

# **Программные эмуляторы советских универсальных ЭВМ 1950-х и 1960-х годов (первое и второе поколение ЭЦВМ)**

**Автор:**

**Дмитрий Викторович Стефанков**

**Версия 0: 22 ноября 2014 года.**

**Версия 10: 10 марта 2015 года.**

## **1. История**

Все началось зимой 2013 года, когда в книжном магазине (дом НТК на Ленинском проспекте г. Москвы) в букинистическом отделе была приобретена книга Китова А.И. и Криницкого Н.А. "Электронные цифровые машины и программирование" (1959, Москва, Изд-во физ.-мат. лит.). Было интересно полистать ее и посмотреть, что было примерно более полувека назад в СССР в области вычислительной техники и программирования (Данная книга была первым официальным учебником по программированию в СССР). К этому моменту были постоянные бесконечные дискуссии с коллегами о прошлом и настоящем и о состоянии дел в области вычислительной техники и программирования в Советском Союзе (СССР) и Российской Федерации (РФ).

Вновь появились многочисленные публикации о великом прошлом СССР или публикации с другими оценками того величия или отсутствия великого прошлого вообще.

Автор считает, что исторические оценки лучше всего получаются у профессиональных историков, если только они не руководствуются разными политическими линиями (впрочем, быстро уходящими в историю).

Инженеры, научные работники и другие здравомыслящие люди должны применять известные им профессиональные методы для изучения тех или иных вопросов.

Именно так и появилась идея построить программные эмуляторы для ряда советских ЭЦВМ первого и второго поколения (примерно с 1949 г. по 1971 г.) и посмотреть на эти вычислительные машины «вживую» (пусть даже только в виртуальном мире).

## 2. Список материалов по ЭЦВМ

Для построения эмуляторов нужны технические сведения самого разного характера. Приведу примерный список того, что хотелось по аналогии с американским проектом BITSAVERS (<http://bitsavers.org> или <http://bitsavers.trailing-edge.com>). (Нижеследующее взято из ранних бумаг автора по данному проекту.)

1. Сведения об общей организации ЭЦВМ, описание архитектуры.  
Если были различные модели, то нужны сведения по этим моделям.  
Сведения нужны из разных источников, чтобы разрешить проблемы с расхождениями по техническим характеристикам.  
Лучше всего наличие фирменной заводской документации.  
Фотографии зала, ЭЦВМ, пультов. Это видимо будет нужно, если дойдем до графического интерфейса.
2. Периферия. Общее описание. Технические характеристики.  
Фотографии.
3. Описание систем команд. Различия для моделей.  
Описание основ программирования для данной ЭЦВМ. Примеры.  
Больше примеров с входными и выходными данными.
4. Листинги реальных программ для тестирования реализации эмуляторов.  
Обязательно с входными данными и выходными результатами, чтобы было возможно проверить реализацию эмулятора для данной модели ЭЦВМ.  
Комплексные тесты (они должны были быть при испытаниях, сдаче и наладке ЭЦВМ), контрольные задачи, тестовые программы.  
Методики проверки счета программ из-за низкой надежности оборудования.
5. Временные характеристики для оборудования и систем команд.  
Рабочие частоты ЭЦВМ. Временные диаграммы. Число тактов на команды в зависимости от режимов исполнения.  
Описание по различиям для моделей ЭЦВМ.  
Такие сведения крайне необходимы, если в эмуляторах удастся построить схемы тактирования для оценки производительности ЭЦВМ.
6. Библиография для ЭЦВМ и ВТ периода первых советских ЭЦВМ с 1947 г. по 1960-е годы.  
Библиографию можно расширить до прихода ряда ЕС ЭВМ.
7. Исторические сведения об организациях и людях. Полезно как исторический фон.  
Если в программах для ЭЦВМ или оборудования можно будет привести имена реальных людей, то видимо это будет очень замечательно.

8. Состав элементной базы ЭЦВМ. Описание элементов. Ссылки на литературу.  
Просто интересно.

### **3. Состояние по материалам для ЭЦВМ**

Объективно говоря, состояние по материалам для ЭЦВМ в целом неважное. Тем менее через букинистов, РГБ, ГПНТБ удалось найти некоторое количество материалов, которые позволили надеяться возможным решить поставленные задачи. Сбор материалов продолжается и сейчас, так как для ряда ЭЦВМ дело обстоит совершенно ужасно. Также нужно отметить варварское отношение к историческим материалам, как в СССР, так и в РФ. Что нужно сделать для преодоления такого отношения – не знаю. Список использованной литературы по каждой ЭЦВМ будет приводиться в соответствующем руководстве по этой ЭЦВМ.

### **4. Цели проекта**

Целью проекта является построение программных моделирующих (эмулирующих) систем для советских универсальных ЭЦВМ первого и второго поколения. Первое поколение – это ламповые ЭЦВМ. Второе поколение – это уже полупроводниковые ЭЦВМ.

Любой полный эмулятор не сделать за один день. Нужно много готовиться. Много знать и изучать. Множество материала приходится вводить вручную, затем проверять – т.е. нужно очень много времени, чтобы построить хороший эмулятор.

Зачем это нужно? Зачем нужно плавать или коллекционировать марки? «Из интересу, Ваше Величество, из интересу». Действительно, построение виртуальных машин – крайне интересно. И к тому же сегодня это нужная профессиональная тема.

Старые ЭЦВМ сегодня недоступны для использования (и реальное оборудование невозможно воспроизвести), поэтому можно построить только их виртуальные аналоги (или логические аналоги).

Ключевыми целями для эмулятора каждой ЭЦВМ являются следующие цели:

- 1) эмуляция команд процессора (арифметика и управление);
- 2) эмуляция оперативной памяти;
- 3) эмуляция внешних устройств  
(магнитные ленты, перфоленты, перфокарты, магнитные барабаны и другие);
- 4) ввод и исполнение программ в машинных кодах;
- 5) автокод (найденный или вновь разработанный) для символического кодирования;

- 6) запуск «родного» ПО (если найдется);
- 7) «родные» трансляторы или вновь построенные кросс-компиляторы (автокод, Бейсик, Фортран, Алгол, АЛМО и другие);
- 8) руководство по работе с ЭЦВМ и эмулятором;

#### **Историческая справка:**

**проект SIMN (ранее MIMIC) создан с целью сохранения аппаратного и программного обеспечения компьютеров, которые постепенно стали забываться.**

## **5. Выбранные модели ЭЦВМ**

Ниже приводится список советских универсальных ЭЦВМ первого и второго поколения, разделенных пока примерно на три очереди в порядке приоритета реализации. Деление в некотором смысле условное – прежде всего определяется наличием технических описаний, тестовых программ и сложностью самой ЭЦВМ.

**Таблица. Первая очередь.**

<b>Название</b>	<b>Элементная база</b>	<b>Годы выпусков</b>	<b>Число машин</b>
М-20	Ламповая	1959 - 1964	63
БЭСМ-2/ БЭСМ-2М	Ламповая	1958 - 1962	67 (?)
БЭСМ-1	Ламповая	1953	1
Стрела	Ламповая	1953-1956	7
Урал-1	Ламповая	1956 - 1961	183
Урал-2	Ламповая	1959 - 1964	139
МЭСМ	Ламповая	1951	1
М-1	Ламповая	1951	1
М-2	Ламповая	1953	1
М-3	Ламповая	1956	26
Минск-1	Ламповая	1960 - 1964	220

**Таблица. Вторая очередь.**

Название	Элементная база	Годы выпуска	Число машин
Урал-3	Ламповая	1964	22
Урал-4	Ламповая	1962 – 1964	30
БЭСМ-3 / БЭСМ-3М	Полупроводниковая	1960	1 (?)
БЭСМ-4 / БЭСМ-4 М	Полупроводниковая	1962 – 1966	30 (?)
М-220 / М-220А/ М-220М	Полупроводниковая	1967 -1968	225
М-222	Полупроводниковая	1970 – 1978	551
Киев	Ламповая	1959	?
Минск-2	Ламповая	1963 - 1965	118

**Таблица. Третья очередь.**

Название	Элементная база	Год первого выпуска	Число машин
Арагац	Ламповая	1960 - ?	4
Раздан	Ламповая	1960	1
Раздан-2	Полупроводниковая	1961 - ?	?
Раздан-3	Полупроводниковая	1965 - ?	?
Наири-1	Полупроводниковая	1964 - 1970	500
МИР-1	Полупроводниковая	1965 - ?	?
Проминь	Полупроводниковая	1963 - ?	?
Масис-1	Полупроводниковая	1965 - ?	?
Минск-22	Полупроводниковая	1965 - 1970	734 (953)
Минск-23	Полупроводниковая	1966 - 1969	28

## **6. Реализация эмуляторов ЭЦВМ**

В качестве базового программного обеспечения для построения эмуляторов выбран американский проект SIMH ([http:// http://simh.trailing-edge.com/](http://http://simh.trailing-edge.com/) или <https://github.com/simh/simh>).

Проект SIMH сделан достаточно хорошо. Развивается долго. Имеет хорошую поддержку.

Эмуляторы советских ЭЦВМ М-20 и БЭСМ-6 были сделаны на его базе.

(<https://code.google.com/p/m20/> и <http://sourceforge.net/projects/besm6/>).

**(Разумно использовать то, что под рукой и не искать себе пока другого.)**

Эмулятор ЭЦВМ М-20 выбран базовым прототипом для создания (в первую очередь!) периферийных устройств, разработки методик построения эмуляторов (чтобы избежать ненужного творчества и дублирования) и проверки достоверности логической эмуляции (учитывая недоступность хорошей документации и ПО для первых советских ЭЦВМ, особенно из-за режима секретности).

Реализация инженерных пультов пока не предусматривается (хотя есть очень интересная реализация ЭЦВМ IBM 1130 с графическим отображением инженерной консоли).

## **7. Текущее состояние эмуляторов ЭЦВМ**

**Таблица. Состояние разработки и запуска эмуляторов.**

<b>ЭЦВМ</b>	<b>Начало разработки</b>	<b>Окончание разработки</b>	<b>Моделирование элементов ЭЦВМ</b>	<b>Общее Рабочее состояние</b>
М-20	1 ноября 2014 года	10 марта 2015 года	ЦПУ, ОЗУ, МБ, МЛ, БПУ, ЧУ, ППУ/ПФ	Выполнение программы в машинных кодах Реализован автокод.
Урал-1	3 января 2015 года		ЦПУ (первичная реализация)	Выполнение простейших программ в машинных кодах

## **8. Проблемы, недостатки, иные трудности**

1. Нет технических материалов по МЭСМ, М-1 .
2. По всем ЭЦВМ практически отсутствует «родное» ПО (автокоды, трансляторы, счетные задачи) или что-то есть, но в крайне ограниченном количестве.
3. По всем ЭЦВМ отсутствуют тестовые, контрольные, диагностические программы.
4. Не хватает аккуратности и точности в описании работы оборудования ЭЦВМ.
5. Для проверки работы эмуляторов очень нужны реальные программы с настоящими

входными данными и полученными ранее результатами для сравнения с результатами, получаемых при запуске на эмуляторах.

## **9. Лицензия**

Такая же как у проекта SIMH.

## **10. Список литературы**

В списке литературы присутствуют только те источники, которые есть у автора в твердом или электронном виде. Ссылки на источники, недоступные автору, не могут быть приведены (хотя бы потому, что они не просматривались и не анализировались).

### **1. Обзорная и справочная литература**

[1969 Грубов, Кирдан]

В.И.Грубов, В.С.Кирдан

"Электронные вычислительные машины и моделирующие устройства.Справочник"

1969, Киев, Наукова Думка

[1976 Доброневский и др.]

Доброневский О. Е., Борохович, К.В. Савченко

"Справочник по ЭВМ"

1976, Киев, Вища школа

### **2. Учебная литература**

[1956 Китов]

Китов А.И.

"Электронные цифровые машины"

1956, Москва, Советское радио

[1965 Китов, Криницкий]

Китов А. И., Н.А.Криницкий

"Электронные вычислительные машины", Издание 2-е, дополненное и переработанное

1965, Москва, Наука

[1959 Китов, Криницкий]

Китов А.И., Криницкий Н.А.

"Электронные цифровые машины и программирование"

1959, Москва, Изд-во физ.-мат. лит.

### **3. Программирование**

[1963 Криницкий, Миронов, Фролов]

Криницкий Н.А., Миронов Г.А., Фролов Г.Д.

"Программирование"

Справочная математическая библиотека.

1963, Москва, Наука

[1966 Криницкий, Миронов, Фролов]

Криницкий Н.А., Миронов Г.А., Фролов Г.Д.

"Программирование"

Справочная математическая библиотека.

Изд. 2-е.

1966, Москва, Наука

[1965 Брудно]

А.Л.Брудно

"Введение в программирование в содержательных обозначениях"

1965, Москва, Наука

[1968 Брудно]

А.Л.Брудно

"Программирование в содержательных обозначениях"

Изд. 2-е

1968, Москва, Наука

[1965 Арлазаров, Гутер, Усков]

Гутер Р.С., Арлазаров В.Л., Усков А.В.

"Практика программирования. Справочник"

1965, Москва, Наука

[2001 Кронрод]

Кронрод А.С.



"Беседы о программировании"  
2001, Москва, URSS

## 11. Благодарности и признательности

Хотелось бы поблагодарить или выразить свою признательность следующим людям и организациям:

**родные и близкие** (за помощь и поддержку в течение долгих лет);

**Виктор Валентинович Бегтин** (за долгие и плодотворные дискуссии, за помощь в поиске материалов);

**Александр Николаевич Голушко** (за долгие и плодотворные дискуссии, за помощь в поиске материалов);

**Александр Владимирович Ионов** (за долгие и плодотворные дискуссии, за помощь в поиске материалов);

**Андрей Геннадиевич Каленик** (за неоценимую помощь при конвертации типа paper2pdf, за помощь при печати материалов, и за его неоценимую помощь в течение многих лет);

**папа А. Г. Каленика** (за перфокарты, за поиск старого оборудования);

**сотрудников РГБ, особенно персонал комнат А-320 и А-120** (за трудоемкую и крайне терпеливую работу по сканированию книг);

**сотрудников ГПНТБ, особенно персонал комнат 201, 208, 309** (за трудоемкую и крайне терпеливую работу по поиску и сканированию книг);

**разработчиков пакета "PDF Split and Merge" для ОС Microsoft Windows** (за отличный конвертер);

**разработчиков SIMN** (за отличный симулятор);

**Сергей Вакуленко** (за начальную версию эмулятора ЭЦВМ М-20);

**Эдуард Михайлович Пройдаков** (за поддержку в течение многих лет);

**фирму «Ricoh»** (за отличную офисную технику);

**почту РФ** (за доставленную литературу – медленно, но приходит);

**многих продавцов-букинистов** (которые в отличие от ряда официальных учреждений, сохранили старую литературу, и без которой этот проект не состоялся).

## 12. Контакты автора

Контактные адреса публичной электронной почты автора есть на его домашней странице - **<http://www.tpmail.ru/dstef>**.

Адрес: [dstef@mail.ru](mailto:dstef@mail.ru) является предпочтительным для контактов по этому проекту.