

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГБПОУ ВО  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОМЫШЛЕННО  
ГУМАНИТАРНЫЙ КОЛЛЕДЖ»

# МИКРОПРОЦЕССОР APPLE A9

**Apple A9** — 64-битный 2-ядерный ARM-микропроцессор с архитектурой ARMv8 компании Apple из серии Apple Ax, изготавливаемый по новому 14-нм FinFET техпроцессу Samsung и 16 нм FinFET техпроцессу TSMC



## Основные характеристики:

Производство: 2015 года

Разработчик: Apple Inc.

Производитель: Samsung, TSMC

Частота ЦП: 1,8 ГГц

Технология производства: 14 (Samsung) или 16 (TSMC)  
нм

Микроархитектура: Twister ARMv8-A-совместимая

Число ядер: 2

Встроенный графический процессор: PowerVR

В декабре 2013 года стало известно о подписании контракта компанией Samsung на выпуск в 2015 году следующего поколения процессоров Apple по новому 14-нм технологическому процессу на транзисторах с вертикально расположенным затвором (fin field effect transistor, FinFET). А в декабре 2014 года появилась информация о начале производства на фабрике S2 компании Samsung в Остине первой пробной партии нового чипа Apple A9 по 14-нм техпроцессу с использованием FinFET-транзисторов.

Еще один вариант чипа выпускался по сходной технологии 16 нм FinFET компанией TSMC.

По заявлению компании Apple новый чип A9 получил прирост производительности до 70 % в целом и порядка 90 % по графике по сравнению с предыдущим поколением чипов Apple A8. Также энергопотребление нового чипа снижено на 35 % и его размеры уменьшились на 15 %

## Устройства, использующие процессор **Apple A9**:

- iPhone 6S и 6S Plus — с сентября 2015 года;
- iPhone SE — с марта 2016 года;
- iPad 5 (2017) — с марта 2017 года.



## Для чего нужен процессор?

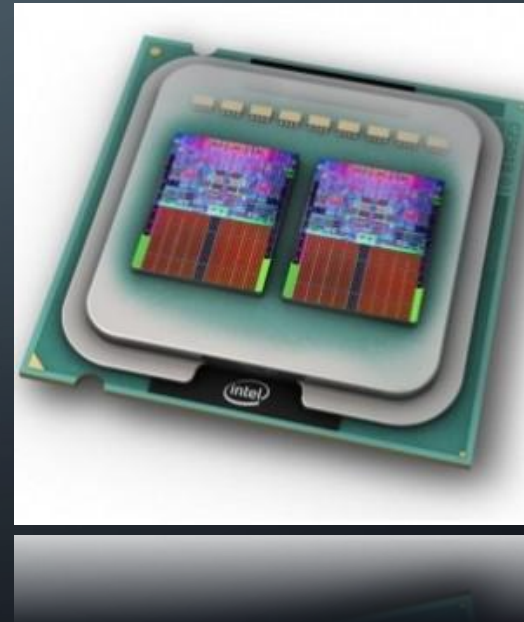
**Процессор в смартфоне** — это самая сложная деталь и отвечает она за все вычисления, производимые устройством. По сути, говорить, что в смартфоне используется процессор, неправильно, так как процессоры как таковые в мобильных устройствах не используются. Процессор вместе с другими компонентами образуют SoC (System on a chip – система на кристалле), а это значит, что на одной микросхеме находится полноценный компьютер с процессором, графическим ускорителем и другими компонентами.

Если речь заходит о процессоре, то сперва надо разобраться с таким понятием, как **«архитектура процессора»**. Современные смартфоны используют процессоры на архитектуре ARM, разработкой которой занимается одноименная компания ARM Limited. Можно сказать, что архитектура — это некий набор свойств и качеств, присущий целому семейству процессоров. Компании Qualcomm, Nvidia, Samsung, MediaTek, Apple и другие, занимающиеся производством процессоров, лицензируют технологию у ARM и затем продают готовые чипы производителям смартфонов или же используют их в собственных устройствах. Производители чипов лицензируют у ARM отдельные ядра, наборы инструкций и сопутствующие технологии. Компания ARM Limited не производит процессоры, а только продает лицензии на свои технологии другим производителям.



## Ядро

Ядро – это элемент чипа, который определяет производительность, энергопотребление и тактовую частоту процессора. Очень часто мы сталкиваемся с понятием двухъядерный или четырехъядерный процессор.





## Двухъядерный или четырехъядерный процессор – в чем разница?

Увеличение количества ядер позволяет ускорить работу девайса за счет перераспределения выполняемых процессов. Но большинство современных приложений являются однопотоковыми и поэтому одновременно могут использовать только одно или два ядра. Естественно возникает вопрос, для чего тогда четырехъядерный процессор? Многоядерность, в основном, используется продвинутыми играми и приложениями по редактированию мультимедийных файлов. А это значит, что если вам нужен смартфон для игр (трехмерные игры) или съемки Full HD видео, то необходимо приобретать аппарат с четырехъядерным процессором. Если же программа сама по себе не поддерживает многоядерность и не требует затраты больших ресурсов, то неиспользуемые ядра автоматически отключаются для экономии заряда батареи. Часто для самых неприхотливых задач используется пятое ядро-компаньон, например, для работы устройства в спящем режиме или при проверке почты.

# Тактовая частота

Тактовая частота – это характеристика процессора, которая показывает, сколько тактов способен обработать процессор за единицу времени (одну секунду). Например, если в характеристиках устройства указана частота 1,7 ГГц — это значит, что за 1 секунду его процессор осуществит 1 700 000 000 (1 миллиард 700 миллионов) тактов.

В зависимости от операции, а также типа чипа, количество тактов, затрачиваемое на выполнение чипом одной задачи, может отличаться. Чем выше тактовая частота, тем выше скорость работы. Особенно эта разница чувствуется, если сравнивать одинаковые ядра, работающие на разной частоте.

Иногда производитель ограничивает тактовую частоту с целью уменьшения энергопотребления, потому как чем выше скорость процессора, тем больше энергии он потребляет.

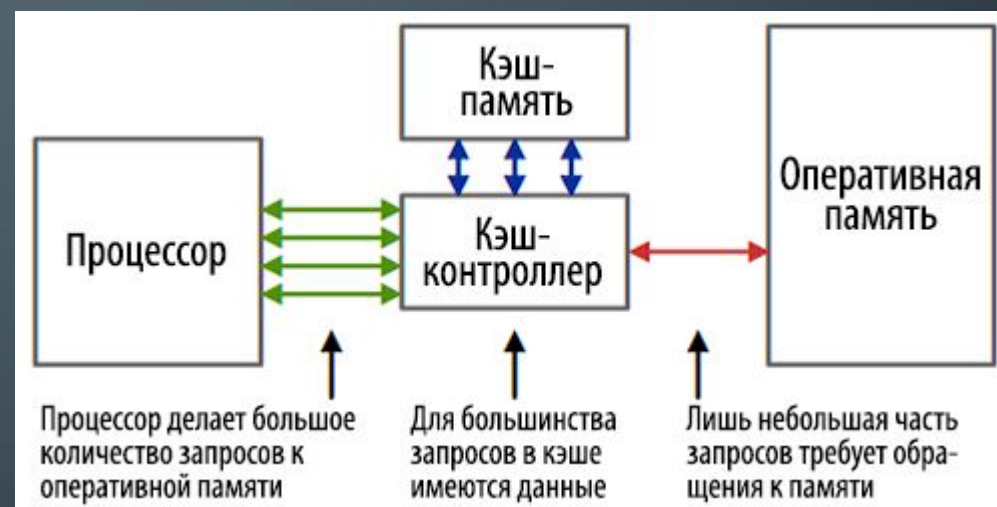
И опять возвращаемся к многоядерности. Увеличение тактовой частоты (МГц, ГГц) может увеличить выработку тепла, а это крайне нежелательно и даже вредно для пользователей смартфонов. Поэтому многоядерная технология также используется как один из способов увеличения производительности работы смартфона, при этом не нагревая его в вашем кармане.

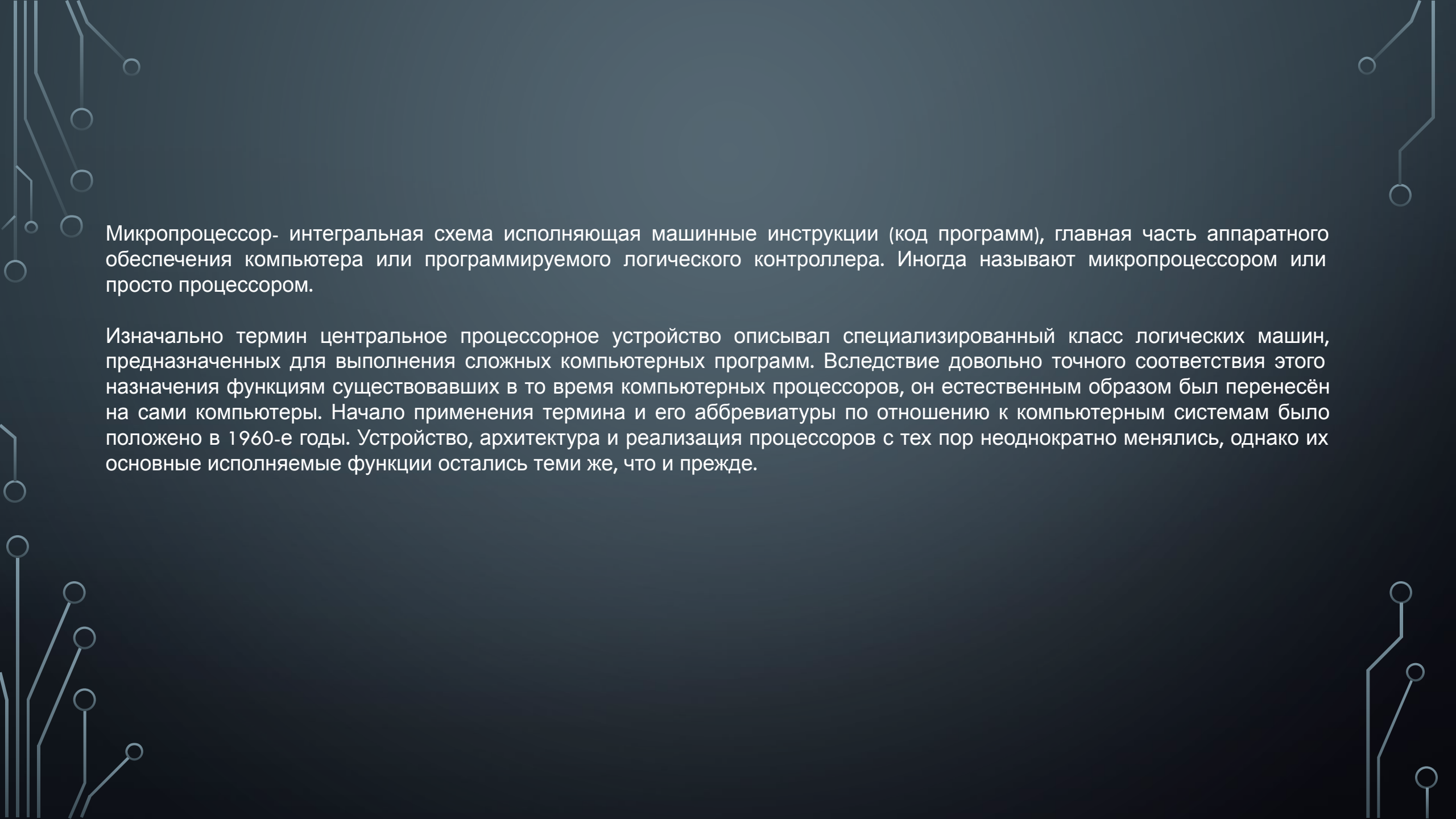
Производительность увеличивается, позволяя приложениям работать одновременно на нескольких ядрах, но есть одно условие: приложения должны последнего поколения. Такая возможность также позволяет экономить расход заряда батареи.

# Кэш

## процессора

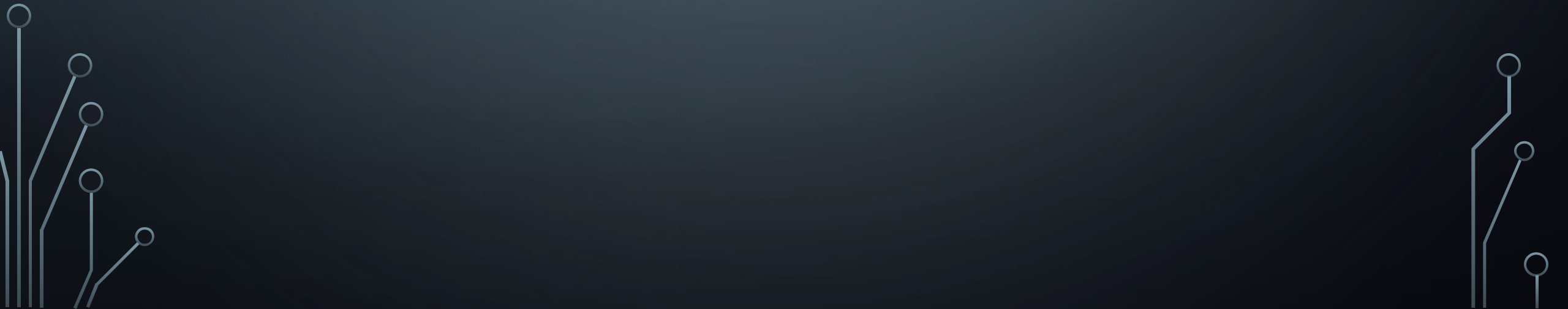
Кэш – это память, предназначенная для временного хранения данных и работающая на частоте процессора. Кэш используется для того, чтобы уменьшить время доступа процессора к медленной оперативной памяти. Он хранит копии части данных оперативной памяти. Время доступа уменьшается за счет того, что большинство данных, требуемых процессором, оказываются в кэше, и количество обращений к оперативной памяти снижается. Чем больше объем кэша, тем большую часть необходимых программе данных он может в себе содержать, тем реже будут происходить обращения к оперативной памяти, и тем выше будет общее быстродействие системы.





Микропроцессор- интегральная схема исполняющая машинные инструкции (код программ), главная часть аппаратного обеспечения компьютера или программируемого логического контроллера. Иногда называют микропроцессором или просто процессором.

Изначально термин центральное процессорное устройство описывал специализированный класс логических машин, предназначенных для выполнения сложных компьютерных программ. Вследствие довольно точного соответствия этого назначения функциям существовавших в то время компьютерных процессоров, он естественным образом был перенесён на сами компьютеры. Начало применения термина и его аббревиатуры по отношению к компьютерным системам было положено в 1960-е годы. Устройство, архитектура и реализация процессоров с тех пор неоднократно менялись, однако их основные исполняемые функции остались теми же, что и прежде.



Ранние ЦП создавались в виде уникальных составных частей для уникальных, и даже единственных в своём роде, компьютерных систем. Позднее от дорогостоящего способа разработки процессоров, предназначенных для выполнения одной единственной или нескольких узкоспециализированных программ, производители компьютеров перешли к серийному изготовлению типовых классов многоцелевых процессорных устройств. Тенденция к стандартизации компьютерных комплектующих зародилась в эпоху бурного развития полупроводниковых элементов, мейнфреймов и мини-компьютеров, а с появлением интегральных схем она стала ещё более популярной. Создание микросхем позволило ещё больше увеличить сложность ЦП с одновременным уменьшением их физических размеров. Стандартизация и миниатюризация процессоров привели к глубокому проникновению основанных на них цифровых устройств в повседневную жизнь человека. Современные процессоры можно найти не только в таких высокотехнологичных устройствах, как компьютеры, но и в автомобилях, калькуляторах, мобильных телефонах и даже в детских игрушках. Чаще всего они представлены микроконтроллерами, где, помимо вычислительного устройства, на кристалле расположены дополнительные компоненты (память программ и данных, интерфейсы, порты ввода-вывода, таймеры и др.). Современные вычислительные возможности микроконтроллера сравнимы с процессорами персональных ЭВМ десятилетней давности, а чаще даже значительно превосходят их показатели.

## Apple, DEC, Intel: ARM6, StrongARM, Xscale

В конце 1980-х годов Apple Computer и VLSI Technology начали работать с Acorn Computers над новыми версиями ядра ARM. Работа была настолько важна, что Acorn преобразовала команду разработчиков в 1990 году в новую компанию под названием Advanced RISC Machines. По этой причине ARM иногда расшифровывают как *Advanced RISC Machines* вместо *Acorn RISC Machine*. Advanced RISC Machines стала ARM, когда её родительская компания ARM Holdings вышла на Лондонскую фондовую биржу и NASDAQ в 1998 году.

Новая работа Apple-ARM в конечном итоге превратилась в ARM6, впервые выпущенный в 1992 году. Apple использовала основанный на базе ARM6 процессор ARM610 в качестве основы для своего продукта Apple Newton PDA. В 1994 году Acorn стала использовать ARM610 как главный процессор в своих компьютерах RISC PC. Компания DEC также купила лицензию на архитектуру ARM6 (чем вызвала небольшую путаницу, поскольку они также производили процессоры Alpha) и начала производить StrongARM. На 233 МГц этот процессор требовал всего 1 Вт мощности (более поздние версии требовали гораздо меньше). Позднее Intel получил права на эту работу в результате судебного процесса. Intel воспользовалась возможностью дополнить их устаревшую линейку I960 процессором StrongARM и позднее разработала свою версию ядра под торговой маркой XScale, которую они впоследствии продали компании Marvell.

Ядро ARM сохранило все тот же размер после всех этих изменений. У ARM2 было 30 тысяч транзисторов, в то время как ARM6 дорос всего лишь до 35 тысяч.

## Архитектура

Уже давно существует справочное руководство по архитектуре ARM, которое разграничивает все типы интерфейсов, которые поддерживает ARM, так как детали реализации каждого типа процессора могут отличаться. Архитектура развивалась с течением времени, и начиная с ARMv7 были определены 3 профиля:

- A (application) — для устройств, требующих высокой производительности (смартфоны, планшеты);
- R (real time) — для приложений, работающих в реальном времени;
- M (microcontroller) — для микроконтроллеров и недорогих встраиваемых устройств.

Профили могут поддерживать меньшее количество команд (команды определенного типа).



## Режимы

Процессор может находиться в одном из следующих операционных режимов:

- **User mode** — обычный режим выполнения программ. В этом режиме выполняется большинство программ.
- **Fast Interrupt (FIQ)** — режим быстрого прерывания (меньшее время срабатывания).
- **Interrupt (IRQ)** — основной режим прерывания.
- **System mode** — защищённый режим для использования операционной системой.
- **Abort mode** — режим, в который процессор переходит при возникновении ошибки доступа к памяти (доступ к данным или к инструкции на этапе prefetch конвейера).
- **Supervisor mode** — привилегированный пользовательский режим.
- **Undefined mode** — режим, в который процессор входит при попытке выполнить неизвестную ему инструкцию.

Переключение режима процессора происходит при возникновении соответствующего исключения, или же модификацией регистра статуса.

## Набор команд

Чтобы сохранить устройство чистым, простым и быстрым, оригинальное изготовление ARM было исполнено без микрокода, как и более простой 8-разрядный процессор 6502, используемый в предыдущих микрокомпьютерах от Acorn Computers.

### Набор команд ARM[

Режим, в котором выполняется 32-битный набор команд.

ARM Base Instruction Set:

ADC, ADD, AND, B/BL, BIC, CMN, CMP, EOR, LDM, LDR/LDRB, MLA, MOV, MUL, MVN, ORR, RSB, RSC, SBC, STM, STR/STRB, SUB, SWI, SWP, TEQ, TST

## ARMv8 и набор команд ARM 64 бит

В конце 2011 года была опубликована новая версия архитектуры, ARMv8. В ней появилось определение архитектуры AArch64, в которой выполняется 64-битный набор команд A64. Поддержка 32-битных команд получила название A32 и выполняется на архитектурах AArch32. Инструкции Thumb поддерживаются в режиме T32, только при использовании 32-битных архитектур. Допускается исполнение 32-битных приложений в 64-битной ОС, и запуск виртуализованной 32-битной ОС при помощи 64-битного гипервизора. Applied Micro, AMD, Broadcom, Calxeda, HiSilicon, Samsung, STM и другие заявили о планах по использованию ARMv8. Ядра Cortex-A53 и Cortex-A57, поддерживающие ARMv8, были представлены компанией ARM 30 октября 2012 года.

Как AArch32, так и AArch64, поддерживают VFPv3, VFPv4 и *advanced SIMD* (NEON). Также добавлены криптографические инструкции для работы с AES, SHA-1 и SHA-256.

## ВЫВОД:

МП Apple A9 как и любой другой МП ПК и смартфонов – это одно из основных устройств, отвечающее за обработку информации.

Эффективность МП зависит от частоты и числа ядер.

Спасибо за  
внимание!