцессора»

**Очень важной составляющей биокомпьютера является машинная память (рис. 5). Она также имеет белковую структуру, но уже более неприхотливую. Микролазер, который прикреплен к пленке с ферментом, прожигает белок, изменяя его свойства.**

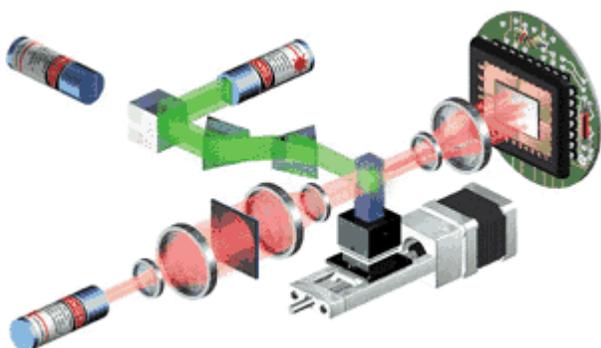


Рис 5. «Устройство компьютерной биопамяти»

**Биопамять состоит из мельчайших частиц бактериородопсина. Этот материал не имеет склонности к разрушению при высоких температурах, поэтому без проблем прожигается лазером.**

Использование биокомпьютера уже сегодня возможно, целесообразно и необходимо: в науке, образовании, во всех системах управления, проектирования, в процессах созидания и творения.

С помощью клеточных компьютеров люди управляют химическими заводами, регулируют биологические процессы внутри человеческого организма, производят гормоны и лекарственные вещества и доставляют к определенному органу необходимую дозу лекарств.

Главнейшими достоинствами его являются:

- самопрограммирование, то есть отсутствует посредник между пользователем и компьютером;
- самостоятельное, без участия человека наполнение и сопровождение, удаление устаревшей информации;
- ввод информации осуществляется с голоса или с мысли;
- вывод информации осуществляется с помощью мысли или образа мысли –мыслеобраза;
- не имея привычной материальной элементной базы, он всегда находится в работоспособном состоянии, не ломается, не выходит из строя;
- пользователю нет необходимости приобретать компьютер, не нужно платить арендную и абонентскую плату, так как он уже создан и для России он полностью достаточен и даже избыточен;

- энергетика его космическая, не имеющая перебоев, отключений, падений напряжения, подобна вечному двигателю;
- пользователь, подключенный к биокомпьютеру, где бы он ни находился: дома, на даче, в офисе, командировке, двигаясь в самолете или машине, в любой момент имеет возможность с его помощью решать необходимые задачи.

Ассистент профессора Университета Райса в Хьюстоне Мэттью Беннетт считает, что биокомпьютеры можно внедрить не только в организм человека, но и в любой живой организм, включая растения, животных, насекомых. Соответственно, они будут выполнять заданные программы.

К примеру, интересный эксперимент провели недавно израильские ученые из Университета Бар-Илан. Они внедрились несколько ДНК-компьютеров в организм тараканов. Все компьютеры работали вместе подобно единой вычислительной системе и могли влиять на функции организма с помощью различных молекул. Причем эта биосистема способна удаленно взаимодействовать с обычной электроникой.

Заслуга израильских ученых состоит в том, что они впервые продемонстрировали возможность программирования непосредственно внутри живого организма.

На самом деле потенциал технологии огромен: внедренные в организм биокомпьютеры смогут обнаруживать и уничтожать раковые клетки или токсичные молекулы, защищая от отравления. Также они могут выпускать молекулы антидепрессантов и транквилизаторов в ответ на состояние агрессии.

То есть, вместо того чтобы помещать нарушителей закона в исправительное учреждение, им просто вживят мини-компьютер. По сути, использование биокомпьютеров позволит удаленно управлять поведением человека. Использование биокомпьютера уже сегодня возможно, целесообразно и необходимо. С его помощью, например, можно получить полную информацию о состоянии здоровья каждого элемента своего организма, отклонения не от средней нормы, а от нормы данного человека в процентах и узнать причину этих отклонений. Клиент может сделать заказ пользователю биокомпьютера по телефону, факсу из любой точки земного шара и таким же способом получить распечатанный ответ.

В спорте, искусстве, шоу-бизнесе по фамилии, имени и отчеству можно получить полную информацию об успехе, возможностях, совместимости с коллективом приобретаемого кандидата в клуб или коллектив. Фактически уже открыто новое

направление – геология интеллектуальных ресурсов стран, и это самое главное их богатство.

Для крупных объединений, корпораций только с помощью биокомпьютерных технологий можно разработать прогнозы их развития, выявить новые направления деятельности с учетом будущих реалий нашего мира.

Очень важным обстоятельством при выполнении подобных работ является то, что биокомпьютерные технологии не требуют исходной статистической и тем более коммерчески закрытой информации.

Для решения научных проблем биокомпьютер заменит все технические средства научных проблемных лабораторий, оставив им решать незначительные прикладные задачи.

Биокомпьютерные технологии привлекательны тем, что практически все задачи решаются оперативно.

### **Список литературы:**

1. Будущее рядом. Биокомпьютеры [futurecomp.narod.ru](http://futurecomp.narod.ru)
2. PCWEEK life. Генетические и клеточные биокомпьютеры [www.pcweek.ru](http://www.pcweek.ru)
3. KV:\компьютерные вести. Биокомпьютеры – есть ли перспектива? [www.kv.by](http://www.kv.by)
4. Ахметов А. Н., Борзенко А. В. Современный персональный компьютер. – М.: Компьютер Пресс, 2003.-317 с.
5. Джон Лили. Программирование и метапрограммирование человеческого биокомпьютера. – М, 2000.