

СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НАНОСТРУКТУР ЧЕТЫРЕХ ТИПОВ ПЕРЕХОДНОЙ СХЕМОТЕХНИКИ

Н.К. Трубочкина

д.т.н., профессор Московского государственного института электроники и математики (технического университета)

Необходимость рассмотрения нескольких типов переходных схемотехник вызвана некоторыми совпадениями в математических моделях, что может быть интересным как разработчикам всех типов переходных схемотехник, так и простым читателям. Автором в^[1-9] был рассмотрен переход от классической транзисторной концепции построения интегральных схем для компьютеров к более подробной концепции, рассматривающей в качестве компонентов не транзисторы, а его составляющие — переходы между различными материалами. Такой подход помог не только оптимизировать полупроводниковую элементную базу, но и вскрыл некоторые интересные закономерности и связь с другими схемотехниками, существующими в других материальных и технологических базисах, отличающиеся так же различными системами представления информации.

Рассмотрим и сравним некоторые модели различных элементов 4 типов переходной схемотехники:

1. Переходной твердотельной полупроводниковой.
 2. Биосхемотехники (переходная, улеродная, живые системы).
 3. Наноматериалы (переходная, углеродсодержащая, неживые системы).
 4. Природные наноструктуры, не относящиеся к первым трем типам переходной наносхемотехники.
- Примеры моделей, которые далее будут рассмотрены, приведены в табл. 1.

Первый тип. Модели наноструктур переходной полупроводниковой схемотехники

Для переходной полупроводниковой схемотехники в первом столбце таблицы моделей наноструктур (табл. 1) перечислены и на рис. 19 представлены:

- основа схемотехники — материал (N=1),
- компонент схемотехники — физический переход (N=2) (рис. 19,а),
- базовые физические схемы — биполярный транзистор (N=3) (рис. 19,б), МОП транзистор (N=4) (рис. 19,в),
- базовые логические схемы — схема НЕ (N=4) (рис. 19,г), схема НЕ-И (N=5) (рис. 19,д), схема ИЛИ-НЕ (N=5) (рис. 19,е), МОП схема НЕ (N=6) (рис. 19,ж), схема И-НЕ (N=8) (рис. 19,з), схема ИЛИ-НЕ (N=8) (рис. 19,и),
- базовая схема памяти — RS-триггер (N=8) (рис. 19,к),
- и схемы устройств — схемы переноса одноразрядного сумматора (N=31) (рис. 19,л), и RS-регистра (K=4) (N=32) (рис. 19,м).

Интегральные схемы привычных для нас компьютеров имеют некоторый набор элементов (базовые элементы), объединение которых по некоторой схеме позволяет создавать различные устройства (процессоры, матрицы памяти и т.д.).

Для полупроводниковой (в основном кремниевой) электроники к базовым элементам относятся 3 группы элементов: логические, элементы памяти и специальные элементы. Базовые элементы, выполняют свои функции, обрабатывая информацию, которая представляется в этой схемотехнике уровнями или импульсами напряжений, токов и света.

Второй тип. Модели наноструктур биосхемотехники или как видят биохимики

В биосхемотехнике обработка информации осуществляется иначе, чем в рассмотренных выше наноструктурах полупроводниковой переходной схемотехники.

По проблеме переноса энергии и зарядов (информации) в биоструктурах существуют несколько направлений:

- биоэнергетическое направление (в качестве объектов используются биомембранные (переходы с точки зрения переходной схемотехники) и мембранные комплексы);
- исследование физических механизмов дальнего переноса электронов (объекты — отдельные белки);
- исследование механизмов дальнего переноса электронов в ДНК.

Последнее направление наиболее интересно разработчикам, т.к. ДНК — наиболее перспективна для создания молекулярного компьютера.

Базовые элементы. Элемент «почти ИЛИ»

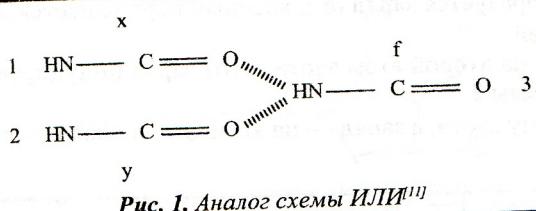


Рис. 1. Аналог схемы ИЛИ⁽¹⁾

В качестве базовых элементов биосхемотехники в работе^[11] рассматриваются структуры белков, реализующие логические функции ИЛИ, И, НЕ.

Вилочковая водородная связь представляет собой основу биосхемы ИЛИ (рис. 1).

Таблица 1.

Наноструктуры и их модели. 4 типа переходной схемотехники

Переходная полупроводниковая схемотехника(первый тип)		Биосхемотехника (второй тип)	Наносхемотехника (третий тип)	Неорганическая схемотехника (четвертый тип)
N=1	Материал	Ибупрофен	Фуллерен-С60	Лед
N=2	Физический переход	Бензольное кольцо	Молекулярный теннисный мяч	
N=3	Биполярный транзистор	Бета-каротин	Нанотрубка (5,5)	
N=4	МОП транзистор	Молекулярный мотор Келли	Атом водорода в связи 3 связан одновременно с $\text{H}-\text{C}=\text{O}$ группами системы 1 и системы 2.	
	Схема НЕ	Каликсарен	В спокойном состоянии, когда сигналов в системах 1 и 2 нет, сигнала на выходе также нет. $x=0; y=0 f=0$.	
N=5	Схема НЕ-И	ДНК		
	Схема ИЛИ-НЕ			
N=6	МОП схема НЕ		И если сигнал появится в одной из систем 1 или 2, то он обязательно пройдет в систему 3.	
N=8	Схема И-НЕ		$x=1; y=0 f=1;$ $x=0; y=1 f=1.$	
	Схема ИЛИ-НЕ			
	RS-триггер		Однако в случае одновременного появления единичного сигнала в системах 1 и 2, сигналы в систему 3 пройти не могут, поскольку атом водорода не может одновременно переместиться к группе 1 и к группе 2.	
N=31	схема переноса		$x=1; y=1 f=?$	
N=32	RS-регистр ($K=4$)		В ^[11] эта схема называется аналогом схемы ИЛИ. Однако, для обычной схемотехники, когда в четвертом режиме при входных сигналах $x=1$ и $y=1$ выходная функция равна нулю $f=0$, эта схема является схемой неравенства или схемой сложения по модулю 2 (фактически, схемой, на которой формируется значение младшего разряда суммы одноразрядного сумматора, в двоичной логике складывающего x и y).	

Элементы задержки сигнала

К ним относятся боковые цепи аминокислот, имеющие 1 вход (1) и 1 выход (2) (рис. 2).

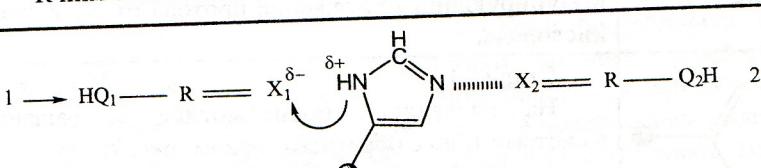


Рис. 2. Схема задержки (D -триггер). Прием сигнала

Эти элементы необходимы тогда, когда задержка предназначена для того, чтобы согласовать во времени два и более параллельных процесса.

В^[11] в качестве элемента задержки рассматривают гистидин с формулой на рис. 2.

Работа схемы задержки (D-триггера)

Сначала пришедший из системы 1 сигнал (заряд $\delta-$) индуцирует притяжение протона (рис. 2). Происходит отрыв протона и он переходит к атому X1. На атоме азота образуется заряд ($\delta-$), который перемещается внутри цикла с одновременным перераспределением двойных связей.

Процесс происходит до тех пор, пока заряд не перейдет на второй атом азота. Этот заряд индуцирует притяжение атома водорода от группы $X_2 = R - Q_2 H$ системы 2.

На заключительном этапе атом водорода перейдет к атому азота, а заряд — на атом Q2. Сигнал направится далее по системе 2 (рис. 3).

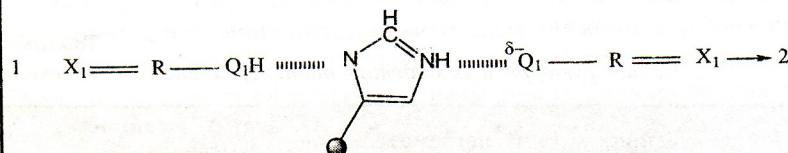


Рис. 3. Схема задержки (D-триггера). Выдача сигнала

По определению схемотехники, D-триггер (или delay-trigger, триггер задержки) — это устройство, которое с задержкой выдает сигнал, пришедший на его вход.

Работа гистидина полностью соответствует работе D-триггера.

Первый вариант инвертора

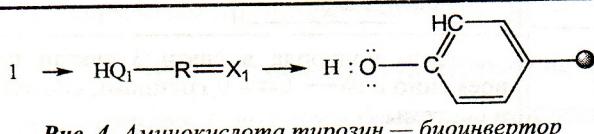


Рис. 4. Аминокислота тирозин — биоинвертор

В работе^[11] в качестве инвертора рассмотрена аминокислота тирозин (рис. 4).

Работа биосхемы описывается следующим образом.

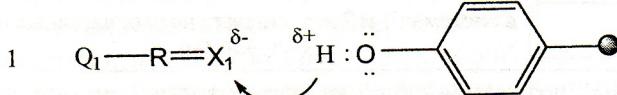


Рис. 5. Работа биоинвертора. Стадия а

Стадия а.

Сигнал, появившийся на X1 в виде заряда, индуцирует притяжение атома водорода к группе $Q_1 - R = X_1$ (рис. 5):

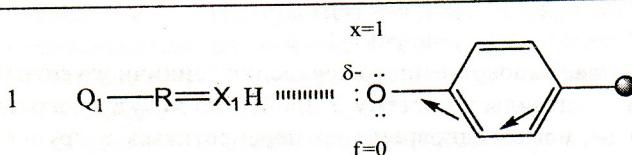


Рис. 6. Работа биоинвертора. Стадия б

Стадия б.

Происходит миграция заряда и одновременное перемещение двойных связей (рис. 6):

При этом сигнал x вошел в систему ($x=1$), а на выходе из системы сигнала нет ($f=0$).

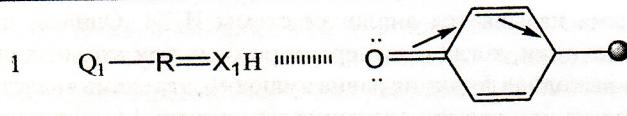


Рис. 7. Работа биоинвертора. Стадия в

Стадия в.

Происходит дальнейшее перемещение двойных связей (рис. 7):

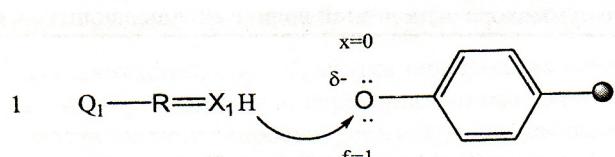


Рис. 8. Работа биоинвертора. Стадия г

Стадия г.

Система тирозина возвращается в состояние, похожее на исходное, но с иным расположением двойных связей (рис. 8):

Т.е. сигнала на входе не было ($x=0$), а выходное состояние системы изменилось ($f=1$), появился сигнал, индуцирующий притяжение протона от X1 к атому кислорода.

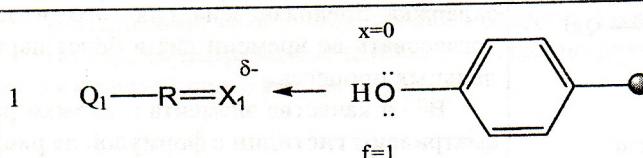


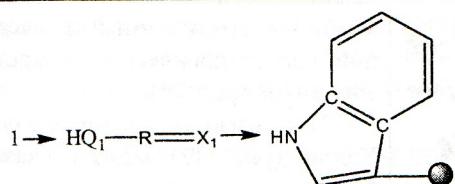
Рис. 9. Работа биоинвертора. Стадия д

Стадия д.

На последней стадии сигнал возвращается в систему 1, но с обратным знаком (рис. 9):

Таким образом, видно, что данная биосхема имеет два устойчивых состояния [$x=1, f=0$] и [$x=0, f=1$], что соответствует работе инвертора.

Второй вариант инвертора



В работе^[11] аминокислота триптофан (рис. 10) также относится к элементам, реализующим инверсию.

Это элемент с одним входом и одним выходом. Вход является еще и выходом (1 на рис. 10).

Рис. 10. Аминокислота триптофан — биоинвертор

Сочетание аминокислот — синтез схем биосхемотехники

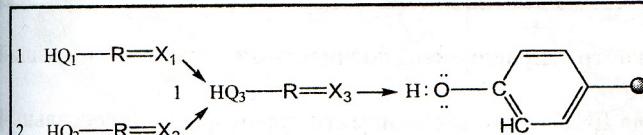


Рис. 11. Биосхема мультивибратора

Если соединить рассмотренные выше биосхемы (молекулярные модули) ИЛИ (вилючковая водородная связь) и НЕ (тироzin), то по законам схемотехники должна получиться схема ИЛИ-НЕ, однако в^[11] утверждается, что получается простейший мультивибратор (рис. 11).

В работе^[11] дословно написано: «Сигнал, подаваемый поочередно из систем 1 и 2, должен так же поочередно, с помощью тирозина, возвращаться обратно, обеспечивая временную последовательность тех или иных временных событий».

Несмотря на различия в понимании биообъектов схемотехниками и биохимикиами, следует отметить важные объединяющие факты, проистекающие из теории переходной схемотехники.

Эти факты — похожесть моделей схем и молекул (биосхем), выполняющих одинаковые или похожие функции. Если считать, что:

- любые объекты (материальные, энергетические или информационные) для данного раздела — атомы и комплексы атомов — вполне подпадают под определение «материал» для переходной схемотехники,
- любая материальная, энергетическая или информационная связь, для данного раздела — валентные связи — под понятие «переход», то любая система из связанных объектов есть схема некоторой переходной схемотехники.

Для атомов, комплексов атомов и валентных связей — органические молекулы есть схемы биосхемотехники, имеющей свои законы синтеза устройств обработки информации.

Сравнение моделей наноструктур первого и второго типа переходной схемотехники

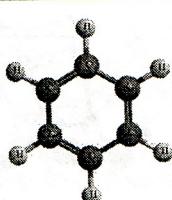


Рис. 12. Бензольное кольцо (схема биосхемотехники)

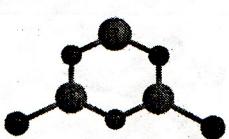


Рис. 13. Модель бистабильной ячейки p-n схемотехники

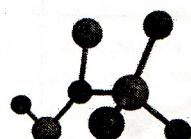


Рис. 14. Модель схемы И-НЕ p-n схемотехники

Поиск новой концепции создания современных компьютерных систем привел к переходной схемотехнике, которой и появившена данная книга.

Представляя возможность читателям делать выводы самостоятельно, хочется показать и сравнить модели некоторых наноструктур принципиально различных переходных схемотехник:

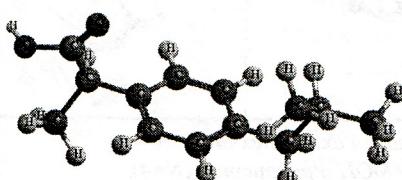


Рис. 15. Ибупрофен

На рис. 12 изображена молекула бензольного кольца, а на рис. 13 — модель бистабильной ячейки твердотельной переходной схемотехники, имеющей в своей основе шестигранник и дополнительные области входов для записи и считывания логических нуля и единицы. На рис. 14 представлена модель наноструктуры И-НЕ твердотельной переходной схемотехники. Тогда, если на молекулу ибупрофена (рис. 15) будет смотреть не химик, а человек, занимающийся переходной схемотехникой во всех ее проявлениях, скорее всего он скажет, что ибупрофен — это ячейка памяти (один разряд), управляемая логическими схемами.

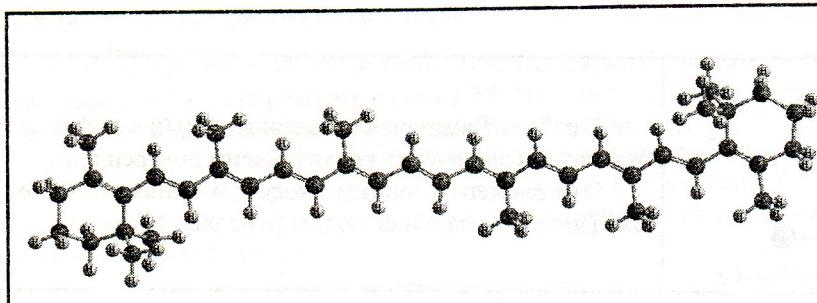


Рис. 16. Бета-каротин

Бетакаротин для него — две ячейки памяти, управляемые логическими схемами — соединенный последовательной цепью логических и проводящих элементов (рис. 16).

При взгляде на молекулу мотора Келли (рис. 17) можно сказать, что это 4 последовательно включенные бистабильные ячейки — регистр, управляемый другими триггерами и логическими схемами.

Каликсарен (рис. 18) — это четырехразрядный регистр, управляемый логическими схемами и имеющий единую управляющую шину (питания или синхронизации).

Для системного переходного схемотехника молекула ДНК — это схема памяти, некоторый универсальный регистр, структура которого хорошо видна на рис. 20. Модели ДНК различного уровня детализации представлены на цветной вкладке рис. 20.

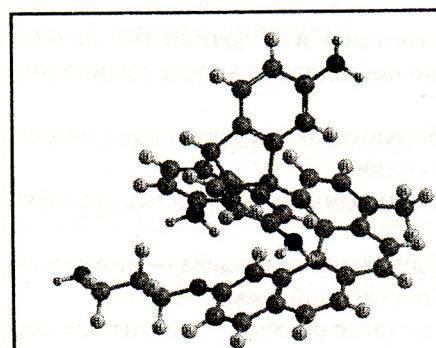


Рис. 17. Молекулярный мотор Келли

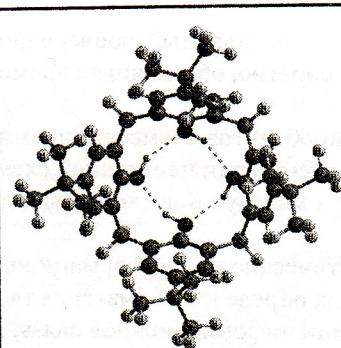


Рис. 18. Каликсарен

На рис. 20,а — ДНК это двойная спираль, где цветом отмечены различные молекулярные группы.

На рис. 20,б — ДНК представлена в виде некоторой структурной схемы, в которой есть направляющие цепи из сахаров и фосфатов.

А к цепям подключены попарно повторяющиеся молекулярные группы, содержащие просто шестигранники и шестиугольники, объединенные с пятиугольниками.

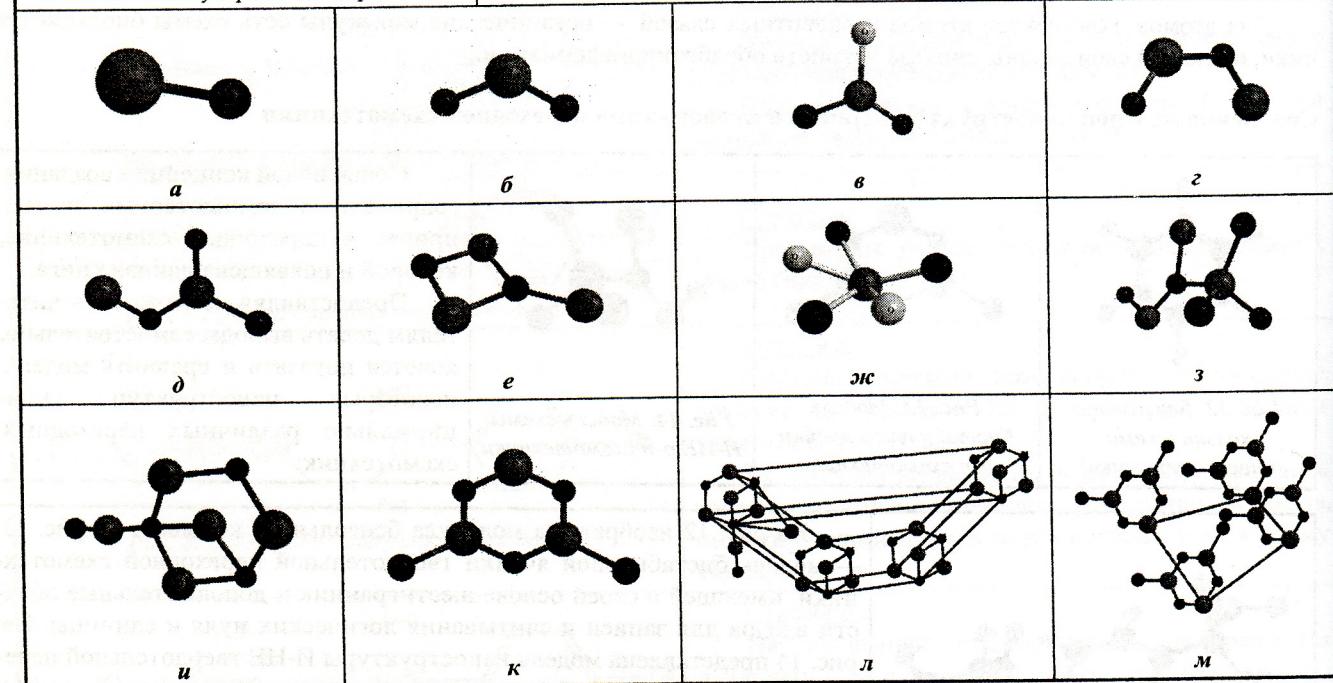


Рис. 19. Модели наноструктур переходной полупроводниковой схемотехники:

а — *p-n* переход ($N=2$), б — биполярный транзистор ($N=3$), в — МОП транзистор ($N=4$),

г — схема НЕ ($N=4$), д — схема — НЕ-И ($N=5$), е — схема ИЛИ-НЕ ($N=5$), ж — МОП схема НЕ ($N=6$), з — схема И-НЕ ($N=8$), и — схема ИЛИ-НЕ ($N=8$), к — RS-триггер ($N=8$), л — схема переноса ($N=31$), м — RS-регистр ($K=4$) ($N=32$)

Различные молекулярные группы, подключенные к разным цепям, имеют слабые связи между собой, т.е. могут обмениваться информацией.

С точки зрения схемотехники, а точнее, переходной схемотехники, ДНК — это устройство, представляющее собой регистр памяти с дополнительным резервированием информации. В этом представлении — цепи из сахаров и фосфатов — это шины питания (синхронизации, общей информации), просто шестигранники — это RS-триггеры, или бистабильные ячейки, записывающие информацию, а группы из шестигранников, объединенных с пятигранниками, скорее всего D-триггеры, которые хранят ту информацию, которая приходит на их вход.

На рис. 20,в,г представлена подробная атомарная модель ДНК с различным увеличением.

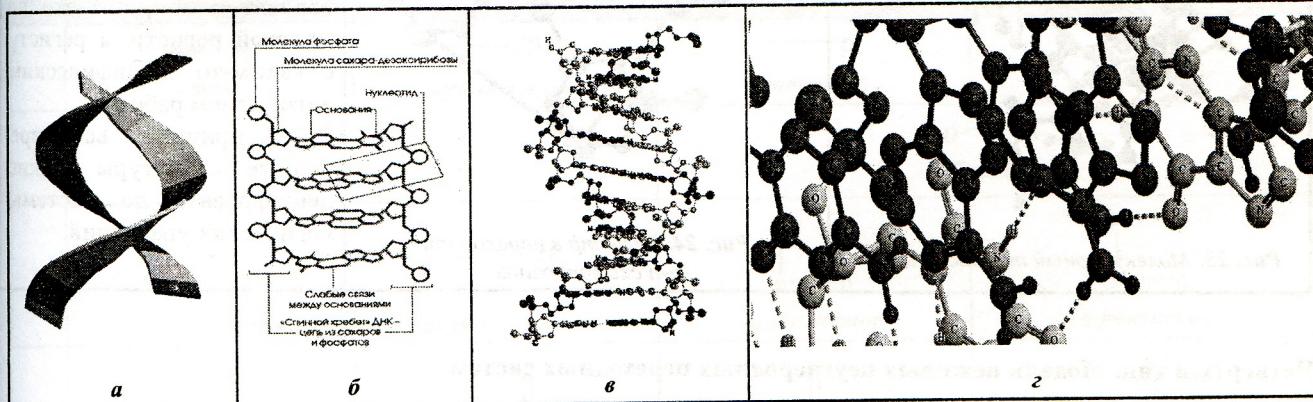


Рис. 20. Различные модели ДНК а,б,в; г — различный масштаб модели в

На рисунках хорошо видны группы, отвечающие за запоминание и хранение информации, а так же логические цепи, управляющие процессами в ДНК.

Наличие слабых связей говорит о возможности перенастраивания самой схемы ДНК, т.е. об изменении структуры самой ДНК за время ее жизни.

А претерпевая изменения (изменяя записанную программу) ДНК, как поведенческая матрица, может менять и свойства своего носителя.

P.S. Очень бы хотелось, чтобы биохимики внимательно отнеслись к этим размышлениям о переходной биосхемотехнике.

Третий тип. Моделиnanoструктур неживых углеродных переходных систем

Третий тип переходной схемотехники — это схемотехника неживых углеродных систем.

	<p>Пока представители этой переходной схемотехники: нанотрубки (рис. 21), фуллерены (рис. 22) и т.д., используются лишь как наноматериалы с особыми свойствами. Например, как сверхпроводящие каналы в структурах быстродействующих МОП транзисторов.</p> <p>Однако, наличие регулярно повторяющихся групп (шестигранники в нанотрубках и шестигранники с пятигранниками в фуллеренах) позволяет говорить о больших потенциальных возможностях этих объектов.</p>
	<p>С точки зрения переходной схемотехники — это идеальные структуры для схем памяти большой размерности.</p> <p>У них возможно и третье применение — использование их в качестве полных матриц с последующим выбыванием атомов из сети для построения, как логических схем, так и схем памяти (см. табл. 2).</p> <p>Помимо «интеллектуальных полуфабрикатов», какими с точки зрения переходной схемотехники, занимающейся синтезом логических и запоминающих устройств компьютеров, являются нанотрубки и фуллерены, в третьем типе переходной неживой схемотехники есть объекты, представляющие собой логическо-запоминающее устройства.</p> <p>Так, например, молекулярный теннисный мяч (рис. 23) очень похож на многоразрядный регистр (рис. 24).</p>

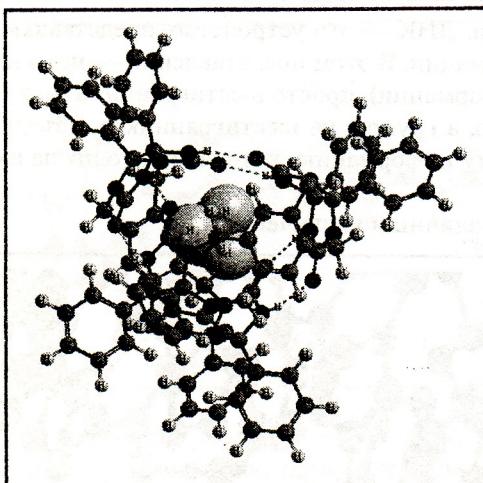
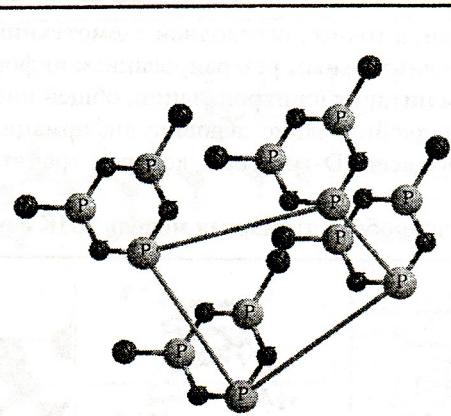


Рис. 23. Молекулярный теннисный мяч

Рис. 24. Регистр в переходной *p-n* схемотехнике

Дополнительные цепи из групп связанных атомов, в переходной схемотехнике при определенных условиях способных выполнять логические функции, говорят о том, что это не простой регистр, а регистр с каким-то специфическим алгоритмом работы.

В принципе все переходные структуры можно дешифровать до системы логических уравнений.

Четвертый тип. Модели неживых неуглеродных переходных систем

Все что не относится к первым трем типам переходной схемотехники можно отнести к четвертому типу — моделям неживых неуглеродных переходных систем.

Моделей этих бесконечное множество. Для примера рассмотрим переходные структуры из молекул воды $\text{H}-\text{O}-\text{H}$.

Молекула воды, пара связанных переходов, по сути, представляет собой транзистор. А мы знаем, что именно транзистор явился основой для элементной базы нескольких поколений твердотельных компьютеров, т.к. обладает свойством находиться в нескольких (в случае двоичного компьютера — двух) состояниях в зависимости от условий центрального (базового) компонента переключательного (открыт, закрыт) элемента (транзистора). В случае молекулы воды базовым компонентом является атом кислорода.

Интересным является тот факт, что при замерзании воды образуются регулярные структуры, содержащие по трем пространственным осям объединенные шестигранники из связанных атомов кислорода (рис. 25), что, в принципе, может являться основой для трехмерных матриц (кубоидов) памяти. Существенным является вопрос: как в эти кубоиды памяти записывать и как считывать информацию. Пока этот вопрос — без ответа.

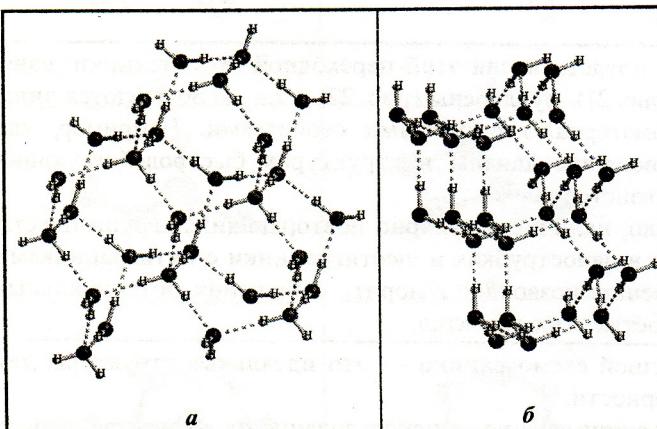


Рис. 25. Переходные модели замерзшей воды в разных ракурсах (а, б)

Единство и различия моделейnanoструктур четырех типов переходной схемотехники Компоненты и переходные схемы

Компонентами (минимальными частями), из которых строятся различные структуры (связанные компоненты) и схемы (структуры с управлением) являются:

для $N=1$ (N -размерность — количество компонентов размерностью 1):

- материалы (например, полупроводник p -типа P , окисел Ox для переходной схемотехники (ПС) первого типа);

- атомы (например, водород H и группы атомов, например, CH_3 для ПС второго, третьего и четвертого типов).

для $N=2$ (N -размерность — количество компонентов размерностью 1):

- компонентом является переход (материальная, энергетическая, информационная связь). Для ПС первого типа переход — это граница между материалами с различными свойствами, например, $p-p$ переход. Для ПС 2,3,4 типов — валентная связь или какое-либо другое взаимодействие, например, $\text{C}-\text{OH}$.

В табл. 2 проведен сравнительный анализ моделей nanoструктур компонентов и схем различных типов переходной схемотехники.

В правой колонке таблицы — компоненты и схемы полупроводниковой переходной схемотехники описаны автором в^[1-9,12].

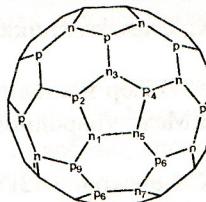
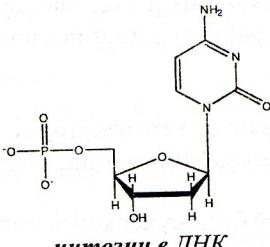
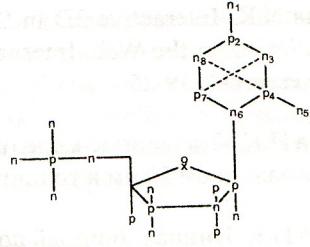
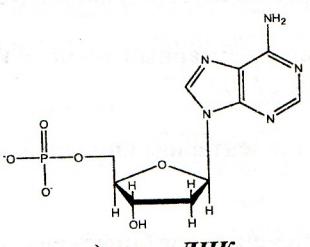
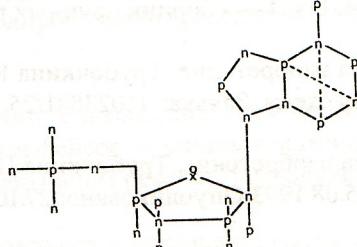
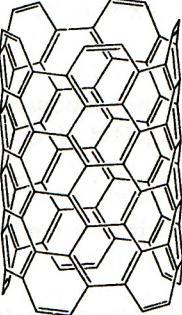
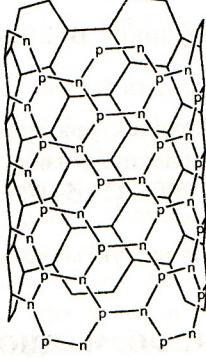
В левой колонке — компоненты и схемы других переходных схемотехник.

Таблица 2.

Сравнение моделей наноструктур различных типов переходной схемотехники

N	Молекулярные структуры — Компоненты и схемы переходных схемотехник второго, третьего и четвертого типов.		Модели p-n схемотехники Компоненты и схемы переходной схемотехники первого типа	
	—H атом	—CH ₃ группа атомов	—p материал	—ox материал
1				
2			p — n <i>Переход</i>	
3	 <i>Пара валентных связей</i>	H-O-H		
			n — p — n <i>МОП транзистор</i>	p — n — p <i>МОП транзистор</i>
			p — n — p — n <i>инвертор (схема НЕ)</i>	
4				
5				
6			p — n — p — n — p — n <i>Инвертор</i>	
7				

N	Молекулярные структуры — Компоненты и схемы переходных схемотехник второго, третьего и четвертого типов	Модели р-п схемотехники Компоненты и схемы переходной схемотехники первого типа
7		
8		
9		
10		
20		
40		

N	Молекулярные структуры — Компоненты и схемы переходных схемотехник второго, третьего и четвертого типов	Модели р-п схемотехники Компоненты и схемы переходной схемотехники первого типа
	 фуллерен	 регистр-матрица памяти
	 цитозин в ДНК	 ячейка памяти, управляемая логической схемой
	 аденин в ДНК	 D-триггер, управляемый логической схемой
	 нанотрубка (5,5)	 матрица памяти или универсальная схема

Сходство и принципиальные различия типов переходной схемотехники

При сходстве структур моделей принципиальным отличием всех типов переходной схемотехники, помимо компонентов (материалов и связей), является различные системы управления структурами и различия в представлении обрабатываемой информации.

Заключение

Несмотря на принципиальные различия, удивительная повторяющаяся похожесть моделей переходных схемотехник первого и второго типа (неживых и живых систем) заставляет задуматься.

Я не буду делать никаких выводов. Предоставляю это сделать самим читателям.

Знание переходной компьютерной схемотехники может помочь исследователям в области биосхемотехники взглянуть на свои объекты исследования по-новому и раскрыть тайны, которые до некоторого времени были для них закрыты.

А специалисты в области наноэлектроники, используя переходную схемотехнику в совокупности с новыми нанотехнологиями, смогут создать вычислительные системы с предельно возможными техническими

параметрами, в силу структурно-функциональной оптимальности математических моделей изучаемых объектов — переходных схем логики и памяти.

Литература:

1. Трубочкина Н.К., Схемотехника ЭВМ, Учебное пособие, М. 2008.
2. Трубочкина Н.К. Обзор и анализ состояния элементной базы для наноиндустрии. Перспективы развития. Сб. трудов XVII Международной студенческой конференции-школы-семинара. Г. Судак, 2009.
3. Трубочкина Н.К. Переходная 3D наносхемотехника — новая концепция и новое качество в создании трехмерных интегральных схем. Журнал «Качество. Инновации. Образование» №5, 2009.
4. Trubochkina N.K. Interactive 3D in Science and Art: From Visual Analysis of 3-D Intelligent nano-Circuitry to 3-D Art Galleries on the Web. International Scientific Seminar “Visual Computing in Fundamental Science and Academic Research”, 19-25
5. Трубочкина Н.К. Смешанное моделирование ступенчатого биполярного транзистора с минимальным топологическим размером 20 нм и толщиной базы 3 нм. Журнал «Качество. Инновации. Образование», №11 2009
6. Трубочкина Н.К. Инновационный подход к разработке элементной базы суперкомпьютеров на базе нанотехнологий и переходной схемотехники. СeBIT-2010. Информационные технологии в образовании. Hannover 2-6 марта. DVD — сборник научных работ Федерального Агентства по образованию РФ.
7. Патент на изобретение. Трубочкина Н.К., Петросянц К.О. Комплементарный элемент ИЛИ-НЕ и его электрическая схема. Заявка: 94023881/25, 24.06.1994 Опубликовано: 27.10.1997.
8. Патент на изобретение. Трубочкина Н.К., Петросянц К.О. Комплементарная биполярная схема И-НЕ (варианты) / 05.08.1993 Опубликовано: 27.10.1997
9. Патент на изобретение. Трубочкина Н.К., Петросянц К.О. Комплементарная биполярная схема И-НЕ Заявка: 94030054/25, 04.08.1994 Опубликовано: 20.02.1997
10. Карасев В.А., Лучинин В.В. Введение в конструирование бионических наносистем. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 464 с.
11. Карасев В.А. Архитектура, принципы организации и функционирования биоорганическихnanoструктур // В кн. Нанотехнология. Физика, процессы, диагностика, приборы / Ред. В.В. Лучинин и Ю.М. Таиров. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. С. 65-97.
12. Патент РФ на полезную модель № 2009144397, 02.12.2009 Трубочкина Н.К. «Биполярный транзистор».

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СВЯЗЯХ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ

В.Л. Латышев

руководитель Центра образовательной кинесиологии, д.п.н., профессор Московского авиационного института (государственного технического университета),
член Международного общества инженерной педагогики

Научно-технический прогресс конца XX и начала XXI в., обусловленный стремительным развитием информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) породил ряд новых закономерных тенденций во всех областях человеческой практики. Использование средств ИКТ и сам процесс информатизации затрагивает жизненные интересы всех членов общества, связанные прежде всего с повышением его интеллектуального потенциала. В настоящее время особую важность приобретает интеллектуализация и информатизация всех сфер социальной практики: производства, управления, образования, науки, средств массовой информации.

Кратко рассмотрим основные виды ИКТ в контексте связей с общественностью.