

2. Съвременните компютри

Създаването на необходимите научни и технологични предпоставки, не довежда автоматично до създаването на съвременния **компютър**. Необходимо е било още да се извърши голяма по обем научно-изследователска и конструкторска работа.

Електронни пресмятащи устройства

През 1936 г. Клод Шенън започва работа като оператор на сложно механично изчислително устройство – наследник на машината на Бабидж. Препрограмирането на сложната система продължавало 2–3 дни. Шенън, познаващ добре както Булевата алгебра, така и съвременното състояние на електротехниката, разработва принципите за създаване на **електрически схеми, извършващи операциите с числа** – повратен момент в информатиката, защото е основа за създаване на мощни и гъвкави изчислителни устройства.

През януари 1938 г., американецът от български произход Джон Атанасов също достига до идеята за създаване на изчислителна машина, основана на принципите на двоичната логика. През есента на 1939 г., съвместно със сътрудника си Клифърд Бери, той изработва модел, макар и доста груб, на такова устройство. Това устройство се счита днес за **първия реално действащ модел на компютър**.

Машината на Атанасов не е програмируема, но е принципно нова технология. Вместо електро-механичните елементи, използвани от Шенън, Атанасов използва **електронни вакуумни лампи** – идея, която е революционна, поради няколко причини. Електронните лампи консумират по-малко електрическа енергия, не предизвикват характерния за релетата шум, много по-надеждни са и с тях могат да се построят много по-големи и сложни пресмятащи устройства.

Проектът на Атанасов съдържал и още една много важна идея – да се включи в машината специално устройство – **памет**, в което да се съхраняват не само необходимите за пресмятането **данни**, но и управляващата машината **програма**. За съжаление, Джон Атанасов не е имал нито време, нито технологична възможност да вгради в модела си такава, **променяща съдържанието си**, памет.

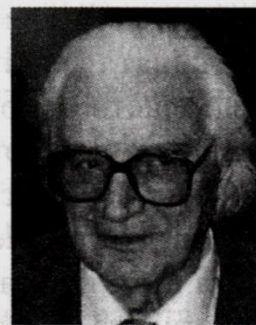
Едновременно с Шенън и Атанасов, над устройство за автоматизиране на пресмятанията работи и германският инженер Конрад Цузе. Поради наложената от



Клод Шенън



Джон Атанасов



Конрад Цузе

управляващите в Германия изключителна секретност на работите на Цузе, не е възможно да се посочи точно моментът на завършване на машината му Z1, но това е станало около началото на Втората световна война. Макар и построена на електро-механичен принцип, машината на Цузе също съдържа революционен елемент – тя работи със **сменяеми програми**. Програмите за машината на Цузе се перфорирани на хартиени ленти. Можем да смятаме, че тази машина е **първата реално действаща програмируема изчислителна машина**.

Предшественици на компютъра



Алън Тюринг

Втората световна война се явява едновременно пречка и стимул за развитие на изчислителната техника. Пречка, доколкото много от работещите над проблема учени са били отклонени от преките си задачи. Стимул, защото разработването на ново, по-сложно въоръжение, изисквало решаването на математически задачи с голяма сложност, а следователно поставяло и въпроса за по-скорошно разработване на **универсална програмируема изчислителна машина**.

През 1941 г., подпомаган от корпорацията IBM и тогавашния ѝ президент Томас Дж. Уотсън, младият математик от Харвардския университет Хауърд Айкен създава машината MARK I. Независимо от връщането към десетичната бройна система, електро-механичният принцип, съхраняването на програмите на перфоленти и четенето им при всяко ново приложение, огромните размери и т.н., MARK I е **първата реално действаща програмируема машина в САЩ**.

По същото време, в условията на дълбока секретност, Конрад Цузе усъвършенства Z1, създавайки последователно моделите Z2, Z3 и Z4, сравнително малки по обем и лесни за производство изчислителни машини, които през цялата война се използват в германската военна промишленост.

Технологичният скок е извършен от английски специалисти, занимаващи се по време на Втората световна война с дешифриране на секретните германски радиogramи. Ръководени от гениалния математик Алън Тюринг, те създали специализираната машина Colossus, предназначена за дешифриране на радиogramи (т.е. за изпълняване на един конкретен алгоритъм). Тя, обаче, била построена с електронни лампи – **първата действаща електронна изчислителна машина**.

Създаденото от групата на Тюринг бързо станало известно от другата страна на океана и, по поръчка на военното министерство на САЩ, Джон Пресперт Екерт и Джон Моучли създават през 1946 г. машината ENIAC (Electronic Numerical Integrator and **Computer**). Двоична бройна система, електронни лампи (около 17000), два пъти по-големи размери от MARK I и хиляда пъти по-бърза – това са характеристиките на тази машина. В името ѝ участва и думата **Computer**, с която от тук нататък ще се обозначават подобни устройства.



Джон Екерт



Джон Моучли



Джон фон Нойман

На практика Екерт и Моучли довеждат до успешен край проекта на Атанасов, което е било потвърдено и от доста шумния съдебен процес от 1973 г., признан официално авторството на Атанасов, но не получил достатъчно популярност по света (освен в България, където акад. Благовест Сендов направи много, за да можем да се гордеем с този факт, свързващ едно българско име с историята на създаването на компютъра).

Фон-Ноймановият компютър

Следващият проект на Екерт и Моучли е компютърът EDVAC. За осъществяването на този проект, към двамата се присъединява Джон фон Нойман. Математик с изключителна ерудиция и възможности, той слага последния важен шрих в историята на универсалния компютър. Не случайно приятелите му виждат пръст на съдбата в неговата фамилия, която в превод от немски означава „нов човек“.

Джон фон Нойман обосновава *принципите на съвременния компютър*. Независимо от това, че повечето от тях не са формулирани за пръв път от него и предизвикали спорове за авторство, в литературата те са известни като *Принципи на фон Нойман*, а компютрите, построени на тези принципи – като *фон-Нойманови компютри*.

Накратко ще формулираме принципите, които фон Нойман обобщава и интегрира в цялостна концепция:

Първи принцип: Компютърът е **електронно устройство** – всички операции в него се извършват от електронни схеми. Първоначално използваните електронни лампи се заменят последователно с по-мощни и по-миниатюрни електронни елементи – транзистори, интегрални схеми и схеми със свръх-висока степен на интеграция.

Втори принцип: Данните в компютъра се представят в **двоичен вид** и всички операции се изпълняват над операнди, представени като числа в двоична бройна система. Електронните схеми на компютъра също са изградени с използването на Булевата (двоична) логика, която е основа и на двоичната бройна система.

Трети принцип: Компютърът е устройство, което **се управлява от програма**. Програмата, реализираща определен алгоритъм, както и входните данни, се въвеждат в специално устройство – **памет** и се съхраняват там по време на работа. Програмите се състоят от **инструкции**, които се извличат от паметта в друго устройство – **процесор**, изпълняват се над данните и резултатите се връщат обратно в паметта.

Възползвайки се от противоречията между фон Нойман, от една страна, и Екерт и Моучли, от друга, относно приоритетите и правата над изобретението, английският изобретател Морис Уилкс построява през 1949 г. **първия компютър, изграден изцяло върху принципите на фон Нойман** – машината EDSAC.



От този момент започва ерата на компютрите, които са построени по една и съща *принципна схема* – *архитектура на фон Нойман*. На Фиг. 1 е показана тази принципна схема.

Съвременните компютри имат две добре обособени части, наречени съответно *оперативна памет* (ОП) и *централен процесор* (ЦП), а така също група от разнообразни по възможности, но с общо предназначение устройства, наречани *входно-изходни устройства*

(ВИУ). Връзката между тези три компонента е доста сложна, затова на ниво архитектура двата потока информация между отделните части – потокът на управлението и потокът на данните, са изобразени като един, със стрелките на схемата.

Оперативна памет

Предназначението на ОП (съгласно принципите на фон Нойман) е да съхранява програмите, реализиращи различни алгоритми, както и данните, необходими за изпълнението на тези програми – входни, междинни и изходни.

ОП е последователност от запомнящи елементи, всеки един от които може да бъде поставен в едно от две допустими състояния, означавани с 0 и 1. Такава запомняща единица памет се нарича *бит* и в последователност от битове може да бъде запомнено цяло неотрицателно число, представено в двоична бройна система. Всъщност в ОП могат да бъдат запомняни **само цели неотрицателни числа**, представени в двоична бройна система.

За да може ЦП да оперира със запомненото в ОП, тя е разбита на последователности от по 8 бита. Всяка такава последователност се нарича *байт* и се означава с уникален номер, наричан *адрес*. Не е трудно да се съобрази, че като даваме на битовете в един байт стойности 0 и 1, можем да получим $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^8 = 256$ различни числа – двоичните представяния на целите числа от 0 до 255. За представяне на по-големи числа се използват последователности от 2, 4, 8 или повече байта. Такава последователност наричаме *поле* на ОП.

Представянето на всички други стойности и обекти, с които се налага да се работи в компютъра, става чрез цели неотрицателни числа. Например:

- За представяне на *целите отрицателни числа* е прието най-левият бит на съответното поле да служи за знак на числото – ако този бит е 0, тогава числото, образувано от останалите битове на полето, е положително, а ако е 1 – отрицателно.

- **Дробните числа** се представят в компютъра с две цели – **мантиса** M и **порядък** p . Числото, представено от двойката цели ($M; p$), е $M \times 10^p$. Така например двойката (314; 2) представя дробното число $314 \times 10^2 = 31400.0$, а двойката (314; -2) представя дробното число $314 \times 10^{-2} = 3.14$.
- **Знаците на клавиатурата** също се представят чрез цели неотрицателни числа. Така например кодовата таблица ASCII съпоставя на всеки знак от клавиатурата число (ASCII-код) в интервала 0 до 255 (1 байт). ASCII-кодовете на големите букви на кирилицата (от А до Я), например, са от 128 до 159.
- С цели неотрицателни числа се представят в ОП и **нечисловите обекти**. Така например всеки цвят, с който може да свети един пиксел на компютърния монитор, се представя със съответно цяло неотрицателно число (или с тройка такива числа – интензивностите на червеното, зеленото и синьото в цветовата система RGB).

Централен процесор

ЦП на компютъра се състои от две основни части. **Аритметичното устройство** (АУ) се състои от електронните схеми, предназначени да изпълняват различните операции с данни. **Управляващото устройство** (УУ) ръководи работата на компютъра. То извлича от ОП програмната инструкция, която трябва да бъде изпълнена и необходимите за изпълнение на инструкцията данни, подава ги на схемата от АУ, която реализира съответната операция и стартира изпълнението на операцията. След завършването на операцията, УУ записва в паметта получения резултат, избира следващата инструкция и т.н. По този начин ЦП изпълнява непрекъснато последователност от действия, която наричаме **основен цикъл** на ЦП:

1. Извлича команда от ОП.
2. Извлича данни от ОП.
3. Изпълнява командата чрез АУ.
4. Записва резултата в ОП и преминава към 1.

На практика, чрез своите апаратни части (които наричаме **хардуер**), компютърът изпълнява един прост алгоритъм, а огромното количество разнообразни дейности, които можем да извършваме с негова помощ, се дължи на разнообразието от **програми** (последователности от инструкции), които могат да бъдат записвани в ОП и изпълнявани от ЦП. Съвкупността от тези програми наричаме **софтуер**. Също както при човешкото тяло и дух, компютърът е единство на две компоненти – хардуер и софтуер, всяка от които има своя специфика и характеристики, но само взаимодействието между тях дава истинската представа за феномена компютър.

Входно-изходни устройства

Устройствата, които наричаме **входно-изходни**, разделяме на две групи. Тези, които са или само входни, или само изходни, са предназначени да осъществяват връзката между човека и компютъра. С тяхна помощ потребителят въвежда в па-

метта програмите и данните, върху които те ще се изпълняват, а така също получава резултатите в удобен за използване вид. Тези устройства наричаме още *диалогови*. В уроците от предишни години се запознахме с различни диалогови устройства.

Устройствата, които са както входни, така и изходни, наричаме още *запомнящи*. С помощта на тези устройства, върху съответните *носителци на данни*, се съхраняват за по-нататъшна употреба програмите и големи обеми от данни.

На практика ЦП не управлява целия процес на въвеждане и извеждане на данните. Заради механичните принципи на част от ВИУ, обменът между тях и оперативната памет е много по-бавен от скоростта, с която програмите извършват вътрешната обработка. Затова би било много неефективно ЦП да престоива, докато се изпълняват операциите по въвеждане или извеждане. На практика ЦП само подготвя изпълнението на входно/изходните операции и прехвърля отговорността за извършване на фактическия обмен на специализирани устройства – *контролери*, всяко от които обслужва определен клас устройства.

Специфични контролери са устройствата, които не са предназначени за управление на едно или друго ВИУ, а за осъществяване на обмена на данни между компютри, свързани в мрежа. Такива специфични контролери наричаме *мрежови*.

Въпроси и задачи

1. Кой е авторът на идеята за построяване на изчислителни устройства на електронен принцип и създател на първите електронни устройства, извършващи математически изчисления?
2. Кой е създал първото изчислително устройство, работещо със сменяеми програми?
3. Коя е първата изчислителна машина, построена изцяло в съответствие с принципите на фон Нойман?
4. Избройте най-важните характеристики на ОП. Защо обемът на ОП се мери в единици, кратни на 1024, а не както при другите мерки – кратни на 1000?
5. Избройте най-важните характеристики на ЦП.
6. Проверете характеристиките на ОП и ЦП на компютърът, на който работите в клас и на домашния си компютър. Сравнете тези характеристики.
7. Избройте най-често употребяваните входни устройства.
8. Избройте най-често употребяваните изходни устройства.
9. Посочете най-популярните носители на данни. За кои от тях е необходимо съответно устройство в компютъра? Посочете къде се намира това устройство.
10. Работата на кои устройства силно зависи от качествата на съответния контролер (управляваща карта)?