



Введение. Основное отличие аналогового компьютера от дискретного (цифрового) заключается в том, что в АВМ числовые данные представляются в виде аналоговых физических параметров: скорость, длина, напряжение, сила тока, давление. Первым в мировой истории аналоговым компьютером стала изобретенная в 1622 году логарифмическая линейка (в ней данные представляются в виде изменяющейся длины «задающей» и «результатирующей» шкалы). Эта АВМ широко применялась студентами, инженерами и учеными в научных и технических расчетах вплоть до появления первых персональных компьютеров.

По прошествии более чем трехсот лет, в середине XX века были разработаны электронные АВМ, с помощью которых решались дифференциальные уравнения, выполнялись операции дифференцирования и интегрирования. Самые сложные аналоговые компьютеры того времени были способны вычислять траектории баллистических ракет и артиллерийских снарядов. Однако цифровые компьютеры превзошли АВМ уже на первых этапах своего развития универсальностью в решении любых задач (для решения каждой конкретной задачи с помощью АВМ приходилось заново создавать вычислительную архитектуру этой самой АВМ).

Основная часть. Аналоговый компьютер - это устройство, выполняющее вычислительные задачи, оперируя не дискретными, а непрерывными данными. Бит — это дискретная величина, единица или нолик. Ток, напряжение, давление, температура, яркость, сила — этот список можно продолжать долго — есть величины непрерывные, то есть их точное значение измерить нельзя в принципе, все ограничивается точностью измерительного прибора.

Если идеальной средой для цифровой техники является обработка цифровых данных, то идеальной средой для аналогового компьютера по логике должна стать обработка данных реального мира — изображение или звук, например.

Но по какой-то, непонятной мне причине, эта область знаний практически заброшена. Вероятно, ответом являются какие-то непреодолимые сложности, возможно, что-то еще, но за последние лет десять в этом направлении нет практически никаких сдвигов.

Чаще всего под аналоговыми компьютерами понимают чисто гидравлические или механические устройства, преобразующие входной сигнал в выходной

по конструктивно запрограммированной функции — как тот же позограф Кауфманна, определяющий наиболее удачную экспозицию при съемке, или антикитерский механизм, предсказывающий положение планет и солнца.

Классическим примером современного аналогового компьютера является автоматическая автомобильная трансмиссия. При изменении вращающего момента меняется и давление жидкости в гидроприводе, причем характер этой «функции» можно менять конструктивно.

Но такие примеры в 21 веке уже и приводить неприлично. Наука ушла так далеко вперед, что реализация простейшей функции должна была заслуженно остаться в середине прошлого века. Но почему-то не пришло ничего взамен.

По прошествии более чем трехсот лет, в середине XX века были разработаны электронные АВМ, с помощью которых решались дифференциальные уравнения, выполнялись операции дифференцирования и интегрирования. Самые сложные аналоговые компьютеры того времени были способны вычислять траектории баллистических ракет и артиллерийских снарядов. Однако цифровые компьютеры превзошли АВМ уже на первых этапах своего развития универсальностью в решении любых задач (для решения каждой конкретной задачи с помощью АВМ приходилось заново создавать вычислительную архитектуру этой самой АВМ).

И вот на примере возрождения из полувекового забвения АВМ мы в очередной раз убеждаемся в непреходящей народной мудрости – «новое – это хорошо забытое старое». А возрождение это происходит благодаря появлению метаматериалов – искусственных структур, построенных по определенным «пространственным планам» из элементов с размерами меньше длины волны распространяемых в них колебаний (электромагнитных, акустических, механических – вообще, любой природы), с которыми эти метаматериалы должны выполнять заданные преобразования. На сегодняшний день известны несколько разновидностей аналоговых вычислителей, созданных на базе метаматериалов, которые работают с электромагнитными волнами. А недавно создан прототип АВМ на базе метаматериала, выполняющего вычислительные операции с использованием акустических волн.

Метаматериал-вычислитель, разработанный в Федеральной политехнической школе Лозанны (EPFL), выполняет сложные преобразования фронта и формы звуковой волны в процессе ее отражения от структуры метаматериала (при

отражении звуковой волны от «природных» поверхностей ее характеристики, как известно, не изменяются). Главной отличительной особенностью «лозаннского компьютера» является то, что он работает с «пространственными преобразованиями» акустической волны, для восприятия которых нет необходимости в дополнительных преобразующих подсистемах. Все же существующие на сегодняшний день аналоговые компьютеры на базе метаматериалов работают с «частотными преобразованиями», для работы с которыми необходимы дополнительные подсистемы, выполняющие прямое и обратное преобразование Фурье.

Швейцарские изобретатели утверждают, что с помощью созданного ими метаматериала можно решать дифференциальные уравнения второго порядка, выполнять операции дифференцирования, интегрирования, непрерывного преобразования сигналов, обработки изображений, реализовывать нейросети. По их мнению, комплекс указанных вычислительных способностей может служить основой моделирования динамики сложных биологических систем в медицине и нейробиологии.

Заключение. Аналоговые компьютеры основываются на задании физических характеристик их составляющих. Обычно это делается методом включения-исключения некоторых элементов из цепей, которые соединяют эти элементы проводами, и изменением параметров переменных сопротивлений, емкостей и индуктивностей в цепях.

Автомобильная автоматическая трансмиссия является примером гидромеханического аналогового компьютера, в котором при изменении вращающего момента жидкость в гидроприводе меняет давление, что позволяет получить необходимый результат.

Помимо технических применений (автоматические трансмиссии, музыкальные синтезаторы), аналоговые компьютеры используются для решения специфических вычислительных задач практического характера. Например, кулачковый механический аналоговый компьютер, изображённый на фото, применялся в паровозостроении для аппроксимации кривых 4 порядка с помощью преобразований Фурье.

Сейчас аналоговые компьютеры уступили свое место цифровым технологиям, но ещё применяются там, где необходима повышенная точность результатов.