

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,
С. Л. МИШЕНКОВ

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 129090, Москва, Протопоповский пер., 25, к. Б

Тел.: (495) 607-31-18.

E-mail: ref@radio.ru

Приём статей — e-mail: mail@radio.ru

Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: advert@radio.ru

Распространение — (495) 607-31-18; e-mail: sale@radio.ru

Подписка и продажа — (495) 607-87-39

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 24.02.2025 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт
рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последст-
вия использования опубликованных материалов, но принимает меры по ис-
ключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в из-
вестность автора. При этом редакция получает исключительное право на
распространение принятого произведения, включая его публикации в жур-
нале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух
месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним
справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет
право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом мес-
те без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не воз-
вращаются.

© Радио[®]. 1924—2025. Воспроизведение материалов журнала «Радио»,
их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично,
допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»

142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.

Зак. 01220-25 .

Dr.WEB
Компьютерная сеть редакции
журнала «Радио» находится под
защитой Dr.Web — антивирусных
продуктов российского разработ-
чика средств информационной
безопасности — компании
«Доктор Веб».

www.drweb.com
Бесплатный номер
службы поддержки
в России:
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»

RINET
БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон:
+7(495)981-4571
E-mail:
info@rinet.ru
Сайт:
www.rinet.ru

Электронные компьютеры: ключевой этап

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

*"В середине XXI века специалистов
по аналоговым системам называли
цифропитеками".*

(Из учебника по цифровой
трансформации под редакцией
МинЦифры РФ 2074 г.)

Сначала немного терминологии. Мы часто жонглируем терминами ЭВМ в смысле компьютер и наоборот, хотя это совсем не синонимы, а настоящая история вычислений уходит в далёкое прошлое. ЭВМ — это электронно-вычислительная машина, а компьютер — это просто вычислительное устройство. То есть ЭВМ — это способ реализации компьютера на электронных компонентах. Точно так же широкое понятие "стол" можно конкретизировать, к примеру, как деревянно-письменный или металло-верстачный.

Кстати, концепция цифровой алгоритмической вычислительной машины не предполагает обязательного использования именно электронных компонентов. Существуют, в частности, функционально аналогичные устройства, которые построены на трубках с жидкостью, которые используются на производствах, где из-за высоких температур электронные приборы работать не способны.

В свою очередь, понятие компьютер исторически включало в себя и аналоговые компьютеры. Поэтому, если выражаться в одном стиле, правильнее было бы называть цифровые компьютеры цифровыми алгоритмическими вычислительными машинами (ЦАВМ). Но вернёмся к развитию вычислителей, история которых насчитывает несколько поколений, с момента начала использования электричества.

В середине тридцатых годов XX века в области вычислительной техники начались эксперименты с электричеством и механической основой. Главным элементом вычислительных машин этого периода стали электромеханические реле, электромагнитный сигнал приводил в движение сразу много механических подвижных частей (колёс), замыкая и размыкая цепи, ведущие к роторным схемам. Так работали механические вычислительные устройства Z1, Z2 и Z3, созданные в 1938 г. немецким инженером Конрадом Цузе. Это были первые ограниченно программируемые вычислительные машины. Они обслуживали своими расчётами проектировщиков первого ядерного реактора и ракетчика Вернера фон Брауна. Основанные на двоичной системе исчисления (да—нет) и немецком качестве реле, они справлялись со своими задачами. Программирование Z3 осуществлялось с помощью перфорированной плёнки.

В США в 1939 г. компания IBM начала работу над созданием Harvard Mark I, принцип работы которого был тем же — множество колёс с цифрами, поворотные переключатели, электромагнитные реле. Информация вводилась с помощью перфокарт. Mark I тратил на одно вычисление 5 с, и по тем временам это было достижением!

Тогда же ведущим инженерам и учёным было понятно, что только освобождённые от механических деталей и исключительно электронные машины будут соответствовать требованиям современности. Да и начнут считать в

сотни раз быстрее, потому что скорость электрона не сравнить со скоростью вращения колёсика. К тому же всё механическое ненадёжно. Где-то заело колёсико, а там искривилось, здесь отошёл проводок... Поиск дефекта — вообще отдельная "песня". Ведь только коммутационные провода в электромеханических системах могли иметь длину до 1000 км.

А тем временем к концу 40-х годов уже создали свои основные труды Клод Шеннон (теория передачи информации), Норберт Винер (кибернетика как отдельная наука), Джон фон Нейман (конструкция вычислительных машин) и Алан Тьюринг (компьютер должен уметь вычислить всё, что поддаётся вычислению, и это его единственное занятие). На базе приведённых знаний в конце 40-х годов XX века появилось первое поколение ЭВМ, использующее электронные вакуумные лампы. Устройства занимали десятки квадратных метров, требовали охлаждения, весили много тонн, имели огромное потребление электроэнергии. Зато они выполняли уже несколько тысяч операций в секунду.

По праву первым электронным компьютером первого поколения называют американский ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). Машина имела колоссальные данные: 18000 электронных ламп, площадь $90 \times 15 \text{ м}^2$, весила 30 т и потребляла 150 кВт. Несмотря на то что сейчас характеристики ENIAC выглядят не особо впечатляюще, для своего времени система была просто феноменально быстрой. Компьютер был в состоянии выполнять 357 операций умножения в секунду или 5000 операций сложения за то же время. Кроме того, компьютер позволял решать дифференциальные уравнения второго порядка.

Не обошлось и без проблем. Радиолампы регулярно выходили из строя, из-за чего работы приостанавливались примерно раз в день. На их замену требовалось время. В самом начале на поиск неисправной лампы требовалось несколько часов, но через некоторое время команда компьютера наловчилась делать это за 15 мин. Инженеры ввели предиктивное обслуживание (комплексный подход, позволяющий определить состояние находящегося в эксплуатации оборудования и оценить, когда следует провести техническое обслуживание) и тщательно контролировали состояние разных модулей. Зато в ходе создания ENIAC учёные и инженеры предложили множество новых идей, которые в дальнейшем стали базой для построения ЭВМ уже гораздо более совершенных.

На самом деле настоящий успех сопутствует не первым инновационным образцам изделий, а тем, что пришли позже, улучшив качество и вылечив все "детские" болезни. В 1954 г. IBM представила компьютер IBM 704, ставший ключевым в области научных вычислений, потому как и был специально для них разработан. Компьютер был построен на основе улучшенной версии вакуумных ламп и с памятью на магнитопроводах. Это повысило надёжность и производительность системы.

Центральный процессор IBM 704 мог обрабатывать данные с использованием чисел с плавающей запятой, что позволяло оперировать очень малыми и очень большими числами и было невероятным прорывом. Использовалась магнитная память ёмкостью от 4096 до 32768 слов (одно слово = 36 бит).

Для IBM 704 был создан первый высокоуровневый язык программирования — Fortran (FORMula TRANslation), который позволял программистам писать более сложные программы с минимальными затратами времени, заменяя трудоёмкое программирование на машинных языках. Для ввода данных использовались перфокарты и магнитные ленты. Результаты выводились на перфокарты, магнитные ленты или через принтеры.

IBM продала около 140 экземпляров модели 704, что для того времени было значительным успехом, учитывая сложность и стоимость подобных машин. IBM 704 использовался в университетах и исследовательских центрах для моделирования, расчётов и экспериментов. IBM 704 даже использовался для создания звуковых эффектов в кино. Например, в культовом фильме "Фантастическое путешествие", 1957 г.

Цена IBM 704 зависела от конфигурации и дополнительных модулей, но базовая стоимость составляла около 3 млн тогдашних долларов (в настоящее время это около 30 млн долл.). Это делало его доступным только для крупных компаний, университетов и правительственных организаций.

В целом IBM 704 оставил свой след в истории в области развития высокоуровневого программирования, поскольку созданный для него Fortran стал первым массовым языком программирования, который привёл к упрощению работы программистов и ускорил разработку программного обеспечения. Попутно IBM 704 стал инструментом, благодаря которому были сделаны важные открытия в науке, физике, космологии и инженерии.

Архитектура IBM 704 задавала стандарты для дальнейшего развития компьютеров. Использование чисел с плавающей запятой стало необходимым для научных вычислений. Несмотря на высокую цену, IBM 704 стал популярным среди исследовательских центров и университетов, что способствовало широкому внедрению компьютеров в науку. Он активно использовался для расчётов в ядерной физике. Благодаря плавающей точке стало возможным моделировать ядерные реакции и проводить расчёты, которые были бы невозможны на машинах с фиксированной запятой. IBM 704 помогал вычислять траектории ракет. В ранние годы NASA использовала его для расчётов орбитальных траекторий, что стало важным шагом в освоении космоса. В химии и биологии он применялся для моделирования сложных молекулярных структур. Это дало возможность разрабатывать новые лекарства и изучать биохимические процессы. С помощью IBM 704 учёные смогли создать первые компьютерные модели погоды. Это стало началом современного прогноза

погоды, основанного на численных методах.

А ещё IBM 704 был одним из первых компьютеров, который использовался для обработки графики. Например, он помогал в создании анимации и визуализации звуков в кинематографе.

В итоге специалисты отмечают, что IBM 704 был не просто компьютером, а настоящей вехой в истории вычислительной техники. Он показал, что компьютеры могут быть не только инструментами бизнеса, но и мощным средством для научных открытий и технического прогресса. Благодаря таким машинам мы сегодня имеем мощные технологии, способные решать сложные задачи за считанные секунды.

В СССР процесс создания новых ЭВМ немного затянулся в связи с борьбой со лженаукой кибернетикой (вероятно, историкам ещё предстоит узнать, кто именно подкинул эту идею марксистам-ленинцам), однако в 1950 г. в Киевской лаборатории моделирования и вычислительной техники Института электротехники АН СССР под руководством академика Сергея Алексеевича Лебедева была создана первая советская ЭВМ — МЭСМ (малая электронная счётная машина). В ней Лебедев применил принцип параллельной обработки слов, и это был настоящий прорыв в обработке информации. В последующем началось активное построение первого поколения БЭСМ-1 (большая электронная счётная машина).

Разработка БЭСМ-1 была завершена в 1952 г. Машина имела 2000 электронных ламп и быстродействие 8000 операций в секунду. Система представления чисел в машине — двоичная с учётом порядков, в форме чисел с плавающей запятой. Интервал чисел, с которыми оперировала машина, — примерно от 9 до 10^9 . В систему команд машины входило девять арифметических операций, восемь операций передач кодов, шесть логических операций, девять операций управления. Потребляемая мощность — 35 кВт.

В конце 1950-х годов начался бум ЭВМ на транзисторах, которые по своим характеристикам значительно опережали ламповые. В Англии в 1958 г. была выпущена транзисторная ЭВМ Elliot-803, в Германии — Siemens-2002, в Японии — H-1. В СССР первой транзисторной ЭВМ стала "Сетунь".

После успеха БЭСМ-1 было решено создать усовершенствованный вариант для массового производства. Так в 1958 г. на свет появилась БЭСМ-2. Всего было выпущено 67 машин в период с 1958-го по 1962 г. под руководством коллектива ИТМиВТ (институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева) и завода им. Володарского. По достоверным фактам именно с помощью БЭСМ-2 была рассчитана траектория полёта первой советской ракеты на Луну.

Основные характеристики БЭСМ-2 аналогичны предшественнице. Машина имела 4000 электронных ламп, быстродействие было увеличено до 20000 операций в секунду, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) — 2048 39-разрядных слов.



Помимо БЭСМ-2, на основе БЭСМ-1 была создана серийная ЭВМ М-20, которая серийно разрабатывалась с 1955 г. по 1958 г. На момент окончания разработки М-20 была самой быстрой ЭВМ в мире и имела 20000 операций в секунду. Следующей стала БЭСМ-4, которая полностью унаследовала архитектуру М-20 и имела ОЗУ в 8192 45-разрядных слова. Всего было выпущено 30 экземпляров. Для БЭСМ-4 существовало не менее трёх разных компиляторов с языка Алгол-60, компилятор Fortran. Интересно, что БЭСМ-4 также имеет прямое отношение к созданию одного из первых роликов с использованием компьютерной анимации. Кстати, БЭСМ-4 была установлена в вычислительном центре при московской физико-математической школе № 444, в которой автору довелось обучаться и, в том числе, общаться с БЭСМ-4.

Особое место в истории ЭВМ, безусловно, занимает легендарная БЭСМ-6 разработки 1965 г., ставшая знаковым этапом в развитии отечественной вычислительной техники и, более того, вершиной отечественной компьютерной индустрии. Принципы, заложенные в её структурную организацию, актуальны до сих пор.

БЭСМ-6 поступила в производство в 1968 г. Всего было выпущено более 300 экземпляров. Фактически это была первая для своего времени суперЭВМ, сконструированная на элементной базе второго поколения — транзисторах. Основной целью разработки являлось создание быстродействующей, относительно недорогой серийной машины, которая могла бы удовлетворять всем современным требованиям автоматизации и программирования. Как показала жизнь, задача была выполнена.

БЭСМ-6 имела достойные технические характеристики:

- быстродействие — около 1 млн операций в секунду (лучший в то время показатель в Европе и второй в мире);
- объём ОЗУ — от 32 до 128 тысяч слов;
- тактовая частота — 9 МГц;
- элементная база — 60 тыс. транзисторов;
- время умножения — 1,9 мкс;
- время деления — 4,9 мкс;
- время выполнения логических поразрядных операций — 0,5 мкс.

Академик Лебедев одним из первых понял необходимость совместной работы инженеров и математиков над созданием ЭВМ. Поэтому БЭСМ-6 стала первой отечественной машиной, которая была сдана в эксплуатацию с полным математическим обеспечением. Также при создании БЭСМ-6 впервые использовалась система компьютерного проектирования.

БЭСМ-6 выпускалась на московском заводе Счётно-аналитических машин (САМ) с 1968 г. по 1987 г. Структурная организация этой машины отличалась целым рядом революционных для своего времени особенностей, предвосхищавших многие архитектурные решения, использовавшиеся в компьютерах последующих поколений. Так, например, в БЭСМ-6 впервые использовался принцип совмещения выполнения команд

(Лебедев называл его принципом водопровода). Сегодня этот принцип называется вычислительным конвейером и получил широкое распространение. Именно на нём основана работа всех современных компьютеров, включая персональные.

Машина была собрана из нескольких тысяч ячеек, на торцах которых размещены неоновые лампы. Это было удобно для налаживания, поскольку позволяло сразу понять, в каком состоянии находится тот или иной бит, а заодно превращало работу ЭВМ в настоящее светомузыкальное шоу. Можно понять, откуда в старых научно-фантастических фильмах брали образы компьютеров будущего, у которых непременно были сотни мигающих огоньков и футуристическое звуковое сопровождение. Кстати, при желании с помощью этих ламп можно выводить надписи и даже рисунки.

Для БЭСМ-6 существовало много реализаций популярных на то время языков программирования, таких как Алгол, Фортран, Паскаль, АПЛ, Лисп, Плэнер и т. д. На основе БЭСМ-6 были созданы известные компьютеры на интегральных микросхемах серии "Эльбрус". Во второй половине 80-х была разработана 64-разрядная машина БЭСМ-6 ("Эльбрус-Б"), включающая собственную систему команд и два режима совместимости с БЭСМ. Таким образом, огромный массив различных программ, созданных за годы эксплуатации БЭСМ-6, легко переносился на более мощные машины следующего поколения. На основе БЭСМ-6 был также создан тестовый эмулятор — специальная программа, которая позволяет имитировать реальный объект и может использоваться для целей тестирования.

БЭСМ-6 были оснащены все академические и отраслевые институты страны, нуждающиеся в использовании мощных ЭВМ, конструкторские бюро. На основе БЭСМ-6 были созданы вычислительные центры, системы управления в реальном масштабе времени, вычислительные системы телеобработки данных космических исследований. Она использовалась для моделирования сложнейших физических процессов, задач управления, в системах проектирования других ЭВМ. На этой машине было воспитано целое поколение советских учёных и инженеров.

В 1975 г. состоялся исторический советско-американский космический проект "Союз-Аполлон". Управление полётом осуществлялось специально созданным вычислительным комплексом БЭСМ-6/АС-6, генеральным конструктором которого был В. А. Мельников. Многопроцессорная система переменной структуры АС-6 была создана с использованием конструктивных и схемотехнических решений БЭСМ-6, в АС-6 были воплощены многие идеи, составившие основу будущих суперЭВМ "Эльбрус". Если раньше сеанс обработки телеметрической информации занимал около получаса, то комплекс БЭСМ-6/АС-6 справлялся с этой задачей всего за одну минуту. Вся поступающая информация обрабатывалась почти

на полчаса раньше, чем у американцев. Вот такой триумф советской вычислительной техники.

Безусловно, серия ЭВМ БЭСМ послужила развитию советской компьютерной школы. Если взглянуть более чем на полвека назад, то можно сказать, что в 1950—1960 гг. СССР шёл наравне с Америкой, в том числе и в области компьютеризации.

Дорон Свейд, куратор музея вычислительной техники Великобритании, покупавший для своего музея одну из последних работающих БЭСМ-6, как-то заметил, что "Российская серия суперкомпьютеров БЭСМ, разрабатывавшаяся более чем 40 лет тому назад, может свидетельствовать о лжи Соединённых Штатов, объявлявших своё технологическое превосходство в течение всех лет холодной войны".

БЭСМ были достойными конкурентами американских ИВМ, и кто знает, как могли повернуться события, если бы не роковая ошибка, допущенная в 1967 г. правительством СССР. По мнению многих экспертов, именно тот год был переломным, после того как на самом "верху" было принято решение о разработке серии, полностью копировавшей существовавшие тогда технологии ИВМ System/360 (в то время, как в ИВМ уже задались целью разрабатывать персональные ЭВМ). Дело в том, что изначально СССР действительно желал получить лицензию на выпуск у той же ИВМ и был готов заплатить. Причём руководство корпорации было по понятным причинам не против. Но, как обычно и было в то время, вмешалась большая политика, и эта сделка была расстроена. Так же, как и другие попытки получить лицензию у западных производителей (например, британской ICL). По мнению специалистов, в целом ЕС ЭВМ нельзя назвать однозначным провалом, однако с точки зрения развития информационных технологий проект можно считать неудачным.

Но почему СССР реально хотел получить именно западные ЭВМ? Да потому, что тогдашнее руководство ещё подерживало идею устройства знаменитой перспективной ОГАС Виктора Михайловича Глушкова, т. е. общесоюзной системы управления народным хозяйством, о которой уже рассказывалось на страницах журнала. И одновременно прекрасно понимало, что быстро обеспечить потребности в вычислительной технике отечественная промышленность не сможет. Поэтому планировалось не только лицензионное производство компьютеров и периферии, но и прямые закупки всего этого за рубежом.

Именно поэтому советские ЕС ЭВМ изначально имели периферийную совместимость с устройствами ИВМ. Даже после того, как стало понятно, что продаж не будет, советское руководство считало, что это всё — проблемы временные и что возможность покупки западной техники рано или поздно, но возникнет. Однако вместо этой возможности американцы "совершенно неожиданно" выкатили знаменитую поправку Джексона-Вэника, формально связанную с ограничением эмиграции совет-

ских евреев (причину политики всегда придумают), ну, а реально ставящую своей задачей отрезать СССР от любой высокотехнологичной продукции (даже если последняя не имеет военного значения).

То есть США изначально ставили своей задачей недопущение развития нашей страны в любых областях. На этом фоне понимание того что о закупках вычислительного оборудования на Западе даже думать не стоит, постепенно стало очевидным. Ну, а вместе с этим стала очевидной невозможность относительно быстрого и дешёвого развёртывания вычислительных сетей в рамках ОГАС, и именно поэтому, по мнению ряда специалистов, к концу 1970-х эта программа была потихоньку прекращена. Говорят, что все разговоры о том, что советская номенклатура испугалась, будто компьютеры отнимут у неё власть — не более чем фантазии. Причём фантазии отнюдь не нашего производства, то есть слишком уж изошёренной, чтобы быть продуктом номенклатуры того времени. Тем не менее, статьи в газетах, типа "Перфокарта управляет Кремлём", сыграли свою негативную роль.

В итоге во второй половине 80-х годов в Минске начался выпуск персональных ЕС ЭВМ (ЕС-1840, ЕС-45 и ЕС-55) на процессорах, подобных Intel. Однако технология производства микропроцессоров не позволила пойти дальше

уровня Intel 286. После этого пошла на спад советская компьютерная индустрия. Были закрыты многие заводы, и распушены коллективы учёных.

Ну, а ЕС ЭВМ, единожды будучи принятой в качестве основной вычислительной системы СССР, так и осталась таковой, со всеми недостатками этого решения. Вроде резкого сокращения самостоятельных разработок лет на десять. Реально сохранилась только оборонная ветка ЭВМ "Эльбрус", которая, кстати, оказалась единственно востребованной советской компьютерной разработкой в последующие десятилетия. Вплоть до того, что она существует сегодня в виде соответствующей процессорной архитектуры.

Но это уже совсем другая история. В целом казус ЕС ЭВМ выступает лишь ещё одной иллюстрацией ошибочности идеи так называемого мирного сосуществования, т. е. о представлении 70-х годов прошлого века о том, что, мол, "Запад смирился с существованием СССР после того, как его руководители показали своё миролюбие" и готов выстраивать равноправные отношения. На самом деле никто ни с чем не смирился и готовность уничтожить нашу страну не потерял. Что и было продемонстрировано очень скоро, в 80-е годы, при президенте Рейгане. А потом ещё неоднократно демонстрировалось уже по отношению к РФ в каждое новое десятилетие, вплоть до текущего мо-

мента. Одним из результатов чего стала в РФ программа импортозамещения.

Кстати, в настоящее время БЭСМ очень ценится среди фанатов советских компьютеров. Последний экземпляр вычислительной машины БЭСМ-6 до 2012 г. поддерживался в рабочем состоянии в учебном центре ВМФ в Сосновом Бору. Долгожительство по компьютерным меркам невероятное.

По материалам

<https://digitalocean.ru/n/vse-pokoleniya-evm?ysclid=m4l5ndch33342757224>,
<https://yandex.ru/q/tech/649409281/?ysclid=m4l5unc7ok1937491>,
<https://habr.com/ru/companies/selectel/articles/572254/>,
<https://habr.com/ru/companies/ua-a-hosting/articles/375421/>,
<https://dzen.ru/a/Z08b2Xwr5hkGyJUM>,
<https://dzen.ru/a/XJH1vXsNDQC0Dt4h?ysclid=m4gosslore806705488>,
https://pikabu.ru/story/yevm_bye_sm6_slovno_dekoratsiya_iz_staroy_kino_fantasti_ki_9666209?ysclid=m4gouv5s2a971605962,
<https://anlazz.livejournal.com/774180.html?ysclid=m4mfv9xeen777884352>