

Д. В. Фомин

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

DirectMEDIA

Q23605 211171670024

B/N:

CPU-FAN

J24

BUS RATIO	JPT	JP2	JP3
X1.5/3.5	OFF	OFF	OFF
X2.0	ON	OFF	OFF
X2.5	ON	OFF	ON
X3.0	OFF	OFF	ON
X4.0	ON	ON	OFF
X4.5	ON	ON	ON
X5.0	OFF	ON	ON
X5.5	OFF	ON	OFF

Д. В. Фомин

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Учебное пособие



**Москва-Берлин
2014**

УДК 621.38

ББК 32.973

Ф76

Автор:

Фомин Д.В., начальник отдела информационных технологий,
доцент кафедры прикладной информатики и математики
БФ НОУ ВПО МосАП, к.ф.- м. н.

Рецензенты:

Гетман А.Н. зав. кафедрой прикладной информатики и математики
БФ НОУ ВПО МосАП, к. т. н.
Семочкин А.Н., доцент кафедры информатики БГПУ, к.ф.- м. н. кафедра
прикладной информатики и математики БФ НОУ ВПО МосАП.

Фомин, Д. В.

Ф76 Основы компьютерной электроники : учебное пособие /
Д. В. Фомин. — М.-Берлин: Директ-Медиа, 2014. — 108 с.

ISBN 978-5-4475-2482-1

Учебное пособие содержит весь необходимый материал по дисциплине Основы компьютерной электроники, который будет полезен также при изучении ряда других дисциплин, связанных с информатикой.

Пособие рассчитано как на студентов направления «Прикладная информатика» и специальности «Прикладная информатика (в экономике)», так и других специальностей в области вычислительных и информационных технологий

УДК 621.38

ББК 32.973

ISBN 978-5-4475-2482-1

© Фомин Д. В., текст, 2014

© Издательство «Директ-Медиа»,
оформление, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Глава 1. Понятие о сигнале.....	6
1.1. Виды сигналов.....	6
1.2. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы.....	7
1.3. Элементы цифрового сигнала.....	9
Глава 2. Системы счисления.....	11
2.1. Кодирование.....	11
2.2. Перевод из одной системы счисления в другую.....	11
2.3. Арифметические операции над двоичными числами.....	14
2.4. Единицы измерения компьютерной информации.....	20
Глава 3. Булева алгебра.....	22
3.1. Понятия алгебры логики.....	22
3.2. Основные функции.....	22
3.3. Базисы.....	25
3.4. Эффект «гонок» в цифровой электронике, способы борьбы.....	27
Глава 4. Транзисторы.....	30
4.1. Изобретение транзистора.....	30
4.2. Типы транзисторов.....	31
4.3. Ключевые схемы работы транзисторов.....	36
4.4. Современные транзисторы.....	39
4.5. Нанотехнологии.....	43
Глава 5. Интегральные микросхемы.....	46
5.1. Появление интегральных микросхем.....	46
5.2. Типы интегральных микросхем.....	46
5.3. Изготовление интегральных микросхем.....	47
Глава 6. Интегральные микросхемы последовательностного и комбинационного типов.....	57
6.1. Триггеры.....	58
6.2. Регистры.....	62
6.3. Счетчики.....	64
6.4. Шифраторы и дешифраторы.....	65
6.5. Мультиплексоры и демультимплексоры.....	66
6.6. Сумматоры и вычитатели.....	67
Глава 7. Генераторы импульсов.....	71
7.1. Ждущий мультивибратор.....	71
7.2. Несимметричный мультивибратор.....	72
7.3. Генераторы линейно изменяющего напряжения.....	73
Глава 8. Операционные усилители, компараторы, АЦП, ЦАП.....	76
8.1. Операционные усилители.....	76
8.2. Компараторы.....	78
8.3. Аналого-цифровые преобразователи.....	79
8.4. Цифро-аналоговые преобразователи.....	81

Глава 9. Запоминающие устройства	86
9.1. Ячейка памяти.....	86
9.2. Оперативные запоминающие устройства.....	87
9.3. Статические оперативные запоминающие устройства.....	87
9.4. Динамические оперативные запоминающие устройства.....	88
9.5. Постоянные запоминающие устройства.....	89
9.6. Информационная емкость ИМС ЗУ.....	92
Глава 10. Введение в микропроцессоры	94
10.1 Классификация микропроцессоров.....	94
10.2 Архитектура микропроцессоров.....	97
10.3 Основные характеристики микропроцессоров.....	103
Список литературы.....	105
Интернет ссылки.....	107

Введение

За прошедшие десятилетия электронно-вычислительные машины, или по-другому, что наиболее привычно для уха современного человека – компьютеры, претерпели серьезные изменения в сторону уменьшения своих размеров, увеличения производительности и функциональности в работе, охвате все более широкого круга, решаемых задач. Однако основы построения компьютеров – математические алгоритмы, способы обработки сигналов, элементная база и многое другое не сильно изменились за прошедшее время. Данное учебное пособие посвящено изучению, как основ построения вычислительной техники, так и освещению ближайших перспектив связанных с дальнейшим прогрессом в области компьютеростроения.

Данное учебное пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по направлению Прикладная информатика, изучающих предмет Основы компьютерной электроники.

Цель данного учебного пособия - сформировать у студентов представление не только об отдельных элементах, технологиях и математических методах используемых при создании компьютеров, но и дать четкое представление об их тесной и неразрывной взаимосвязи. Поэтому в учебном пособии рассматривается большой спектр материала, связанного с компьютером, предложенный в сжатом виде, но вполне достаточный для понимания роли каждого из рассматриваемых объектов, в системе построения вычислительной цифровой техники.

Особое внимание уделяется вопросам, связанным с будущим развитием компьютерной электроники, проблемам, которые стоят перед ней в настоящий момент, и перспективам по их разрешению.

Данное учебное пособие можно рассматривать и как план для более углубленного изучения, каждой из освещаемых тем, касающихся основ компьютерной электроники.

В конце каждой главы предлагаются вопросы для самопроверки, призванные закрепить знания обучаемого и еще раз подчеркнуть наиболее важные моменты пройденного материала.

Учебное пособие может быть полезно не только студентам, но и школьникам, проходящим обучение в профильных классах информационной направленности.

Глава 1. Понятие о сигнале

Составной частью всех *электронно-вычислительных машин* (ЭВМ), различных модулей автоматизированных систем управления являются *цифровые устройства*, которые выполняют обработку, хранение и передачу информации.

Информация - это отражение окружающего нас реального мира. Более специфичное определение информации дает наука *информатика* - совокупность фактов, явлений и событий, представляющих интерес и подлежащих регистрации и обработке.

Восприятие информации происходит посредством ее носителей - речи, текста, цифр и т.п.; которые сами по себе не являются информацией, а служат лишь элементами для ее переноса.

В электронике информацию, воплощенную и зафиксированную в некоторой материальной форме, называют *сообщением* и передают с помощью *сигналов*.

При передаче *сообщений* используют различные физические процессы (электрический ток, световой поток и др.), которые могут существовать сами по себе или использоваться для других целей, как, например, для передачи энергии. И лишь в случае, когда какая-либо физическая величина этих процессов несет в себе информацию, говорят, что такой процесс является *сигналом*. Именно в этом смысле используются понятия: *электрический сигнал*, *световой сигнал* и т.д. Итак, электрический сигнал - не просто электрический ток, а ток, *величина* которого несет в себе определенную информацию.

1.1. Виды сигналов

Среди множества сигналов можно выделить два основных типа, используемых для передачи, обработки и хранения информации - это *аналоговый* и *дискретный сигналы* (рисунок 1.1).

Аналоговый или непрерывный сигнал представляет собой определенный для любого момента времени и по амплитуде процесс, а поскольку порождающие такие сигналы физические процессы, обычно сами являются непрерывными, этим объясняется, почему сигналы такого типа и называются еще *аналоговыми*, т.е. аналогичные порождающим их процессам.

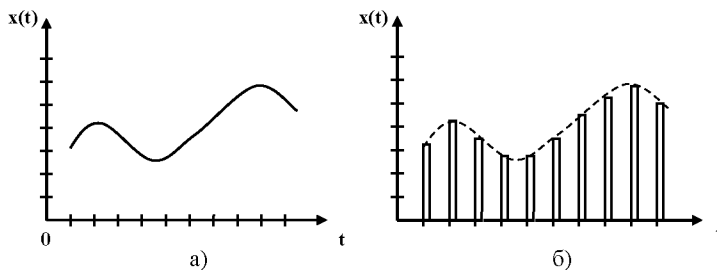


Рисунок 1.1 - Виды сигналов: аналоговый (а) и дискретный (б) сигналы.

Аналоговый сигнал всегда является функцией времени $x(t)$. Причем эта функция может принимать любые вещественные значения в диапазоне изменения аргумента t .

Дискретным называют сигнал, определенный только в отдельные (дискретные) моменты времени, например, через одну миллисекунду. Каждое значение дискретного сигнала может быть представлено числом любой приемлемой системы счисления. В цифровых системах представление дискретных значений сигнала числом, называют *кодированием*.

1.2. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы

Любой аналоговый сигнал можно привести к дискретной, а затем, после кодирования к цифровой форме. Это широко используется в компьютерной электронике, которая построена на использовании в основном цифровых устройств и поэтому оперирует дискретными значениями. Помимо этого информацию в цифровом виде легче хранить, а также передавать практически без потерь по современным линиям связи.

Преобразование аналогового сигнала в дискретный состоит из двух этапов: *дискретизации по времени* и *квантования по амплитуде* (рисунок 1.2).

Дискретизация по времени означает, что сигнал представляется рядом своих отсчетов (дискретов) непрерывных по амплитуде и взятых через равные промежутки времени $\Delta t = t_n - t_{n-1}$ (хотя в некоторых специальных случаях может применяться и неравномерная по времени дискретизация, например при оцифровке узкополосных сигналов).

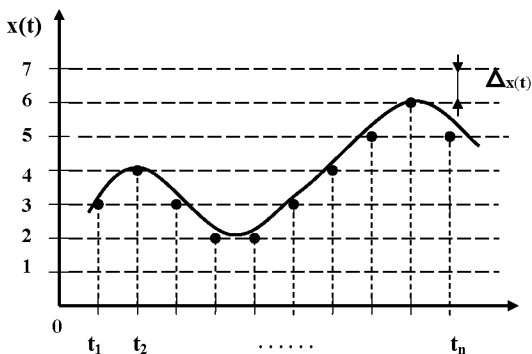


Рисунок 1.2. - Процесс преобразования аналогового сигнала в цифровой.

При *квантовании по амплитуде* происходит замена возможных значений сигнала $x_1, x_2 \dots x_n$, когда каждому $x(t)$ сопоставляется ближайшее число из набора фиксированных величин, называемых *уровнями квантования*.

По сути, процесс квантования это та же дискретизация, поскольку шкала квантования состоит из дискретных отсчетов, и значения присваиваются не непрерывно, а с интервалом, т.е. дискретно. Тем не менее, в практику вошло называть этот процесс - *квантованием*. Шаг квантования определяют как:

$$\Delta_{x(t)} = x(n \Delta t) / K_n, \text{ где}$$

n – количество отсчетов за единицу времени,

Δt – период времени между двумя отсчетами ($\Delta t = t_n - t_{n-1}$);

K_n – десятичный эквивалент количества шагов квантования.

На рисунке 1.3 представлены два варианта преобразование одного и того же аналогового сигнала в дискретный. Не трудно заметить, что вариант на рисунке 1.3, б предпочтительней, так как цифровой сигнал более точно описывает изначальный аналоговый. Это произошло благодаря тому, что период времени между двумя отсчетами на рисунке 1.3, б меньше, чем на рисунке 1.3, а: $\Delta t_b < \Delta t_a$, другими словами частота дискретизации по времени (обратная величина периоду времени Δt) во втором случае была задана выше, чем в первом.

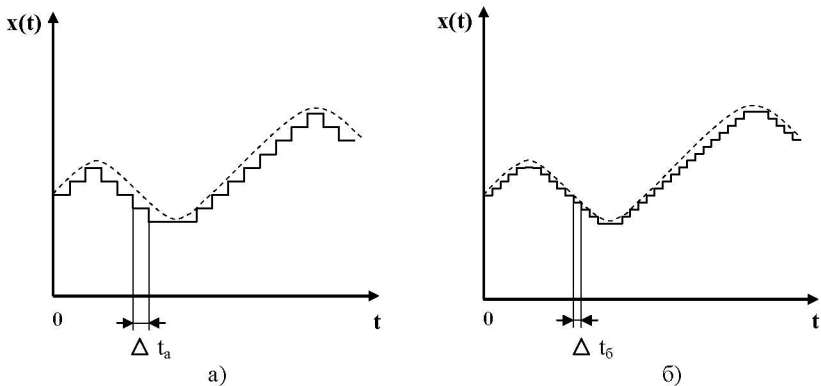


Рисунок 1.3. -Варианты преобразования одного и того же аналогового сигнала в цифровой. Вариант б точнее, т.к. $\Delta t_b < \Delta t_a$.

Возникает закономерный вопрос: какой должна быть оптимальная частота дискретизации по времени? Ответ на него дал Гарри Найквист (1889-1976), американский физик-электрик и изобретатель, в статье "Certain Topics in Telegraph Transmission Theory" ("Некоторые вопросы теории телеграфной передачи") в 1928 году, в которой он изложил принципы осуществления выборки непрерывных сигналов для преобразования их в цифровой вид.

Спустя 5 лет тот же самый результат независимо от американского коллеги был получен в СССР В. А. Котельниковым, который изложил результаты своих изысканий в работе "О пропускной способности "эфира" и проволоки в электросвязи" в 1933 году. Поэтому в России соответствующие положения чаще называют теоремой Котельникова.

Согласно предложенной теореме, чтобы аналоговый (непрерывный)

сигнал можно было абсолютно точно восстановить по его отсчётам, частота дискретизации должна быть в два раза выше *максимальной* частоты сигнала: $f_{\text{д}} = 2f_{c \text{ max}}$ (Гц), или, отсчёты сигнала должны братья не реже чем через : $\Delta t = 1/(2f_{c \text{ max}})$ секунды.

1.3. Элементы цифрового сигнала

Как выглядит цифровой сигнал на экране осциллографа (прибор для изучения параметров электрических сигналов непосредственно на экране) можно увидеть на рисунке 1.4.

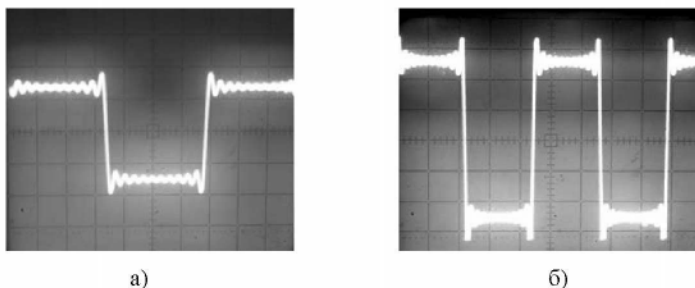


Рисунок 1.4. – Цифровой сигнал на экране осциллографа: а – одиночный, б – множественный.

Необходимо уяснить, что при всей внешней простоте формы цифрового сигнала - его отдельные элементы играют важное значение при проектировании электронной техники. На рисунке 1.5 показаны положительный и отрицательный сигналы, имеющие прямопротивоположные пассивный и активный уровни (например, у положительного сигнала пассивным является уровень соответствующий логическому «0», а активный – «1»), а также обладающие передним и задним фронтами.

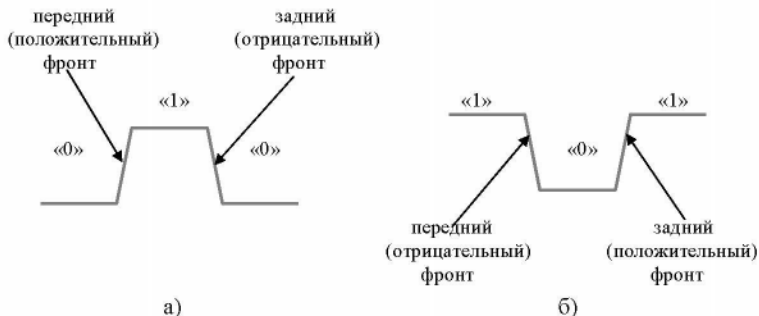


Рисунок 1.5. - Элементы положительного (а) и отрицательного (б) цифровых сигналов.